



ARBORIZAÇÃO EM QUINTAIS RESIDENCIAIS URBANOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN

Ana Luzia Bezerra da Costa Saraiva

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Letícia Gabriele da Silva Bezerra

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Amanda da Mota Araujo

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Alfredo Marcelo Grigio

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

RESUMO

Interferências urbanas como as ocorridas no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte (RN), podem ocasionar em particularidades microclimáticas, tais como: elevadas temperaturas, baixos teores de umidade e desconforto térmico humano. Além das interferências urbanas, as características climáticas da região Semiárida Nordeste favorecem o desconforto térmico. Considerando o conforto térmico humano um fator essencial as residências, propôs-se um estudo climático em quintais residenciais urbanos, localizados no bairro Pintos, Mossoró/RN, com o propósito de entender a influência que as árvores podem exercer no microclima destes quintais e no conforto térmico. Foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar durante 24hrs de três dias do período climático mais quente e seco e 24hrs de três dias do quente e chuvoso por aparelhos termohigrômetros, em dois quintais, um sem árvores (P1) e um arborizado (P2). Os dados foram aplicados ao Índice de Calor (IC). As árvores presentes no quintal P2 amenizaram as temperaturas em até 4,5°C às 13hrs do dia 5 de novembro e 3,8°C também às 13hrs no dia 13 de abril. E elevaram os teores de umidade em 9% às 13hrs e 16hrs do dia 5 de novembro e em 6,5% às 13hrs do dia 13 de abril, em comparação ao quintal P1, promovendo assim melhores sensações térmicas do IC. Ficando evidente a influência que a arborização do quintal P2 exerce no microclima deste quintal, sobretudo no período climático mais quente e seco e nos intervalos horários mais críticos do dia.

Palavras-chave: Microclima Urbano. Conforto Térmico Humano. Saúde Humana.

Afforestation in urban residential backyards in the Semi-arid Northeast: A case study in the city of Mossoró/RN

ABSTRACT

Urban interferences such as those that occurred in the municipality of Mossoró, State of Rio Grande do Norte (RN), can cause microclimatic particularities, such as: high temperatures, low moisture content and human thermal discomfort. In addition to urban interference, the climatic characteristics of the Semiarid Region of Nordeste favor thermal discomfort. Considering the human thermal comfort an essential factor for residences, a climatic study was proposed in urban residential backyards, located in pintos, Mossoró/RN, with the purpose of understanding the influence that trees can exert on the microclimate of these backyards and on thermal comfort. Data on air temperature and relative humidity were collected during 24hrs of three days of the hottest and driest climatic period and 24hrs of three days of hot and rainy by thermohygrometer devices, in two backyards, one without trees (P1) and one wooded (P2). The data were applied to the Heat Index (CI). The trees in the P2 yard softened temperatures by up to 4.5°C at 1pm on November 5 and 3.8°C also at 1pm on April 13. And they raised the moisture levels by 9% at 13hrs and 16hrs on November 5 and by 6.5% at 13:00 on April 13, compared to backyard P1, thus promoting better thermal sensations of CI. It is evident the influence that the afforestation of the P2 yard exerts on the microclimate of this yard, especially in the hottest and driest climatic period and in the most critical time intervals of the day.

Keywords: Urban Microclimate. Human Thermal Comfort. Human Health.

INTRODUÇÃO

As diferentes atividades realizadas nas cidades, como consumo e liberação de energias, e a diversificação do uso e ocupação do solo podem reconfigurar as dinâmicas naturais dos elementos climáticos, vindo, conseqüentemente, a ocasionar particularidades microclimáticas no ambiente urbano, tais como: elevadas temperaturas, baixos teores de umidade, formação de ilhas de calor, desconforto térmico, entre outros (SARAIVA, 2014).

Saraiva (2014) ainda ressalta que estas particularidades podem vir a ocorrer em diferentes pontos de uma mesma cidade, e impactam diretamente a saúde dos cidadãos, uma vez que “o ser humano no desempenho de suas atividades, quando submetido a condições de *stress* térmico, tem entre outros sintomas, a debilitação do estado geral de saúde, alterações das reações psicossensoriais e a queda da capacidade de produção” (LAMBERTES *et al.*, 2011, p.73).

Nesse sentido, as condições térmicas agradáveis são fundamentais para o pleno desenvolvimento das atividades humanas, visto que o conforto térmico influi na produtividade do indivíduo. A sensação de conforto térmico depende de variáveis ambientais como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, a radiação solar e a ventilação. Porém, as características específicas de cada pessoa também influenciam como, por exemplo, o sexo, a idade, as atividades que estão sendo desenvolvidas, condições de saúde, vestimenta entre outros (MOURA, 2015).

Bellver (2014) considera o conforto térmico um fator essencial às residências, pois em geral é o local que as pessoas passam maior parte do dia, realizam atividades rotineiras, descansam e relaxam. Paralelo ao espaço edificado da residência, o quintal passa a ser uma extensão aberta desta, geralmente protegido por muros ou cercas, podendo ser localizado nos fundos dos lotes residenciais, onde também são desempenhadas diversas atividades (TOURINHO; SILVA, 2016).

Freitas, Santos e Lima (2015) relatam que os processos de evapotranspiração e sombreamento das árvores reduzem as temperaturas e elevam os teores de umidade relativa do ar, refletindo em melhores condições de conforto térmico humano. Albuquerque e Lopes (2016) apontam que em áreas com vegetação, entre outros benefícios, há a promoção da estabilidade emocional, conforto psicológico, e ambientes propícios para lazer, descanso e recreação.

Portanto, as árvores contribuem diretamente ao conforto térmico humano, podendo ser utilizadas como estratégia bioclimática nos quintais residenciais urbanos. Além do mais, contribuem ao conforto psicológico, promovendo assim, um quintal agradável em vários aspectos aos moradores.

Dentro deste contexto, surgiu o interesse em realizar uma pesquisa microclimática em quintais residenciais urbanos, situados no bairro Pintos, em Mossoró, estado do Rio Grande do Norte (RN). Mossoró é uma cidade que vem crescendo nas últimas décadas, tanto do ponto de vista econômico, populacional e de sua área urbana, inferindo assim nas condições climáticas (SARAIVA, 2014).

Além das interferências urbanas, Mossoró está situada no Semiárido Nordeste, característico por elevadas temperaturas, baixos teores de umidade durante o dia, e períodos de chuvas concentrados em poucos meses (SARAIVA, 2014). Estas condições por si só já favorecem o desconforto térmico humano, evidenciando a importância que a arborização pode vir a ter no microclima dos quintais residenciais.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento dos elementos climáticos de dois quintais residenciais urbanos, sendo um arborizado e o outro não, localizados no bairro Pintos, Mossoró/RN, com o propósito de entender a influência que as árvores podem exercer no microclima destes quintais e, conseqüentemente, no conforto térmico dos moradores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o município de Mossoró/RN possui uma área territorial de 2.100 Km² com uma população estimada para 2019 de 297.378 mil habitantes. O bairro Pintos localiza-se na porção nordeste da cidade e em 2010, ano do último censo demográfico realizado pelo IBGE, o bairro tinha uma população de 2.469 habitantes e 924 domicílios (IBGE, 2010; IBGE, 2019) (FIGURA 1).

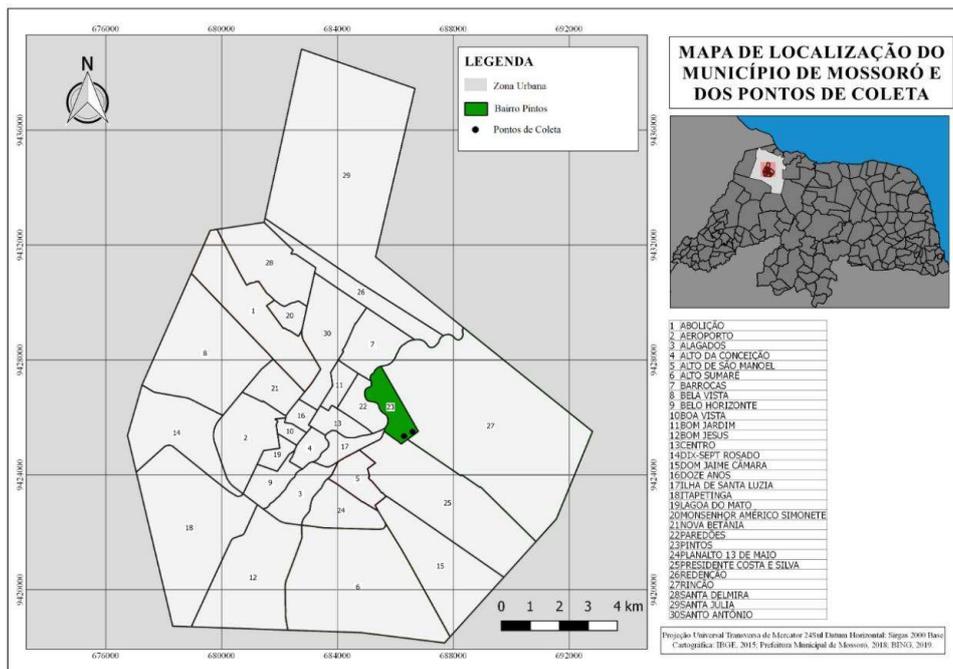


Figura 1. Mapa de localização do município de Mossoró e dos pontos de coleta
Fonte: IBGE (2015); Prefeitura Municipal de Mossoró (2018). Elaborado e organizado por Wesley Misael Bezerra Damasio, 2020.

Os dois quintais residenciais selecionados representam um quintal sem árvores (P1) e um quintal com árvores (P2). Importante ressaltar que, entre os critérios de escolha, os quintais deveriam ser os mais próximos possíveis, estando assim sob o mesmo domínio microclimático. Portanto, os quintais selecionados estão a uma distância de aproximadamente 318 metros, com duas ruas as separando (FIGURA 2).

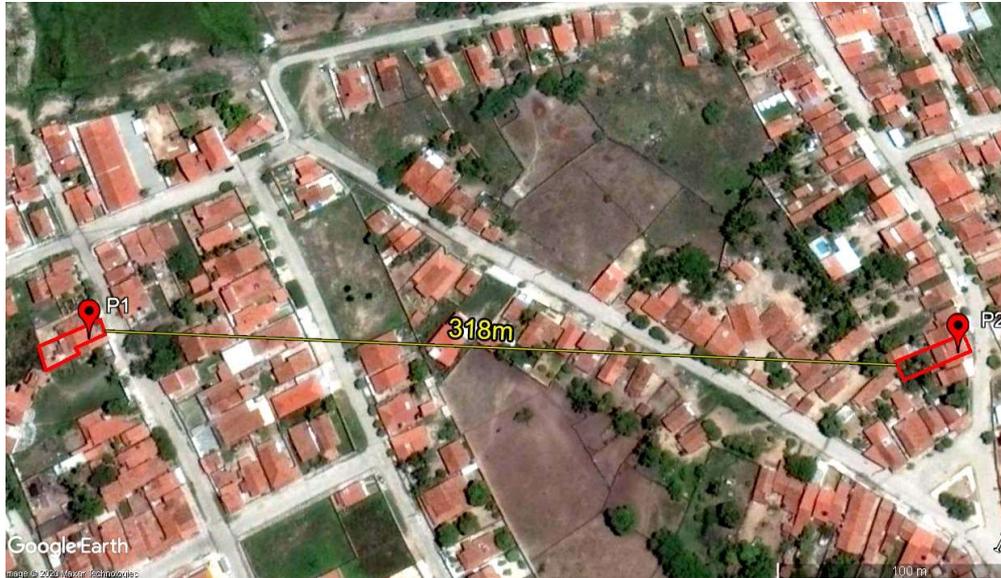


Figura 2. Localização dos quintais residenciais P1 e P2

Fonte: Google Earth (2019). Modificado pelos autores, 2020.

*Legenda: P1= Quintal sem árvores. P2= Quintal com árvores.

O P1 (FIGURA 3), quintal sem árvores, tem uma extensão de 127,16m² compreendendo a área lateral, frontal e atrás da residência, com maior parte do seu solo exposto. Devido à extensão e compartimentação do quintal foi difícil selecionar o ponto em que os dados seriam coletados, pois o quintal recebe sombra projetada pelas paredes em alguns horários do dia.

Sendo assim, por meio de observações das sombras projetadas pelas paredes, bem como o auxílio da moradora, o abrigo meteorológico ficou acomodado na área do quintal localizado na lateral da residência, cujo fica exposto à radiação solar direta durante todo o período da tarde. Escolheu-se esse local do quintal, pois os horários da tarde são mais representativos por se tratar de um período do dia com registros de temperaturas elevadas e baixos teores de umidade relativa do ar.

O P2 (FIGURA 4), quintal com árvores, tem uma extensão de 199,57m² que compreende apenas a parte localizada atrás da residência, com solo exposto. Possui 12 árvores, sendo nove de porte arbóreo, sendo elas: 1 mangueira (*Mangifera indica*), 1 coqueiro (*Cocos nucifera*), 1 limoeiro (*Citrus limon Osbeck*), 1 romãzeira (*Punica granatum*), 1 aceroleira (*Malpighia glabra*) e 7 mamoeiros (*Carica papaya*). O abrigo meteorológico ficou acomodado embaixo da aceroleira, à esquerda da Figura 4, onde a sombra projetada da árvore o alcançasse.



Figura 3. Quintal P1, sem árvores. **Fonte:** Acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018.



Figura 4. Quintal P2, quintal com árvores. **Fonte:** Acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018.

A escala espacial desta pesquisa se caracteriza como microclimática, pois segundo Mendonça e Danni - Oliveira (2007), esta é a menor unidade escalar climática e compreende alguns centímetros até algumas dezenas de metros quadrados, o que se enquadra no exemplo dos quintais residenciais.

Os dados climáticos coletados nos quintais foram temperatura do ar e umidade relativa do ar, registrados em três dias de dois períodos climáticos distintos. A primeira coleta ocorreu entre às 0h do dia 3 de novembro de 2018 as 23hrs do dia 5 de novembro de 2018, do qual o mês faz parte do período climático mais quente e seco de Mossoró, característico pelas elevadas temperaturas, intensos ventos, altos valores de radiação, baixos teores de precipitação e de nebulosidade (SARAIVA, 2014).

A segunda coleta ocorreu entre às 0h do dia 12 de abril de 2019 as 23hrs do dia 15 de abril de 2019, que compreende o período climático quente e chuvoso, característico por baixas temperaturas, menores intensidades de vento e de radiação, maiores precipitações e taxas de nebulosidade (SARAIVA, 2014).

Os dados foram coletados por dois aparelhos termohigrômetros *datalogger* (Impac – modelo IP 747RH), Figura 5, acomodados em abrigos meteorológicos com 1,50 m de altura, construídos de madeira, pintados de branco e com cortes em círculos para circulação do ar (FIGURA 6). Estas características permitem que os dados sejam registrados sem a influência da radiação solar incidente nos aparelhos. Após a coleta dos dados climáticos, os mesmos passaram por processo de calibração baseado na metodologia de Saraiva (2014) com o objetivo de evitar possíveis oscilações entre os dados.



Figura 5. Aparelho termohigrômetro datalogger. **Fonte:** Bezerra (2019).



Figura 6. Abrigo meteorológico. **Fonte:** Bezerra (2019).

Tendo em vista a grande quantidade de dados climáticos coletados, a análise dos dados ocorreu em seis intervalos horários inspirados também na metodologia de Saraiva (2014), da qual cada intervalo é representado pelo horário em que se registram as maiores temperaturas do ar e seus respectivos teores de umidade relativa do ar. Após coleta e tratamento dos dados climáticos estes foram submetidos ao cálculo do Índice de Calor (IC), também representados em cada intervalo horário da análise.

O Índice de Calor, descrito pela *National Weather Service* (NWS) da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), é um índice que mensura a possível sensação térmica do corpo humano utilizando as variáveis: temperatura do ar e umidade relativa do ar (NWS; NOAA, 2011). No quadro 1 se encontram sua classificação e seus possíveis efeitos à saúde humana.

Quadro 1. Classificação do IC

Classificação	IC	Possíveis efeitos à saúde humana	Cores correspondentes
Não há alerta	< 26,5	Nenhum efeito	
Cuidado	26,6–32,2	Possível fadiga com exposição prolongada e / ou atividade física	Amarelo
Extremo cuidado	32,3–39,4	Possível insolação, cãibras e exaustão, com exposição prolongada e / ou atividade física.	Marrom
Perigo	39,5–51,1	Insolação, cãibras, exaustão, com exposição prolongada e / ou atividade física.	Vermelho
Extremo perigo	≥ 51,2	Insolação térmica altamente provável caso haja exposição contínua	Marrom escuro

Fonte: NWS; NOAA (2011). Tradução nossa. Adaptado pelos autores, 2020.

Importante mencionar que os dados presentes neste trabalho fazem parte do banco de dados do projeto de pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Edital N°002/2017, edição 2018/2019, intitulado “Elementos climáticos, conforto térmico e vegetação em residências da área urbana de Mossoró/RN”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiro intervalo horário – das 0h às 3hrs

Neste intervalo horário, segundo Saraiva (2014), se inicia o ciclo diário com uma gradativa perda de calor e elevação dos teores de umidade relativa do ar. Nos Gráficos 1 e 2, às 0h, é possível verificar que entre os pontos não há diferenças significativas de temperatura do ar, sendo as diferenças térmicas menores que 0,5°C. Já entre os períodos climáticos é perceptível que em abril as temperaturas são menores que em novembro, devido às características climáticas do mês.

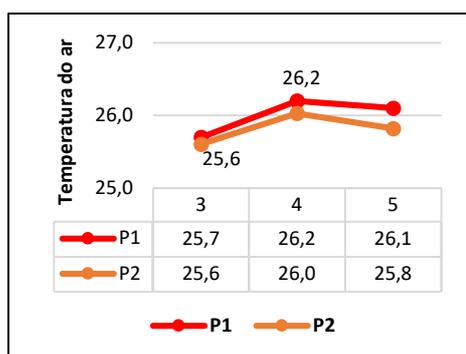


Gráfico 1 – Temperatura do ar em coletada às 0h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

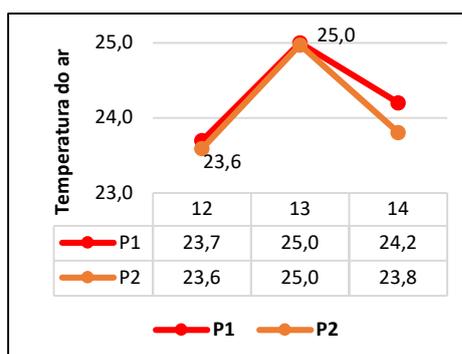


Gráfico 2 – Temperatura do ar coletada às 0h nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Nos Gráficos 3 e 4 se encontram os teores de umidade relativa do ar às 0h de ambos os pontos e períodos climáticos. Bem como ocorreu com os dados de temperatura, as amplitudes higrométricas entre os pontos também não são discrepantes, apenas entre os períodos climáticos.

Em novembro os teores ficaram entre 72,6% no dia 3 no P2 e 74% no dia 5 no P1, com amplitudes mínimas entre os pontos. Já em abril, os teores de umidade relativa do ar chegam a 97,9% no dia 14 no P1, devido principalmente as chuvas ocorridas nas tardes e noites do dia 12 e 13 e chuvas na madrugada do dia 14, além do tempo nublado pelas manhãs.

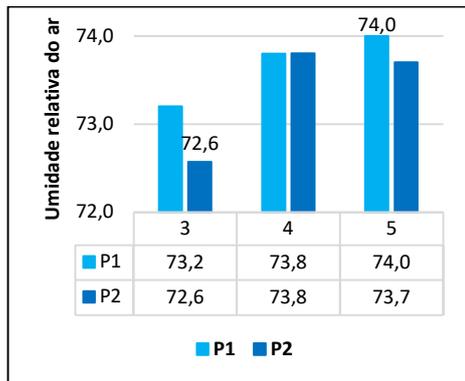


Gráfico 3 – Umidade relativa do ar coletada às 0h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

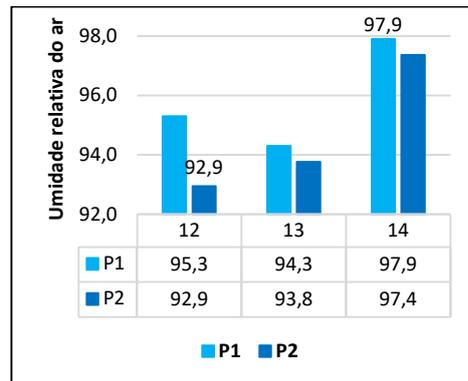


Gráfico 4 – Umidade relativa do ar coletada às 0h nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Cabe salientar que por vezes os teores de umidade no P1, quintal sem árvores, foram minimamente maiores que o P2, quintal com árvores, possivelmente, devido à ausência de radiação solar neste horário, onde o P1 por não possuir árvores em seu quintal permite uma maior circulação de vento o que facilita uma dissipação de energia mais eficiente no período noturno. Além disso, durante o período chuvoso o solo do quintal P1 pode concentrar maiores quantidades de água, por não existir o barramento das árvores, podendo influenciar no teor de umidade relativa do ar.

Importante mencionar que, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece que os teores de umidade relativa do ar acima de 60% são recomendados a saúde humana, enquanto os teores abaixo desse valor não são recomendados a saúde, sendo os mais preocupantes teores abaixo de 30% (OMS, [2012?] *apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

Para o horário das 0h encontram-se os teores acima de 60% em ambos os quintais e períodos climáticos estudados, pois nesse intervalo horário enquanto há a perda gradativa de calor, consequentemente os teores de umidade tendem a se elevar.

Na Tabela 1 se encontram os IC's, também às 0h. As classificações no mês de novembro se mantiveram como “cuidado” com amplitudes mínimas entre os pontos. No mês de abril as classificações ficaram entre “não há alerta” nos dias 12 e 14 devido à combinação de baixas temperaturas e elevados teores de umidade, e “cuidado” no dia 13.

A classificação de “cuidado”, apesar de destacar um alerta para a saúde humana, é a classificação menos crítica em relação às demais tanto que os possíveis efeitos são uma provável fadiga em situações de exposição prolongada as variáveis climáticas nos quintais ou com a realização de atividades físicas (NWS; NOAA, 2011). Válido ressaltar, que apesar do P1 ter registrado em alguns dias teores de

umidade relativa do ar maiores que o P2, os menores IC's de calor prevalecem no P2, uma vez que é calculado utilizando também a temperatura do ar.

Tabela 1. Índice de Calor às 0h no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	26,9	27,8	27,6	25,0	27,4	26,3
	P2	26,8	27,5	27,1	24,5	27,2	25,4
	Ampl.	0,3	0,3	0,5	0,5	0,2	0,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: = Não há alerta = Cuidado

Segundo intervalo horário - das 4hrs às 7hrs

Neste intervalo horário, “as 7hrs inicia o período de aquecimento diurno e uma redução no teor de umidade relativa do ar” (SARAIVA, 2014, p.71). Os Gráficos 5 e 6 destacam o horário das 7hrs, no qual as temperaturas do ar ainda apresentam amplitudes mínimas entre os pontos, porém entre os períodos climáticos é notória uma diferença térmica devido as características de cada período climático.

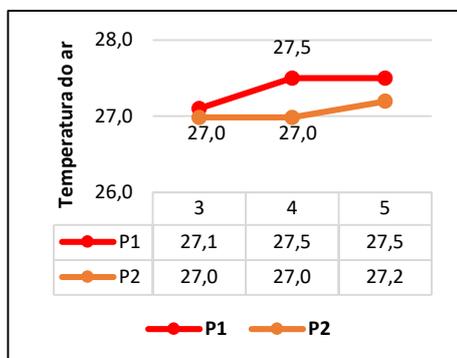


Gráfico 5 – Temperatura do ar coletada às 7hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

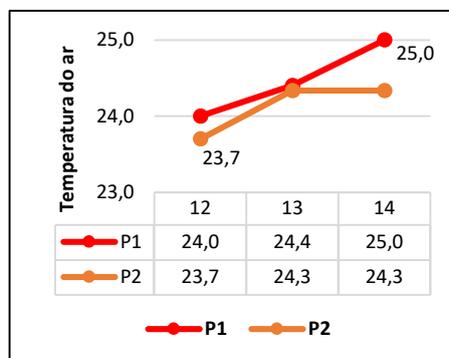


Gráfico 6 – Temperatura do ar coletada às 7hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019. Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro as temperaturas ficaram entre 27°C nos dias 3 e 4 no P2 e 27,5°C no dia 4 no P1, as amplitudes variaram entre 0,1°C no dia 3 e 0,5°C no dia 4. Em abril, a menor temperatura registrada foi de 23,7°C no dia 12 no P2 e a maior de 25°C no dia 14 no P1, com amplitudes entre 0,1°C no dia 13 e 0,7°C no dia 14.

Nos Gráficos 7 e 8 é possível notar que as maiores diferenças higrométricas são entre os períodos climáticos, pois entre os pontos ainda são pequenas às 7hrs. Em novembro os teores ficaram entre 67,7% no dia 5 no P1 e 72,8% no dia 4 no P2, com amplitudes de 0,9% no dia 3 e 2% no dia 4. Em abril os teores ficam entre 96,5% no dia 12 no P2 e 99% no dia 14 no P1, e amplitudes de 0,5% no dia 14 e 0,9% no dia 12. Em ambos os quintais e períodos climáticos encontra-se os teores de umidade acima de 60%, conforme recomendado pela OMS ([2012?] *apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

Neste horário devido o início gradativo do aquecimento da Terra o P1 ainda registra teores de umidade relativa do ar maiores que o P2, possivelmente por conta do acúmulo de umidade provida das chuvas.

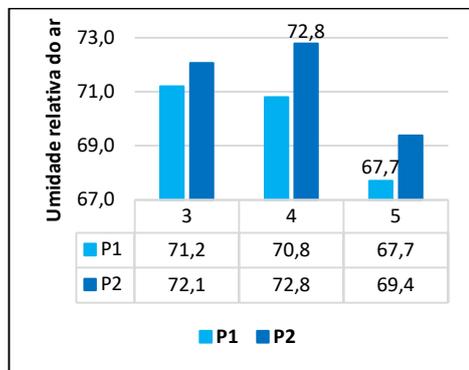


Gráfico 7 – Umidade relativa do ar coletada às 7hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

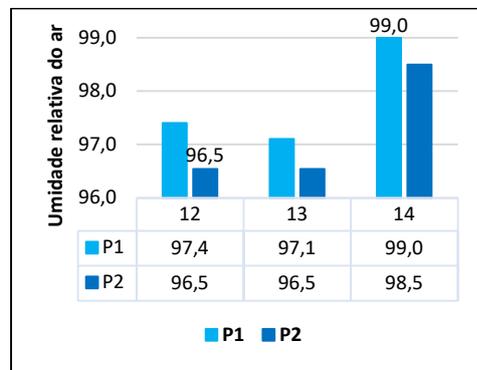


Gráfico 8 – Umidade relativa do ar coletada às 7hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Os Índices de Calor às 7hrs, Tabela 2, no mês de novembro continuam classificados como “cuidado” com amplitudes mínimas entre os pontos, já no mês de abril os dias 12 e 13 são classificados como “não há alerta” e do dia 14 como “cuidado”, com amplitude acima de 1,6°C. O P1 continua apresentando os maiores valores do IC.

Tabela 2. Índice de Calor às 7hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	29,1	29,8	29,5	25,8	26,6	28,2
	P2	29,0	29,1	29,1	25,1	26,3	26,6

	Ampl.	0,1	0,7	0,4	0,7	0,3	1,6
--	--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: = Não há alerta = Cuidado

Terceiro intervalo horário - das 8hrs às 11hrs

No terceiro período climático, as temperaturas do ar se elevam e a umidade relativa do ar diminui (SARAIVA, 2014), no qual o horário a ser destacado é o das 11hrs. Encontram-se as 11hrs diferenças térmicas significativas entre os quintais, bem como entre os períodos climáticos estudados.

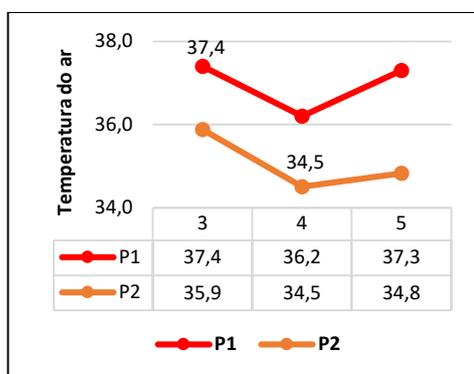


Gráfico 9 – Temperatura do ar coletada às 11hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018.
Organizado pelos autores, 2020.

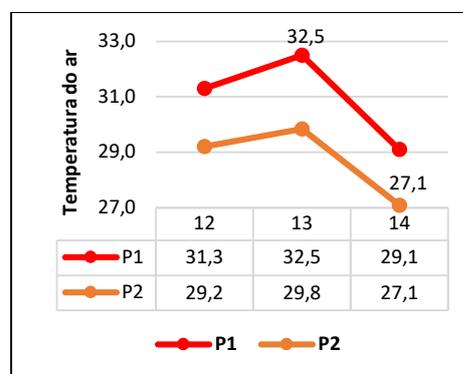


Gráfico 10 – Temperatura do ar coletada às 11hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019.
Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro, as temperaturas variaram entre 34,5°C no dia 4 no P2 e 37,4°C no dia 3 no P1, com amplitudes entre 1,5°C no dia 3 e 2,5°C no dia 5. Em abril entre 27,1°C no dia 14 no P2 e 32,5°C no dia 13 no P1, as amplitudes variam entre 2°C no dia 14 e 2,7°C no dia 13.

As amplitudes higrométricas entre os pontos também se tornam mais visíveis às 11hrs. Em novembro os teores ficaram entre 41,4% no dia 3 no P1 e 51,5% no dia 5 no P2, com amplitudes higrométricas entre 2,6% no dia 3 e 6,2% no dia 5. Em abril entre 71,9% no dia 13 no P1 e 83,9% no dia 14 também no P1, as amplitudes variaram entre 3,2% no dia 14 e 5,5% no dia 13.

Apenas durante o mês de abril todos os teores de umidade ficaram acima de 60% como recomendado pela OMS ([2012?] *apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012). As diferenças climáticas entre os meses estudados ficam ainda mais evidentes nos horários de maior aquecimento do dia, pois até mesmo no quintal sem árvores às 11h da manhã as temperaturas de abril são mais amenas e os teores de umidade são elevados.

Como as manhãs dos dias de coleta em abril estavam nubladas e a madrugada do dia 14 foi chuvosa, possivelmente o quintal do P1 acumulou maior umidade no ar que o P2, indicando assim um maior teor de umidade relativa do ar às 11hrs do dia 14.

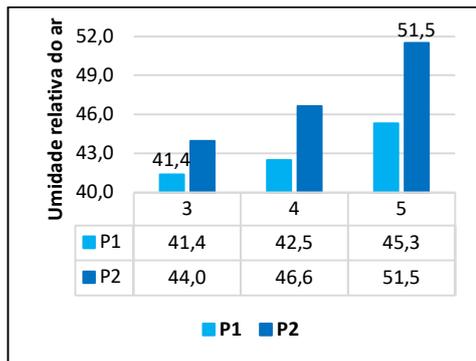


Gráfico 11 – Umidade relativa do ar coletada às 11hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

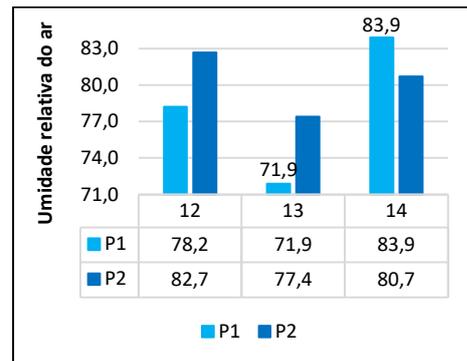


Gráfico 12 – Umidade relativa do ar coletada às 11hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Às 11hrs (TABELA 3) surge a classificação de “extremo cuidado” no P2 nos dias 4 de novembro, 12 e 13 de abril e no P1 no dia 14 de abril. A classificação de “perigo” é encontrada em ambos os pontos nos dias 3 e 5 de novembro, e no P1 nos dias 4 de novembro, 12 e 13 de abril. Ambas as classificações de “extremo cuidado” e “perigo” podem causar possíveis insolações, câibras, exaustão pela exposição prolongada ou práticas de atividade físicas (NOAA; NWS, 2011). E a classificação de “cuidado” surgiu apenas no P2 no dia 14 de abril, pois neste dia foi registrada a menor temperatura em relação ao P1 e aos demais dias do mês.

Tabela 3. Índice de Calor às 11hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	42,7	40,5	44,2	41,2	42,7	35,9
	P2	40,3	38,3	40,8	35,9	36,5	30,0
	Ampl.	2,4	2,2	3,4	5,3	6,2	5,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: = Cuidado = Extremo cuidado = Perigo

As amplitudes dos valores do IC entre os pontos neste horário são bastante significativas, entre 2,2°C e 3,4°C em novembro e 5,3°C e 6,2°C em abril. Cabe destacar que o P1 é o que apresenta os maiores valores, chegando a uma possível sensação térmica de 44,2°C no dia 5 de novembro.

Quarto intervalo horário - das 12hrs às 15hrs

Neste intervalo horário são registradas as maiores temperaturas do ar e os menores teores de umidade relativa do ar, pois os raios solares incidem de forma concentrada e em ângulos retos (SARAIVA, 2014). O horário que registrou as maiores temperaturas do ar no intervalo horário e durante os dias de coleta foi o das 13hrs (GRÁFICOS 13 e 14).

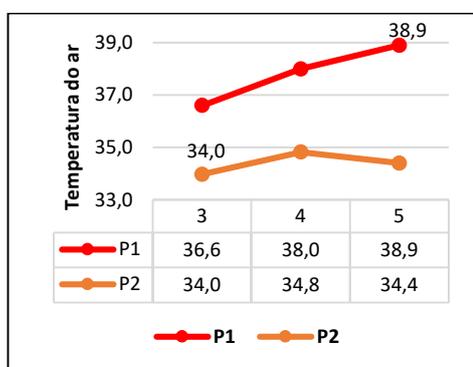


Gráfico 13 – Temperatura do ar coletada às 13hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

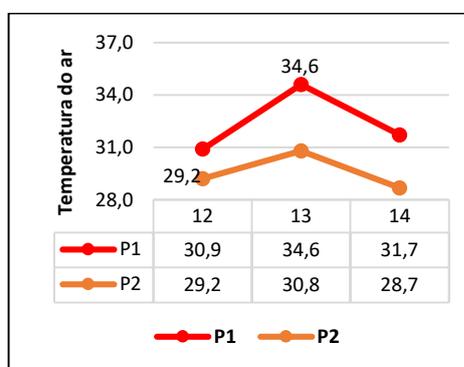


Gráfico 14 – Temperatura do ar coletada às 13hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro, enquanto as temperaturas do P2 não chegam a 35°C o P1 registra temperaturas entre 36,6°C e 38,9°C, situação semelhante ocorre em abril em que o P2 registra temperatura máxima de 30,8°C e o P1 entre 30,9°C e 34,6°C. Estes dados tornam evidente a relevância que arborização possui na amenização das temperaturas do ar, principalmente em um horário tão crítico e em novembro, no período climático mais quente e seco do ano.

As elevadas temperaturas, sobretudo as registradas no quintal P1, no terceiro e quarto intervalos horários podem vir a agir como gatilho a saúde dos moradores que venham a fazer uso do quintal, podendo causar além do desconforto térmico: câibras, insolação, desmaios, exaustão pelo calor, câncer de pele pela exposição prolongada à radiação solar, entre outros sintomas que podem ser agravados pela idade e o estado de saúde do indivíduo (GARTLAND, 2010; SARAIVA; VALE; ZANELLA, 2017).

Além disso, o fato do quintal P1 ficar exposto a radiação solar direta ocorre o aquecimento desse ambiente, no qual o calor pode ser transmitido para a residência. Desta forma, o microclima do quintal também pode afetar no conforto/desconforto térmico sentido pelos moradores dentro da residência.

Além das elevadas temperaturas os baixos teores de umidade relativa do ar também podem influenciar no conforto térmico e saúde dos moradores. Devido a isso as características climáticas do mês de novembro são preocupantes, visto que são comuns as altas temperaturas combinadas com baixos teores de umidade relativa do ar. Observa-se no Gráfico 15 que os teores de umidade no mês de novembro ficam abaixo do recomendado a saúde segundo a OMS ([2012?] *apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

Já os teores de umidade encontrados no mês de abril ficam acima de 60% em ambos os quintais residenciais (GRÁFICO 16). Vale salientar que nos dois meses o quintal arborizado (P2) manteve maiores teores de umidade em relação ao quintal não arborizado (P1).

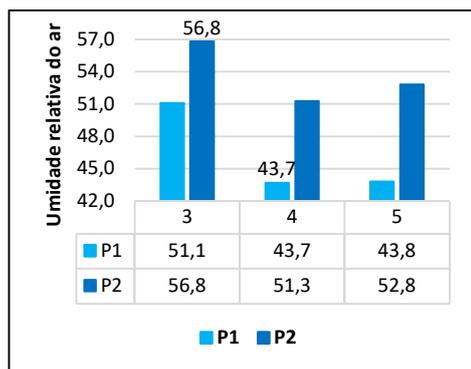


Gráfico 15 – Umidade relativa do ar coletada às 13hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

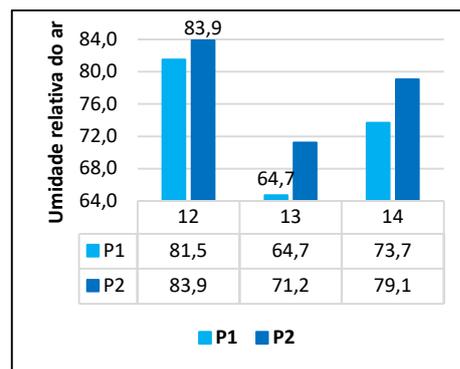


Gráfico 16 – Umidade relativa do ar coletada às 13hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro, o menor teor registrado foi de 43,7% no P1 no dia 4 e o maior foi de 56,8% no dia 3 no P2, as amplitudes higrométricas ficaram entre 5,7% no dia 3 e 9% no dia 5. Em abril, o menor teor registrado foi de 64,7% no dia 13 no P1 e o mais elevado foi de 83,9% no dia 12 no P2, as amplitudes ficaram entre 2,4% no dia 12 e 6,5% no dia 13.

Em novembro, a classificação do IC (TABELA 4) se manteve em todos os dias e pontos como “perigo”, sendo que o P1 registrou os maiores valores, com amplitudes entre 4,4°C no dia 4 e 5,9°C no dia 3. Em abril, em todos os dias o P1 ficou classificado como “perigo” e o P2 como “extremo cuidado”, conseqüentemente registrando menores valores do IC, com amplitudes entre 4,9°C no dia 13 e 8,7°C no dia 14.

Tabela 4. Índice de Calor às 13hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	46,3	45,2	45,2	46,6	41,1	46,1
	P2	40,4	40,8	40,7	38,7	36,2	37,4
	Ampl.	5,9	4,4	4,5	7,9	4,9	8,7

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: = Extremo cuidado =Perigo

Saraiva, Vale e Zanella (2017, p.93) ressaltam que “quanto mais elevado for o índice de calor, mais incômodo e até perigoso será para a saúde das pessoas, principalmente para crianças, idosos, enfermos e trabalhadores ao ar livre”, ou seja, os valores do IC no P1, quintal sem árvores, tendem a ser mais incômodos e prejudiciais à saúde dos moradores que venham a circular e executar atividade neste quintal do que no quintal arborizado (P2).

Quinto intervalo horário - das 16hrs às 19hrs

Neste intervalo “ocorre o pôr do Sol e um gradativo resfriamento e aumento nos teores de umidade relativa do ar” (SARAIVA, 2014, p.71). Às 16hrs já se observa as temperaturas reduzindo, porém com amplitudes térmicas ainda marcantes (GRÁFICOS 17 e 18).

Em novembro a menor temperatura do ar foi de 29,5°C no dia 5 no P2 e a maior registrada foi de 34°C no dia 3 no P1, as amplitudes ficaram entre 3,1°C no dia 4 e 3,5°C no dia 5. Em abril, a menor temperatura foi de 26°C no dia 12 no P2 e a maior de 30,2°C no dia 14 no P1, as amplitudes térmicas ficaram entre 0,2°C no dia 12 e 2,4°C no dia 14.

Com relação aos teores de umidade relativa do ar, às 16hrs (GRÁFICOS 19 e 20), em novembro os teores ficaram entre 57,3% no dia 4 no P1 e 66,6% no dia 5 no P2, as amplitudes foram de 7,9% no dia 3 e 9% no dia 5. Em abril, o menor teor foi de 78,8% no dia 14 no P1 e o mais elevado foi de 89,6% no dia 13, também no P1.

Como se observa para o horário das 16h no mês de novembro os teores de umidade acima de 60% são registrados apenas no quintal arborizado. Enquanto que no mês de abril encontra-se em ambos os quintais.

Os IC's às 16hrs (TABELA 5) em novembro estão classificados em “extremo cuidado” em todos os dias e pontos com exceção do P1 no dia 4 que foi classificado como “perigo” com sensação térmica de 41,5°C, as amplitudes ficaram entre 4,8°C no dia 3 e 5,5°C no dia 4.

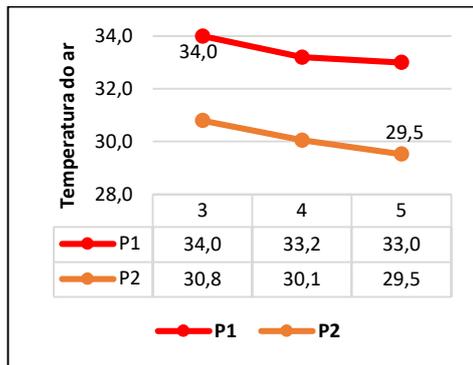


Gráfico 17 – Temperatura do ar coletada às 16hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

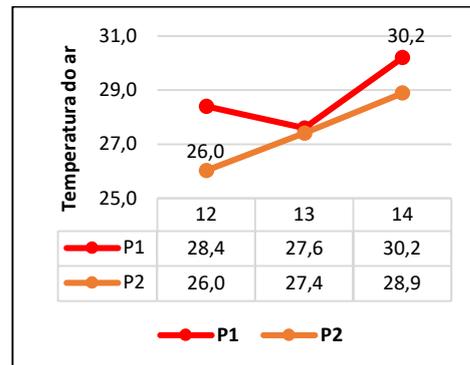


Gráfico 18 – Temperatura do ar coletada às 16hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

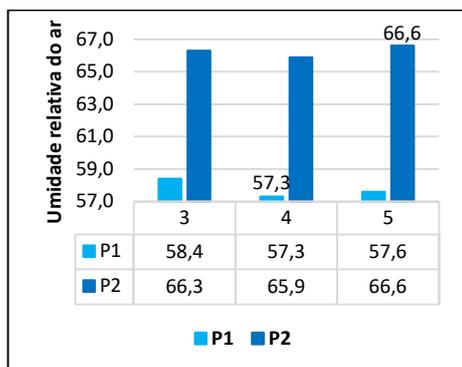


Gráfico 19 – Umidade relativa do ar coletada às 16hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

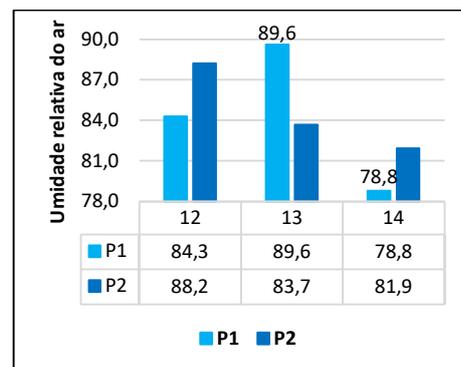


Gráfico 20 – Umidade relativa do ar coletada às 16hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Em abril as classificações ficaram em “cuidado” em todos os dias e pontos com exceção do P1 nos dias 13 e 14 que foram classificados como “extremo cuidado”. Vale destacar que apesar do P1 ter registrado maiores teores de umidade no dia 13, a sua classificação e valor do IC foram mais críticos que o P2 em todos os dias, uma vez que a sensação térmica também faz uso da temperatura do ar. As amplitudes ficaram entre 0,7°C no dia 12 e 5,3°C no dia 13.

Tabela 5. Índice de Calor às 16hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	38,4	41,5	39,1	29,6	33,9	32,9
	P2	33,6	36,0	34,2	28,9	28,6	31,1
	Ampl.	4,8	5,5	4,9	0,7	5,3	1,8

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: ■ = Cuidado ■ = Extremo cuidado ■ = Perigo

Sexto intervalo horário - das 20hrs às 23hrs

No último intervalo horário se encerra o ciclo diário com uma perda gradativa de calor (SARAIVA, 2014). As 20hrs (GRÁFICOS 21 e 22) as temperaturas entre os pontos começam a se assemelhar devido à perda de calor, com diferenças térmicas maiores apenas entre os períodos climáticos.

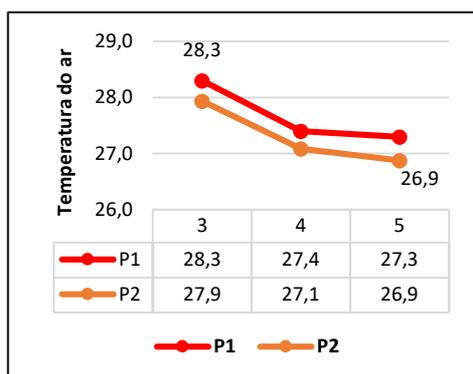


Gráfico 21 - Temperatura do ar coletada às 20h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018.
Organizado pelos autores, 2020.

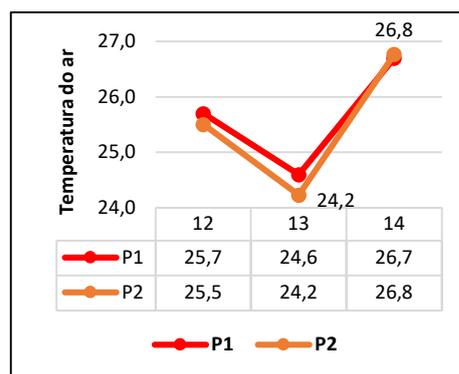


Gráfico 22 - Temperatura do ar coletada às 20h nos dias 12 a 14 de abril de 2019.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019.
Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro a menor temperatura do ar é de 26,9°C no dia 5 no P2 e a maior é de 28,3°C no dia 3 no P1, com amplitudes entre 0,3°C no dia 4 e 0,4°C nos dias 3 e 5. Em abril, a menor temperatura é de 24,2°C no dia 13 no P2 e a maior é de 26,8°C no dia 14, também no P2, as amplitudes ficam entre 0,1°C no dia 14 e 0,4°C no dia 12. Como já explicado anteriormente, o P1, quintal sem árvores, pode ter maior facilidade em dissipar o calor durante o período noturno.

Os teores de umidade relativa do ar às 20hrs (GRÁFICOS 23 e 24) já se encontram mais elevados e semelhantes, devido à ausência de calor. Portanto, em ambos os quintais e períodos climáticos encontram-se teores acima de 60% recomendados

a saúde conforme a OMS ([2012?] *apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

Em novembro, o menor teor registrado foi de 70,4% em ambos os pontos no dia 5 e o maior foi de 73,3% no dia 4 no P1, as amplitudes ficaram entre 0% no dia 5 e 0,6% no dia 3. Em abril, o teor mínimo foi de 89,1% no dia 14 no P2 e o mais elevado foi de 96,5% no dia 13 no P1. Assim como ocorre com a temperatura, com a ausência de calor e de obstáculos o P1 acumula mais umidade. As amplitudes ficaram entre 0,2% no dia 12 e 1,7% no dia 14.

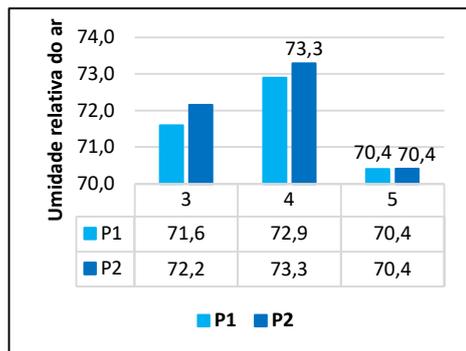


Gráfico 23 – Umidade relativa do ar coletada às 20h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

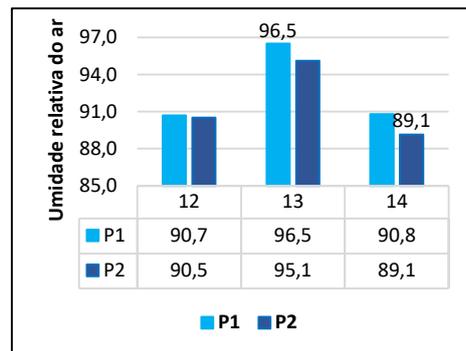


Gráfico 24 – Umidade relativa do ar coletada às 20h nos dias 12 a 14 de abril de 2019. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Os IC's também apresentam amplitudes mínimas entre os pontos com classificações de "cuidado" em ambos os quintais e períodos com exceção do P2 no dia 14 de abril que foi classificado como "não há alerta" (TABELA 6). Os valores dos IC's são maiores em todos os dias de coleta no P1, uma vez que é calculado utilizando os dados das duas variáveis climáticas coletadas nos quintais.

Tabela 6. Índice de Calor às 20hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	30,0	31,5	29,9	25,0	28,3	26,9
	P2	29,4	30,8	29,3	24,4	27,8	25,9
	Ampl.	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	1,0

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: = Não há alerta = Cuidado

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise do comportamento dos elementos climáticos e do Índice de Calor, de ambos os quintais residenciais urbanos e períodos climáticos, ficou evidente a influência que a arborização do quintal P2 exerce no microclima deste quintal, sobretudo no período climático mais quente e seco e nos intervalos horários mais críticos do dia.

As árvores presentes no quintal P2 amenizaram as temperaturas do ar em até 4,5°C às 13hrs do dia 5 de novembro e 3,8°C também às 13hrs no dia 13 de abril. E elevaram os teores de umidade relativa do ar em 9% às 13hrs e 16hrs do dia 5 de novembro e em 6,5% às 13hrs do dia 13 de abril, em comparação ao quintal P1, promovendo assim melhores sensações térmicas do Índice de Calor.

Portanto, as árvores presentes no quintal P2 favorecem a melhoria do microclima deste quintal e, conseqüentemente, contribui com o conforto térmico dos moradores tornando-se mais agradável para realização de atividades rotineiras, descanso, lazer e relaxamento. Os resultados apresentados evidenciam as árvores como um fator bioclimático essencial para os quintais residenciais urbanos.

REFERÊNCIAS

ALBURQUEQUE, Marcos Machado de; LOPES, Wilza Gomes Reis. Influência da arborização em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí.

RAEGA – O espaço geográfico em análise, Paraná, v.36, p.38-68, 2016.

BELLVER, Adrian Pastor. **Avaliação da melhoria do conforto térmico em uma casa por simulação**. 2014. 27 f. Monografia (Engenharia mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

BEZERRA, Letícia Gabriele da Silva. **Análise microclimática das áreas de convivência do Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – episódio de primavera**. 2019. 85 f. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2019.

CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS. **Umidade relativa do ar**. São Paulo: CGE, 2012. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acesso em: 01 fev. 2020.

FREITAS, Anne Falcão de; SANTOS, Joel Silva dos; LIMA, Rita Baltazar de. Microclima urbano: um estudo de caso no espaço intra-urbano do Campus I da UFPB. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 4, p. 271-287, 2015.

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

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. Brasil: Google Earth, 2019. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 30 jan. 2019.

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: 12 fev. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Brasil: IBGE, 2019. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240800&search=||infor%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>. Acesso em: 30 jan. 2020.

LAMBERTS, Roberto *et al.* **Conforto e stress térmico**. Santa Catarina: LabEES/UFSC, 2011.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOURA, Ivanaldo Ribeiro de. **Relações Socioambientais**: Os casos de mortalidade por infarto do miocárdio na cidade de Teresina-PI. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NWS, National Weather Service; NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. **What is the heat index?**. Amarillo, Texas: NWS/NOAA, 2011. Disponível em: <https://www.weather.gov/ama/heatindex>. Acesso em: 3 ago. 2018.

SARAIVA, Ana Luiza Bezerra da Costa. **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, Ana Luiza Bezerra da Costa; VALE, Cláudia Câmara do; ZANELLA, Maria Eliza. Comportamento dos elementos climáticos no município de Mossoró (RN) e

os impactos na saúde humana. **Revista GeoInterações**, Assú, v. 1, n. 1, p. 87-105, 2017.

TOURINHO, Helena Lucia Zagury; SILVA, Maria Goreti Costa Arapiraca da. Quintais urbanos: funções e papéis na casa brasileira e amazônica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 11, n. 3, p. 633-651, set.-dez. 2016.

Contato com o autor: Ana Luiza Bezerra da Costa Saraiva <ageopesquisadora@hotmail.com>

Recebido em: 04/08/2022

Aprovado em: 10/07/2023