

## Sustentabilidade no planejamento urbano: Ilhas de calor

Ricardo Henryque Reginato Quevedo Melo

*Universidade de Passo Fundo, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[ricardoquevedo@gmail.com](mailto:ricardoquevedo@gmail.com)

Evanisa Fatima Reginato Quevedo Melo

*Universidade de Passo Fundo, Departamento de Engenharia Ambiental e Pesquisa, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[evanisa9@gmail.com](mailto:evanisa9@gmail.com)

Rodrigo Henryque Reginato Quevedo Melo

*Universidade de Passo Fundo, Engenharia Civil, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[rodrigohquevedo@gmail.com](mailto:rodrigohquevedo@gmail.com)

Francisco Gerhardt Magro

*Universidade de Passo Fundo, Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[chicomagro2@hotmail.com](mailto:chicomagro2@hotmail.com)

Thiago Miranda Dos Santos

*Universidade de Passo Fundo, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[thiago.miranda.s@hotmail.com](mailto:thiago.miranda.s@hotmail.com)

Eduardo Madeira Brum

*Universidade de Passo Fundo, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[eduardobrum@embengenharia.com.br](mailto:eduardobrum@embengenharia.com.br)

**RESUMO:** Atualmente as mudanças climáticas vêm exigindo que o planejamento urbano necessite de medidas drásticas para tentar amenizar os efeitos do aumento da temperatura, bem como acentuação dos efeitos das ilhas de calor. Sendo que uma das preposições adotadas para um planejamento urbano sustentável, leva em consideração a remediação e a prevenção das ilhas de calor e redução das temperaturas elevadas. Deste modo, o artigo busca através de uma serie de amostragem de temperaturas in-loco em um ambiente urbano de Passo Fundo e dentro do campus da Universidade de Passo Fundo, localizar, propor e justificar soluções de planejamento urbano que promovam a sustentabilidade e amenização das variáveis climáticas através da análise dos resultados obtidos com os conhecimentos da ambiência urbana. Utilizando os dados e as análises dos monitoramentos prévios em conjunto com os dados atualizados neste trabalho, foi possível atentar sobre a influencia de construções no meio ambiente local sem o devido estudo dos efeitos no entorno de sua construção.

**Palavras chave** *Ambiência urbana, Planejamento urbano sustentável, Condicionantes Ambientais*

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano, e conseqüentemente a necessidade do aumento da infraestrutura nos centros urbanos tem provocado mudanças significativas no equilíbrio radiante do espaço urbano, agravado por práticas que têm sistematicamente suprimido a vegetação para a instalação da infraestrutura (Gaitani et al. 2011).

As propriedades térmicas de materiais construídos diferem muito dos vegetativos, superfícies construídas são tipicamente de baixo albedo com um alta capacidade de armazenamento de energia. Considerando que a vegetação tem um albedo mais elevado, atenua transmissão da radiação solar, e pode arrefecer de imediato ambiente através da evapotranspiração (Streutker 2003; Sawka et al. 2013). A principal consequência destes efeitos é a diferença da temperatura do ar entre as zonas urbanas e rurais. Este fenômeno chamado de ilha de calor, é responsável por temperaturas do ar 1-6 ° C mais elevadas no centro da cidade do que as áreas suburbanas e rurais circundantes e é a manifestação mais óbvia climática da urbanização (Santamouris, 2007).

Então, há um crescente interesse em questões de microclima uma vez que representam fatores importantes para atingir a sustentabilidade dentro das cidades, onde uma grande quantidade da população vive. Mitigar o efeito das ilhas de calor é, portanto, um elemento-chave para alcançar a sustentabilidade em uma cidade e isso pode ser feito através da melhoria do microclima urbano (Dimoudi et al. 2012).

As infraestruturas verdes composta por vegetação são ferramentas ecológicas que trazem melhorias para saúde ambiental, social e econômica, que possibilita melhorar ecossistemas e a sustentabilidade urbana através do controle de temperatura e poluição, conservação da água, redução da erosão e conforto ambiental (Bento & McMahon, 2006; MacGregor-Fors et al, 2011).

A qualidade de vida urbana depende de uma mescla correta entre infraestrutura e áreas verdes, tornando elementos essenciais para o bem-estar da população. O planejamento urbano tem um imenso impacto no microclima local, que por sua vez afeta a qualidade conforto e espaço dentro de uma cidade. Assim há a necessidade de planejar, implantar e conservar de áreas verdes nas cidades. Para o planejamento é indispensável a utilização de técnicas que permitam o georreferenciamento e ferramentas de análise ao longo de diferentes fases do trabalho.

Neste sentido, a aplicação de técnicas de Sistemas de Informação Geográfica tornou-se uma ferramenta poderosa que, quando utilizado juntamente com outros softwares de mapeamento, permite não só uma maior precisão da avaliação, mas também a facilidade de manutenção da base de dados atualizada, que conduz a uma maneira mais eficiente para monitorizar estas áreas (SILVA e ZAIDAN, 2004). Conforme Henke-Oliveira & Santos (2000) desenvolvimento de técnicas computacionais que contemplem a diferenciação estrutural e funcional das áreas verdes é de muita importância, o que confere um dinamismo ao planejamento ambiental, permitindo a avaliação de informações para a gestão destas áreas, bem como outros elementos associados à qualidade ambiental e de vida, promovendo desta forma a sustentabilidade infraestrutura urbana

O objetivo deste trabalho foi mapear microclimas e ilhas de calor no campus da Universidade de Passo Fundo, por meio de técnicas de geoprocessamento, utilizando

dados do ano de 2015 e comprando-os com novos dados de 2016 para descobrir e compreender sua relação com a sustentabilidade ambiental.

## 2. METODOLOGIA E ETAPAS DA PESQUISA

A execução desta pesquisa é conduzida seguindo os parâmetros de medições adaptados da norma brasileira. As medições foram realizadas nos pontos de coleta de dados descrito por Melo, et al. (2015), onde era realizado um período de espera até a estabilização dos resultados de temperatura e na sequência da amostragem, era repetido o processo para medição da umidade. Sendo realizado uma segunda verificação dos dados com o aparelho Htm-401, da INSTRUTEMP, em que os dados obtidos neste segundo aparelho eram somente como parâmetros para verificar se a variabilidade dos resultados obtidos no ITMP600 não estavam com interferência do operador. Assim, a amostragem era realizada por aproximadamente 30 segundos, dependendo da demora para a estabilização dos dados, este procedimento foi adotado para reduzir os ruídos e possibilidade de erros, bem como aumentar a confiabilidade dos dados obtidos.

A distribuição espacial da temperatura foi avaliada em dois períodos. A primeira foi realizada em janeiro de 2015, no campus da Universidade de Passo Fundo (UPF) em Passo Fundo, RS, Figura 1 e posteriormente ao levantamento dos dados, foi realizada a análise dos valores no software de geoprocessamento ArcGIS e comparados com o mapa local para possibilitar a compreensão das razões da existência de dois pontos considerados microzonas de calor, resultados propostos no trabalho de Melo, et al. (2015).



Figura 1. Pontos de análise no Campus da UPF - Passo Fundo - RS. Fonte: Autor, 2015.

Em abril de 2016, foi realizada uma nova amostragem no campus da UPF para reafirmar os dados do primeiro estudo. Seguindo o mesmo roteiro de análise proposto na Figura 1, entretanto em uma época do ano diferente, porém com as condições climáticas semelhantes e analisando os mesmos pontos.

Assim como primeira amostragem foi utilizado um aparelho medidor multi-parâmetros - ITMP600 e realizada a conferência das amostras com o aparelho Htm-401, ambos da

instrutemp, para quantificar a variação de temperatura entre os pontos de análise e anotar as variações de umidade para futuros estudos. Os dados foram transcritos ao software ArcGIS para que através da análise geoestatística fosse realizado o mapa das zonas de calor e posterior a comparação entre os mapas do campus da UPF com o mapa das zonas de calor.

Após a análise geoestatística dos dados, é necessário a separação dos setores para que se possa observar, argumentar e justificar as causas e soluções. Sendo que os setores serão definidos em:

- Ilha de calor;
- Zona normal.

Assim, é realizado um processo de classificação automatizada pelo software, mas é necessário informar ao programa quais são os itens de análise desejados. Portanto são definidos 4 itens de análise para o mapa:

- Construções/Espaços abertos;
- Vegetação arbórea;
- Gramíneas;
- Lagos.

Com a definição dos parâmetros de busca, o software retorna com os índices de cobertura para cada um dos itens descritos. Assim com a verificação de quantidades realizada, é informado a porcentagem dos itens perante a imagem total, informação crucial para que seja possível analisar as concentrações de cada item em setores, no caso, as microzonas de calor e nas demais áreas .

Através da análise dos quantitativos e do conjunto da imagem será realizada uma segunda contextualização dos dados para justificar e propor soluções.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Uma vez que o trabalho consistiu na amostragem e análise dos últimos dados levantados pela pesquisa iniciada por Melo, et. al(2015), trazendo neste artigo os resultados da amostragem da análise das temperaturas em abril de 2016 no campus central da Universidade de Passo Fundo, como já descrito na metodologia, foi obtido o seguinte mapa através das amostragens locais e posterior aplicação das ferramentas de SIG, Figura 2. Deixando claro que o mapa de temperaturas obtido foi sobreposto ao mapa do campus para poder melhorar a análise e compreender a correlação entre as edificações do entorno e as microzonas de calor.

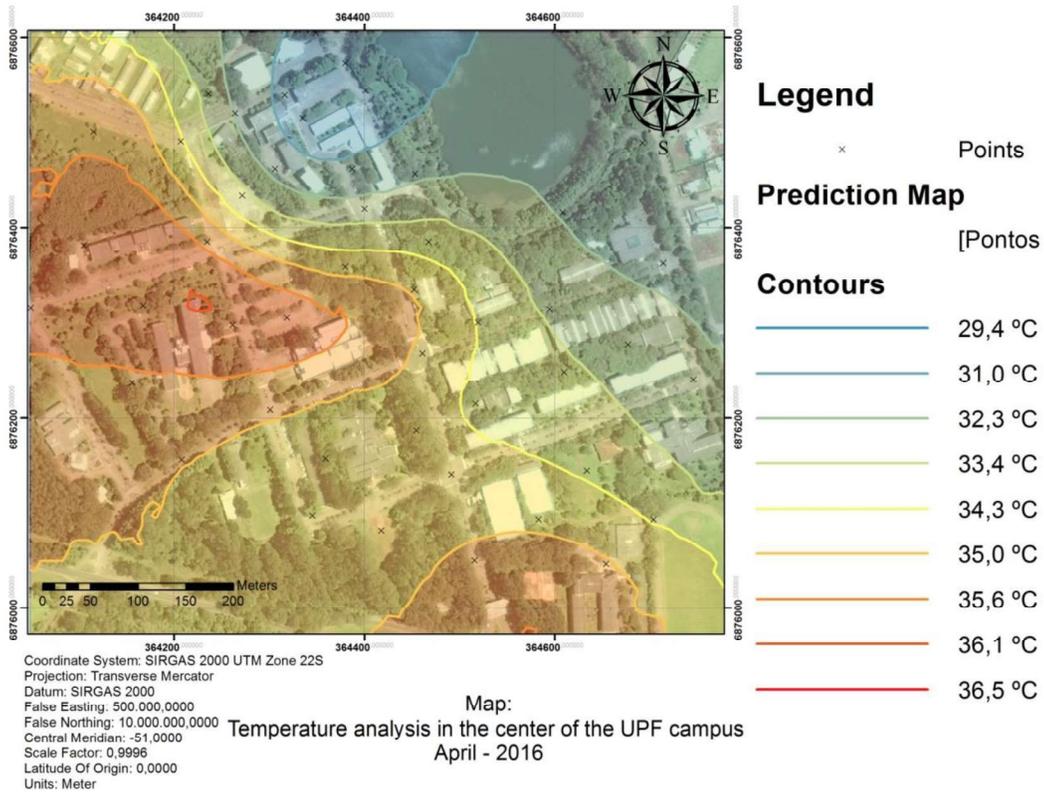


Figura 2. Análise das temperaturas no campus central da UPF - Passo Fundo, RS. Fonte: Autor, 2016.

Desta forma, ao analisar a Figura 2 é possível verificar que a existência de um lago nas dependências do campus I da UPF amenizam a temperatura e transmitem esta característica para algumas das regiões próximas, que possuem grande quantidade de vegetação em comparação com as construções e as vias existentes em outros pontos do campus. Entretanto os efeitos gerados pelo lago, não são aplicáveis nos locais que apresentam grande áreas abertas asfaltadas e ou construídas.

Sendo verificado que nestas áreas onde existem as microzonas de calor os valores da umidade do ar caem, quando em comparações às regiões próximas do lago. Assim corroborando com as informações do levantamento realizado em 2015 (Melo, et al. 2015) que diz "A mudança do uso do solo ocorrida nos últimos anos com o aumento da impermeabilização nas cidades, geraram alterações no ambiente e formaram nestes locais um clima típico, caracterizado pelas altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar".

Portanto é realizado uma verificação dos dados obtidos em janeiro de 2015 por Melo, et al(2015) e os novos dados desta pesquisa, assim gerando a Figura 3. Sendo que a figura 03 consiste da composição dos resultados em 2015 e dos resultados em 2016, demonstrando claramente que os resultados obtidos em ambas análises convergem para uma mesma justificativa.

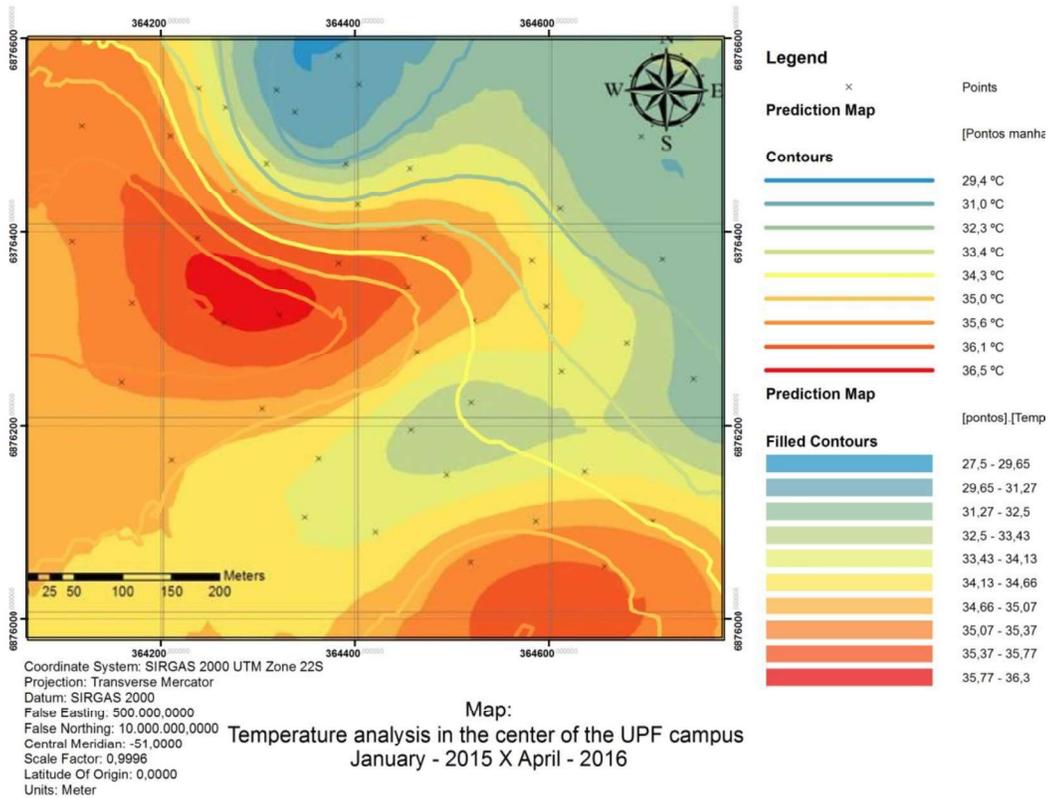


Figura 3. Sobreposição das amostragens de 2015 e 2016. Fonte: Autor, 2016.

A partir da análise dos dois conjuntos de dados obtidos através das amostragens de 2015 e 2016 no campus central da UPF, fica evidente que existem duas microzonas quentes distintas e uma segunda microzona decorrente do lago e das grandes quantidades de árvores que preenche boa parte da área arborizada, ficando a nordeste do centro e descendo por entre as duas microzonas quentes que são oriundas de duas causas semelhantes:

- Sendo a primeira área localizada a oeste do centro do mapa, onde a microzona de calor ocorre pela existência de uma grande área construída de edificações e estacionamentos e concentração de árvores não distribuídas igualmente por toda região, denominada como Setor A;
- Enquanto que na segunda área localizada a Sul para sudeste do centro do mapa, mais especificamente na entrada da UPF, ocorre a segunda ocorrência da microzona de calor, está é motivada pela existência da BR-285 que gera tráfego elevado de veículos e o fluxo se estende na entrada da universidade, denominada como Setor B.

Após a caracterização dos setores A e B, identificamos na Figura 4 a distribuição espacial das três microzonas .

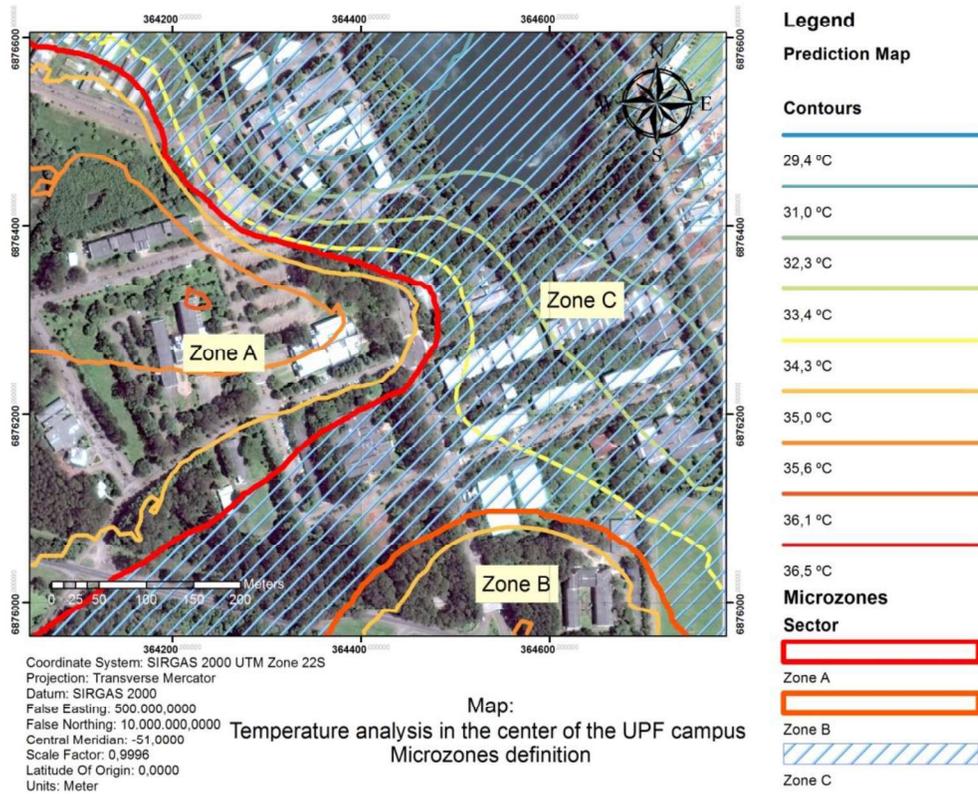


Figura 4. Demarcação das microzonas no campus central da UPF. Fonte: Autor, 2016.

Uma vez identificadas as microzonas de calor, como zona A e B, é verificado os resultados da classificação da quantidade de construções e itens do meio ambiente presente, e comparado os valores percentuais de cada um dos três setores. Assim, gerando a Tabela 1.

Tabela 1. Comparação dos resultados obtidos da classificação.

Análise Campus – UPF	ZT	Z1	Z2	ZF
construções e áreas abertas	28,68 %	29,71 %	28,64 %	28,29 %
Composição arbórea	52,69 %	55,95 %	66,95 %	50,24 %
Gramíneas	11,58 %	14,34 %	4,41 %	11,13 %
Lagos	7,04 %	0%	0%	10,34 %

Onde: ZT =Zona total; Z1=Zona A; Z2=Zona B; ZF=Zona normal

Portanto, ao analisarmos a figura 04 em conjunto com a tabela 01, realizamos a afirmação de que as porcentagens de construções são quase 28-30% para as 3 zonas. Entretanto, uma rápida análise superficial nas figuras que mostram as áreas do campus da UPF, é visível na Zona C um lago, fator que aumenta consideravelmente a umidade do local, visível na Figura 5.

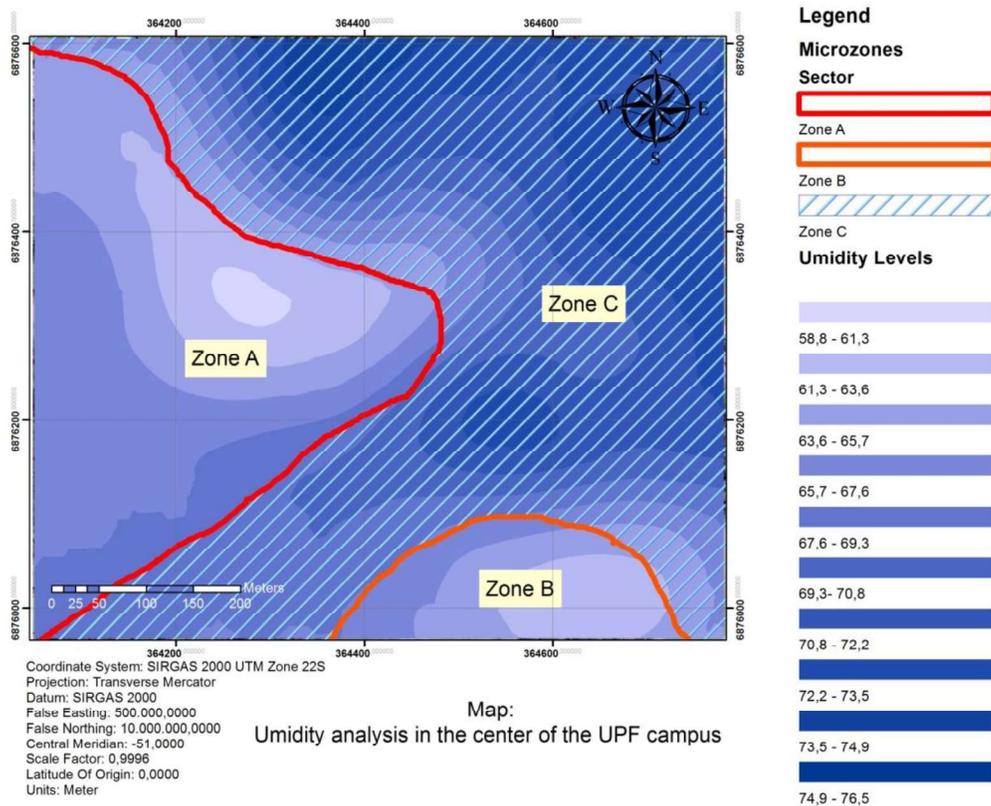


Figura 5. Análise da umidade no campus da UPF. Fonte: Autor, 2016.

Desta forma é possível afirmar que com a presença de umidade as variações de temperatura não são tão elevadas. Mas, também é possível argumentar que na Zona A existem grandes espaços sem vegetação, os quais podem estar ocasionando as alterações climáticas, no caso as microzonas de calor. Visto que as porcentagens de concentração de vegetação são semelhantes, cerca de 60 a 70% em todos os 3 setores.

Então sugere-se que sejam tomadas ações pontuais para reduzir as grandes áreas abertas ou construídas sem vegetações. Sendo que para os grandes espaços abertos, no caso um estacionamento, sejam trocados os pisos para um que possa reduzir a absorção de calor, conforme descrito no livro de Gartland (2008), e nas áreas das construções é proposto a implantação de telhados verdes como sugere Berner (2016) e onde segundo Dinsdale, Pearen e Wilson (2006) " The main benefits of green roofs are their ability to regulate the temperature in and around buildings, improve energy efficiency in buildings, reduce the urban heat island effect".

#### 4. CONCLUSÃO

Ao existirem microzonas de calor e frescor dentro de uma mesma região, são necessárias mais investigações e diversos fatores podem corroborar para nossa avaliação final. Desta forma, ao realizarmos uma duplicata da amostragem de 2015 e obtermos resultados semelhantes, mas com conclusões similares, obtemos o primeiro ponto.

- A existência de microzonas de calor dentro do campus da UPF.

Na sequência, continuamos a analisar as possíveis causas nas mais diversas bibliografias e trabalhos. Portanto ao realizarmos a segunda amostragem em um bairro, e verificarmos a similaridade da porcentagem de construções, obtivemos o segundo ponto.

- A influencia direta de construções ou grandes espaços abertos sem arborização.

Assim, permitindo que ao analisarmos as duas afirmativas em conjunto, elas não apresentam dados conflitantes entre amostras temporais. Portanto conclui-se que existem microzonas de calor no campus central da UPF, Passo Fundo -RS, e deve-se manter uma rotina de monitoramento dos dados analisados, indiferentemente da implantação das sugestões para amenizar os efeitos da ilha de calor nestas microzonas, e para que futuros estudos que venham a reafirmar os resultados encontrados por este trabalho e ajudem a identificar os demais fatores que possam estar ocasionando as microzonas no campus da universidade.

## REFERÊNCIAS

- AGSOLVE. Arborização e o clima das grandes cidades. 2013. Disponível em: <<http://www.agsolve.com.br/noticias/arborizacao-e-o-clima-das-grandes-cidades>>. Acesso em: 26 maio 2016.
- BERNER, Jason T.. Green Roofs: Stormwater Management and Urban Heat Island Mitigation. Disponível em: <[https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-07/documents/green\\_roofs\\_stormwatermanagement\\_and\\_urban\\_heat\\_island\\_mitigation\\_jasonberner.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-07/documents/green_roofs_stormwatermanagement_and_urban_heat_island_mitigation_jasonberner.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2016.
- Dimoudi, A.; Kantzioura, A.; Zoras, S.; Pallas, C.; Kosmopoulos, P. Investigation of urban microclimate parameters in an urban center. *Energy and Buildings*, v. 64, p. 1-9, 2013.
- DINSDALE, Shaina; PEAREN, Blair; WILSON, Chloe. Feasibility Study for Green Roof Application on Queen's University Campus. 2006. Disponível em: <<http://www.queensu.ca/sustainability/sites/webpublish.queensu.ca.suswww/files/files/greenroof.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2016.
- Gaitani, N.; Spanou, A.; Saliari, M.; Synnefa, A.; Vassilakopoulou, K.; Papadopoulou K. Improving the microclimate in urban areas: a case study in the centre of Athens Building. *Services Engineering Research and Technology*, v. 32 p. 53-71, 2011.
- GARTLAND, Lisa. Heat islands : understanding and mitigating heat in urban areas. London: Earthscan, 2008
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J.G., Bai, X.M., Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319, 756 – 760.
- Henke-Oliveira, C., & Santos, J.E. (2000). Áreas verdes e áreas públicas de São Carlos (SP): diagnóstico e propostas. In: Tundisi, J.C.; YAMAMOTO, Y. & DIAS, J.A.K. São Carlos – 3º milênio, perspectivas para o século XXI. São Carlos: Prefeitura Municipal de São Carlos. p. 199-221.
- MacGregor-Fors, I., Ortega-Alvarez, R. (2011). Fading from the forest: bird community shifts related to urban park site-specific and landscape traits. *Urban For Urban Green* 10, 239 – 246.
- MELO, Evanisa Fatima Reginato Quevedo et al. EVALUATION OF THE ARBOREAL VEGETATION INFLUENCE AT THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE UNIVERSITY OF PASSO FUNDO CAMPUS, BRAZIL. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 7., 2015, Vancouver: EESD, 2015.
- MELO, Ricardo Henryque Reginato Quevedo et al. THE ARBOREAL VEGETATION INFLUENCE AT THE SUSTAINABILITY IN THE UNIVERSITY OF PASSO FUNDO CAMPUS, BRAZIL. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2015.
- Rosset, F. (2005). Procedimentos metodológicos para estimativas do índice de áreas verdes públicas. Estudo de caso: Erechim / RS. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.
- Santamouris, M. Heat island research in Europe: the state of the art. *Advances Building Energy Research*, v. 1, p. 123-150, 2007.
- Sawka M, Millward AA, Mckay J, Sarkovich M (2013) Growing summer energy conservation through residential tree planting. *Landsc Urban Plan* 113:1-9

Silva, J.X., & Zaidan, R.T. (2004). Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 368p.  
Streutker DR (2003) Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas. Remote Sens Environ 85:282–289