

MICROCLIMA E CONFORTO TÉRMICO EM ÁREA URBANA: COMPARAÇÃO ENTRE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E MEDIÇÕES EM CAMPO NA CIDADE DE CAMPINAS – SP.



Eduardo Oliveira de Melo – edu.omelo@gmail.com
 Prof. Dra. Lucila Chebel Labaki – lucila@fec.unicamp.br - Orientadora
 Prof. Dra. Cristiane Dacanal – cris_arquiteta@yahoo.com.br – Co-orientadora
 UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
 FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO – FEC
 DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO– DAE
 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq
 Palavras – chave: Simulação computacional – Clima urbano – Envi-met



INTRODUÇÃO

Áreas construídas têm um clima distinto de áreas naturais. Diferentes uso solo, introdução de materiais de construção, com a consequente impermeabilização do solo, redução de áreas vegetadas e diminuição da umidade relativa do ar, faz com que haja grandes alterações no clima local. Entender o clima urbano e buscar soluções para amenizar a influência de áreas construídas no clima da cidade é de grande interesse para o conforto e desenvolvimento urbano. No estudo de climas urbanos, muitos pesquisadores têm utilizados modelos para simular a dinâmica da atmosfera. Alguns autores têm obtidos resultados muito próximos da realidade, tornando a utilização de modelos uma ferramenta importante, haja vista que oferece uma descrição pormenorizada e análise dos processos subjacentes do clima.

O software Envi-met, utilizado neste trabalho, simula as interações entre as superfícies urbanas, vegetação e a atmosfera, a partir de modelos de simulação de fluxo de ar, turbulências, perfis de temperatura e umidade e fluxos de radiação. Sendo assim, o programa constitui uma ferramenta no processo de desenho urbano, sendo útil na comparação de cenários, que contemplam variações na morfologia, tipologia construtiva, densidade construtiva, permeabilidade do solo e índice de vegetação.

A partir deste contexto esta pesquisa teve como principal objetivo avaliar o ambiente térmico urbano de uma região central de Campinas, SP, Brasil, através do software Envi-met e comparar com os dados reais coletados em campo.

METODOLOGIA

Para a coleta de dados climáticos e simulação computacional do microclima foi delimitado um recorte urbano de 500mX500m (figura 1). A área de estudo compreende um fragmento de bairro residencial, onde predominam edificações de 1 a 2 pavimentos e uma área verde significativa (bosque dos Italianos). Para as análises foram coletados registros contínuos de temperatura e umidade relativa do ar, através de data-loggers (figura 3) instalados a uma altura de 1,50m em cinco pontos de medição (figura 2)



Figura 1: Localização do recorte urbano para a determinação da área de estudo



Figura 2: Área de estudos e localização dos pontos monitorados (receptores).



Figura 3: Tripé com data-logger para coleta de temperatura e umidade relativa do ar.

O mapeamento da área no programa Envi-met (figura 4) foi feito em uma malha (grid) 2mX2mX2m e para as simulações foi utilizada a versão 250X250X30. As variáveis de entrada para a simulação encontram-se na tabela 1.



Figura 4: Digitalização da área urbana no envi-met.

Tabela 1: Variáveis de entrada no programa Envi-met.

Variável	Valor
Velocidade do vento [m/s] a 10m do solo (Dado da estação meteorológica do IAC)	3,19
Direção do Vento [0:N..90:E..180:S..270:W]	113,49°
Rugosidade	0,01
Temperatura Potencial Inicial [K] (calculada, utilizando dados do Campo de Marte)	290,22
Umidade específica a 2500m [g água/Kg de ar] (dado do Campo de Marte)	4,94
Umidade específica a 2m [%] (dado da Estação Meteorológica do IAC)	63,24

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As figuras 5 e 6, mostram os gráficos da evolução média da temperatura potencial e da umidade relativa do ar ao longo do dia, respectivamente, durante o período de coleta dos dados. Através de uma regressão linear, calculou-se a taxa média de resfriamento e aquecimento para diferentes intervalos de tempo. Estes dados, assim como as máximas e mínimas temperaturas, encontram-se nas tabelas 2, 3 e 4.

O Envi-met fornece apenas a temperatura potencial, que corresponde a temperatura de uma parcela de ar comprimida adiabaticamente do seu estado real de pressão e temperatura para a pressão atmosférica padrão (1013 mBar). Sendo assim, as temperaturas coletadas foram transformadas para a temperatura potencial, que de acordo com as características de Campinas (Patm=975mBar), a temperatura potencial é em média 5,5°C mais baixa que a temperatura do ar ambiente.

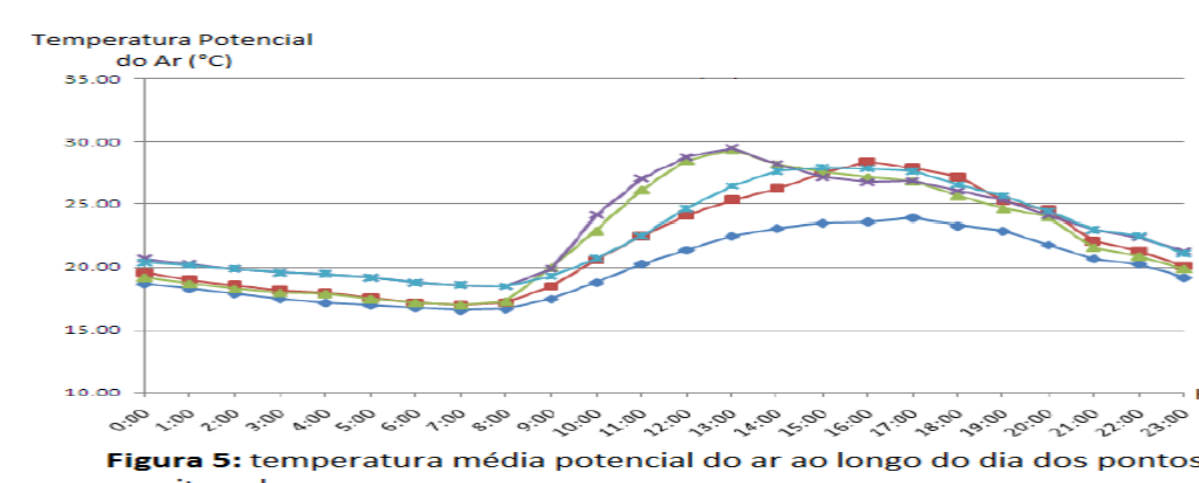


Figura 5: temperatura média potencial do ar ao longo do dia dos pontos monitorados.

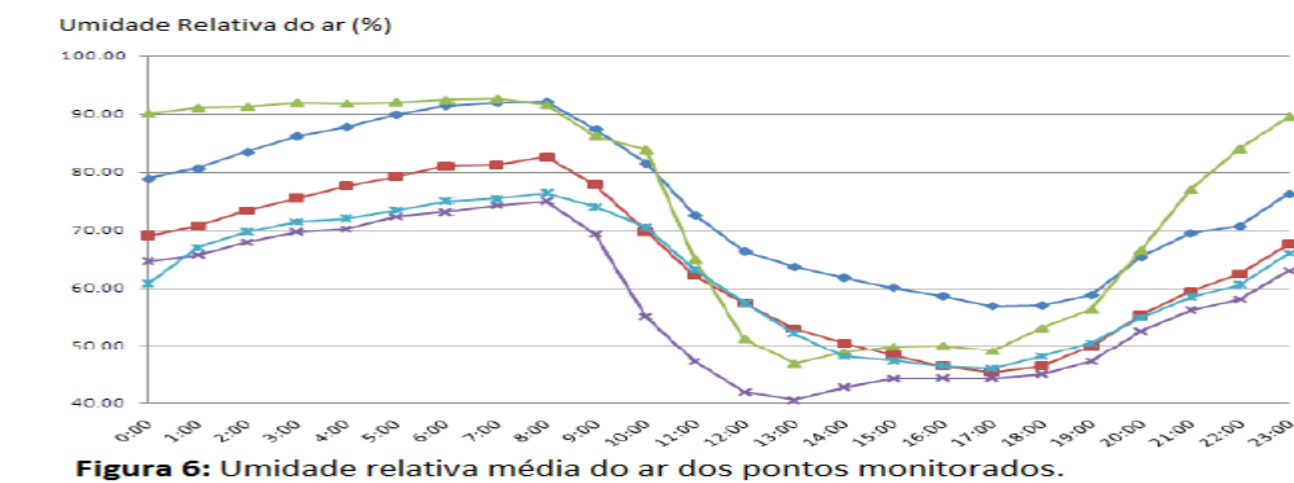


Figura 6: Umidade relativa média do ar dos pontos monitorados.

Tabela 2: Dados dos pontos monitorados de temperatura potencial.

Pontos Monitorados	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Média (°C)	Amplitude Térmica (°C)
1	16,60	23,99	19,98	7,30
2	17,00	28,40	21,82	11,40
3	17,00	20,40	22,26	12,35
4	18,50	27,90	23,14	11,00
5	18,50	27,90	22,59	9,40

Tabela 3: Taxas médias de aquecimento e resfriamento.

Pontos Monitorados	Intervalo de Aquecimento (h)	Taxa Média de Aquecimento (°C/h)	Intervalo de Resfriamento (h)	Taxa Média de Resfriamento (°C/h)
1	[8:00, 17:00]	0,85	[19:00, 8:00]	0,38
2	[9:00, 16:00]	1,33	[18:00, 7:00]	0,68
3	[8:00-12:00]	2,39	[15:00, 7:00]	0,57
4	[9:00-13:00]	2,85	[15:00, 8:00]	0,73
5	[9:00-14:00]	1,73	[16:00, 8:00]	0,61

Tabela 4: Dados de temperatura potencial simulada nos receptores pelo Envi-met.

Receptores	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Média (°C)	Amplitude Térmica (°C)
1	13,30	20,50	17,30	7,20
2	13,80	21,10	18,20	7,30
3	13,80	21,40	18,50	7,60
4	13,60	24,60	19,10	11,00
5	14,10	23,50	18,05	9,40

Como pode ser observado, os pontos de menores incidência de temperatura e maiores umidades relativas do ar encontram-se em locais próximos a áreas verdes, tanto na simulação quanto nos pontos monitorados.

Para as análises de comparação entre os dados simulados e medidos são apresentados os dados para os horários das 9:00h, 15:00h e 21:00h, correspondente ao horário de início de aquecimento, ocorrência de temperatura máxima e resfriamento noturno, respectivamente.

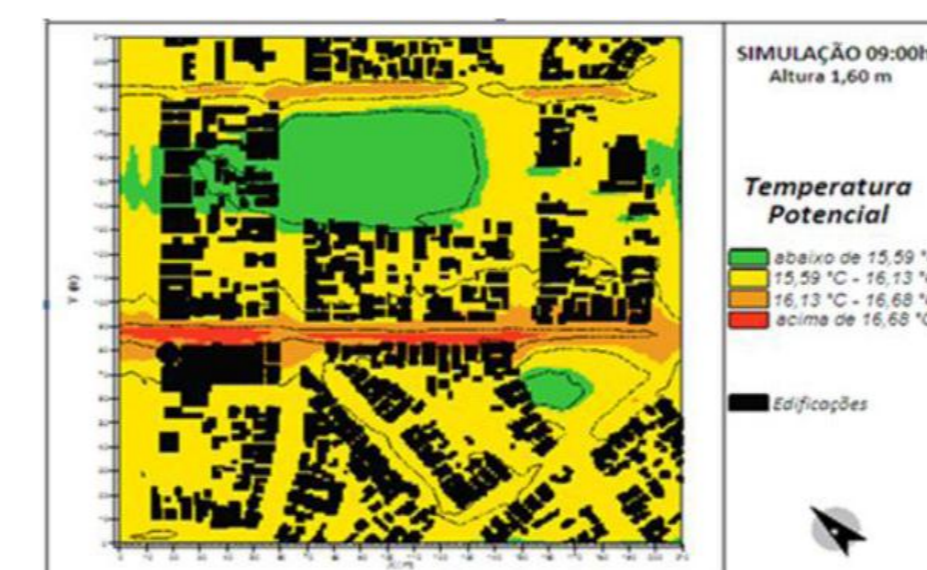


Figura 7: Mapa de temperatura potencial para as 9:00h gerado pelo Envi-met.

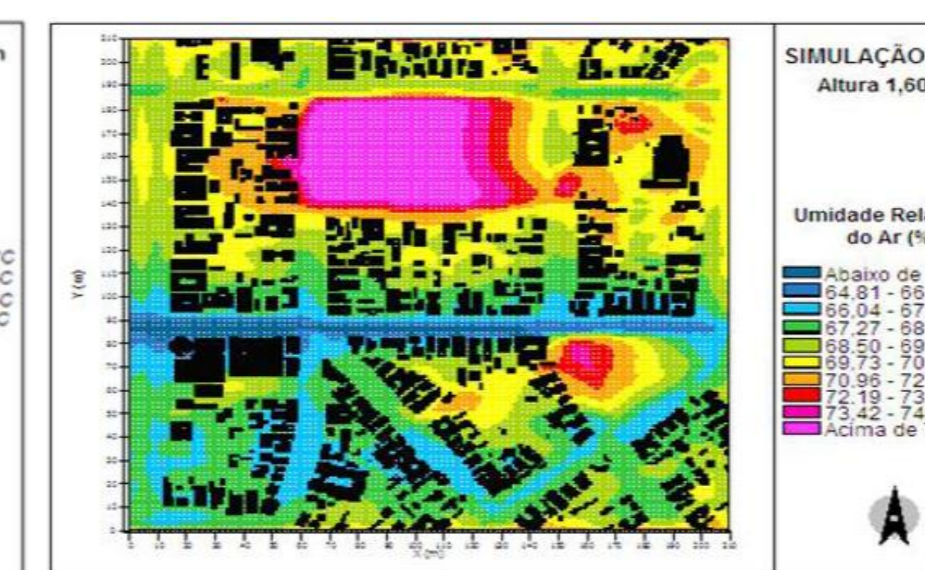


Figura 8: Mapa de umidade relativa do ar para as 9:00h gerado pelo Envi-met.

Tabela 5: Comparação entre a temperatura potencial simulada e medida às 9:00h.

Pontos	Monitoramento (°C)	Simulação (°C)	Diferença Térmica (°C)
1	16,60	16,30	2,30
2	18,50	15,70	2,80
3	19,00	15,90	4,00
4	18,50	15,90	3,50
5	19,30	15,80	3,50

Tabela 6: Comparação entre a umidade relativa do ar simulada e medida às 9:00h.

Pontos	Monitoramento (%)	Simulação (%)	Diferença (%)
1	87,40	78,80	8,60
2	77,80	72,30	5,50
3	86,30	85,20	1,10
4	69,30	67,25	2,05
5	74,00	64,80	9,20

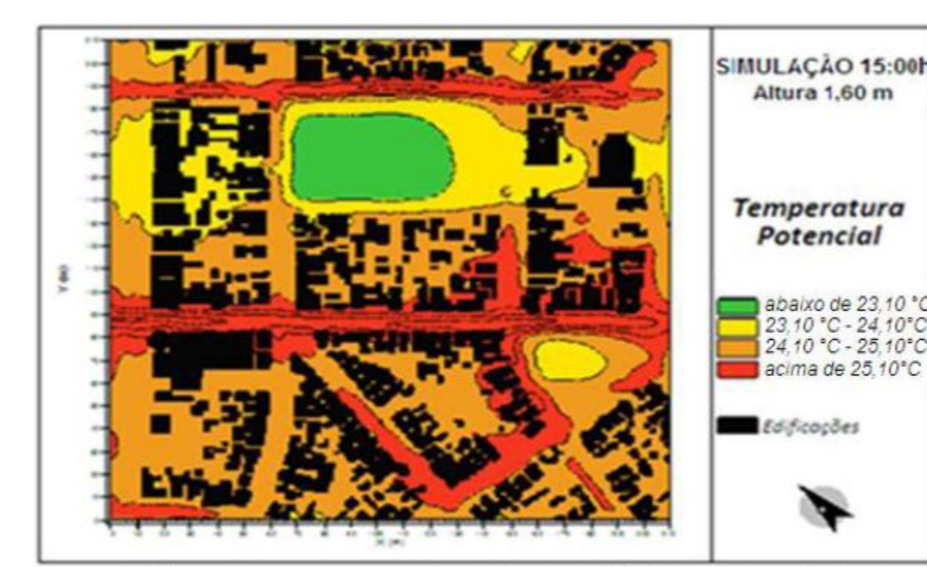


Figura 9: Mapa de temperatura potencial para as 15:00h gerado pelo Envi-met.

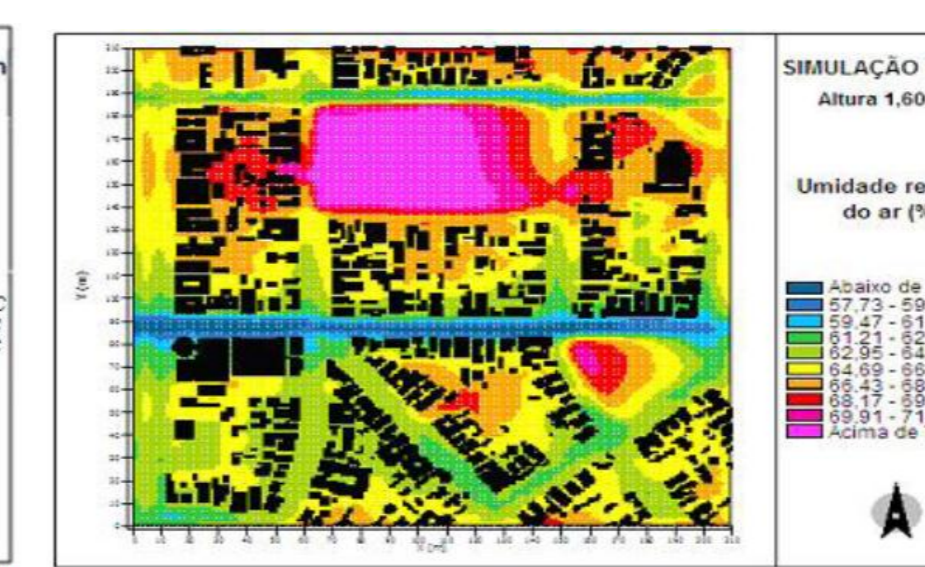


Figura 10: Mapa de umidade relativa do ar para as 15:00h gerado pelo Envi-met.

Tabela 7: Comparação entre a temperatura potencial simulada e medida às 15:00h.

Pontos	Monitoramento (°C)	Simulação (°C)	Diferença Térmica (°C)
1	23,50	20,30	3,20
2	26,80	24,10	2,70
3	27,50	24,40	3,10
4	26,50	24,10	3,10
5	27,90	25,90	3,00

Tabela 8: Comparação entre a umidade relativa do ar simulada e medida às 15:00h.

Pontos	Monitoramento (%)	Simulação (%)	Diferença (%)
1	60,10	72,00	11,90
2	48,30	68,10	19,80
3	49,50	62,90	13,00
4	44,20	54,00	10,80
5	48,10	65,80	17,70

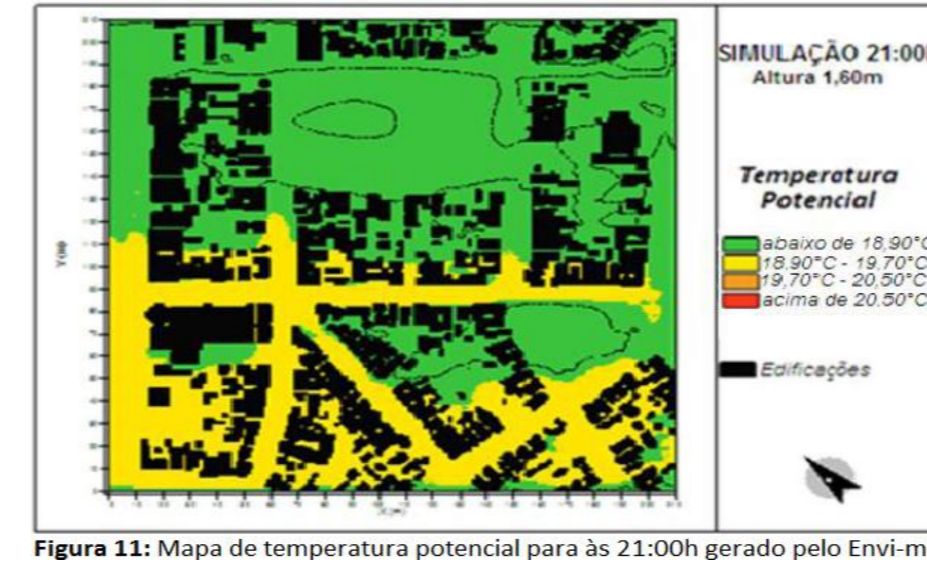


Figura 11: Mapa de temperatura potencial para as 21:00h gerado pelo Envi-met.

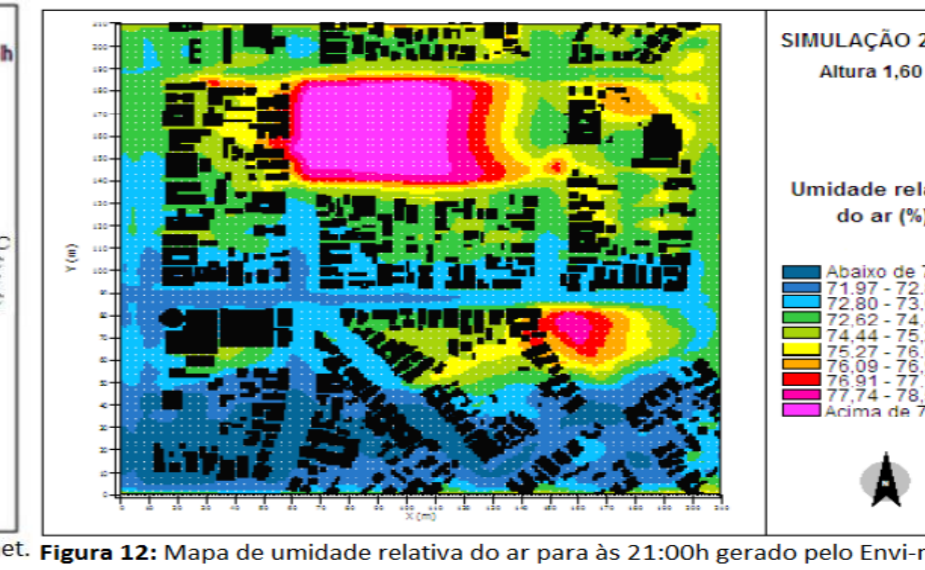


Figura 12: Mapa de umidade relativa do ar para as 21:00h gerado pelo Envi-met.

Tabela 9: Comparação entre a temperatura potencial simulada e medida às 21:00h.

Pontos	Monitoramento (°C)	Simulação (°C)	Diferença Térmica (°C)
1	20,70	18,50	2,20
2	22,10	19,40	2,70
3	22,60	19,00	3,60
4	21,60	19,00	2,20
5	22,90	20,10	2,80

Tabela 10: Comparação entre a umidade relativa do ar simulada e medida às 21:00h.

Pontos	Monitoramento (%)	Simulação (%)	Diferença (%)
1	69,50	79,10	9,60
2	59,50	72,80	13,30
3	72,80	72,50	0,30
4	56,20	71,90	15,70
5	58,50	72,20	13,70

Novamente observa-se que a tipologia construtiva e o tipo de uso e ocupação do solo influencia o microclima local, pois para as áreas próximas ao bosque (ponto 1 e 2) têm menores temperaturas e maiores umidades relativas do ar, ao contrário de pontos localizados em áreas com pouca vegetação e muita impermeabilização do solo, como concreto e asfalto.

CONCLUSÕES

A comparação da temperatura da área urbana simulada pelo modelo computacional Envi-met aos dados reais obtidos in loco, permitiu verificar as potencialidades do programa quanto sua particularidades. Nos mapas simulados e das taxas médias de resfriamento e aquecimento calculadas, observaram-se uma tendência de aquecimento e resfriamento mais lento nas áreas verdes, juntamente com as áreas circunvizinhas as mesmas. As divergências entre os valores da umidade relativa do ar simulada e coletadas, observadas, mostram que deve haver por parte do usuário uma inserção de novos parâmetros no banco de dados do programa que represente o comportamento da área estudada com melhor desempenho. A presença de área verde determina de maneira relevante o comportamento microclimático das localidades próximas as mesmas, fato evidenciado pelas menores temperaturas ao longo do dia, apontadas tanto pela simulação quanto pelo monitoramento.

Os resultados apresentados pelas comparações entre os dois evidenciaram o alto grau de potencialidade do programa, em contra partida, é necessário que o usuário defina critério de leituras e entrada de dados no programa, para que o mesmo desempenhe o papel mais próximo da realidade.