



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

VARIAÇÕES MESOCLIMÁTICAS PROVOCADAS PELA EXPANSÃO URBANA EM UMUARAMA, PR, DE 2005 A 2020

Ana Claudia Marangoni Batista Campana, a_marangoni@hotmail.com, IFPR-Umuarama
Máriam Trierweiler Pereira, mariam.pereira@ifpr.edu.br, IFPR-Umuarama

Resumo

Nos últimos anos, Umuarama teve uma expansão significativa no perímetro urbano. A falta de planejamento urbano, ou planejamento inadequado, pode causar vários problemas quanto à sustentabilidade, entre eles estão as alterações climáticas que causam ilhas de calor urbano. O objetivo dessa pesquisa foi correlacionar a expansão urbana de Umuarama entre 2005 a 2020 com as variáveis climáticas – radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos. Para isso foi utilizado o método de estudo de campo, no qual foram coletados dados meteorológicos desse período, organizados em tabelas e gráficos, elaborados mapas do histórico da expansão do perímetro urbano por meio da análise de imagens de satélite, além da análise de dados do IBGE. Nesse período a cidade teve aumento de 11.824 habitantes, duplicou o número de veículos e diminuiu a área mínima da subdivisão de lotes urbanos destinados às Zonas Especiais de Interesse Social. O perímetro urbano teve maior expansão entre 2011 e 2020, e tende a crescer no sentido nordeste e sudeste. Quanto às variáveis climáticas, durante o período analisado a radiação solar média anual teve ligeiro acréscimo; a temperatura média anual do ar apresentou uma tendência de queda desde 2005; a umidade relativa média anual do ar passou por várias oscilações, com maior porcentagem em 2015 e menor em 2008; e a velocidade média anual dos ventos diminuiu. A queda da velocidade dos ventos pode estar relacionada com o aumento de barreiras físicas formadas por edificações. Embora a temperatura média mensal do ar tenha diminuído, é comprovado que a urbanização causa aumento das temperaturas locais. Para isso, sugere-se analisar os dados máximos e mínimos diários. Para correlacionar as mudanças mesoclimáticas com a expansão urbana, o ideal é analisar dados de outras estações meteorológicas, entretanto em Umuarama só existe uma estação com o histórico disponível.

Palavras-chave: planejamento urbano, clima urbano, variação climática.

1. Introdução

Umuarama foi fundada em 26 de junho de 1955 pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, está localizada no noroeste paranaense e com altitude média de 430 m do nível do mar (PREFEITURA MUNICIPAL DE UMUARAMA, 2020). A cidade faz parte da região metropolitana de Umuarama e possui população estimada de 110.590 habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE UMUARAMA, 2020).

Nos últimos anos, devido a facilidade de financiamento residencial, a cidade teve uma expansão significativa do perímetro urbano. Segundo a Prefeitura Municipal de Umuarama (2020), atualmente possui 227 bairros.

A falta de planejamento urbano, ou planejamento inadequado para privilegiar a incorporação imobiliária, causa uma série de problemas referentes à sustentabilidade, como segregação socioeconômica, dependência de veículos motorizados para locomoção,



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

desmatamento, mudança do curso natural de rios e córregos, diminuição de área permeável, entre outros. Alguns desses fatores levam a alterações negativas no clima, e podem provocar as chamadas “ilhas de calor” em algumas regiões da cidade.

O objetivo dessa pesquisa é correlacionar as variáveis climáticas – radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos – com a expansão urbana de Umuarama entre 2005 a 2020 a fim de alertar sobre as mudanças mesoclimáticas provocadas por essa expansão, para que no futuro haja um planejamento urbano sustentável.

2. Fundamentação teórica

As cidades podem nascer a partir de um aglomerado de pessoas que se fixam em um mesmo local, ou podem ser planejadas, como é o caso de Umuarama. De qualquer forma, a expansão das cidades deve ser planejada para evitar problemas de infraestrutura, mobilidade e irregularidades. Para direcionar esse crescimento e a regularização urbana, foi criado o “Estatuto da Cidade”, que comporta um conjunto de instrumentos urbanos, entre eles destaca-se o “Plano Diretor” (CAMPOS FILHO, 2010). Esse plano é individual de cada município e deve conter um conjunto de normas que orientam o planejamento urbano, porém Villaça (2017), afirma que é habitual esperar que o plano diretor preveja para onde a cidade deve crescer e como será esse processo de crescimento. Contudo, na prática, demanda questões sociais e de investimentos imobiliários, assim nem sempre a expansão se dá como prevista no plano.

De acordo com Campos Filho (2010), a falta de planejamento urbano, ou planejamento inadequado, pode levar a questões como falta de insolação, falta de ventilação e ausência de espaços verdes, isso é, leva ao desconforto humano em relação ao clima.

2.1 O Clima

A palavra “clima” é frequentemente citada quando o assunto está relacionado ao conforto ambiental, pois segundo Lamberts, Pereira e Dutra (2014) trata-se de um termo utilizado para referenciar-se quanto às condições meteorológicas em um determinado local por um longo período de tempo. A radiação solar, temperatura do ar, vento e umidade são variáveis climáticas que condizem com as características locais e são aferidas por meio de estações meteorológicas pontuais (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 2014).

1.1.1 Radiação Solar

De acordo com Lamberts, Pereira e Dutra (2014), a principal fonte de energia, tanto de calor quanto de luz, é a radiação solar, medida em W/m^2 (watts por metro quadrado), que muda de acordo com a inclinação do planeta Terra durante o movimento de translação e, assim, formam ângulos que variam conforme com a hora do dia e o período do ano. Ou seja, na estação invernal de um determinado local a inclinação terrestre faz com que aumente a distância entre o sol e a Terra, e assim diminua a quantidade de calor recebido. A transferência de calor por radiação solar pode ser: direta – quando atinge a Terra diretamente; difusa – quando se espalha e muda de direção; e refletida pelo entorno e pelo solo que varia de acordo com o albedo, característica adimensional de uma superfície refletora. Quanto maior a capacidade de reflexão de uma superfície, maior seu albedo (LAMBERTS. PEREIRA; DUTRA, 2014).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

2.1.1 Temperatura do ar

A temperatura do ar é resultante do fluxo das grandes massas de ar e da radiação solar que atinge determinadas superfícies, porém difere-se de acordo com as características locais: vegetação, topografia e altitude (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 2014). A temperatura do ar é quantificada em graus e o padrão brasileiro é grau Celsius. Por meio da captação das estações meteorológicas é possível coletar os dados de temperatura mínima e máxima e determinar qual a temperatura média de um tempo estipulado (dia, mês, estação, ano etc.).

2.1.2 Vento

Lamberts, Pereira e Dutra (2014) afirmam que o vento é medido pela sua velocidade e direção e que são resultantes das diferenças de temperatura entre as massas de ar que se deslocam das áreas de maior pressão (ar frio – pesado) para áreas de menor pressão (ar quente – leve). A circulação dos ventos pode ser alterada de acordo com obstáculos naturais e artificiais (topografia, vegetação, edifícios etc.) (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 2014).

2.1.3 Umidade

A umidade do ar é formada pela evapotranspiração das plantas e pela evaporação das águas superficiais contida nos rios, mares, lagos e no solo (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 2014). Durante o dia passa por poucas alterações, o que a torna a variável climática mais estável, sofrendo influência direta pela temperatura do ar. “A umidade relativa tende a aumentar quando há diminuição da temperatura e a diminuir quando há aumento da temperatura” (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 2014, p. 80).

2.2 O Conforto Humano e o Clima Urbano

Para compreender a relação entre conforto e clima é necessário conhecer sobre a fisiologia humana. Segundo Frota e Schiffer (2007), a temperatura humana é constante a 37°C, e pode variar entre 36,1°C a 37,2°C, sendo 32°C o limite mais baixo e 42°C o limite mais alto para sua sobrevivência em estado enfermo, o que o torna um ser homeotérmico. O corpo humano utiliza do metabolismo para regular a temperatura interna em relação ao meio externo, seja calor ou frio, portanto quanto menos energia ele precisar para manter a temperatura ideal, maior será a sensação de conforto térmico, que influencia não apenas na saúde física do indivíduo, mas também na sua produtividade (FROTA; SCHIFFER, 2007). Para que isso aconteça é necessário que o ambiente externo esteja a uma temperatura confortável, que pode variar de acordo com cada metabolismo, atividade exercida, vestimenta etc. (FROTA; SCHIFFER, 2007). Portanto não é possível determinar a temperatura externa ideal para conquistar o conforto térmico, e sim, uma faixa de temperatura que varia de 20°C a 30°C (MAIA; GONÇALVES, 2002; GARCÍA, 1995).

Frota e Schiffer (2007) afirmam que o clima nas cidades está diretamente associado à extensão urbana e aos setores predominantes de atividades ali exercidas. Ao compará-lo com o clima rural, nota-se maiores temperaturas nas zonas urbanas, que formam um fenômeno denominado “Ilha de Calor”, que são geradas por meio da substituição das áreas permeáveis do solo por revestimentos impermeáveis como o asfalto e concreto, além da geração de calor



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

urbano pelos equipamentos termoelétricos e de combustão, manufatura de produtos, transporte de cargas e pessoas, entre outros. (FROTA; SCHIFFER, 2007). A interferência do homem na natureza também altera as condições das variáveis climáticas locais, interferem na velocidade e direção dos ventos e na quantidade de radiação solar recebida, contudo, o núcleo urbano em virtude das partículas sólidas em suspensão no ar, que contribuem para a formação das partículas de água, favorece as condições de precipitação em forma de chuva (FROTA; SCHIFFER, 2007). Devido a essas condições é comum a variação dos fatores climáticos em diferentes locais de uma única cidade, o que levou a criação de uma distinção espacial para análise climática.

As divisões espaciais das áreas analisadas são conhecidas como escalas climáticas e Andrade (2003) distingue-as em três dimensões:

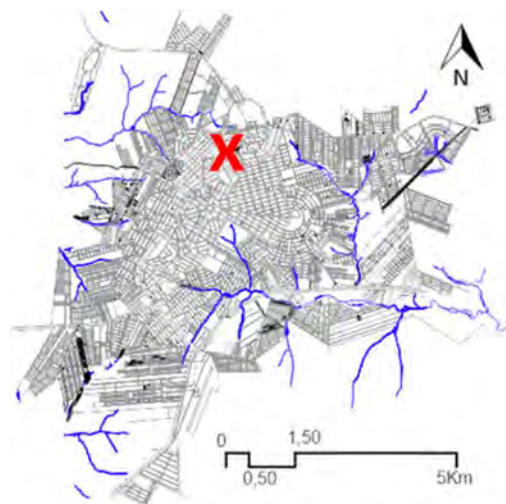
- microclima – dimensão em pequena escala, refere-se a elementos urbanos individuais, como determinado edifício, praça, jardim, rua e outros;
- clima local – formado por vários microclimas que definem uma região com as mesmas características, como bairros e parques;
- mesoclima – referencia-se basicamente a escala urbana; o termo é utilizado para análises de cidades e em alguns casos regiões metropolitanas.

Para esse estudo avaliou-se a escala mesoclimática para a cidade de Umuarama.

3. Metodologia

Para esse trabalho utilizou-se do método de estudo de campo, no qual foram coletados dois tipos de dados: histórico de dados meteorológicos de Umuarama para comparação climática no decorrer dos anos; e histórico da expansão urbana de Umuarama.

Figura 1 – Mapa de Umuarama com a localização da estação meteorológica do SIMEPAR



Fonte: Prefeitura de Umuarama, modificado pela autora (2020).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

Em relação ao clima, foram analisados dados da estação meteorológica do SIMEPAR (Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná) localizada em Umuarama, coordenadas - Longitude -53.30766, latitude -23.75066 e altitude de 480 metros. A estação está instalada em uma zona urbana consolidada, na Zona 4, como aponta o mapa da Figura 1.

Para essa análise foram avaliadas as seguintes variantes: a temperatura média do ar; a umidade relativa do ar; a radiação solar e velocidade dos ventos de janeiro de 2005 a março de 2020. Em decorrência do grande volume de informações das variáveis, optou-se por elaborar tabelas resumidas com médias mensais e anuais, com suas respectivas médias máximas e mínimas, e gráficos referentes aos valores das tabelas com suas linhas de tendência polinomial.

Já para a análise da expansão urbana de Umuarama preferiu-se comparar o histórico de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth nos anos de 2005, 2008, 2011, 2013, 2017 e 2020.

Para facilitar a visibilidade foi criado um mapa de manchas do perímetro urbano dos anos de 2005, 2011 e 2020, com base nas imagens de satélite e executado em *software* DWG® (Desenho assistido por computador) por meio do mapa disponibilizado pela prefeitura municipal, onde foi possível comparar a expansão no decorrer dos anos.

Outra fonte de informações utilizada foram os Censos do IBGE, no qual foi possível apontar o crescimento da população no decorrer dos anos analisados e a frota de veículos (uma variável que influencia nas mudanças climáticas).

4. Resultados e Discussões

A expansão de Umuarama pode ser referenciada pelos dados do IBGE (2010). O censo do ano de 2010 aponta a população equivalente a 100.676 habitantes, sendo a população estimada para o ano de 2020 de 112.500 habitantes, ou seja, aproximadamente 11.824 pessoas a mais em 10 anos. Segundo Tokarnia (2020), a média brasileira é de 2,9 pessoas por residência, sendo assim Umuarama tem aproximadamente 38.793 residências.

A área territorial da cidade é de 1.234,537 km² (IBGE, 2019) divididos entre área urbana e rural. O censo de 2010 apontou uma densidade demográfica de 81,67 hab/km². Com base na estimativa populacional de 2020, atualmente a densidade demográfica de Umuarama é de 91,13 hab/km².

Outro fator que sofreu grande aumento nos últimos anos foi a frota de veículos de Umuarama. Segundo o IBGE, no ano de 2006 a cidade possuía 41.256 veículos automotivos, já em 2010 esse número subiu para 57.022, e em 2018 para 84.733 veículos automotivos. Em 12 anos o aumento foi de 43.477 veículos, mais que o dobro. É importante evidenciar que o calor produzido pelos automóveis contribui para a formação de ilhas de calor, bem como o excesso de áreas impermeáveis.

Embora haja exigência de taxa de permeabilidade mínima para aprovação do projeto arquitetônico junto a prefeitura, geralmente de 25% da área total do terreno, é comum encontrar lotes 100% impermeáveis. Este fato está diretamente ligado à subdivisão de lotes em pequenas



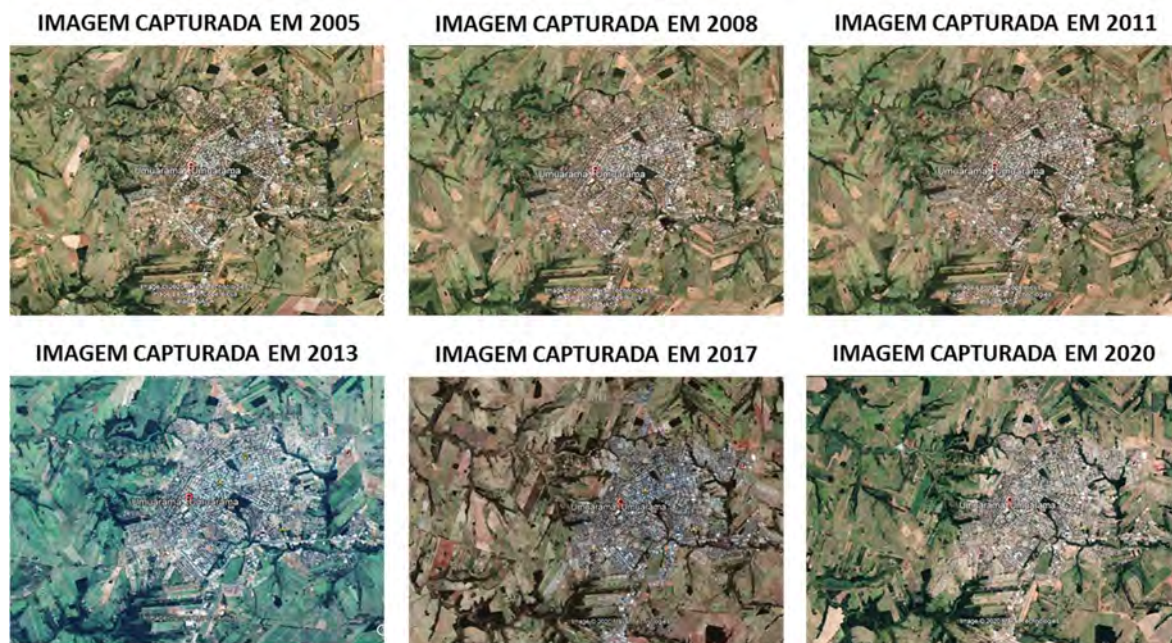
II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

áreas, que leva o proprietário a aproveitar o máximo possível da área do terreno como área edificada.

Em Umuarama, os tamanhos mínimos dos lotes sofreram alterações no decorrer dos anos. Como exemplo, o tamanho mínimo para lotes destinados a Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), exposto na Lei complementar sobre parcelamento do solo para fins urbanos de 2004, é de 200m² para lotes no meio da quadra, e 260m² para lotes de esquina (UMUARAMA, 2004). Já a lei complementar sobre parcelamento do solo para fins urbanos no município de Umuarama de 2017 permite área mínima do lote de 180m, e mínimo de 234 m² para lotes de esquina em bairros denominados como zonas; em bairros denominados como jardins ou parques é permitido lotes menores, com no mínimo 125m², ou em caso de lotes de esquina 162,50 m² (UMUARAMA, 2017). Portanto em 13 anos o tamanho mínimo dos lotes das ZEIS diminuiu 75m² para lotes no meio da quadra e 97,5m² para lotes de esquina.

É possível identificar a expansão urbana por meio das imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth (Figura 2) e dos mapas de manchas do histórico do perímetro urbano de Umuarama de 2005 a 2020 (Figura 3).

Figura 2 – Imagens de Satélite de Umuarama de 2005 a 2020



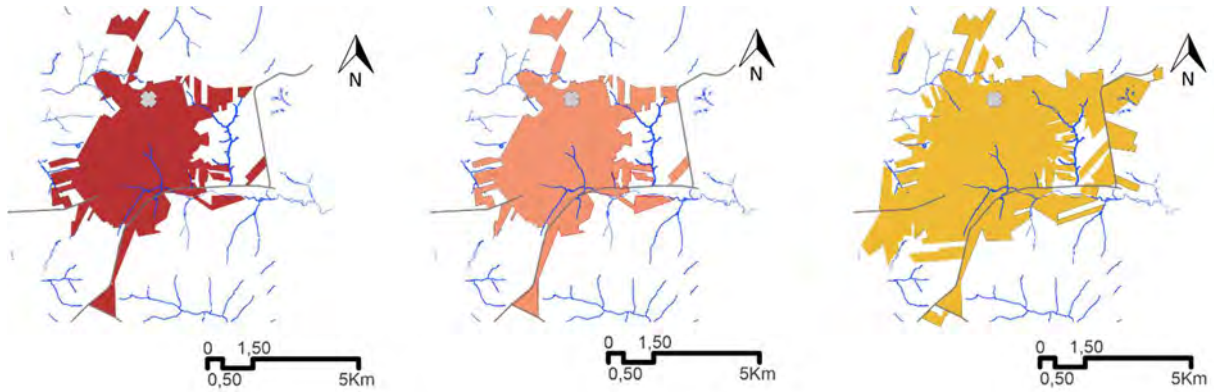
Fonte: Google Earth, modificado pelas autoras (2020).

A Figura 3 mostra no primeiro mapa a área urbana em 2005, a segunda, em 2011 e a terceira, em 2020. Entre 2005 e 2011 houve poucas alterações no perímetro urbano, já entre 2011 a 2020 teve considerável expansão do perímetro. A estação meteorológica está localizada com um X cinza.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

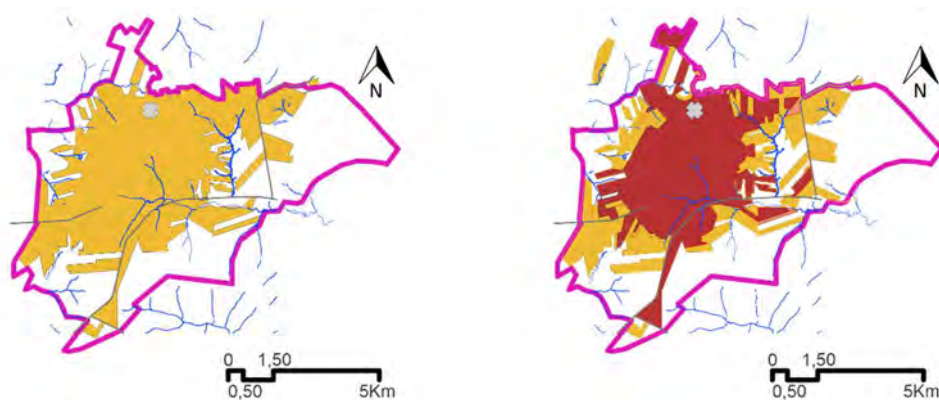
Figura 3 – Mapas de manchas do perímetro Urbano de Umuarama de 2005, 2011 e 2020



Fonte: Google Earth, modificado pelas autoras (2020).

A Figura 4 mostra a relação entre as expansões de 2020 (em amarelo) e 2005 (em vermelho) e a linha de expansão urbana prevista pela prefeitura municipal representada pela linha magenta. Assim, é possível identificar que a área urbana tende a crescer no sentido nordeste e sudeste da cidade e ao norte e oeste está próximo ao limite de expansão.

Figura 4 – Imagens de Satélite de Umuarama de 2005 a 2020



Fonte: Google Earth, modificado pelas autoras (2020).

Outra característica que pode ser observada é como a cidade cresce ao redor dos cursos d'água. O desenho urbano contorna as áreas de preservação ambiental obrigatória ao redor de córregos.

É importante frisar que para esse estudo não foi levado em consideração os vazios urbanos, foram contabilizadas todas as áreas com divisão de lotes, independentemente de estarem ocupados ou não.

Quanto às variáveis climáticas, as tabelas das Figuras 5, 6, 7 e 8 mostram a variação média de janeiro de 2005 a março de 2020.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Figura 5 – Radiação solar de 2005 a 2020 - Umuarama

RADIAÇÃO SOLAR (W/m ²)															
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	MÉDIA ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO
2005	371,2	504,2	454,2	377,6	354,8	295,2	343,6	405,3	311,8	331,6	474,5	496,5	393,4	504,2	295,2
2006	427,2	404,5	412,3	418,4	402,7	310,6	344,5	379,9	366,7	357,5	366,3	333,3	377,0	427,2	310,6
2007	307,6	333,0	363,0	317,0	346,3	338,7	305,1	366,5	418,8	387,9	462,6	460,9	367,3	462,6	305,1
2008	404,8	434,6	448,8	362,5	321,1	254,5	330,8	362,9	419,6	396,6	471,8	522,6	394,2	522,6	254,5
2009	354,1	425,9	421,6	463,0	295,8	242,1	224,7	325,0	297,3	376,7	397,5	388,4	351,0	463,0	224,7
2010	362,7	390,8	421,6	358,2	260,8	298,7	258,2	362,6	349,0	373,2	467,9	352,2	354,6	467,9	258,2
2011	411,0	378,4	405,4	375,3	371,1	345,5	271,8	321,7	421,8	396,9	469,8	503,3	389,3	503,3	271,8
2012	491,1	488,6	484,8	347,1	346,2	242,0	303,0	448,2	485,4	463,8	491,6	452,1	420,3	491,6	242,0
2013	494,4	418,4	428,7	419,5	331,8	226,7	336,1	425,4	422,9	442,1	511,1	486,6	412,0	511,1	226,7
2014	466,1	500,6	428,7	308,7	299,4	280,8	318,7	426,6	425,0	500,7	443,9	439,7	403,2	500,7	280,8
2015	494,4	450,4	479,9	428,0	316,0	322,3	263,7	433,0	415,5	434,6	411,3	133,8	381,9	494,4	133,8
2016	123,0	133,3	120,0	125,7	114,1	168,4	478,0	444,3	383,1	272,2	308,3	406,1	256,4	478,0	114,1
2017	367,8	464,5	386,3	457,4	392,2	404,2	437,4	415,7	465,3	373,8	247,6	391,9	400,3	465,3	247,6
2018	368,4	378,0	362,4	453,8	491,0	461,5	444,0	415,7	377,5	312,8	355,0	364,8	398,7	491,0	312,8
2019	427,0	426,5	460,8	469,1	425,5	410,5	449,1	531,0	506,9	383,4	314,9	361,6	430,5	531,0	314,9
2020	398,3	460,8	499,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	499,9	398,3
MÉDIA MENSAL	391,8	412,0	411,1	378,8	337,9	306,8	340,6	404,3	404,4	386,9	413,0	406,3			
MÍNIMO	123,0	133,3	120,0	125,7	114,1	168,4	224,7	321,7	297,3	272,2	247,6	133,8			
MÁXIMO	494,4	504,2	499,9	469,1	491,0	461,5	478,0	531,0	506,9	500,7	511,1	522,6			

Fonte: SIMPAR, modificado pelas autoras (2020).

A tabela da Figura 5 mostra a radiação solar em Umuarama, sendo a média mais alta em 2019, de 430,5 W/m², e a média mais baixa de 256,4 W/m², em 2016, porém radiação solar máxima mensal foi em agosto de 2019 com 531,0 W/m², e a mínima mensal em maio de 2016 com 114,1 W/m².

Figura 6 – Temperatura média do ar de 2005 a 2020 - Umuarama

TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C)															
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	MÉDIA ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO
2005	24,9	26,6	26,6	24,6	21,7	21,0	17,4	21,6	17,9	22,9	25,0	25,8	23,0	26,6	17,4
2006	26,4	25,6	25,7	23,2	19,0	20,4	21,6	21,4	20,9	25,0	25,0	26,3	23,4	26,4	19,0
2007	25,4	25,9	26,6	24,5	19,4	20,6	18,0	20,3	25,4	25,5	24,5	26,0	23,5	26,6	18,0
2008	25,2	25,9	25,1	23,2	19,9	17,7	21,6	21,5	20,5	24,4	24,9	26,5	23,0	26,5	17,7
2009	23,7	26,2	26,2	25,2	21,3	16,7	17,6	20,4	21,2	23,8	27,0	26,1	22,9	27,0	16,7
2010	25,9	27,3	27,0	23,9	18,0	19,2	18,6	20,1	22,0	21,4	23,2	23,7	22,5	27,3	18,0
2011	25,1	24,3	24,2	22,4	19,4	18,6	18,5	19,6	21,6	22,7	23,4	25,4	22,1	25,4	18,5
2012	24,8	26,3	24,7	22,3	19,4	17,8	18,1	22,2	23,6	24,6	25,3	26,3	21,3	26,3	17,8
2013	25,1	24,3	25,3	20,7	18,9	17,2	16,1	18,6	21,7	22,8	24,5	25,9	21,8	25,9	16,1
2014	25,9	26,3	23,8	21,4	19,3	18,8	18,0	21,6	22,7	25,6	24,2	25,3	22,7	26,3	18,0
2015	26,0	24,7	24,4	23,1	19,4	19,4	17,7	22,6	23,1	24,2	23,3	24,2	22,7	26,0	17,7
2016	25,7	25,2	24,0	25,1	17,7	16,0	19,0	19,7	20,8	22,7	24,5	24,3	22,1	25,7	16,0
2017	25,1	26,1	24,8	21,6	20,6	18,3	18,9	21,0	25,7	22,5	23,4	24,8	22,7	26,1	18,3
2018	24,2	24,3	25,1	24,5	20,9	18,0	20,5	17,6	21,3	22,7	24,3	25,8	20,4	25,8	17,6
2019	26,8	25,4	24,6	23,7	21,1	20,9	18,4	21,1	24,0	26,3	26,4	24,7	23,6	26,8	18,4
2020	25,6	25,7	25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,9	25,6
MÉDIA MENSAL	25,4	25,6	25,3	23,2	19,8	18,7	18,7	20,6	22,2	23,8	24,6	25,4			
MÍNIMO	23,7	24,3	23,8	20,7	17,7	16,0	16,1	17,6	17,9	21,4	23,2	23,7			
MÁXIMO	26,8	27,3	27,0	25,2	21,7	21,0	21,6	22,6	25,7	26,3	27,0	26,5			

Fonte: SIMPAR, modificado pelas autoras (2020).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

A temperatura média do ar, Figura 6, teve a maior média anual de temperatura 23,6°C em 2019, e a menor em 2018 com 20,4°C, porém entre o período analisado a temperatura média máxima ocorreu em fevereiro de 2010, com 27,3°C, e a mínima em junho de 2016, com 16,0°C.

Figura 7 – Velocidade do vento de 2005 a 2020 - Umuarama

VELOCIDADE DO VENTO (m/s)															
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	MÉDIA ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO
2005	2,55	2,20	2,39	2,53	3,51	3,37	3,15	3,70	2,72	2,81	2,76	2,77	2,87	3,70	2,20
2006	2,48	2,12	2,37	2,18	1,90	3,24	3,08	3,15	3,22	2,78	2,48	2,65	2,64	3,24	1,90
2007	2,24	2,63	2,34	2,53	2,48	2,85	2,68	3,08	3,44	3,12	2,60	2,32	2,69	3,44	2,24
2008	2,56	2,10	2,09	2,10	2,24	2,39	3,36	3,15	2,58	2,73	2,40	2,25	2,50	3,36	2,09
2009	1,71	2,11	1,90	2,10	2,74	2,64	2,36	3,24	2,72	2,85	2,81	2,32	2,46	3,24	1,71
2010	2,67	2,67	2,17	2,28	2,07	2,95	2,79	2,88	2,90	2,15	1,87	2,48	2,49	2,95	1,87
2011	1,80	2,10	2,62	2,35	2,11	2,91	2,63	3,09	2,83	2,70	2,67	1,93	2,48	3,09	1,80
2012	2,55	2,23	1,84	2,07	2,66	2,47	2,30	3,33	2,90	2,82	2,23	2,44	2,49	3,33	1,84
2013	2,38	2,38	2,31	2,20	2,41	2,38	2,64	3,07	3,03	2,66	2,97	2,34	2,56	3,07	2,20
2014	2,38	2,51	2,32	2,22	2,50	2,80	3,05	2,91	3,44	2,84	2,27	2,46	2,64	3,44	2,22
2015	2,06	2,11	1,99	2,00	2,37	1,92	2,80	3,24	2,41	2,52	2,26	2,29	2,33	3,24	1,92
2016	2,32	2,03	1,83	2,33	2,04	1,96	2,67	2,64	2,05	2,64	2,09	2,27	2,24	2,67	1,83
2017	2,15	2,10	2,20	2,31	2,52	2,66	3,09	3,14	2,97	2,71	2,27	2,11	2,52	3,14	2,10
2018	2,30	2,08	1,73	2,06	2,43	2,05	2,37	2,38	2,39	2,47	2,49	1,90	2,22	2,49	1,73
2019	2,21	2,04	1,82	1,77	2,24	2,70	2,48	2,79	2,59	2,47	2,54	2,11	2,31	2,79	1,77
2020	2,02	1,46	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	1,46
MÉDIA MENSAL	2,27	2,18	2,14	2,20	2,41	2,62	2,76	3,05	2,81	2,68	2,45	2,31			
MÍNIMO	1,71	1,46	1,73	1,77	1,90	1,92	2,30	2,38	2,05	2,15	1,87	1,90			
MÁXIMO	2,67	2,67	2,62	2,53	3,51	3,37	3,36	3,70	3,44	3,12	2,97	2,77			

Fonte: SIMEPAR, modificado pelas autoras (2020).

Em relação à velocidade do vento (Figura 7), o ano de 2018 apresentou a menor média, 2,22 m/s, e o ano de 2005 a maior média, 2,87m/s, sendo a máxima mensal de 3,70m/s ocorrida em agosto de 2005, e a mínima mensal de 1,46m/s ocorrida em fevereiro de 2020.

A Figura 8 mostra a tabela resumo da umidade relativa do ar, que atingiu a porcentagem mais alta 79,0% em 2015, e a mais baixa 63,1% em 2008. A média mensal máxima desse período ocorreu em maio de 2017, com 89,33%, e a mínima mensal foi em setembro de 2012, com 49,14%.

Observa-se que a radiação solar e a umidade relativa apresentaram variações constantes no decorrer dos anos, já a temperatura do ar e velocidade do vento apontam uma queda nos valores.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

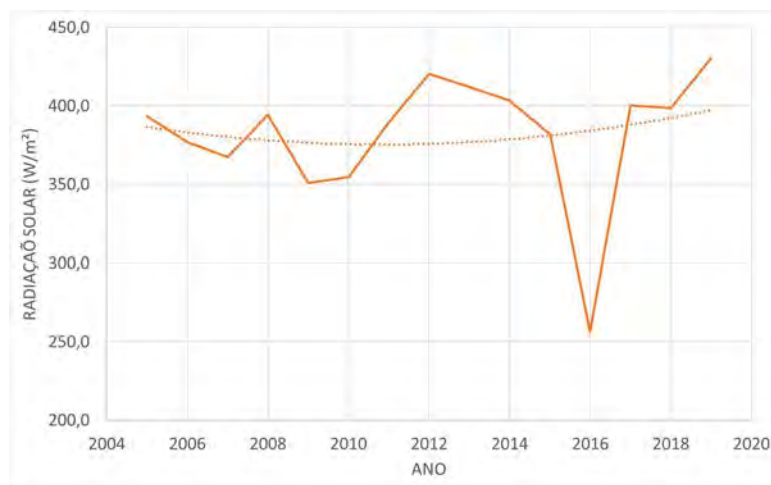
Figura 8 – Umidade relativa do ar de 2005 a 2020 - Umuarama

UMIDADE RELATIVA (%)															
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	MÉDIA ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO
2005	88,4	65,4	64,1	74,1	69,4	78,5	70,4	56,4	78,6	84,0	66,5	66,5	71,9	88,4	56,4
2006	73,4	75,3	76,9	72,2	66,7	65,3	58,8	53,8	65,9	70,2	70,2	76,1	68,7	76,9	53,8
2007	84,9	78,2	69,6	72,9	73,2	61,5	65,7	62,5	50,1	63,4	67,3	67,2	68,0	84,9	50,1
2008	76,7	75,24	70,6	72,7	70,5	77,4	58,1	67,7	60,8	73,6	68,7	61,0	63,1	77,4	58,1
2009	81,7	78,6	67,3	59,1	73,2	77,2	83,7	70,4	78,9	76,2	77,6	82,3	75,5	83,7	59,1
2010	83,9	78,6	73,7	67,6	76,6	65,7	64,7	52,5	50,6	65,4	59,4	79,7	68,2	83,9	50,6
2011	74,0	82,1	74,4	74,5	67,8	66,1	67,4	62,5	57,2	69,7	64,4	59,6	68,3	82,1	57,2
2012	69,6	64,5	60,3	72,8	74,0	81,7	69,5	53,7	49,1	65,6	65,9	75,0	66,8	81,7	49,1
2013	69,8	80,3	77,7	77,5	80,3	88,8	73,1	60,6	62,1	69,7	69,9	73,7	73,6	88,8	60,6
2014	75,1	68,5	78,4	85,9	81,8	82,6	76,3	60,6	71,2	61,5	76,8	79,3	74,8	85,9	60,6
2015	77,6	83,9	79,2	77,3	84,2	79,0	84,6	58,4	67,3	78,8	88,8	89,0	79,0	89,0	58,4
2016	79,0	87,4	76,9	66,2	86,2	78,3	67,4	71,0	60,9	73,0	67,9	81,8	74,7	87,4	60,9
2017	82,6	77,5	79,1	81,6	89,3	81,8	62,2	67,5	51,7	77,4	74,5	81,7	75,6	89,3	51,7
2018	86,8	77,41	85,1	69,6	71,8	83,0	62,6	74,5	75,0	84,6	77,5	72,9	70,3	86,8	62,6
2019	78,6	79,0	81,0	80,8	84,1	73,4	69,7	59,9	65,2	63,4	68,7	79,3	73,6	84,1	59,9
2020	81,3	77,0	64,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,3	64,6
MÉDIA MENSAL	78,96	76,87	73,68	73,65	76,61	76,02	68,93	62,12	62,98	71,77	70,94	75,00			
MÍNIMO	69,55	64,45	60,29	59,12	66,69	61,54	58,07	52,54	49,14	61,51	59,37	59,60			
MÁXIMO	88,38	87,39	85,08	85,93	89,33	88,75	84,59	74,49	78,93	84,58	88,79	88,97			

Fonte: SIMEPAR, modificado pelas autoras (2020).

A radiação média anual passou por várias oscilações no decorrer do período analisado com pico mais baixo em 2016 e aumento gradativamente entre 2017 a 2019, como é possível identificar na Figura 9. A linha de tendência do gráfico (linha pontilhada) aponta aumento gradativo após um período de queda entre 2006 e 2016, com valores maiores a partir de então.

Figura 9 – Gráfico da radiação solar de Umuarama entre 2005 a 2019



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

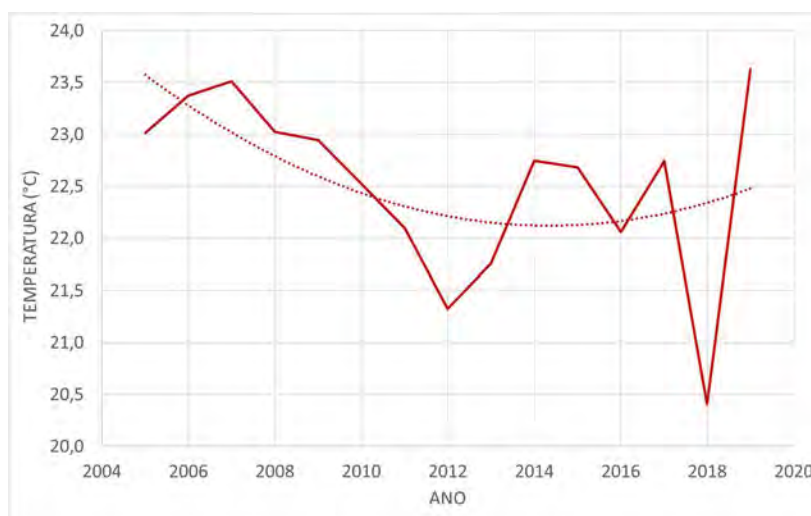
Como a radiação tem relação direta com o aumento de albedo (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 2014), a expansão da mancha urbana confirmou essa tendência. Entretanto, o



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

acréscimo de insolação deveria fazer com que a temperatura também aumentasse, o que não foi observado na Figura 10, cuja tendência foi uma queda desde 2005, porém com aumento suave desde 2014. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de o estudo ter sido realizado com temperaturas médias mensais e anuais e, por esse fato, pode-se ter perdido as variações máximas e mínimas diárias.

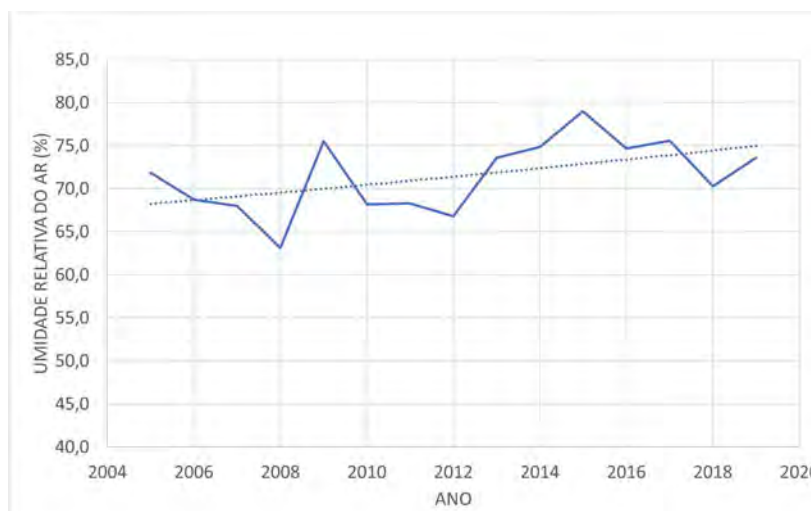
Figura 10 – Gráfico da Temperatura do ar de Umuarama entre 2005 a 2019



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

A Figura 11 expõe o gráfico da umidade relativa. Assim como a radiação solar, a umidade se manteve constante com oscilações entre 2005 e 2020, porém a linha de tendência (pontilhada) mostra um constante aumento da umidade relativa média anual entre os últimos anos analisados.

Figura 11 – Gráfico da Umidade Relativa do ar de Umuarama entre 2005 a 2019



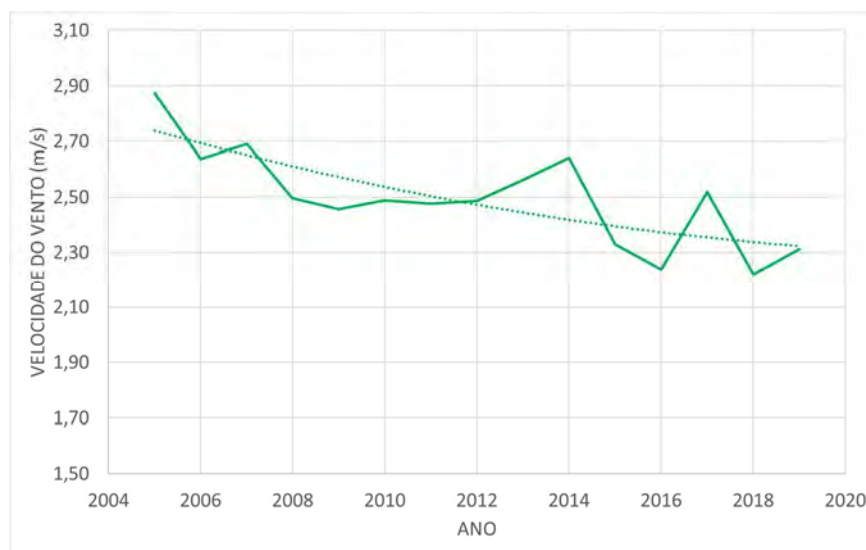
Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

A média anual da velocidade do vento tendeu-se a diminuir no decorrer dos anos analisados, como apresenta o gráfico da Figura 12. Conforme Lamberts, Pereira e Dutra (2014), a expansão urbana tende a aumentar os obstáculos artificiais e, conseqüentemente, a rugosidade da superfície. Isso influencia no conforto térmico da população, uma vez que será necessário aumentar a ventilação dos edifícios de forma artificial.

Figura 12 – Gráfico Velocidade dos Ventos de Umuarama entre 2005 a 2019



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

5. Conclusões

Os últimos nove anos analisados tiveram aumento da expansão urbana mais significativos e ao comparar os dados meteorológicos de Umuarama nesse período, conclui-se que a temperatura média do ar e a velocidade dos ventos tiveram uma queda significativa, a umidade relativa do ar não apresentou mudanças expressivas, e a radiação solar teve ligeiro acréscimo no decorrer desses anos.

A queda da velocidade dos ventos pode estar relacionada com o aumento de barreiras físicas devido as novas edificações de Umuarama, porém é importante salientar que a estação meteorológica está localizada em uma área alta, 50m acima da altitude média da cidade. Em locais baixos a diminuição da velocidade do ar interfere ainda mais no conforto térmico.

Embora a temperatura média do ar tenha sofrido uma queda nos últimos anos, é comprovado que a expansão tende a contribuir para o aumento das temperaturas, visto que para urbanizar uma área a mesma é desmatada e perde grande parte de sua área permeável para asfaltamento e edificações, além da circulação de veículos. Para estudar essa variável, sugere-se analisar os dados máximos e mínimos diários.

Para poder correlacionar a expansão urbana com a mudanças mesoclimáticas seria necessário comparar dados de outras estações meteorológicas da cidade, como por exemplo, uma estação localizada na área urbana consolidada, uma estação na área que foi urbanizada nos



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

últimos anos e outra na área rural. Assim poderiam ser comparados os dados e apresentar como o mesoclima se comporta nesses diferentes meios. Entretanto, não existem outras estações meteorológicas na cidade de Umuarama que disponibilize esse histórico.

6. Referências bibliográficas

ANDRADE, H. J. N. **Bioclima humano e Temperatura do ar em Lisboa**. 2003. 435 f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de letras - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2003.

CAMPOS FILHO, C. M. **Reinvente seu Bairro**: caminhos para você participar do planejamento de sua cidade. 2 Ed. São Paulo: editora 34, 2010, Reimpressão 2016.

FROTA, A B.; SCHIFFER, S. R.. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2007. 243 p.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada**. Madrid: Editorial Sintesis S. A. 1995.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite de Umuarama – PR: histórico. Umuarama, 24 de março de 2020. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite de Umuarama – PR: histórico. Umuarama, 5 de agosto de 2017. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite de Umuarama – PR: histórico. Umuarama, 2 de maio de 2013. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite de Umuarama – PR: histórico. Umuarama, 12 de setembro de 2011. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite de Umuarama – PR: histórico. Umuarama, 4 de julho de 2008. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

GOOGLE EARTH. Imagens de Satélite de Umuarama – PR: histórico. Umuarama, 5 de julho



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

de 2005. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades – Umuarama: Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/umuarama/panorama>>. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades – Umuarama: frota de veículos. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/umuarama/pesquisa/22/28120>>. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 Ed. São Paulo: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorotrópicas na cidade de São Paulo – Parte 1. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UMUARAMA. A cidade. Disponível em: <<http://www.umuarama.pr.gov.br/umuarama#undefined>>. Acesso em: 10 de outubro de 2020.

TOKARNIA, M. Maioria dos brasileiros mora em casa e é dona do imóvel, mostra IBGE. Agência Brasil. Rio de Janeiro, 06 de maio de 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-05/maioria-dos-brasileiros-mora-em-casa-e-e-dona-do-imovel-mostra-ibge#:~:text=A%20m%C3%A9dia%20de%20moradores%20mant%C3%A9m,popula%C3%A7%C3%A3o%2C%2042%2C%25.>>>. Acesso em: 07 de outubro de 2020.

UMUARAMA. Lei complementar nº 441, de 19 de dezembro de 2017. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo – zoneamento – e dá outras providências. Umuarama, 2017. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-umuarama-pr>>. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

UMUARAMA. Lei Complementar nº 127/2004 de 22 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos no Município de Umuarama e dá outras providências. Umuarama, 2017. Disponível em: <



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

<http://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=13&inEspecieLei=2&nrLei=127&aaLei=2004&dsVerbete=> >. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

VILLAÇA, F. **Espaço Intra-Urbano no Brasil**. 2 Ed. Barueri: Studio Nobel, 2017.