



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

2019

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

VARIAÇÃO CLIMÁTICA ENTRE OS MEIOS URBANO E RURAL NO CONTEXTO DE NOVAS OCUPAÇÕES NA AMAZÔNIA LEGAL MATO-GROSSENSE

João Carlos Machado Sanches (1); Oscar Daniel Corbella (2); Emeli Lalesca Aparecida da Guarda (3); Renata Mansuelo Alves Domingos (4); Ana Carolina Batista Ribeiro (5)

(1) Doutor, Arquiteto e Urbanista, sanches@unemat-net.br, Universidade do Estado de Mato Grosso

(2) PhD, Físico, oscar.corbella@gmail.com, Universidade Federal do Rio de Janeiro

(3) Mestre, Arquiteta e Urbanista, emeliguarda@gmail.com, Universidade Federal de Santa Catarina

(4) Engenheira Civil, mansuelo.alves@gmail.com, Universidade Federal de Santa Catarina

(5) Graduanda em Engenharia Civil, anacarolinavicentim@gmail.com, Universidade do Estado de Mato Grosso

RESUMO

O processo de urbanização acelerado vem forçando as áreas urbanas a se expandirem de maneira desordenada e excludente, o que tem transformado o país em aspectos territoriais, socioeconômicos, culturais e ambientais, influenciando no equilíbrio do ambiente climático natural, contribuindo para a formação de um clima local, o clima urbano. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar as diferenças climáticas entre o meio urbano e rural em Sinop, cidade de médio porte no contexto da Amazônia Legal mato-grossense. Os procedimentos metodológicos consistem na avaliação climática por meio de instrumentos de medição, em duas estações meteorológicas, localizadas na centralidade urbana e no contexto rural, com posterior tratamento estatístico. A aplicação da metodologia demonstrou obtenção de dados climatológicos eficaz, pouco onerosa e prática, por meio do uso de dois conjuntos de sensores, compactos e robustos, organizados em estações fixas, possibilitando a comparação dos dados climatológicos da estação urbana com a estação rural. Os resultados mostraram que na estação seca a área ocupada por vegetação densa é de 37,7% e de solo exposto de 42,2% e na estação chuvosa é de 36,7% e de 13,8%, respectivamente, da superfície municipal. No meio rural a direção do vento é nordeste e no meio urbano é leste, com velocidades média de 1,67m/s e de 0,75m/s, respectivamente. Destaca-se ainda a diferença de 1°C na média anual das temperaturas e de cerca de 30% no acumulado anual de chuva. Conclui-se que a partir dessa metodologia, torna-se possível observar as diferenças climáticas entre os ambientes rurais e urbanos no contexto estudado, gerando análises úteis ao desenvolvimento urbano mais sustentável.

Palavras-chave: Climatologia urbana, urbanização, Sinop-MT.

ABSTRACT

The accelerated urbanization process has forced urban areas to expand in a disorganized and exclusionary way, which has transformed the country in its territorial, socioeconomic, cultural and environmental aspects, influencing the balance of the natural climate environment, contributing to the formation of a local climate, the urban climate. In this context, this paper aims to evaluate the climatic differences between the urban and rural environment in the city of Sinop, in the context of Legal Amazon in Mato Grosso. The methodological procedures consist of the climatic evaluation by means of measuring instruments, using two meteorological stations, located in the urban central area and in the rural context. The application of the methodology showed efficient, inexpensive and practical data collection through the use of two sets of compact and robust sensors, organized in fixed stations, making it possible to compare the climatological data of the urban station with the rural station. The results showed that in the dry season the area occupied by dense vegetation is 37.7% and soil exposed is 42.2% and in the rainy season it is 36.7% and 13.8% of the surface of the municipality. In rural areas, the direction of the wind is northeast and in the urban area it is east, with average speeds of 1.67m/s and 0.75m/s, respectively. It is also worth noting the difference of 1°C in the annual average of the temperatures and of around 30% in the accumulated annual rainfall. It is concluded that from

this methodology, it is possible to observe the climatic differences between rural and urban environments in the studied context, generating useful analyzes for the more sustainable urban development.

Keywords: Urban climatology, urbanization, Sinop-MT.

1. INTRODUÇÃO

As relações do homem com a natureza tornaram-se bem mais complexas após o aparecimento e crescimento desordenado dos aglomerados urbanos. A partir daí, o homem vem produzindo intenso impacto sobre o meio ambiente natural, com repercussões negativas em sua qualidade de vida. Os principais impactos estão relacionados ao desconforto térmico, às inundações, à poluição do ar, causando perdas materiais e humanas e o agravamento de inúmeras doenças.

A partir da Revolução Industrial, a expansão populacional, a utilização dos recursos naturais e a industrialização registraram grande ritmo de crescimento. Já a partir do século XX, as atividades humanas tiveram atuação decisiva na mudança de fatores climatológicos, principalmente em função da atividade industrial. Atualmente, mais de 50% da população mundial se concentra nas cidades, que ocupam menos de 3% da superfície terrestre. Esse quadro é agravado quando se observa que muitos dos cidadãos são pobres e vulneráveis a eventos extremos e às mudanças climáticas (GRIMMOND, 2010).

Atividades antrópicas como as instalações indústrias, a circulação de veículos automotores, a retirada da cobertura vegetal, o revestimento dos solos, a pavimentação das vias de circulação e as modificações na topografia, são algumas das interferências no sítio urbano original. Isso altera o balanço energético e o balanço hídrico da cidade, acabando por gerar ambientes climáticos, na maioria das vezes, inconvenientes ao pleno desempenho das funções urbanas.

É importante destacar que o estudo das correlações entre causa e efeito dessas modificações climáticas, tem conduzido à identificação de aspectos, elementos e atributos da forma urbana que condicionam o ambiente climático urbano. Sendo assim, acredita-se que os princípios de intervenção urbana devem ser orientados também pela concepção bioclimática da arquitetura. Essa concepção é tida aqui como uma interação de elementos climáticos, do sítio e culturais, sempre com a finalidade de criar ou recriar ambientes urbanos adequados ao clima local. Reconhece-se que tais concepções, aplicadas ao espaço urbano, podem fazer com que os ambientes resultantes sejam menos adversos do ponto de vista climático.

Para que isso aconteça, os atores envolvidos no planejamento e nos projetos urbanos devem ter acesso a informações precisas e confiáveis, de modo a qualificar o debate e equalizar os diversos interesses presentes nessas atividades.

No caso do Estado de Mato Grosso, esse tipo de abordagem se inicia na década de 1990, atingindo hoje um volume considerável de publicações na capital Cuiabá e em algumas cidades do interior, principalmente a partir da atuação de programas de pós-graduação *stricto sensu* nas últimas décadas.

Esses estudos apontam ocorrências de variabilidades climáticas em núcleos urbanos de cidades de médio e pequeno porte no Estado, decorrentes da urbanização e do desmatamento do entorno dessas cidades. Observa-se que tais ocorrências provocam diversos fenômenos e alterações nesses climas, em escala local, regional e mesmo continental, e que têm consequências diretas e indiretas nas populações estabelecidas nessas áreas.

Dentre os estudos referidos, vale destacar a contribuição de Zamparoni (2001), onde a autora identifica fatores relacionados à variabilidade climática, principalmente no que se refere aos municípios de Sinop, Vera e Sorriso, situados na Bacia do Médio Teles Pires na Amazônia mato-grossense. Com relação temperatura do ar, por exemplo, esse estudo já apontava tendência de acréscimos no período estudado, que está compreendido entre os anos de 1973 e 1998.

2. OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar as diferenças climáticas entre o meio urbano e rural em uma cidade de médio porte no contexto da Amazônia Legal mato-grossense, evidenciando o panorama das principais alterações, bem como a extensão dessas alterações.

3. MÉTODO

3.1. Avaliação dos espaços urbanos com relação ao clima

Por meio de informações da Prefeitura Municipal de Sinop, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e imagens de satélite Landsat e SRTM, disponibilizados pelo INPE e tratados pelo CPDIO/UNEMAT – Centro de processamento de imagens orbitais, foram obtidos os dados para análise desta pesquisa. O tratamento dos dados é realizado a partir dos softwares Microsoft Excel e Saga GIS para geoestatística e

gerenciamento de informações geográficas, e pelo CorelDraw para tratamento final das imagens geradas. Passa-se então à caracterização climática do município, feita principalmente a partir de informações oriundas das estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), posicionadas nos arredores da cidade de Sinop (Figura 1).



Figura 1 – Mapa com o posicionamento das estações meteorológicas automáticas em Sinop (Adaptado de Google Earth, 2014).

Essas estações, em conjunto com a estação instalada no Campus da UNEMAT, fornecem o panorama das condições climáticas no município, tanto na zona rural quanto urbana. É importante frisar que essas estações são automáticas e registram as variáveis de hora em hora, com alcances e precisões semelhantes, conforme a tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Alcance e precisão dos sensores de medição das variáveis climatológicas nas estações meteorológicas automáticas de Sinop (CAMPBELL, 2014; DAVIS, 2014 E VAISALA, 2014)

		estação/Modelo		
		EMBRAPA Campbell Scientific EMC	INMET Vaisala MAWS 301	UNEMAT Davis Instruments Vantage Pro 2
Temperatura do ar	Alcance	-40°C a +60°C	-52°C a +60°C	-40°C a +65°C
	Precisão	±0,5°C	±0,3°C	±0,5°C
Umidade relativa do ar	Alcance	0 a 100%	0 a 100%	0 a 100%
	Precisão	±3%	±5%	±3%
Precipitação	Alcance	0 a 500mm/h	0 a 200mm/h	0 a 2438mm/h
	Precisão	±2%	±5%	±4%
Velocidade do vento	Alcance	0,5 a 60m/s	0,4 a 75m/s	0,4 a 80m/s
	Precisão	0,11m/s	0,17m/s	0,10m/s
Direção do vento	Alcance	0 a 360°	0 a 360°	0 a 360°
	Precisão	±3°	±2,8°	±3°
Radiação solar	Alcance	0 a 1750W/m ²	0 a 2000W/m ²	0 a 1800W/m ²
	Precisão	±5%	±4%	±5%

É ainda importante destacar que, além das estações da UNEMAT e EMBRAPA terem precisões semelhantes entre si e à precisão da estação oficial do INMET, ambas foram instaladas no início desta pesquisa, tendo sido adquiridas dos fabricantes em estado novo, com certificados de calibração próprios.

Busca-se estabelecer uma comparação entre os registros das estações da EMBRAPA, instalada nos arredores da área urbana, e a estação meteorológica instalada para esta pesquisa, na UNEMAT, próxima à região central da cidade. Desse modo, torna-se possível verificar, de maneira continuada e com maior quantidade de dados, as diferenças entre as variáveis temperatura do ar, umidade relativa, precipitação, direção e velocidade do vento, medidas nas zonas urbana e rural, resultando em gráficos e tabelas representando o comportamento anual dessas variáveis.

Organizam-se as informações sobre a direção e velocidade do vento incidente no município, a partir da produção das rosas dos ventos para as diferentes estações do ano, com o uso do software WRPLOT View (<http://www.weblakes.com/products/wrplot/>), versão 7.0.0. As rosas dos ventos mostram a frequência de

ocorrência de ventos em cada direção e classes de velocidade do vento para um determinado período de tempo e local.

Para efeito de validação das informações obtidas pelas estações urbana e rural, utilizam-se as informações da estação do INMET, disponíveis desde 2006, observando-se se o comportamento das variáveis estudadas corresponde à série histórica registrada.

Utiliza-se, de maneira complementar, as informações contidas na classificação climática do Estado de Mato Grosso, proposta por Maitelli (2005) e informações acerca do movimento aparente do Sol, a partir dos softwares Luz do Sol e Sunpath, desenvolvidos pelo Prof. Maurício Roriz na UFSCar.

3.1.1 Equipamentos Utilizados

A estação meteorológica no campus da Universidade de Mato Grosso (UNEMAT) em Sinop-MT, é uma Vantage Pro2, do fabricante Davis Instruments. Essa estação é composta por duas unidades principais, sendo um conjunto integrado de sensores e um console de apresentação e registro dos dados obtidos. A comunicação entre essas duas unidades se dá através de sistema “wireless” que tem alcance máximo de 300 metros (DAVIS INSTRUMENTS, 2012a). Na tela do console, é possível visualizar os dados meteorológicos da estação (Figura 2). Fornece ainda gráficos e alarmes de funções e permite a interface com um computador, usando o software “WeatherLink”, disponibilizado pelo fabricante na aquisição do equipamento. O conjunto de sensores é composto por um coletor de chuva, sensores de temperatura e umidade e anemômetro (Figura 2). Os sensores de temperatura e umidade são montados dentro de uma proteção contra radiação de modo a minimizar seu impacto nas leituras dessas variáveis. A estação fixa foi acrescida de um sensor de radiação solar (ausente na configuração básica do conjunto), possibilitando a comparação com os dados fornecidos pela estação meteorológica rural.

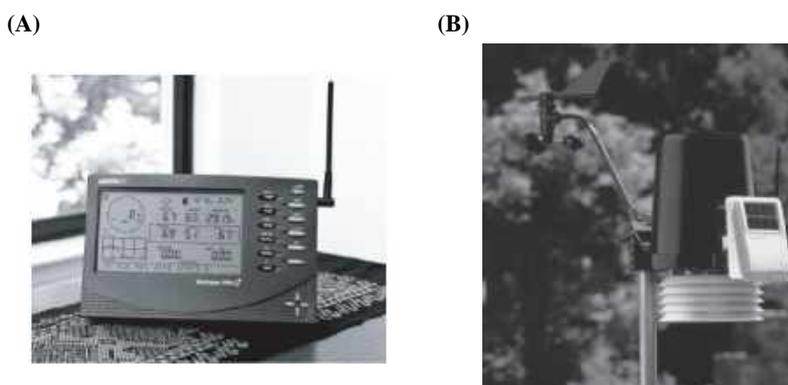


Figura 2 – Instrumentos de medições da estação Vantage Pro2: (A) Console e (B) Conjunto de sensores (Adaptado de Davis, 2014).

Alguns cuidados na instalação e operação dessa estação fixa são importantes. Deve-se buscar local de instalação próximo à região central da cidade, de modo a evidenciar a influência do tecido urbano nas variáveis medidas. De qualquer modo, em virtude da ocupação do campus, não foi possível a instalação do conjunto medidor de temperatura e umidade relativa do ar entre 1,5 e 2,0 metros de altura (mais comumente utilizada). Desse modo, optou-se pelo posicionamento do conjunto medidor de temperatura, umidade relativa, radiação solar e precipitação a uma altura de 6,0 metros. Já o medidor de velocidade e direção do vento foi montado a uma altura de 9,5 metros, próximo à recomendada para essa finalidade. O conjunto medidor opera com conjunto de baterias carregadas por placa fotovoltaica, e o console, com baterias e energia elétrica fornecida pela rede (em caso de interrupção do fornecimento pela rede, as baterias são acionadas).

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SINOP-MT

O município de Sinop está localizado na região Norte do Estado de Mato Grosso, com população estimada em 123 mil habitantes e IDHM de 0,754, sendo considerado alto. A sede do município está nas coordenadas 11,86°S e 55,5° W, (IBGE, 2013; PNUD, 2013). Tem altitude média de 380 m e extensão territorial de 3.528 km², sendo que a sede do município encontra-se a cerca de 500 km de distância da capital do Estado (Figura 3-A). Encontra-se na região conhecida como Amazônia Legal e está localizada no bioma da Amazônia. No entanto, de acordo com IBGE (2004), a região também sofre influência do bioma do Cerrado. Devido a essas características, a vegetação do município é denominada mata de transição.

A população do município passou por rápida evolução. No ano de 1991 contava com 36.883 habitantes, sendo a taxa de urbanização de 86,98%. No ano 2000, essa população salta para 75.002, num crescimento de 49 %, aumentando também a taxa de urbanização para 90,27 %. Já no ano de 2010, a população recenseada era de 113.099, crescendo 66 %, com taxa de urbanização da ordem de 82,89 % (PNUD, 2013). A diminuição da taxa de urbanização nesse último período se deve, entre outros fatores, ao aumento das atividades agrícolas a partir do fim do ciclo de exploração da madeira, fixando mais população nas áreas rurais.

Segundo a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, que segue o modelo climático prescrito por Köppen, o clima da região é Equatorial Quente e Úmido, caracterizado por temperaturas médias superiores a 18 °C, em todos os meses do ano, além de apresentar três meses secos (IBGE, 2002). No entanto, uma classificação climática mais detalhada é apresentada no Zoneamento Socioeconômico-ecológico de Mato Grosso (MAITELLI, 2005), esquematizada na Figura 3-B.

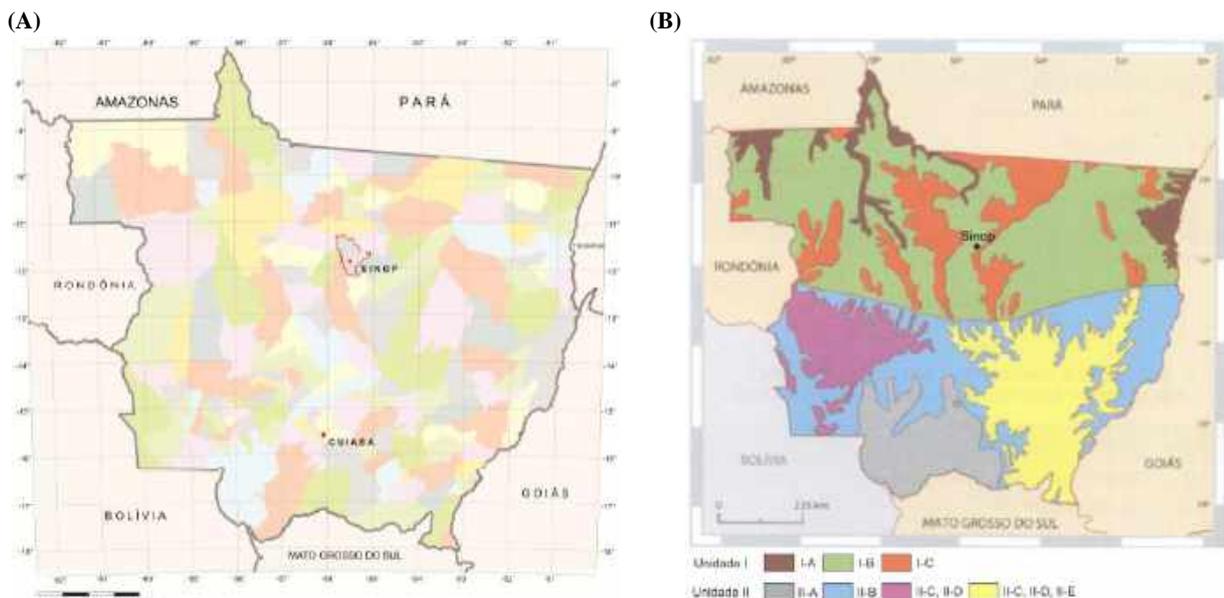


Figura 3 – Caracterização do município de Sinop-MT: (A) Mapa político, destaque para o município (adaptado de IBGE, 2014); (B) Classificação climática de Mato Grosso (Adaptado de Maitelli, 2005).

O movimento aparente do sol na latitude da cidade de Sinop (Figura 4) mostra que a vertente Norte tem grande incidência solar entre os meses de março e setembro, sendo a vertente Sul com menor incidência ao longo do ano, entre os meses de novembro e fevereiro. No solstício de verão entre as 05:40 e 18:20 horas, e no solstício de inverno entre as 06:20 e 17:40 horas e no equinócio, há presença do Sol entre as 06:00 e 18:00 horas.

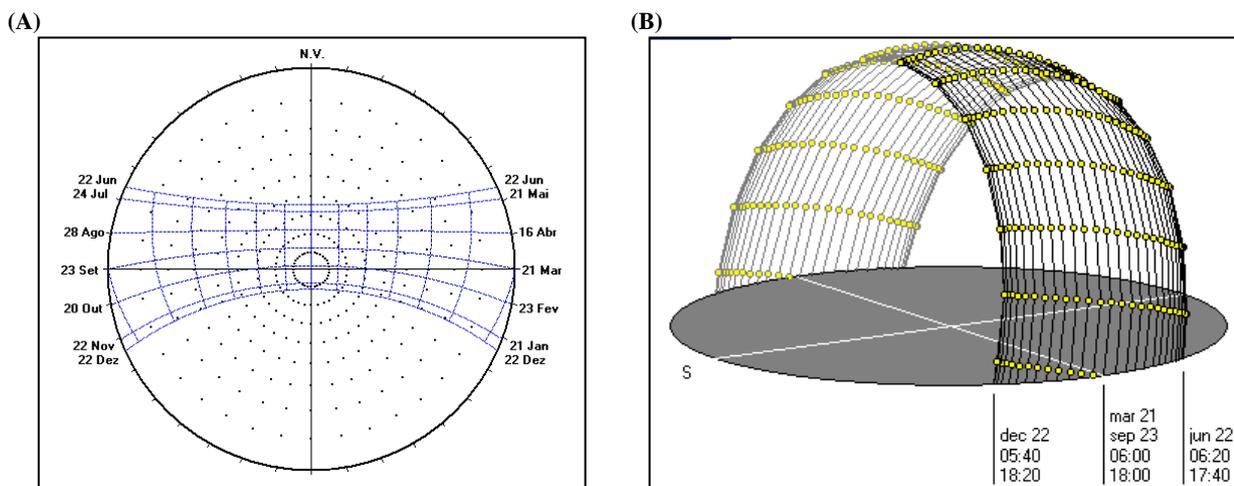


Figura 4 – Diagrama solar: (A) Perspectiva do movimento aparente do Sol (B) em Sinop (Software Luz do Sol e Sunpath, UFSCar)

Devido à rápida ocupação e ao modelo econômico adotado, baseado na extração de madeira, o município de Sinop passou por um processo de desmatamento bastante acelerado, principalmente até meados dos anos 2000, quando regras e fiscalização mais rígidas foram implantadas na região. A Figura 5 mostra a

evolução do desmatamento no município entre os anos de 1996 e 2011, deixando claro que a região mais prejudicada no decorrer desse período foi o entorno da cidade, sendo que, a menos afetada, encontra-se às margens do Teles Pires. De qualquer forma, o que se observa é um intenso desmatamento, devido, sobretudo, à extração de madeira (até meados dos anos 2000) e, num segundo momento, à ocupação de algumas áreas com culturas agrícolas (soja, milho e algodão).

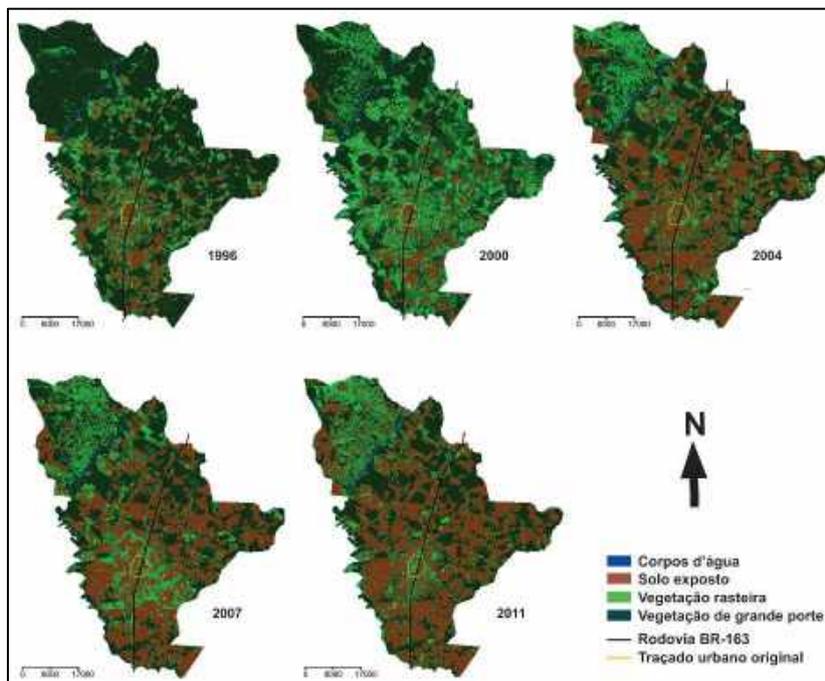


Figura 5 – Evolução do desmatamento no município de Sinop-MT (CPDIO, 2014)

Outra análise importante diz respeito à dinâmica das áreas ocupadas com vegetação rasteira, de acordo com as Estações do ano (Figura 6). Usando o ano de 2007, como exemplo, observa-se que na estação seca, de pouca precipitação, e devido à quase inexistência de sistemas de irrigação, a maior parte das áreas agrícolas e demais áreas desmatadas no entorno da cidade permanecem com superfície em solo exposto. Já na estação chuvosa, principalmente após o plantio das culturas de soja, milho e algodão, a parcela ocupada por vegetação rasteira aumenta substancialmente, em todo município.

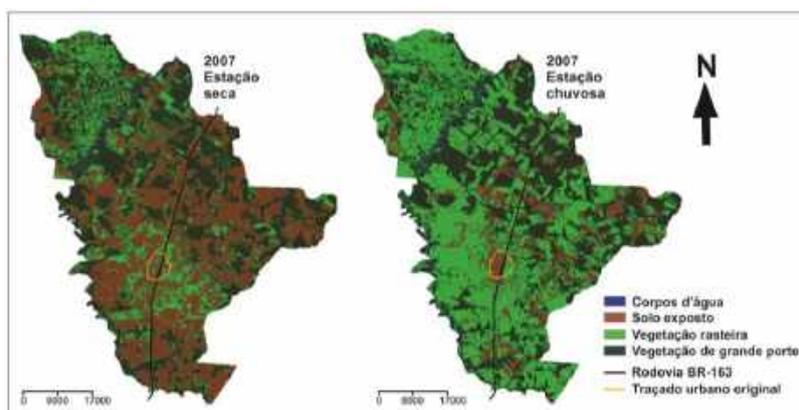


Figura 6 – Diferenças de ocupação de áreas no município de Sinop nas estações seca e chuvosa no ano de 2007 (CPDIO, 2014).

Em 2007, na estação seca, a área ocupada por vegetação densa era de 1.494,6 km² ou 37,7 % do total, solo exposto correspondia a 1.676,9 km² ou 42,2 %, e vegetação rasteira estava presente em 779,5 km² ou 19,7 % do total. Já na estação chuvosa, a vegetação densa correspondia a 1457,8 km² sendo 36,7 % das superfícies do município. O solo exposto estava presente em 547,7 km² ou 13,8 %, e as áreas ocupadas por vegetação rasteira somavam 1.943,3 km², ou 49 % do total. Fica clara a grande diferença de valores entre as estações, no que diz respeito às áreas ocupadas por solo exposto e vegetação rasteira, enquanto os valores de vegetação densa e corpos d'água se mantiveram praticamente os mesmos. Isso demonstra que o regime de chuvas dita, em grande parte, o tipo de cobertura do solo nos arredores da cidade e em todo município. Assim, há diferenças substanciais na absorção e liberação de radiação pelas superfícies, além de diferenças na umidade presente no ar.

Ocorre que superfícies em solo exposto possuem albedo maior, refletindo mais radiação solar para a atmosfera. Isso faz com que o ar fique mais quente e seco nessas regiões, já nas primeiras horas do dia e até o anoitecer. Já as superfícies vegetadas possuem menor albedo, absorvendo uma parcela maior da radiação incidente. Como as plantas utilizam radiação solar nos processos de fotossíntese e evapotranspiração, e há menos radiação refletida, o ar nessas regiões tende a ser menos quente e mais úmido, em comparação com áreas em solo exposto. Zamparoni (2001) utilizou dados de 1973 a 1998, oriundos da estação manual instalada no município de Vera, a cerca de 70 km de distância de Sinop. Esse estudo verificou que em Sinop, o desmatamento nesse período foi de 47,08%, a partir do processo de ocupação da área na década de 1970. Mostrou ainda um acréscimo nas médias anuais das temperaturas do ar, das máximas e mínimas, um decréscimo nos valores das médias anuais das chuvas e acréscimos nos valores das médias anuais da umidade relativa, concluindo que as modificações nas variáveis climáticas possuem relações com o processo de desmatamento e o processo de urbanização do campo no município.

4.2. Meio Rural *versus* Meio Urbano

As diferenças de velocidade e direção dos ventos, entre as áreas rurais e urbanas, foram analisadas a partir da comparação entre a estação meteorológica instalada na Embrapa (rural), e a estação meteorológica instalada na UNEMAT (urbana), ambas no período de setembro de 2013 a agosto de 2014.

A estação da Embrapa mostra que no período de um ano, a direção predominante encontrada foi a Nordeste, com velocidade média de 1,67 m/s e 5,24% de calmarias. Os dados referentes à estação seca mostram que a direção do vento é Leste, com velocidade média do vento de 1,8 m/s e 5,13 % de calmarias. Já os dados da estação chuvosa mostram direção dos ventos NNE, velocidade de 1,6 m/s e 5,20 % de calmarias (Figura 7). Fica clara a diferença entre as duas estações do ano no que se refere à direção predominante dos ventos, o que já havia sido registrado no estudo de Santos e Sanches (2013).

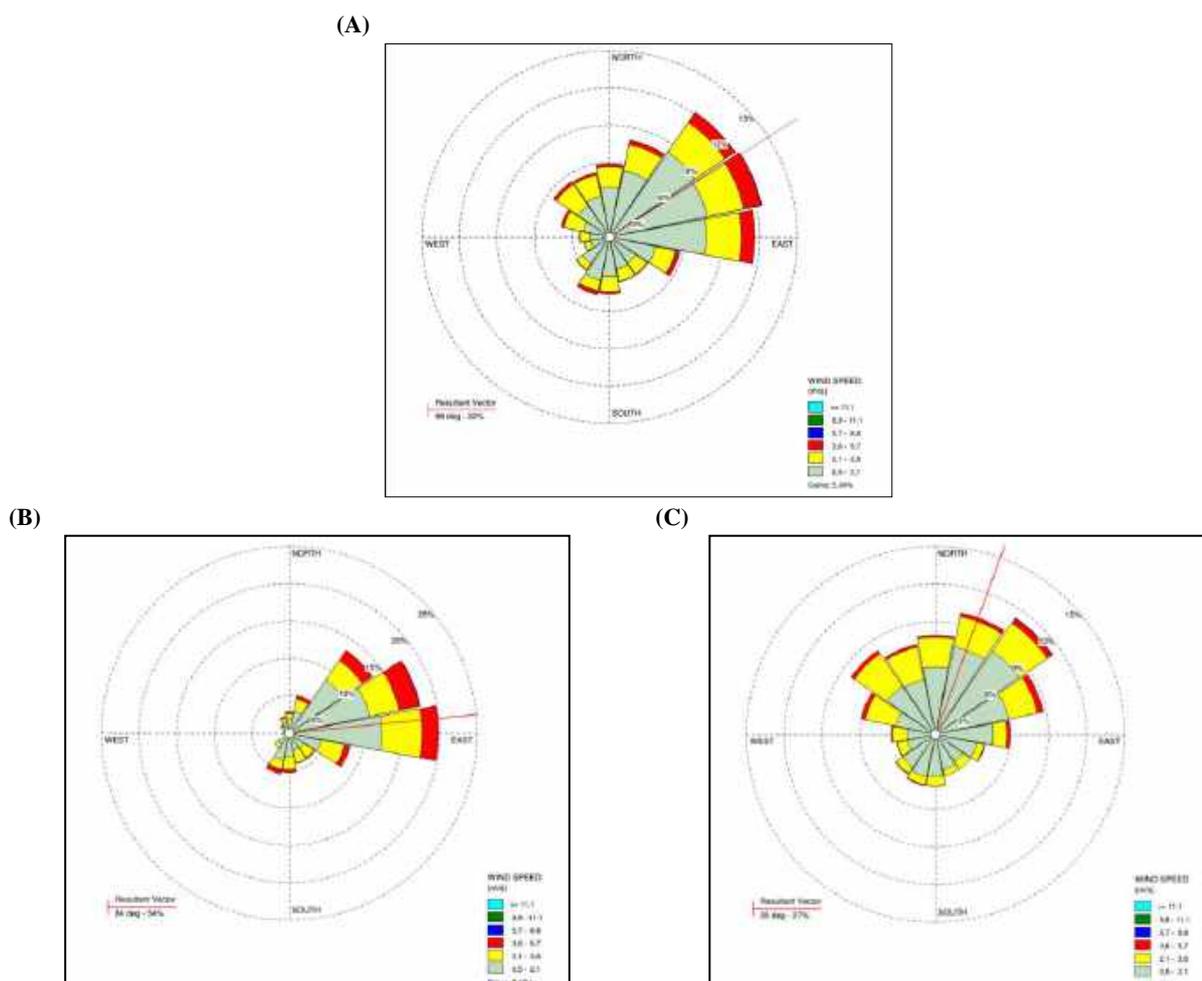
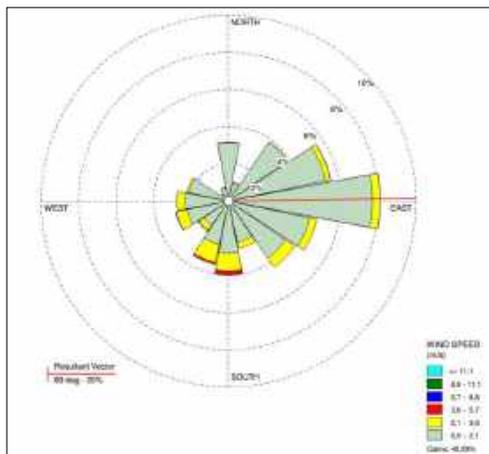


Figura 7 – Rosas dos ventos da estação meteorológica da EMBRAPA: (A) Período anual; (B) estação Seca e (C) estação chuvosa

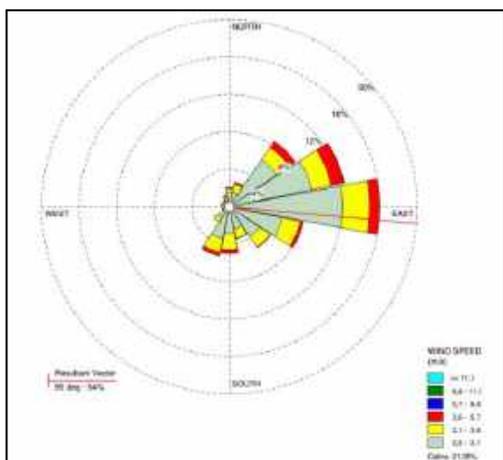
Na estação da UNEMAT, em meio urbano, as condições encontradas são diferentes das encontradas no meio rural. Neste caso, a direção predominante no período de um ano foi Leste, com velocidade média do vento de 0,75 m/s e 42,53 % de calmarias. Mostra que na cidade, além de alteração considerável na direção,

os ventos ainda se apresentam com velocidade média reduzida (cerca de 55 % menor que no meio rural) e é observado um percentual de calmarias muito maior. O atrito e as barreiras do meio urbano se mostram relevantes nesse contexto, contribuindo com alterações significativas e prejudiciais no que se refere à formação de microclimas. A rosa dos ventos da estação seca mostra direção Leste, velocidade média de 0,87 m/s e 21,05 % de calmarias. Já na estação chuvosa, observa-se direção NNE, velocidade média de 0,67 m/s e 23,70 % de calmarias (Figura 8). A análise das estações do ano mostra similaridades com as condições observadas na estação meteorológica rural no quesito direção dos ventos. A diferença na estação urbana fica por conta da maior frequência de ventos Leste registrados na estação seca, o que acaba por influenciar a direção predominante anual.

(A)



(B)



(C)

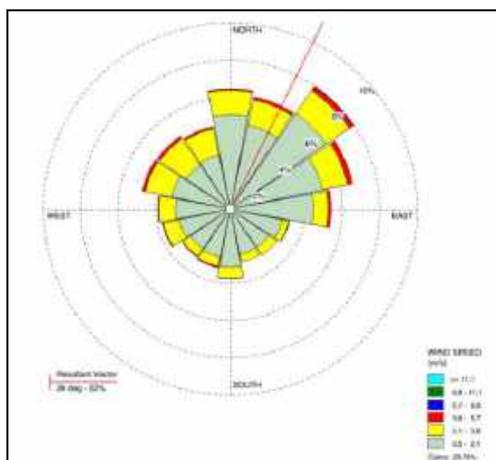


Figura 8 – Rosas dos ventos da estação meteorológica da UNEMAT: (A) Período anual; (B) estação Seca e (C) estação chuvosa

Observa-se que ao longo de todo o ano avaliado, as velocidades médias registradas foram sempre superiores na área rural, que registrou sua menor média no mês de abril de 2014 (1,29 m/s) e maior média no mês de agosto de 2014 (2,20 m/s). Já na estação urbana (UNEMAT), o mês que registrou a menor média foi dezembro de 2013 (0,53 m/s) e a maior média foi registrada no mês de julho de 2014 (0,95 m/s). De qualquer forma, nota-se que durante o ano, as diferenças entre as médias das estações meteorológicas foram sempre acentuadas, chegando a 1,30 m/s de diferença no mês de agosto de 2014 (Figura 9).

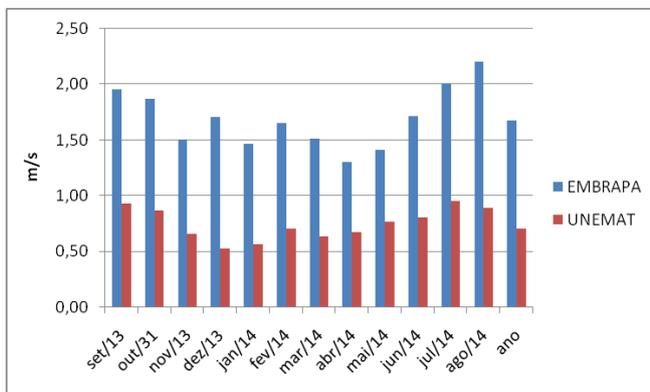


Figura 9 – Velocidades médias do ar nas estações meteorológicas da EMBRAPA e UNEMAT para o período de setembro de 2013 e agosto de 2014

Com relação à temperatura do ar, observam-se maiores valores médios registrados na estação urbana, em comparação com a estação rural (Figura 10). A estação urbana registrou sua maior temperatura média no mês de agosto de 2014 (28,1 °C) e sua menor temperatura média no mês de janeiro de 2014 (24,9 °C). Já a estação rural teve seu maior registro de temperatura média no mês de setembro de 2013 (26,4 °C) e o menor registro em janeiro de 2014 (24,3 °C). Analisando todo o ano, nota-se uma diferença de 1 °C entre as duas estações (26,1 °C, urbana e 25,1 °C, rural), sendo o mês de agosto de 2014, o que apresentou maior diferença entre as estações meteorológicas (1,9 °C).

Como esperado, as médias mensais de umidade relativa do ar apresentaram comportamento inverso com relação às médias de temperatura do ar (Figura 11). Porém, neste caso, as diferenças encontradas entre as duas estações meteorológicas foram significativamente menores. Em quase todos os meses pesquisados, a estação urbana apresentou média de umidade superior à estação rural. Isso já evidencia a maior presença de umidade no meio urbano de Sinop, que apesar de reter menos umidade e de possuir menos vegetação, possui maior ocorrência de precipitações em comparação ao meio rural, conforme discussão posterior. No contexto anual, observa-se uma diferença de apenas 1% entre as estações, evidenciando os registros semelhantes dessa variável em ambas as estações meteorológicas.

O gráfico da precipitação acumulada, Figura 12, comprova a maior incidência de chuvas no meio urbano de Sinop. Observa-se um volume maior de água em praticamente todos os meses do ano na estação da UNEMAT, com exceção do mês de fevereiro de 2014. Em ambas as estações meteorológicas, o mês com maior registro de precipitação foi o mês de dezembro de 2013, registrando 913,1 mm e 684,0 mm nas estações da UNEMAT e Embrapa, respectivamente.

No acumulado do ano, observa-se uma diferença de 661,6 mm (cerca de 30 % a mais), entre as estações meteorológicas (2917,4 mm, urbana, e 2255,8 mm, rural). Os registros analisados comprovam a tendência de maior ocorrência de chuvas em áreas urbanas, em comparação com o entorno rural. Como o meio urbano tem temperaturas do ar maiores, há maior evaporação de água na superfície, além do fato de que na cidade há maior presença de materiais particulados, provenientes da poluição do ar, facilitando a formação de nuvens e, conseqüentemente, a ocorrência de precipitações.

5. CONCLUSÕES

O método proposto nesta pesquisa baseia-se, fundamentalmente, em procedimentos empíricos e posterior tratamento estatístico dos dados obtidos, auxiliado pela utilização de novos equipamentos e softwares, demonstrando obtenção de dados climatológicos eficaz, pouco onerosa e prática. A partir de apenas dois conjuntos de sensores, compactos e robustos, organizados em estações fixas, foi possível a comparação de

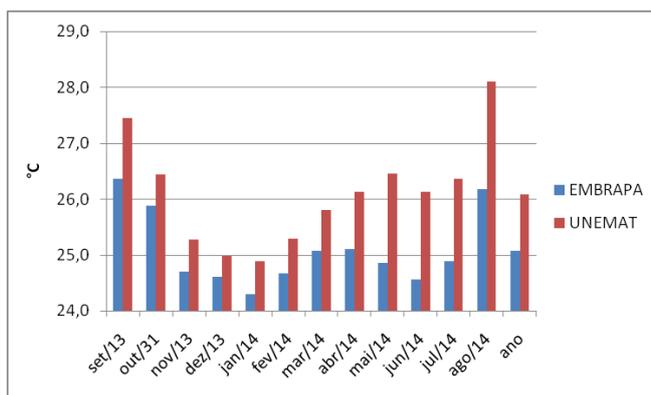


Figura 10 – Temperatura médias do Ar nas estações meteorológicas da EMBRAPA e UNEMAT para o período de setembro de 2013 e agosto de 2014

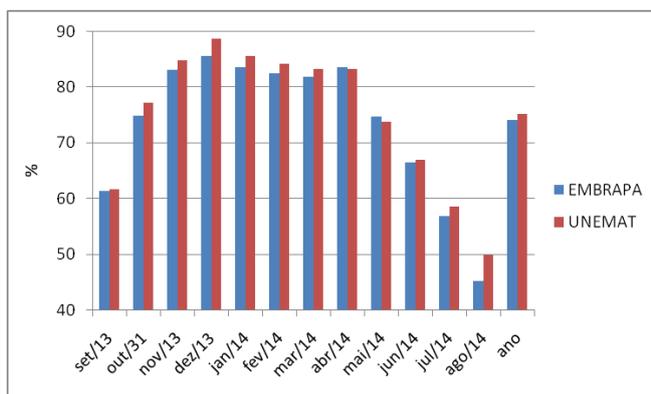


Figura 11 – Umidade Relativa do Ar médias do ar nas estações meteorológicas da EMBRAPA e UNEMAT para o período de setembro de 2013 e agosto de 2014

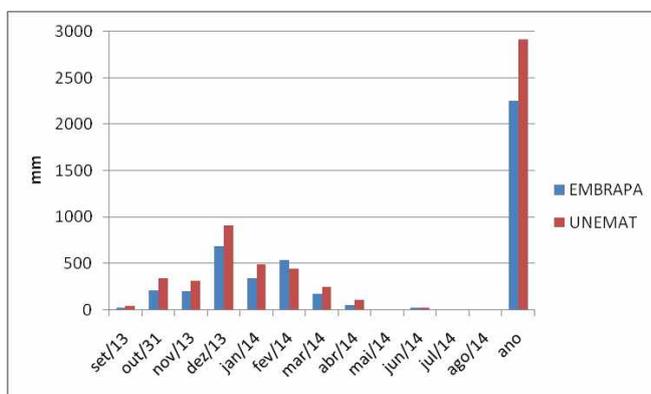


Figura 12 – Precipitação acumulada nas estações meteorológicas da EMBRAPA e UNEMAT para o período de setembro de 2013 e agosto de 2014

dados climatológicos entre os meios urbano e rural. Para cidades de pequeno e médio porte, com topografia pouco acidentada, tal configuração se mostrou suficiente para evidenciar as alterações climáticas entre essas duas realidades.

Observou-se que na estação seca, a área ocupada por vegetação densa era de 37,7%, de solo exposto de 42,2% e vegetação rasteira estava presente em 19,7 % do total. Na estação chuvosa, a área de vegetação densa correspondia a 36,7%, de solo exposto a 13,8% e de vegetação rasteira a 49% das superfícies do município. Dessa forma, constatou-se que as áreas ocupadas por solo exposto e vegetação rasteira variam significativamente entre as estações do ano, enquanto os valores de vegetação densa e corpos d'água se mantiveram praticamente os mesmos. Isso demonstra que o regime de chuvas dita, em grande parte, o tipo de cobertura do solo nos arredores da cidade e em todo município, influenciando decisivamente as demais variáveis climatológicas.

As medições de velocidade e direção dos ventos, entre as áreas rurais (EMBRAPA) e urbanas (UNEMAT), mostram que a direção predominante no meio rural, para o período de um ano, é de nordeste com velocidade média de 1,67m/s e, nos períodos da seca e chuva, as direções são leste (E) e norte-nordeste (NNE) com velocidade média de 1,8m/s e de 1,6m/s, respectivamente. Na área urbana, para o período de um ano, é de leste (E) com velocidade média de 0,75m/s e nos períodos da seca e chuva, as direções são leste (E) e norte-nordeste (NNE) com velocidade média de 0,87m/s e de 0,67m/s, respectivamente.

Demonstra que o atrito e as barreiras do meio urbano se mostram relevantes nesse contexto, com redução da velocidade em todos os períodos estudados, contribuindo com alterações significativas e prejudiciais no que se refere à formação de microclimas.

Por fim, conclui-se que a partir dessa metodologia, torna-se possível observar as diferenças das variáveis pesquisadas, mostrando as diferenças climáticas entre os ambientes rurais e urbanos, contribuindo com o planejamento urbano e principalmente de medidas mitigadoras do aquecimento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL SCIENTIFIC. Manuals. Disponível em: <http://www.campbellsci.com/manuals>. Acessado em: 22/02/2015.
- DAVIS INSTRUMENTS. Vantage Pro2 Console Manual. Davis Instruments Corp., 2012a. Disponível em: http://www.davisnet.com/product_documents/weather/manuals/07395-234_IM_06312.pdf. Acessado em: 22/02/2015.
- GRIMMOND, S. Climate of cities. In: Atmospheric observation panel for climate. Sixteenth session. Geneva, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao. Acessado em: 12/04/2014. 2014.
- MAITELLI, G. T. Interações atmosfera-superfície: o clima. In: Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente. MORENO, G.; HIGA, T. C. S. (orgs.). Entrelinhas. Cuiabá, 2005.
- PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano 2013. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/arquivos/rdh-2013-resumo.pdf>. Acessado em: 22/02/2015.
- SANTOS, L. H.; SANCHES, J. C. M. Direção e velocidades dos ventos como parâmetro de projeto arquitetônico em Sinop/MT. In: 5º Seminário mato-grossense de habitação de interesse social. UFMT. Cuiabá, 2013
- VAISALA. Vaisala HydroMet™ System MAWS301. Disponível em: <http://www.vaisala.com/en/products/automaticweatherstations/Pages/maws301.aspx> Acessado em: 22/02/2015.
- ZAMPARONI, C. A. G. P. Desmatamento, urbanização do campo e variabilidade climática na Amazônia mato-grossense. Tese (Doutorado em Geografia). São Paulo, FFLCH – USP, 2001. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas, Universidade de São Paulo, 2001.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).