

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL -
DINTER UFMT/UFAM**

**MAPEAMENTO TERMOHIGROMÉTRICO DO
MUNICÍPIO DE COARI-AM UTILIZANDO
TRANSECTO MÓVEL**

ANDRÉA BAIMA DOS SANTOS MOTA

Orientadora: Profa. Dra. MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA

Coorientadora: Profa. Dra. FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS

Cuiabá, MT
Junho, 2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL -
DINTER UFMT/UFAM**

**MAPEAMENTOtermohigrométrico DO MUNICÍPIO DE
COARI-AM UTILIZANDO TRANSECTO MÓVEL**

ANDRÉA BAIMA DOS SANTOS MOTA

*Tese apresentada junto ao Programa
de Pós- Graduação em Física
Ambiental/DINTER entre a
Universidade Federal de Mato Grosso
e Universidade Federal do Amazonas,
como parte dos requisitos para
obtenção do Título de Doutor em
Física Ambiental.*

Orientadora: Profa. Dra. MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA

Coorientadora: Profa. Dra. FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS

Cuiabá, MT
Junho, 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B161m Baima dos Santos, Andréa.
MAPEAMENTO TERMOHIGROMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE COARI-AM
UTILIZANDO TRANSECTO MÓVEL / Andréa Baima dos Santos. -- 2017
67 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.
Co-orientadora: Flávia Maria de Moura Santos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física,
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Microclima. 2. ilhas de calor. 3. ilha de frescor. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: MAPEAMENTO TERMO HIGROMÉTRICO DO MUNICÍPIO
DE COARI-AM UTILIZANDO TRANSECTO MÓVEL**

AUTORA: ANDRÉA BAIMA DOS SANTOS MOTA

Tese de Doutorado defendida e aprovada em 06 de junho de 2017, pela comissão julgadora:


**Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus
Albuquerque Nogueira - Orientadora**
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia/UFMT


Prof. Dr. Carlo Ralph De Musis
Examinador Interno
Universidade de Cuiabá/UNIC


Profa. Dra. Flávia Maria de Moura Santos
Coorientadora
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia – UFMT


Prof. Dr. Osvaldo Borges Pinto Junior
Examinador Interno
Universidade de Cuiabá - UNIC


Prof. Dr. Geison Jader Mello
Examinador Externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato
Grosso/IFMT


Prof. Dr. Jonathan Willian Zangeski Novais
Examinador Externo
Universidade de Cuiabá/UNIC

DEDICATÓRIA

A Deus, por tudo!

Ao meu amado pai Benedito Baima do Lago Sobrinho, que não pode me ver completar essa etapa de minha vida!

A minha mãe, Francisca, ao meu marido Deniz e a minha filha Alice, pelo amor, carinho e atenção.

AGRADECIMENTOS

- À Prof^a. Dr^a. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira pela orientação e ensinamentos repassados.
- À Prof^a. Dr^a. Flávia Maria de Moura Santos pelas orientações e disposição nos momentos de dúvidas.
- Ao Prof. Dr. José de Souza Nogueira pela atenção e apoio durante o programa de pós-graduação.
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo conhecimento repassado.
- A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo convênio.
- Aos colegas do DINTER pelo convívio saudável.
- Ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM) pelo apoio durante o período de curso.
- A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram no desenvolvimento desta pesquisa.
- A CAPES pelo apoio financeiro para esta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 - JUSTIFICATIVA.....	2
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 - NATUREZA E ESCALAS DO CLIMA URBANO.....	3
2.2 - MÉTODO DO TRANSECTO MÓVEL.....	6
2.3 - ANOMALIAS TERMO-HIGROMÉTRICAS.....	8
2.3.1 - Ilha de Calor.....	8
2.3.2 - Ilha de Frescor.....	11
2.3.3 - Ilha de Umidade.....	12
2.3.4 - Ilha Seca.....	12
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1 - ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.1.1 - Coari.....	13
3.1.2 - Rio Amazonas.....	15
3.1.3 - Locais escolhidos para análise	16
3.2 - METODOLOGIA DA COLETA.....	17
3.3 - INSTRUMENTAÇÃO.....	18
3.3.1 - Características dos pontos fixos de medição dos transectos móveis	20
4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	28
4.1 - CARACTERIZAÇÃO MICROMETEOROLÓGICAS DO ANO DE 2014 – 2015.....	28
4.2 - CARACTERIZAÇÃO TERMO-HIGROMÉTRICA.....	34
5 - CONCLUSÕES.....	46
5.1 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	47
6 - BIBLIOGRAFIAS.....	49
6.1 - BIBLIOGRAFIAS CITADAS.....	49

6.2 -	BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	53
-------	--------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Escalas Climáticas.....	3
Figura 2 –	Estratificação vertical da atmosfera urbana e escalas de análise..	5
Figura 3 –	Vantagens e desvantagens no processo de mensuração por meio de pontos fixos ou transectos móveis.....	8
Figura 4 –	Cânion urbano com altura média dos edifícios (H) e largura média da rua (W).....	9
Figura 5 –	Ilustração das causas da formação da ICU.....	10
Figura 6 –	Localização do município de Coari.....	14
Figura 7 –	Província Petrolífera de Urucu-Coari (a) e o Terminal Aquaviário de Coari (b).....	15
Figura 8 –	Desmatamento e Reflorestamento de área de passagem do gasoduto.....	15
Figura 9 –	Cheia (a) e vazante (b) do Lago de Coari.....	16
Figura 10 –	Mapa de Coari com o trajeto e pontos.....	17
Figura 11 –	Malha Urbana de Coari 2007.....	17
Figura 12 –	Esquema de instalação do abrigo com o sensor (a) e o GPS (b) ..	20
Figura 13 –	Temperaturas diárias do ar de agosto 2014 a janeiro de 2015.....	29
Figura 14 –	Temperaturas diárias do ar de cada mês analisado.....	31
Figura 15 –	Umidades diárias de agosto 2014 a janeiro de 2015.....	32
Figura 16 –	Umidades diárias de cada mês analisado.....	34
Figura 17 –	Mapa da Trajetória (a) e da altitude (b).....	35
Figura 18 –	Distribuição de temperatura do ar às 12 h GMT.....	36
Figura 19 –	Distribuição de umidade relativa do ar às 12 h GMT.....	37
Figura 20 –	Distribuição de temperatura do ar às 18 h GMT.....	38
Figura 21 –	Distribuição de umidade relativa do ar às 18 h GMT.....	40
Figura 22 –	Distribuição de temperatura do ar às 00 h GMT.....	41
Figura 23 -	Distribuição de umidade relativa do ar às 00 h GMT.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação das unidades da camada de cobertura urbana.....	6
Tabela 2 -	Aspectos do balanço de energia associada as características da urbanização.....	11
Tabela 3 -	Período de medição por transecto móvel.....	18
Tabela 4 -	Pontos de coleta e características de cada local.....	20
Tabela 5 -	Máximas e mínimas de temperatura do ar e umidade relativa do ar	28
Tabela 6 -	Cálculo estatístico da temperatura do ar para o horário das 0 h ...	31
Tabela 7 -	Cálculo estatístico da temperatura do ar para o horário das 12 h .	31
Tabela 8 -	Cálculo estatístico da temperatura do ar para o horário das 18 h .	31
Tabela 9 -	Cálculo estatístico da umidade relativa do ar para o horário das 0 h.....	34
Tabela 10 -	Cálculo estatístico da umidade relativa do ar para o horário das 12 h.....	34
Tabela 11 -	Cálculo estatístico da umidade relativa do ar para o horário das 18 h.....	34
Tabela 12 -	Intervalo de confiança para temperaturas do ar coletadas às 12 h GMT.....	37
Tabela 13 -	Intervalo de confiança para umidades relativa do ar coletadas às 12 h GMT....	38
Tabela 14 -	Intervalo de confiança para temperaturas do ar coletadas às 18 h GMT	39
Tabela 15 -	Intervalo de confiança para umidades relativa do ar coletadas às 18 h GMT....	41
Tabela 16 -	Intervalo de confiança para temperaturas do ar coletadas às 00 h GMT	42
Tabela 17 -	Intervalo de confiança para umidades coletadas às 00 h GMT....	43
Tabela 18 -	Magnitude das ilhas de calor às 12 h GMT.....	43
Tabela 19 -	Magnitude das ilhas de calor às 18 h GMT.....	44
Tabela 20 -	Magnitude das ilhas de calor às 00 h GMT.....	45

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia.
OMM	Organização Mundial de Meteorologia.
UTC	Tempo Universal Coordenado
UCL	Urban Canopy Layer / Camada de Cobertura Urbana
UBL	Urban Boundary Layer / Camada Limite Urbana
RSL	Roughness Sublayer / Subcamada de Rugosidade
Zh	Altura Média da Rugosidade
Zr	Altura da camada Roughness Sublayer
GMT	Greenwich Mean Time
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICU	Ilha de Calor
IF	Ilha de Frescor
IU	Ilha Úmida
IS	Ilha Seca
UTM	Universal Transversal Mercator

RESUMO

MOTA, A. B. S. **Mapeamentotermohigrométrico do município de Coari-AM utilizando transecto móvel.** Cuiabá, 2017. 67f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

O município de Coari, localizado no estado do Amazonas, região Norte do Brasil, possui as características de uma pequena cidade, a margem de sua zona urbana está o Lago de Coari, que sofre a influência da cheia e da vazante do Rio Amazonas. Dessa maneira surgiu o interesse pelo comportamento climático do local realizando esta pesquisa sobre avaliação microclimática, onde apresenta características climáticas do tipo equatorial quente-úmido baseado na classificação de Köppen (Ami) que existem apenas as duas estações definidas verão-quente e inverno-chuvoso. Em decorrência dessa classificação climática e sua característica geográfica atípica foi verificado em seu território a formação das ilhas de calor, comuns em áreas urbanizadas de pequeno, médio e grande porte. O objetivo geral desta pesquisa foi realizar o mapeamentotermohigrométrico da zona urbana do município de Coari-AM utilizando transecto móvel percorrendo um determinado trajeto com o sensor para registrar as medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar, esse sensor ficou acoplado em um meio móvel e protegido por um abrigo termométrico adaptativo. A pesquisa foi realizada nos meses de agosto de 2014 a janeiro de 2015 em três horários 12 h, 18 h e 00 h GMT, correspondentes a 8 h, 14 h e 20 h horário local. Os dados foram coletados e organizados a fim de verificar a presença de ilhas de calor ou frescor. Pode-se observar 69% de ilhas de calor de magnitude média no período noturno 20h (00 GMT) seguidas de 31% de ilhas de magnitude fraca. Nos horários 08h e 14 h (12 h e 18 h GMT respectivamente), obteve-se 53% de ilhas de magnitude média. Foi encontrada uma ilha de calor de magnitude forte em apenas um dia no horário da manhã no mês de outubro de 2014, o que se atribuiu a uma ação antrópica atípica. O aeroporto foi determinado como ilha de frescor e de umidade relativa do ar em todos os horários, o ponto de coleta anterior ao aeroporto, um pequeno bairro residencial rodeado pela floresta Amazônica também apresentou a presença de ilhas de frescor e de umidade. Portanto, após as análises dos resultados percebeu-se que a cidade de Coari/AM, apesar de ser banhada por rios e lagos, foi encontrada a ilha de calor que causa um desconforto urbano local, sendo assim, será necessário a aplicação de medidas de infraestrutura publica das gestões governamentais municipais e estaduais a fim de impedir ou minimizar a formação dessas ilhas de calor de magnitudes fortes e médias que causam o desconforto do clima urbano.

Palavras-chave: Microclima, ilhas de calor, ilha de frescor.

ABSTRACT

MOTA, A. B. S. **Mapping of the hygrometer of the municipality of Coari-AM using a mobile transect.** Cuiabá, 2017. 67f. Thesis (Doctorate in Environmental Physic); Institute of Physic, Federal University of Mato Grosso.

The municipality of Coari, located in the state of Amazonas, Northern region of Brazil, It has the characteristics of a small town, the margin of its urban zone is the Lake of Coari, it suffers the influence of the flood and the ebb of the Amazon River. In this way the interest for the climatic behavior of the place arose realizing this research on microclimatic evaluation, where it presents characteristics of the hot-humid equatorial type based on the classification of Köppen (Ami), that there are only two seasons defined summer-hot and winter-rainy. As a result of this climatic classification and its atypical geographical characteristic, the formation of the heat island, common in urbanized areas of small, medium and large size. The general objective of this research was to perform the hygrometric term mapping of the urban area of the municipality of Coari-AM using mobile transect traveling a certain path with the sensor to record measurements of air temperature and relative humidity, this sensor was coupled in a moving medium and protected by an adaptive thermometric shelter. The survey was conducted from August 2014 to January 2015 in three times 12h, 18h and 00h GMT, corresponding to 8h, 14h and 20h local time. The data collected were and were organized in order to verify the presence of heat or fresh island. It is possible to observe 69% of heat island of average magnitude in the nocturnal period 20h (00 GMT) followed by 31% of islands of weak magnitude. At 08h and 14h (12h and 18h GMT respectively), we obtained 53% of islands of medium magnitude. A heat island of strong magnitude was found in just one day in the morning in October 2014, which was attributed to an atypical anthropic action. The airport was determined as an island of freshness and humidity at all times, the collection point prior to the airport, a small residential neighborhood surrounded by the Amazon rainforest also presented the presence of fresh island and humidity. Therefore, after the analysis of the results it was noticed that the city of Coari/AM, despite being bathed by rivers and lakes, was found the heat island that causes a local urban discomfort, thus, it will be necessary to implement measures of public infrastructure of the municipal and state governmental administrations in order to prevent or minimize the formation of these heat island of strong and medium magnitudes that cause the discomfort of the urban climate.

Keywords: Microclimate, heat island, fresh island.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - PROBLEMÁTICA

Atualmente são vinculadas notícias em jornais, televisão, revistas especializadas e artigos científicos a presença do aquecimento global da Terra, oriundas da ação antrópica, tais como, queimadas de florestas e matas, poluição, emissão de gases, desmatamento e urbanização.

Isso pode ser observado nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, e as consequências do efeito estão relacionadas com o aumento do nível do oceano, aparecimento de desertos e aumento da temperatura, tufões, ciclones e furacões.

O Brasil contribui para o aquecimento global, e as consequências podem ser observadas não somente pelo surgimento de desertos e desequilíbrio de ecossistemas animais e vegetais como também pelos aumentos dos registros de ondas de calor.

Também se percebe o efeito do aquecimento global através do crescimento populacional em centros urbanos aonde vem a contribuir com o aparecimento do fenômeno de ilha de calor, devido a esse problema muitos pesquisadores dessa área tem-se dedicado nos estudos da interação das variáveis microclimáticas no ambiente urbano.

Em cidades brasileiras de pequeno porte como as existentes na região da Amazônia as pesquisas são insuficientes sobre os problemas do microclima, e principalmente de ilhas de calor, isso se deve por essas cidades estarem fisicamente afastadas dos centros de pesquisas desenvolvidos no País. Porém, fica a pergunta: Será que uma cidade de pequeno porte como Coari, cercada pelo bioma Amazônia, rios e lagos, teria em sua zona urbana as chamadas ilhas de calor?

Deste modo, resolveu-se analisar alguns pontos que possuem uso e ocupação do solo diverso na zona urbana e periférica do município de Coari - AM, que possui uma densidade populacional pequena, contudo, em sua zona urbana essa densidade aumenta consideravelmente.

Além das influências que o uso e ocupação do solo causam na temperatura do ar, uma vez que são necessárias soluções que consigam amenizar ou evitar as alterações e impactos climáticos provenientes das ações antrópicas no local da pesquisa e assim será possível uma melhor qualidade de vida para a população residente.

1.2 JUSTIFICATIVA

Há poucas pesquisas sobre o município de Coari-AM, a maioria está relacionadas à área da saúde, assim verificaram-se os impactos do uso e ocupação do solo nesse município, localizado na floresta Amazônica e próximo a linha do equador.

É importante investigar as diferenças de temperatura do ar na zona urbana para a zona rural do município, pois uma cidade em expansão ainda poderá aprimorar seus ambientes para reduzir os impactos das ilhas de calor que são comuns em ambientes urbanizados e industrializados que possivelmente expandiram sem o devido planejamento.

Sabe-se que o município de Coari no verão é extremamente quente e no inverno é muito chuvoso, característica de seu clima equatorial úmido, a preocupação vem dos efeitos que causariam os dias calmos e claros, sem nuvens e pouco vento, na sensação térmica da população, principalmente em crianças e idosos.

Como não há várias bases meteorológicas no município para realizar esse controle de diferença de temperatura do ar, entre as diferentes áreas ocupadas pelo homem, notou-se a necessidade dessa coleta de dados, neste processo um meio econômico e eficiente era utilizando um transecto móvel para que em algum momento os órgãos públicos pudessem trabalhar com esses dados, a fim de diminuir a sensação térmica de desconforto para a população, causados pelas altas temperaturas do ar em consonância com a umidade relativa do ar, principalmente no centro da cidade, que conforme estudos anteriores de outras cidades são os que possuem maiores diferenças nas temperaturas do ar em relação à zona rural dos mesmos.

Com base nessas informações este trabalho tem por objetivo geral realizar o mapeamento termohigrométrico da zona urbana do município de Coari-AM utilizando transecto móvel. Os objetivos específicos foram: caracterizar os dados da estação meteorológica fixa de Coari-AM no período da coleta; mensurar a temperatura do ar e umidade relativa do ar por meio do transecto móvel; avaliar se os dados obtidos indicavam a formação das ilhas de calor na zona urbana e rural.

Dessa forma, esta pesquisa apresenta resultados que poderá contribuir com a gestão administrativa do município de Coari-AM e melhorar o planejamento urbano baseado nas respostas das relações das variáveis microclimáticas do local com as características urbanas da cidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo trata dos conceitos que serviram de base para a compreensão desse trabalho de mapeamento termohigrométrico, organizado em 3 subcapítulos, o primeiro descreve a natureza e as escalas do clima urbano, o segundo aborda o método do transecto móvel e o terceiro a respeito das anomalias termohigrométricas.

2.1 NATUREZA E ESCALAS DO CLIMA URBANO

Pode - se definir clima como a resultante de diversos elementos atmosféricos e ser caracterizado de acordo com a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, os movimentos das massas de ar, da precipitação entre outros (ROMERO, 2001).

Foi o trabalho de Howard (1833) realizado em Londres que deu início aos estudos científicos sobre clima urbano, ele constatou que a temperatura do ar era mais elevada dentro da cidade que em áreas rurais ao redor.

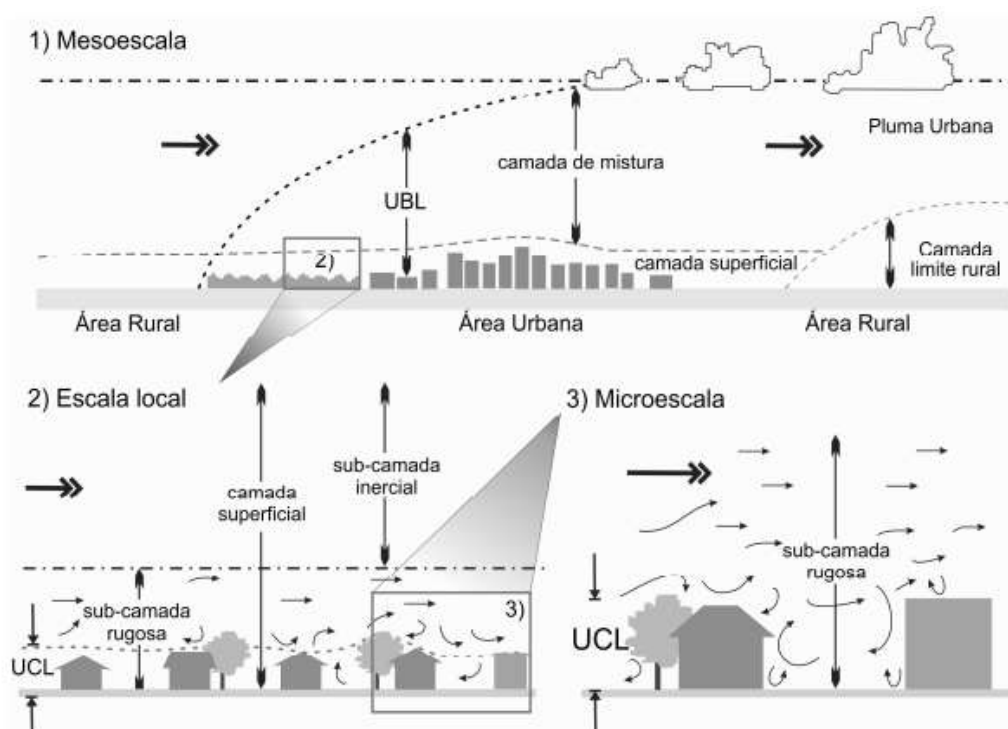


Figura 1 - Escalas Climáticas

Fonte: Adaptado do Oke (2006)

De acordo com Orlanski (1975) a classificação atmosférica da escala espacial e temporal podem ser denominadas segundo o grau de sua extensão horizontal, ver Figura 1, são elas: o macroclima, acima de 2000 km, que é geralmente determinado por um grupo de estações meteorológicas, o mesoclima, que está compreendido entre 2 a 2000 km e que são alterações meteorológicas devido à topografia local no macroclima da região e o microclima possuindo até 2 km que é devido à ação do homem no ambiente local.

Mais tarde, Oke (1984) definiu meteorologia urbana como sendo o estudo das características dos processos físicos, químicos e biológicos que operam para produzir ou modificar o estado da atmosfera nas cidades.

Oke (2006) informa também que a temperatura superficial e do ar podem variar vários graus em distâncias curtas, essas alterações formam o microclima. Define ainda, o clima local como sendo a mistura de características dos efeitos microclimáticos na vizinhança local, isto é, inclui características da paisagem como a topografia, mas exclui os efeitos da microescalas, geralmente é essa escala que as estações meteorológicas padrões são projetadas para monitorar.

Vários autores concordam que atividades antropogênicas como construção de prédios, estradas, emissão de poluentes entre outros geram alterações nos balanços de energia, massa, temperatura e demais variáveis climáticas. (LANDSBERG, 1981; OKE, 1982; 1987; 1988; KUTTLER, 1988; MONTEIRO, 2003).

Segundo Landsberg (1981), as características das superfícies urbanas que interferem nas condições climáticas locais são a rugosidade, que influencia a direção e velocidade dos ventos e a distribuição vertical da temperatura do ar; o albedo, que interfere na distribuição vertical da temperatura do ar; a capacidade calorífica e a condutividade dos materiais, que influenciam nas distribuições horizontal e vertical da temperatura do ar; e a permeabilidade, que está relacionada com o escoamento das águas pluviais.

O clima urbano definido por Monteiro (2003) é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, Andrade (2005) afirma que são interações entre os fatores urbanos com o clima regional e com o meio físico pré-existente.

A divisão vertical da atmosfera urbana proposta por Oke (1984, 1987 e 2004), ver Figura 2, abaixo de 300 m é amplamente adotada nos dias atuais. Ficando estabelecido que Urban Canopy Layer (UCL), em português chamada de Camada

Intra – Urbana, é o volume de ar entre os edifícios abaixo da superfície ativa urbana, grosseiramente denominada “nível dos telhados dos edifícios”, e que são profundamente afetados pelas condições do meio, pode-se traduzir UCL como sendo “atmosfera urbana inferior” (ALCOFORADO, 1992). Acima da superfície ativa tem-se a Urban Boundary Layer (UBL) denominada de Camada Limite Urbana, é a atmosfera urbana superior que integra a influência térmica de toda a cidade, podendo estender-se para sotavento da área urbana, formando a chamada “pluma urbana”. A camada inferior da UBL é a Roughness Sublayer (RSL), extensão onde o fluxo é influenciado pela rugosidade dos elementos individuais (STULL, 1988; ROTACH, 1999).

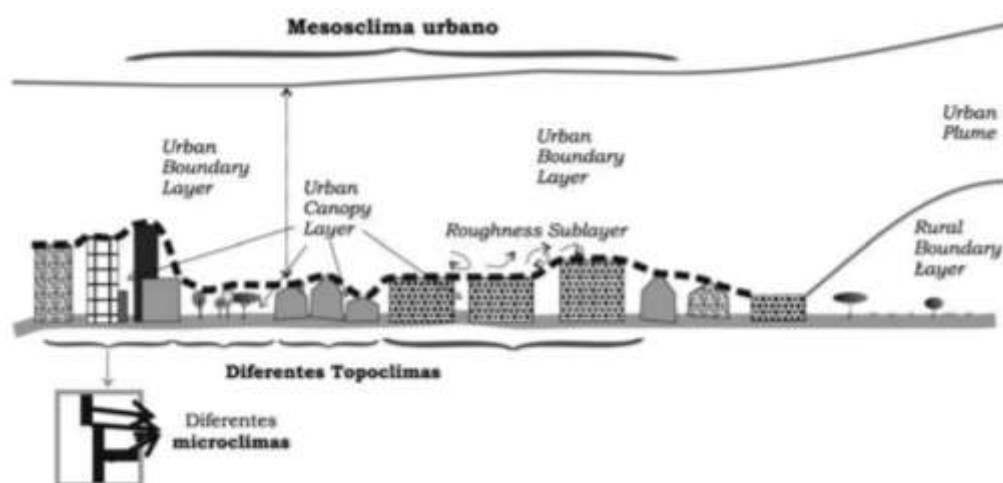


Figura 2 - Estratificação vertical da atmosfera urbana e escalas de análise

Fonte: Adaptado de Oke 2006

As trocas de calor e umidade nas áreas urbanas ocorrem na camada de cobertura urbana UCL, com altura média da rugosidade dos principais elementos denominada Z_h . A camada Roughness Sublayer se estende do solo até uma altura Z_r . Nas áreas densamente construídas e homogêneas, $Z_r = 1,5 Z_h$, mas nas áreas com baixa densidade, $Z_r = 4 Z_h$. Quando os instrumentos de medição estão localizados em alturas menores que Z_r , os dados referem-se aos microclimas. Quando estão em alturas maiores que Z_r , representam o clima local, pois registram os dados após estes se misturarem (SILVEIRA, 2007).

Oke (1984) apresentou a classificação das escalas climáticas para estudos do clima urbano numa tabela sobre morfologia urbana, apresentada na Tabela 1.

De acordo com Taesler (1986) para UCL deve-se analisar as diferenças entre a área rural e a urbana, para isso a coleta de dados climáticos deve-se dá por estações meteorológicas fixas, o órgão do governo no Brasil que realiza essa coleta é o IMET. Já nas variações locais, deve-se empregar a técnica de medidas móveis em transectos, combinadas com registros contínuos que são utilizadas para detalhar a distribuição da temperatura do ar horizontal.

Tabela 1 - Classificação das unidades da camada de cobertura urbana

Unidade	Espaço	Clima	Dimensão			Escala
			Altura	Comprimento	Largura	
Prédio	Prédio simples, árvore e jardim	Pluma ou sombra	10 m	10 m	10 m	Micro
Cânion	Rua, Vales de Edifícios e árvores	Circulação, Sombra, Bioclimatismo	10 m	30 m	30 m	
Quadra	Quarteirão, parques.	Climas de parques, Construção		0,5 km	0,5 km	
Zona de área construída	Residencial, comercial, industrial, etc.	Clima local, Ventos, Nuvens		5 km	5 km	Local
Cidade	Área urbana	Ilhas de calor, Circulação urbana, efeitos urbanos em geral		25 km	25 km	Meso

Fonte: Adaptado Oke 1984

2.2 MÉTODO DO TRANSECTO MÓVEL

Quando se realiza medidas de áreas abertas, sem o controle das variáveis e obtendo apenas uma pequena informação, oriunda de medidas pontuais do todo, tem que se ter a consciência de que os dados obtidos possibilitarão apenas uma amostra do que se pretende estudar (MOONEN et al., 2012).

No caso do estudo de variáveis climáticas, a técnica mais conhecida são as estações meteorológicas fixas, porém não há como verificar uma grande área, pois o custo com a instalação e manutenção dessas inúmeras estações seria alto e muitas das vezes inviável para grupos acadêmicos de pesquisa.

Assim, os pesquisadores ao longo do tempo inovaram criando inúmeras técnicas para analisar o comportamento térmico de um local ou até mesmo o conforto térmico de um usuário, seja por entrevistas ou por meio de aparelhos portáteis de baixo custo (HEWITT e JACKSON, 2003).

Desta forma, foi criado o método do transecto móvel, que passou a ser utilizado por vários pesquisadores que analisam o comportamento climático. Os dados obtidos por este método fornecem a distribuição horizontal das variáveis climáticas.

Esse método é considerado de baixo custo e bastante eficaz quando utilizado em estudos de climatologia.

De acordo com Krebs (1989):

“O método do transecto consiste em caminhar ao longo de um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos equidistantes. O comprimento do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo, do tempo disponível e da finalidade da amostra”.

Assim, para analisar o clima da malha urbana utilizando o método do transecto móvel deve-se utilizar um abrigo meteorológico para armazenar o aparelho que coletará os dados. O aparelho automático responsável por coletar os dados climáticos, tais como: temperatura do ar e umidade relativa do ar, será um sensor. O abrigo deverá ser levado por uma pessoa, que se movimenta a pé, ou acoplado a uma bicicleta, moto, automóvel, etc.

Além disto, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabeleceu algumas normas e alturas padrões para instalação dos instrumentos meteorológicos, desse modo se está realizando uma pesquisa científica deverá adaptar a estação ao recomendado pela OMM, dentro do possível e desejado.

A altura do sensor deverá estar compreendida entre 1,25 a 2,00 m acima do solo, com coletas sistemáticas, ou seja, padronizadas no tempo, além de uniformes devendo ser ininterruptas, ou seja, não falhar. No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET realiza as coletas às 12 h, 18 h e 00 h GMT (Greenwich Mean Time) correspondentes a 8 h, 14 h e 20 h horário local

O pesquisador deve percorrer trajetos pré-definidos, sempre no mesmo horário, para assim obter um banco de dados confiáveis. A coleta de dados com veículos requer que o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e do ponto final do

itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade que deve variar entre 20 e 30Km/h. (AMORIM, 2010).

Contudo, o método apresenta tanto vantagens quanto desvantagens de acordo com Fialho (2009, p.66), ver Figura 3.

Pontos Fixos		Transetos Móveis	
Vantagem	Desvantagem	Vantagem	Desvantagem
Permite observações simultâneas	Dificuldade em definir pontos representativos.	Descreve melhor a heterogeneidade do meio urbano	Refazer o percurso, algumas vezes com intuito de criar uma maior confiabilidade.
Favorece o registro temporal da ilha de calor.	Custo operacional e logístico.	Aumenta o número de pontos de coleta dentro da área de estudo.	Não é apropriado para grandes distâncias
	Preparar equipes para registro dos parâmetros e compatibilizar horários de leituras	Permite uma maior agilidade no processo de monitoramento	Restrito apenas a estradas de rodagem.
			Dificuldade de definir pontos representativos
			Não mensuração simultânea dos elementos do clima

Figura 3 – Vantagens e desvantagens no processo de mensuração por meio de pontos fixos ou transectos móveis

Fonte: FIALHO 2009

2.3 ANOMALIAS TERMO-HIGROMÉTRICAS

As ilhas de calor (IC), ilhas de frescor (IF), ilhas úmida (IU) e ilhas seca (IS) são anomalias que ocorrem na umidade relativa do ar e na temperatura do ar devido ao aquecimento diferenciado causados por diferentes uso e ocupação do ambiente urbano. (ALVES, 2010).

2.3.1 Ilha de Calor

Segundo Voogt (2004), ilha de calor urbana (ICU) (Urban Heat Island - UHI) é o nome dado para descrever o processo de aquecimento, tanto na atmosfera, quanto nas superfícies urbanas, quando comparado com as áreas de entorno, menos urbanizadas.

Landsberg (1981) afirmou que a ICU é a manifestação climática mais evidente da urbanização e sua extensão está relacionada à extensão das diferenças de temperatura do ar em função do tempo e do espaço.

O fenômeno ilha de calor possui dimensões horizontais, verticais e temporais. Suas características estão relacionadas com a natureza da cidade (tamanho, densidade de construções e uso do solo) e com as influências externas (clima, tempo e estações). (SANTOS, 2012).

As cidades têm uma área maior de superfície construída em relação às áreas rurais e, portanto, mais calor pode ser armazenado, durante o dia, a radiação solar aquece as superfícies e este calor é armazenado nos materiais urbanos, sendo liberadas no período noturno, por esse motivo altas temperaturas do ar são observadas.

As temperaturas de superfície são influenciadas pelas seguintes condições: período (dia ou noite), quantidade de água (seco ou úmido), cor (clara ou escura) e posição (sombreada ou exposta). Em consequência, a temperatura do ar corresponde ao aquecimento das superfícies, sendo que nas áreas das cidades a temperatura do ar é mais elevada do que em parques.

As principais causas são a relação entre altura dos edifícios (H) e largura das vias (W) (OKE, 1982), ver Figura 4, a mudança na propriedade dos materiais da superfície do tecido urbano e a redução no processo de evapotranspiração das plantas.

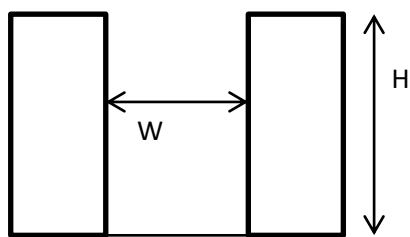


Figura 4 - Cânion urbano com altura média dos edifícios (H) e largura média da rua (W)

Fonte: Própria

Voogt (2004) afirma que as isotermas (linhas com mesma temperatura) seguem um formato de “ilha” nas áreas próximas aos centros urbanos, mostrando que as temperaturas do ar mais elevadas estão concentradas nos centros das cidades.

A ilha de calor urbana tem as seguintes possíveis causas (OKE, 1987; SANTAMOURIS, 2001), ver Figura 5.

1. Absorção e aprisionamento de radiação de ondas curtas do sol pelo baixo albedo (reflexão) dos materiais e por múltiplas reflexões entre edifícios e a superfície da rua;

2. Poluição do ar na atmosfera urbana absorve de onda curta e reemite radiação de onda longa para o ambiente urbano;

3. Obstrução do céu por edifícios resulta em uma diminuição da perda de calor por radiação de ondas longas do espaço entre os edifícios (cânion). O calor é interceptado pelas superfícies de obstrução, e absorvido ou irradiados de volta para o tecido urbano;

4. Calor antropogênico é liberado por processos de combustão, tais como o tráfego de veículos, equipamentos de arrefecimento e as indústrias;

5. Aumento do armazenamento de calor pelos materiais de construção com grande absorção térmica.

6. A evaporação das áreas urbanas é diminuída por causa de “superfícies impermeabilizadas” - materiais menos permeáveis, e menor ocorrência de vegetação em relação às áreas rurais. Como consequência, mais energia é absorvida na forma de calor sensível e pouca na forma de calor latente;

7. O transporte turbulento de calor no interior das ruas é diminuído por uma redução na velocidade do vento.

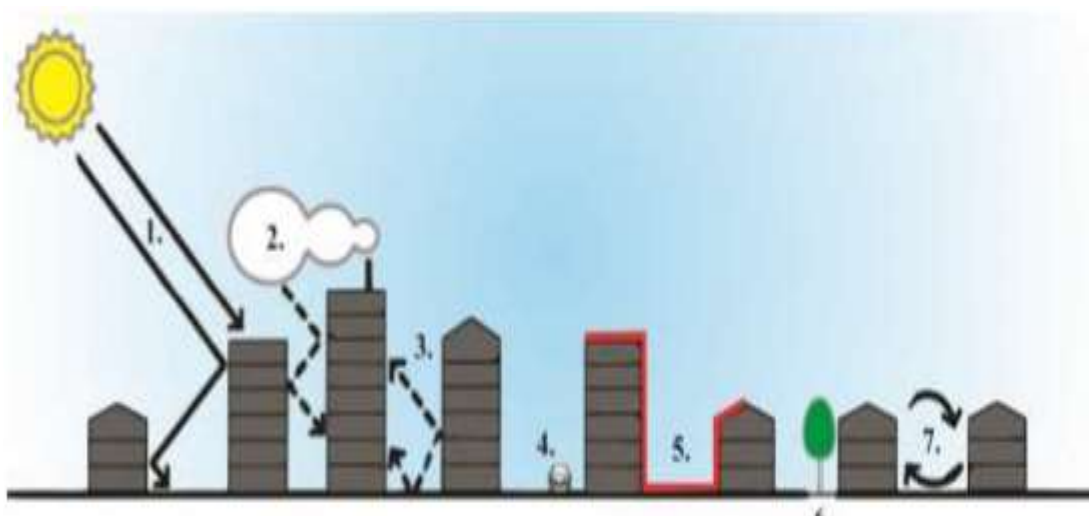


Figura 5 - Ilustração das causas da formação da ICU.

Fonte: ROSSETI (2013)

A Tabela 2 apresenta as várias hipóteses de formação da ilha de calor, relacionadas com as características da urbanização.

Tabela 2– Aspectos do balanço de energia associada as características da urbanização

Aspectos do balanço de energia alterados que causam anomalia térmica	Características da urbanização que favorecem as mudanças no balanço de energia
Aumento da absorção de radiação de ondas curtas	Geometria do cânion – aumento da área superficial e das múltiplas reflexões
Aumento da radiação de ondas longas da abóboda celeste	Poluição do ar – maior absorção e reirradiação
Redução da perda por radiação de ondas longas	Geometria do cânion - redução do fator de visão do céu
Fontes antropogênicas de calor	Perdas de calor dos edifícios e do trânsito
Aumento do acúmulo de calor sensível	Materiais de construção – aumento da admitância
Redução da evapotranspiração	Materiais de construção – aumento da impermeabilização
Redução do total de calor perdido por convecção	Geometria do cânion – redução da velocidade dos ventos

Fonte: Oke (1987)

Gomez e Garcia (1984) apud Brandão (2003) realizaram estudos em Madri, apresentando uma classificação da magnitude de ilhas de calor, em função da intensidade sendo agrupadas em categorias:

1. Fraca: com diferenças entre 0 a 2°C;
2. Moderada: com intensidade entre 2 a 4°C;
3. Forte: entre 4 a 6°C;
4. Muito Forte: com intensidade maior que 6°C.

Comparando-se as temperaturas do ar entre uma zona urbana e a zona rural adjacente, a principal característica é o reduzido resfriamento na área urbana no início da noite, ao tempo em que, na zona rural, a temperatura do ar diminui rapidamente após o pôr-do-sol.

As diferenças de temperatura do ar são maiores durante a noite, e durante o dia, as temperaturas rapidamente se igualam. A ilha de calor é mais intensa à noite, em situações de ventos fracos e céu descoberto, quando as diferenças entre os microclimas são mais evidenciadas (OKE, 1987).

2.3.2 Ilha de Frescor

As ilhas de frescor (IF) são anomalias térmicas que se caracterizam por apresentarem temperaturas do ar menores que seu entorno, sendo este fenômeno intimamente ligado a ação das áreas verdes, das lâminas d'água e dos parques urbanos (ALVES, 2010).

No processo de transpiração das plantas, ocorre a liberação do vapor d'água nos seus arredores, gerando uma perda considerável de energia. Com isso a vegetação urbana tem um papel fundamental no conforto térmico urbano, em que parques e praças, se transformam em ilhas de frescor, criando um mosaico urbano de microclimas (COLTRI, 2006).

A liberação de vapor de água faz com que haja uma perda de calor que varia de 0,7 a 7,4 MJ/m² em climas temperados. (JONES et al., 1990) A dissipação de energia está diretamente relacionada com a quantidade de água que evapora da superfície, estabelecendo o fluxo de calor sensível que varia conforme as estações do ano. (PEREZ et al., 2001)

2.3.3 Ilha de Umidade

A ilha úmida, também denominada de ilha de umidade, acontece quando se possui uma área arbórea ou ainda a presença de corpos hídricos. As ilhas existem quando determinado ponto possui uma taxa de umidade acima de outros pontos da área de estudo. Geralmente as ilhas úmidas estão intimamente ligadas às ilhas de frescor. (SANTOS, 2012)

2.3.4 Ilha Seca

As ilhas secas são o inverso das ilhas de umidade, aparecem, geralmente, pela falta de arborização ou de superfícies com lâmina de água, ocorrem normalmente em locais que apresentam uma configuração espacial extremamente antrópica, com edifícios, casas, comércio etc. (SANTOS, 2012).

As ilhas de calor se correlacionam com as ilhas secas, assim como, as ilhas de frescor se correlacionam com as ilhas de umidade, porque a umidade relativa é inversamente proporcional à pressão de saturação do vapor de água, que por sua vez é diretamente proporcional à temperatura do ar (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Amazonas está localizado na região Norte do Brasil, ocupando uma área absoluta de 1.577.820,2 Km², com localização geográfica 2°08'30" e 9°49'00" de latitude nos extremos norte e sul, e 56°04'50" e 73°48'46" de longitude nos extremos leste e oeste, respectivamente.

Neste grande território está parte da maior floresta equatorial do mundo, a Floresta Amazônica, com o clima equatorial úmido, temperaturas do ar acima de 25°C, altas taxas de precipitação pluviométrica e elevadas taxas de umidade relativa do ar. Porém, mesmo apresentando a maior biodiversidade do mundo, o solo é geralmente pobre em nutrientes.

3.1.1 Coari

Esta pesquisa teve como local de estudo a zona urbana e periférica do município de Coari, está localizado no Estado do Amazonas, ver Figura 6, e possui uma população de 83.929 habitantes, segundo o IBGE (2016). Coari ocupa uma área absoluta de 57.922 Km², situado entre os paralelos 4° 45' e 5° 05' de latitude sul e o meridiano de 63° 8' 34" a oeste de Greenwich, está contida na Zona Tropical, ficando relativamente próximo ao Equador.

A zona urbana está localizada próxima ao Rio Solimões entre os Lagos Coari e Mamiá, com uma altitude média de 46 m. Em 1932, Coari foi elevada à categoria de cidade e atualmente possui o segundo maior produto interno bruto do Amazonas. Essa posição deve-se à extração de petróleo e gás da base petrolífera de Urucu, que possui uma produção média de petróleo de mais de 50 mil barris e 10,36 mil metros cúbicos de gás natural por dia.

A região fica aproximadamente no centro geográfico do estado, no coração da floresta amazônica. O clima é equatorial quente e úmido, correspondendo à classificação de Köppen ao tipo Ami (PEEL et al., 2007), com precipitação pluvial anual igual ou superior a 2.000 mm e com médias anuais de temperatura do ar e umidade relativa de 27°C e 84%, respectivamente.



Figura 6 – Localização do município de Coari

Fonte Própria

Devido a sua beleza natural, Coari recebeu o título de “Rainha do Solimões”, sendo inclusive uma das cidades que mais apresenta prospecções de condições promissoras de desenvolvimento no Estado do Amazonas.

Coari foi criada definitivamente em 1932, quando ocorreu a sua desvinculação da cidade de Tefé. Em 1983 descobriu-se que no território de Coari havia uma reserva de petróleo e gás natural, em 1986 jorrou pela primeira vez o petróleo em Coari. Em 2009, começou a funcionar oficialmente tanto a Província Petrolífera de Urucu-Coari quanto o Terminal Aquaviário de Coari (ver Figura 7). A Petrobrás desmatou uma grande área, contudo a empresa adotou várias ações e programas mitigadores de impacto ambiental (ver Figura 8). Atualmente, Coari se mostra como um entreposto comercial e de serviços, sobretudo pela influência da implantação do polo de exploração de petróleo na Bacia do Rio Urucu (NEVES, 2005). Trata-se de um território diretamente impactado pelas atividades de exploração, extração e transporte de petróleo e gás natural realizada pela Petrobrás.



Figura 7 – Província Petrolífera de Urucu-Coari (a) e o Terminal Aquaviário de Coari (b)

Fonte Reprodução/Agência Petrobras



Figura 8 – Desmatamento e Reflorestamento de área de passagem do gasoduto

Fonte Reprodução/Agência Petrobras

3.1.2 Rio Amazonas

Em seu território há também a bacia hidrográfica do rio Amazonas, que possui a nascente nos Andes Peruanos e se estende até a foz no oceano Atlântico. Segundo o INPE, o Rio Amazonas é o maior rio do mundo tanto em extensão quanto em volume de água, possuindo 6.992,06 km, 140 Km a mais que o Nilo que possui 6.852,15 km.

No rio Amazonas há épocas de cheia e vazante que possui periodicidade anual, esse ciclo hidrológico é de grande importância para a região Amazônica, pois altera o funcionamento do clima regional e global (MARENGO, 2005; MARENGO, 2006).

O ciclo hidrológico dependerá do local a ser analisado, na capital do Amazonas, Manaus, o período de águas altas inicia no mês de maio, com um pico de cheia observado em junho e julho e indo até agosto, os rios secundários são conduzidos pelo regime do rio principal. Já as águas baixas são observadas entre os meses de setembro e outubro (FILIZOLA et al., 2006).

Variabilidades interanuais podem causar variações nas datas do início e fim do período chuvoso, o que consequentemente altera o fluxo de cheia e vazante da região. (MARENGO et al., 2001). As chuvas estão presentes o ano todo, com meses mais chuvosos, período de inverno, entre novembro e março e de seca, período de verão, de maio a setembro, os meses de abril e outubro são considerados meses de transição. (HOREL et al., 1989).

O período de águas altas é caracterizado por um pulso de inundação causando o transbordamento do canal principal do rio, inundando uma grande extensão da floresta Amazônica (Figura 9). As implicações decorrentes da regularidade de inundação, e da sua duração são de importância ecológica sendo de sua responsabilidade as modificações anuais do ambiente, determinando fases terrestres e aquáticas distintas. (JUNK, 1997).



(a)



(b)

Figura 9 – Cheia (a) e vazante (b) do Lago de Coari

Fonte: <http://mochileiro.tur.br>

3.1.3 Locais escolhidos para análise

Foram escolhidos como objetos de investigação 12 pontos, ver Figura 10, que estão distribuídos por toda a zona urbana e periférica de Coari. Com pontos nos bairros: Santa Efigênia, União, Ciganópolis, Naide Lins, Centro, Chagas Aguiar,

Duque de Caxias e Liberdade e nas zonas rurais: Estrada Coari Mamiá e Estrada Coari Itapeuá. Os bairros estão divididos conforme a Figura 11.



Figura 10 – Mapa de Coari com o trajeto e pontos

Fonte Google Earth

Coari só possui uma única Estação Micrometeorológica Urbana, que estava localizada no bairro do Tauá Mirin (Latitude: -4.08, Longitude: -63.13 e Altitude: 46.00), atualmente mudou-se para o aeroporto da cidade.



Figura 11 – Malha Urbana de Coari 2007.

Fonte: Prefeitura Municipal de Coari

3.2. METODOLOGIA DA COLETA

Nesta pesquisa, foram feitas medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar utilizando um transecto móvel no período de agosto de 2014 a janeiro de 2015, ver Tabela 3.

A estação fixa de Coari, realiza as coletas das 00 h, 12 h e 18 h, 3 dos 4 horários recomendados pela OMM. Assim, realizou-se a coleta por transecto nos mesmos horários, pois precisava-se de uma estação de referência.

Foi estabelecido como padrão dias com condições de tempo atmosférico com céu claro e ventos fracos (OKE, 1982), porém durante a maioria das medições havia a presença de nuvens, característica da região.

Durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2014, período com menor ocorrência de precipitação, foram coletados 5 dias de dados nos 12 pontos pré-definidos, com a obtenção de 7 dados em cada ponto. Porém, quando iniciou o período chuvoso, de novembro a janeiro, não foi possível coletar os 5 dias reduzindo para 3, nos meses de dezembro de 2014 e janeiro de 2015, a quantidade de pontos e dados permaneceram iguais.

Tabela 3 - Período de medição por transecto móvel

Mês	Dias	Período
Agosto	18, 21, 22, 23 e 24	Seco
Setembro	16, 18, 19, 21 e 23	Seco
Outubro	12, 16, 17, 18 e 23	Seco
Novembro	08, 10, 12, 29 e 30	Chuvoso
Dezembro	10, 13 e 18	Chuvoso
Janeiro	07, 08 e 13	Chuvoso

Escolheu-se pontos com diferentes usos e ocupações do solo, que formaram o seguinte trajeto, ver Figura 10, saindo do denominado ponto 1 e retornando para o mesmo ponto, passando por mais 11 pontos. O automóvel com a estação meteorológica acoplada, moveu-se em ordem crescente dos pontos, do ponto 1 para o ponto 12, e após finalizar a coleta no ponto 12 retornou para o ponto 1.

O automóvel sai do ponto 1, localizado numa rua de concreto, sem saída, num bairro residencial, em direção ao ponto 2 que possui uma rua de asfalto e serve de acesso entre 2 bairros, além de um igarapé em sua margem direita, seguindo para o ponto 3 que possui uma rua de asfalto e é um local isolado, quase sem tráfego de automóveis.

Continuando o percurso, o ponto 4 possui uma praça na sua margem esquerda e uma área aberta em sua margem direita, seguindo para o aeroporto, onde está o ponto 5 de coleta, uma área com árvores de um lado e aberta no outro.

Os pontos 6, 7, 8, 9 e 10 estão localizados em ruas de asfalto e possuem muito movimento de motos e carros, o ponto 6 está cercado de comércios e pelo único hospital do município, o Hospital Regional de Coari. O ponto 7 está a Catedral de Sant'Ana e São Sebastião, conhecida como igreja da Matriz. O ponto 8 é o centro comercial de Coari, o ponto 9 é a ponte do Chagas Aguiar e o ponto 10 uma rua com comércios e residências.

O ponto 11 está localizado numa rua de barro em um humilde bairro residencial e por fim o ponto 12 que fica a 2 km do município na estrada Coari – Itapeuá está em frente ao Instituto Federal do Amazonas *campus* Coari. O percurso finaliza no ponto 1 novamente.

O trajeto do transecto móvel percorreu 21,5 km abrangendo os 8 bairros além de 2 estradas, dependendo das condições locais de trânsito, o automóvel que levava o abrigo com o sensor, movimentou-se com uma velocidade média aproximada de 22 km/h. O trajeto era completado com 1 hora, independente do horário da coleta.

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

Para a realização do percurso utilizou-se um automóvel, no qual acoplou um abrigo meteorológico na janela traseira do lado do passageiro (lado direito), durante o percurso não se ultrapassava a velocidade de 40 Km/h, geralmente mantinha-se 30 Km/h como velocidade padrão. Ao chegar ao ponto de coleta parava-se o carro por um pouco mais de 1 minuto e meio, para assim obter mais de 7 dados confiáveis daquele ponto, descartou-se os dados iniciais que destoavam dos demais, pois consideramos o período de estabilização do aparelho.

Utilizou-se um sensor de temperatura do ar e umidade relativa de do ar e ponto de orvalho da marca Instrutherm, modelo HT-500, protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo, a 2,00m do solo (Figura 12a). A precisão do sensor de umidade é de $\pm 3\%$ operando em intervalo de 0 a 100% e o sensor de temperatura tem precisão de 1°C / $1,8^{\circ}\text{F}$ (-4 a 122°F / -20 a 50°C), com ciclo de medição de 10 segundos.

Simultaneamente, foi utilizado um GPS da marca Garmin, modelo etrex 10, que ia dentro do carro ao lado do motorista, obtendo-se assim, as coordenadas geográficas angular e UTM (Universal Transversa de Mercator), para precisão e

confiabilidade dos locais de medições dos pontos (Figura 12b). Os instrumentos foram sincronizados em ciclo de medição de 10 segundos, ou seja, para cada dado de temperatura do ar e umidade relativa do ar obteve-se a coordenada do ponto correspondente.

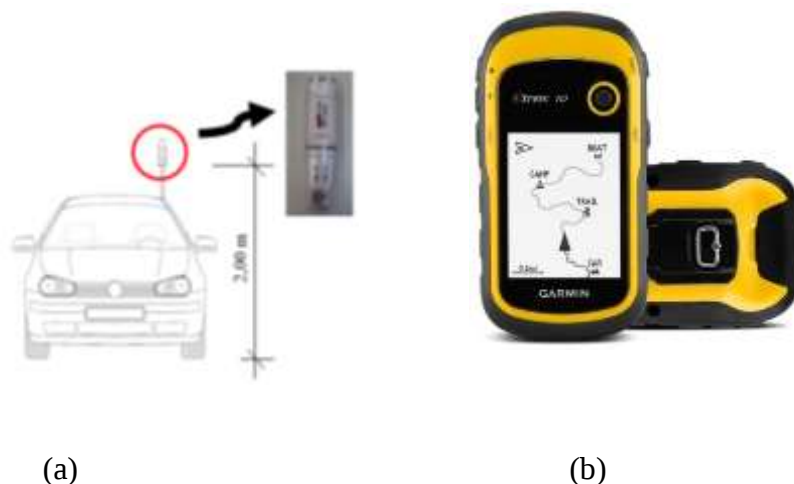


Figura 12 - Esquema de instalação do abrigo com o sensor (a) e o GPS (b)

Fonte: (a) Santos (2012), (b) @Garmin

3.3.1 Características dos pontos fixos de medição dos transectos móveis

Os pontos foram identificados na Tabela 4, utilizando o nome da rua, do bairro, a longitude, a latitude e altitude. As características serão o tipo de material que é feito a rua, a quantidade de árvores ao redor e a quantidade de fluxo de automóveis, que em sua grande maioria é composta por motos.

Para quantificar quantidade de árvores e o fluxo de automóveis vamos adotar escala de intensidade subjetiva.

Tabela 4 – Pontos de coleta e características de cada local.

	
Ponto 1 – Residencial Jardim Rebeca – Bairro Santa Efigênia Longitude: -63,140	

Latitude: -4,097
 Altitude: 41,47
 Rua de concreto
 Fluxo: muito pouco
 Árvores: muito poucas



Ponto 2 – Igarapé próximo a UEA – Bairro União

Longitude: -63,144
 Latitude: -4,097
 Altitude: 33,33
 Rua de asfalto
 Fluxo: moderado
 Árvores: poucas



Ponto 3 – Conjunto Caixa Econômica – Bairro Ciganópolis

Longitude: -63,156
 Latitude: -4,104
 Altitude: 43,88
 Rua de asfalto
 Rua sem acesso a outro bairro
 Fluxo: muito pouco

Árvores: poucas



Ponto 4 – Praça do Naide Lins – Bairro Naide Lins

Longitude: -63,148

Latitude: -4,104

Altitude: 43,88

Rua de asfalto

Fluxo: pouco

Árvores: muito poucas



Ponto 5 – Aeroporto – Estrada Coari – Mamiá

Longitude: -63,135

Latitude: -4,131

Altitude: 47,24

Rua de asfalto

Fluxo: pouco

Árvores: muitas



Ponto 6 – Hospital Regional de Coari – Bairro União

Longitude: -63,148

Latitude: -4,091

altitude: 41,47

Rua de asfalto

Fluxo: intenso

Árvores: poucas



Ponto 7 – Igreja da Matriz – Bairro Centro

Longitude: -63,142

Latitude: -4,085

Altitude: 42,44

Rua de asfalto

Fluxo: intenso

Árvores: muito poucas

	
Ponto 8 – Centro Comercial – Bairro Centro Longitude: -63,141 Latitude: -4,083 Altitude: 41,47 Rua de asfalto Fluxo: intenso Árvores: nenhuma	
	
Ponto 9 – Ponte Chagas Aguiar – Bairro Chagas Aguiar Longitude: -63,139 Latitude: -4,085 Altitude: 35,71 Rua de asfalto Fluxo: intenso Árvores: nenhuma	



Ponto 10 – Área comercial e residencial – Bairro Duque de Caxias

Longitude: -63,138

Latitude: -4,091

Altitude: 40,03

Rua de asfalto

Fluxo: moderado

Árvores: muito poucas



Ponto 11 – Área residencial – Bairro do Liberdade

Longitude: -63,134

Latitude: -4,097

Altitude: 52,53

Rua de barro

Fluxo: muito pouco

Árvores: poucas

	
Ponto 12 – Instituto Federal do Amazonas, Estrada Coari – Itapeuá, km 2. Longitude: 63,136 Latitude: -4,097 Altitude: 41,95 Rua de asfalto Fluxo: pouco Árvores: muitas	

3.4. - TRATAMENTO DOS DADOS

Após as coletas de dados das medições móveis, iniciadas em agosto de 2014 e finalizadas janeiro de 2015, foram feitas planilhas com os resultados adquiridos, separadas por ponto de coleta e por dia, além das informações provenientes do GPS.

A partir das coordenadas obtidas pelo GPS selecionou-se 7 dados de cada ponto de medição em diferentes ocupações do solo, o automóvel permanecia estacionado enquanto o sensor coletava automaticamente os dados a cada 10 segundos, gerando os dados num bloco de notas.

Comparando os horários do sensor e do GPS, separou-se 7 dados de cada ponto de coleta em uma nova planilha, com cada aba correspondendo a um horário de coleta.

Então, utilizando uma planilha eletrônica, calculou-se as médias das temperaturas do ar e umidades relativas do ar dos 7 dados de cada ponto e em seguida a média do mês. A quantidade de dados, de temperatura ou umidade, passou a ser 84 para cada horário de coleta.

Também, analisou-se os dados da Estação Meteorológica de Coari, correspondente ao mesmo período da coleta, utilizando o software QtiPlot, que fornece não somente os gráficos como também realiza análise estatística.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos resultados e discussões de todos os subsídios necessários as investigações da influência da ocupação do solo na variação termo higrométrica.

As etapas foram assim organizadas:

1. Caracterização microclimática do ano de 2014-2015;
2. Caracterização termo higrométrica utilizando-se transectos móveis.

4.1. CARACTERIZAÇÃO MICROMETEOROLÓGICAS DO ANO DE 2014 – 2015

A caracterização micrometeorológica em partes dos anos de 2014 e 2015 foi feita nesta pesquisa com o objetivo de descrever o comportamento do clima local nos meses de coleta. As variáveis consideradas foram: temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Na estação micrometeorológica de Coari, que utilizaremos como dados de controle, as coletas acontecem às 12h, 18h e 00h UTC - Tempo Universal Coordenado, que é correspondente a GMT, registrou-se máximas de temperatura do ar em dias diferentes para horários diferentes no período da coleta.

No período analisado, o mês de outubro apresentou os maiores valores pontuais de temperatura com 30,8°C, 36,6°C e 32,4°C nos horários de 12 h, 18 h e 00 h, respectivamente. Os menores valores pontuais de umidade foram registrados em setembro, sendo 62%, 39% e 45% nos horários de 12 h, 18 h e 00 h, respectivamente. Conforme registrado na Tabela 5:

Tabela 5 – Máximas e mínimas de temperatura e umidade

	12h		18h		00h	
Máxima de temperatura	30,8°C	31/10 01/11	36,6°C	01/10	32,4°C	01/10 01/11
Mínima de temperatura	23,4°C	09/08 17/01	24°C	04/12 17/01	23°C	16/12
Máxima de umidade	97%	30/12	94%	19/12	99%	15/11
Mínima de umidade	62%	05/09	39%	28/09	45%	06/09

Utilizando o software QtiPlot foram feitas as análises das variáveis climáticas do período estudado e mensal da Estação Meteorológica de Coari (Figura 13) obtendo-se a média, a mediana, o desvio padrão, o erro padrão e proporcionando o cálculo da coeficiente de variabilidade (CV) para cada mês, vamos considerar valores abaixo de 15% como baixa dispersão dos dados devido a alta representatividade da média dos valores, evidenciados nas Tabelas 6, 7 e 8 para dados de temperatura do ar e as Tabelas 9, 10 e 11 para a umidade relativa do ar.

Após as construções dos gráficos ficaram evidentes que os horários de 12 h eram os que possuíam, em sua maioria, os valores mais baixos de temperatura do ar e o horário das 18 h os de maiores valores de temperatura do ar em todos os meses analisados.

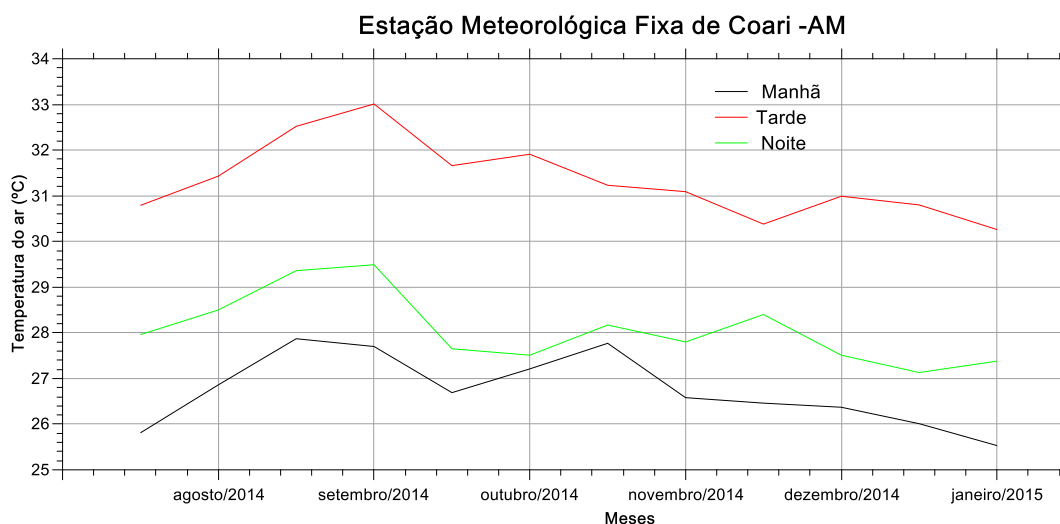
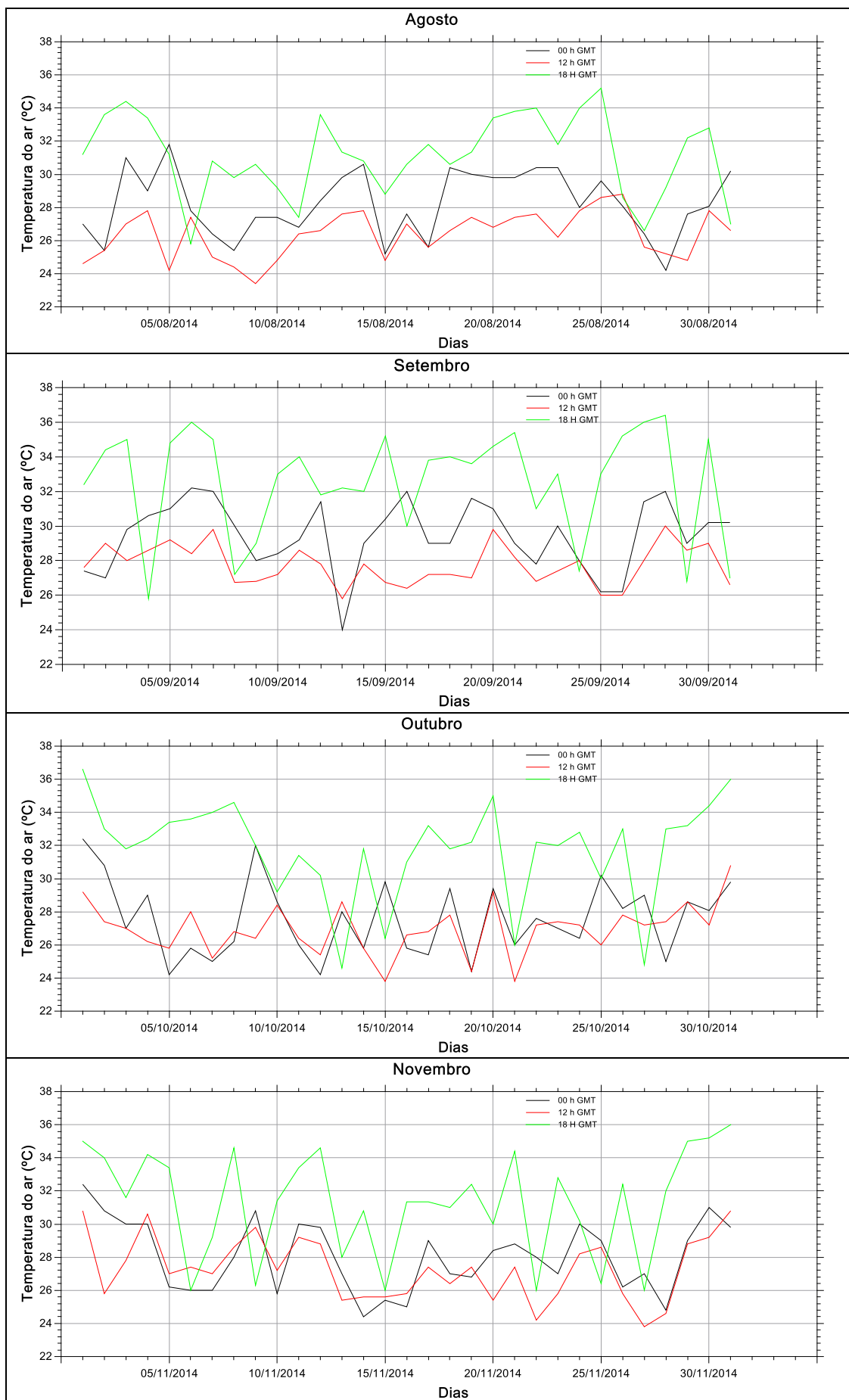


Figura 13 - Temperaturas do ar diárias de agosto 2014 a janeiro de 2015

Observam-se uma leve queda nos valores da temperatura do ar nos meses de dezembro e janeiro, que correspondem ao período chuvoso na região. O mês de setembro aparece como sendo o que possui as maiores médias de temperatura do ar e corresponde ao período de seca (Figura 14).



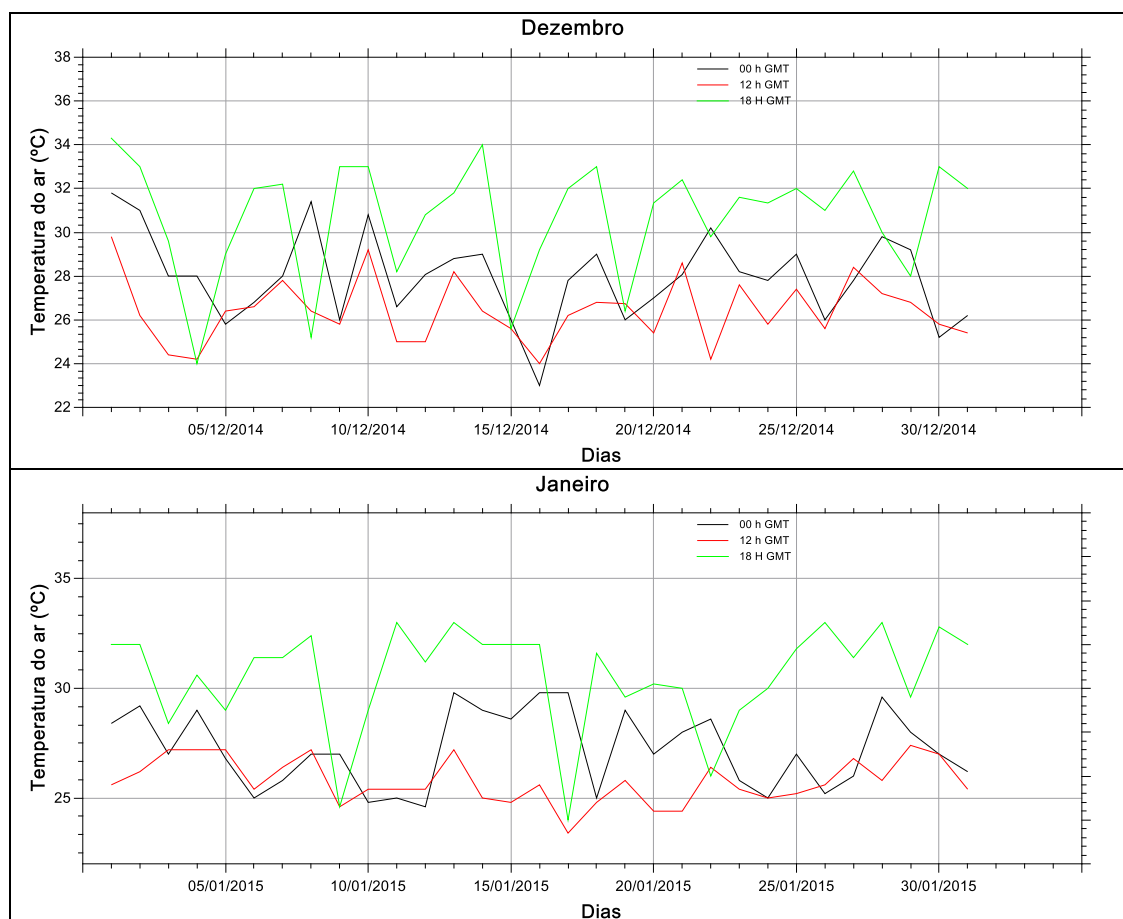


Figura 14 - Temperaturas do ar diárias de cada mês analisado

Tabela 6 – Cálculo estatístico da temperatura do ar para o horário das 0 h

Mês	média	mediana	desvio padrão	erro padrão	CV (%)
Agosto	28,178	28	1,984	0,362	7,0
Setembro	29,426	29,5	2,014	0,367	6,8
Outubro	27,582	27,6	2,257	0,405	8,1
Novembro	28,045	28	2,113	0,379	7,5
Dezembro	27,946	28	1,978	0,355	7,0
Janeiro	27,225	27	1,722	0,309	6,3

Tabela 7 – Cálculo estatístico da temperatura do ar para o horário das 12 h

Mês	média	mediana	desvio padrão	erro padrão	CV (%)
Agosto	26,346	26,6	1,434	0,261	7,8
Setembro	27,789	27,8	1,157	0,211	4,8
Outubro	26,961	27,2	1,555	0,279	8,9
Novembro	27,296	27,4	1,914	0,343	7,0
Dezembro	26,417	26,4	1,469	0,263	5,5
Janeiro	25,761	25,6	1,024	0,183	3,9

Tabela 8 – Cálculo estatístico da temperatura do ar para o horário das 18 h

Mês	média	mediana	desvio padrão	erro padrão	CV (%)
Agosto	31,262	31,3	2,368	0,432	7,5
Setembro	32,766	33,7	2,958	0,540	9
Outubro	31,793	32,2	2,961	0,531	9,3
Novembro	31,321	31,6	3,192	0,573	10,1
Dezembro	30,696	31,6	2,648	0,475	8,6
Janeiro	30,580	31,4	2,336	0,4195	7,6

Analisando os parâmetros de dispersão é possível afirmar que a coleta realizada às 12h é a mais uniforme, seguida pela 0 h. A coletada das 18 h é a mais desigual.

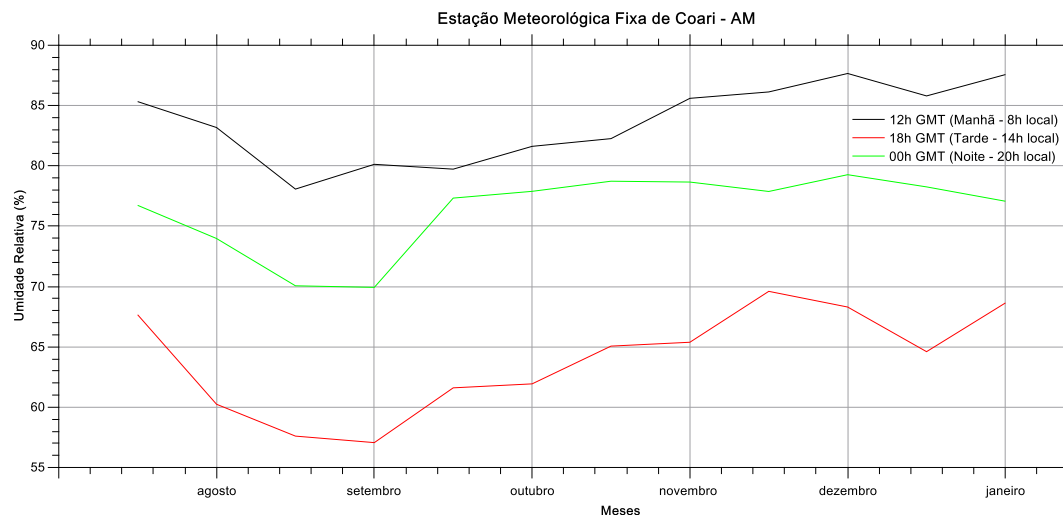
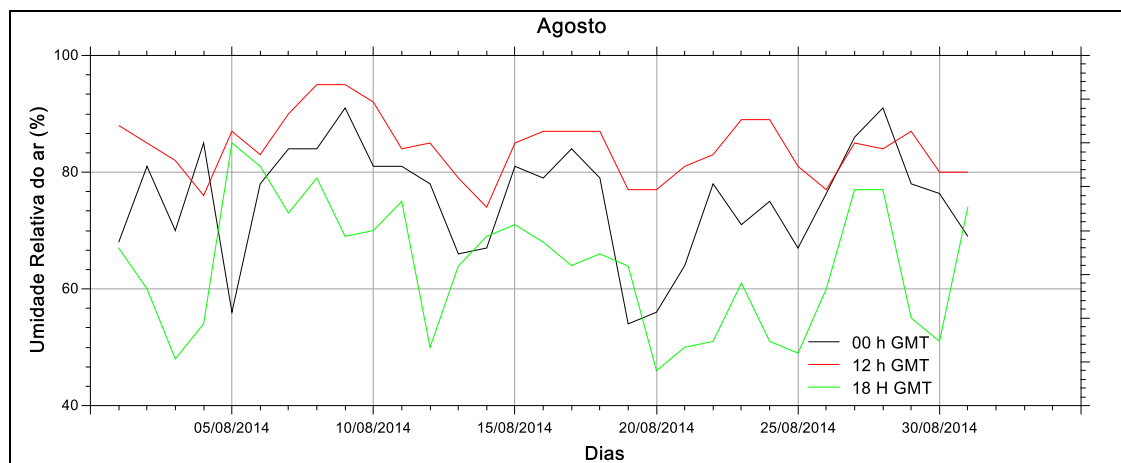
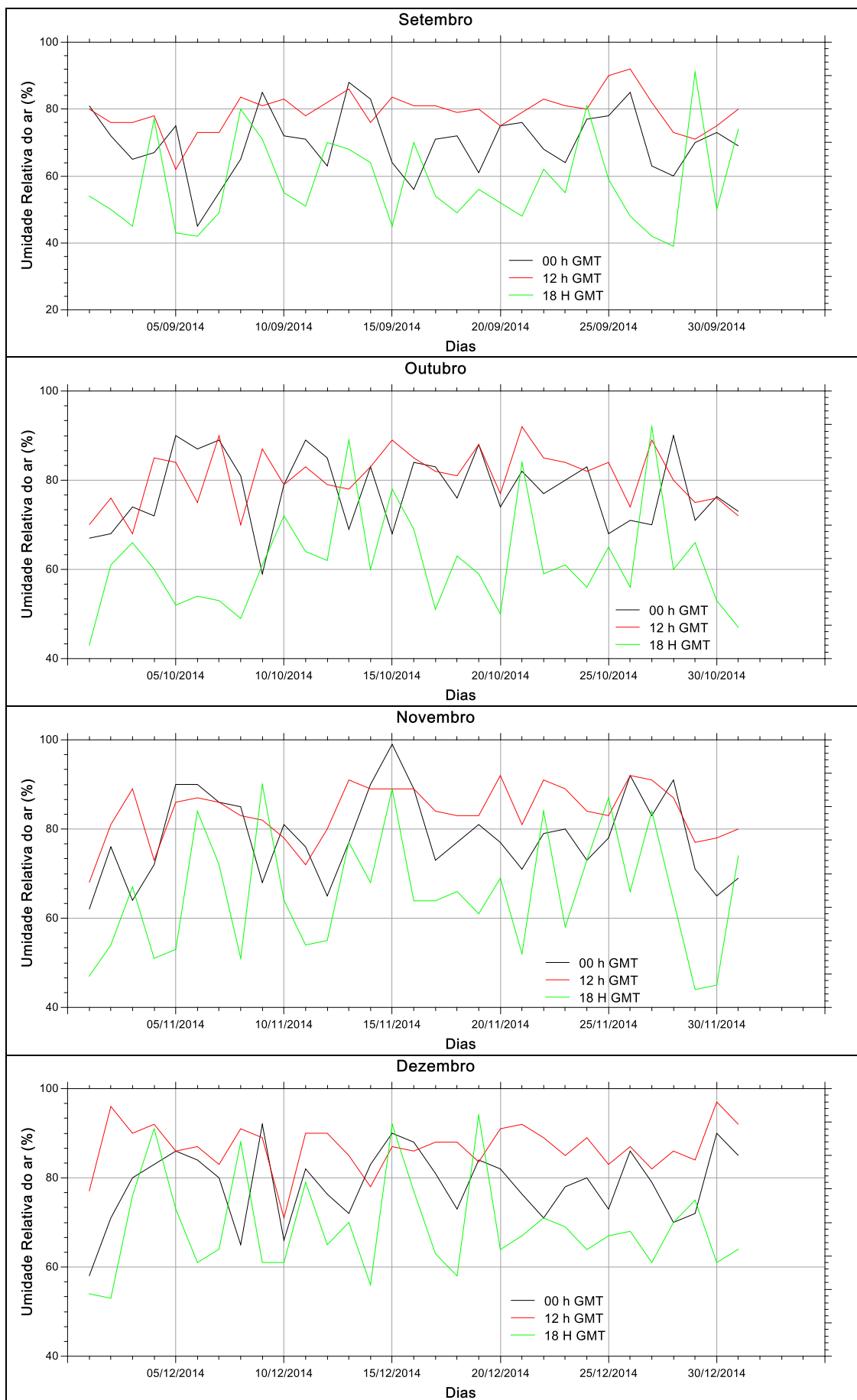


Figura 15 - Umidades diárias de agosto 2014 a janeiro de 2015

Ficam evidentes, a partir da Figura 15, que os horários de 18 h eram os que possuíam, em sua maioria, os valores mais baixos de umidade e o horário das 12 h os de maiores valores em todos os meses analisados.

Observam-se um leve aumento nos valores da umidade nos meses de novembro, dezembro e janeiro, que correspondem ao período chuvoso na região. O mês de setembro aparece como sendo o que possui os menores valores e corresponde ao período de seca (Figura 16).





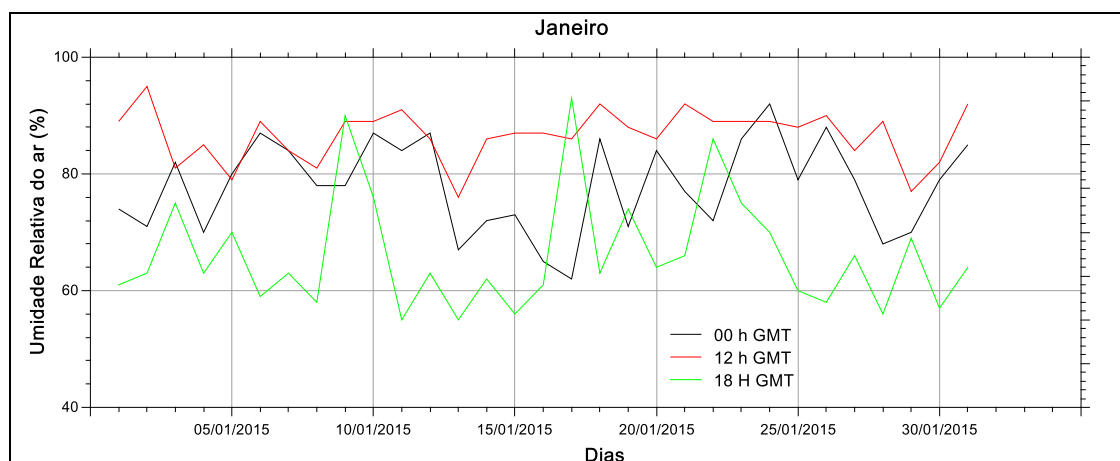


Figura 16 - Umidades diárias de cada mês analisado

Tabela 9 – Cálculo estatístico da umidade para o horário das 0 h

Mês	média	mediana	desvio padrão	erro padrão	CV (%)
Agosto	75,312	78	9,673	1,737	12,84
Setembro	69,967	71	9,568	1,718	13,66
Outubro	77,623	77	8,210	1,474	10,57
Novembro	78,516	77	9,348	1,679	11,89
Dezembro	78,602	80	8,017	1,439	10,19
Janeiro	77,967	79	7,816	1,403	10,01

Tabela 10 – Cálculo estatístico da umidade para o horário das 12 h

Mês	média	mediana	desvio padrão	erro padrão	CV (%)
Agosto	84,225	85	5,314	0,954	6,3
Setembro	79,133	80	5,692	1,022	7,19
Outubro	80,709	82	6,309	1,133	7,8
Novembro	83,548	84	6,448	1,158	7,7
Dezembro	86,921	87	5,337	0,958	6,13
Janeiro	86,677	88	4,482	0,805	5,13

Tabela 11 – Cálculo estatístico da umidade para o horário das 18 h

Mês	média	mediana	desvio padrão	erro padrão	CV (%)
Agosto	63,832	64	11,081	1,990	17,35
Setembro	57,870	54	13,408	2,408	23,15
Outubro	61,774	60	11,566	2,077	18,71
Novembro	64,638	64	13,732	2,466	21,24
Dezembro	68,929	67	10,837	1,946	15,71
Janeiro	66,161	63	9,876	1,773	14,91

Para o horário das 18 h verificou-se que há uma média dispersão dos dados, pois os valores de coeficiente de variabilidade estão acima dos 15%. Para os demais horários verificou-se a homogeneidade dos dados.

4.2 CARACTERIZAÇÃO TERMO-HIGROMÉTRICA

Como já foi dito, o equipamento utilizado para a coleta de dados foi o considerado mais barato e prático, o transecto móvel, pois era inviável manter 12 estações fixas de coleta, uma em cada ponto que desejava-se analisar.

Assim, utilizou-se um abrigo meteorológico, construído na Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, e disponibilizado, pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da UFMT, de forma gratuita para a realização da pesquisa no município de Coari – AM, dentro foi instalado um sensor que coletava a temperatura do ar e umidade relativa do ar a cada 10 segundos.

O abrigo, com o sensor, foi acoplado em um automóvel que percorreu o mesmo trajeto em todos os dias de coleta no espaço urbano e periferia do município, o automóvel permaneceu estacionado por mais de 1 minuto e meio em cada ponto de coleta, para assim obter dados confiáveis.

Não se realizou a correção dos resultados da coleta de dados, pois a coleta no ponto 12 foi realizada dentro do intervalo de 1 hora, considerando o tempo gasto para sair do ponto 1 e chegar no ponto 12, porém passa de 1 hora se considerar o tempo para retornar ao ponto 1 novamente.

Utilizando o software Sufer 14 construiu-se os gráficos da rota percorrida com as altitudes correspondentes (ver Figura 17) e as distribuições de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Finalmente, foi feita a classificação da magnitude das ilhas de calor pelo proposto por Gomez & Garcia (1984) apud Brandão (2003), que agrupa ilhas de calor em categorias conforme a amplitude térmica, sendo feita para cada dia de medição e para cada horário e posterior análise por meio de mapas termohigrotérmicos dos dias de ocorrência de magnitude.

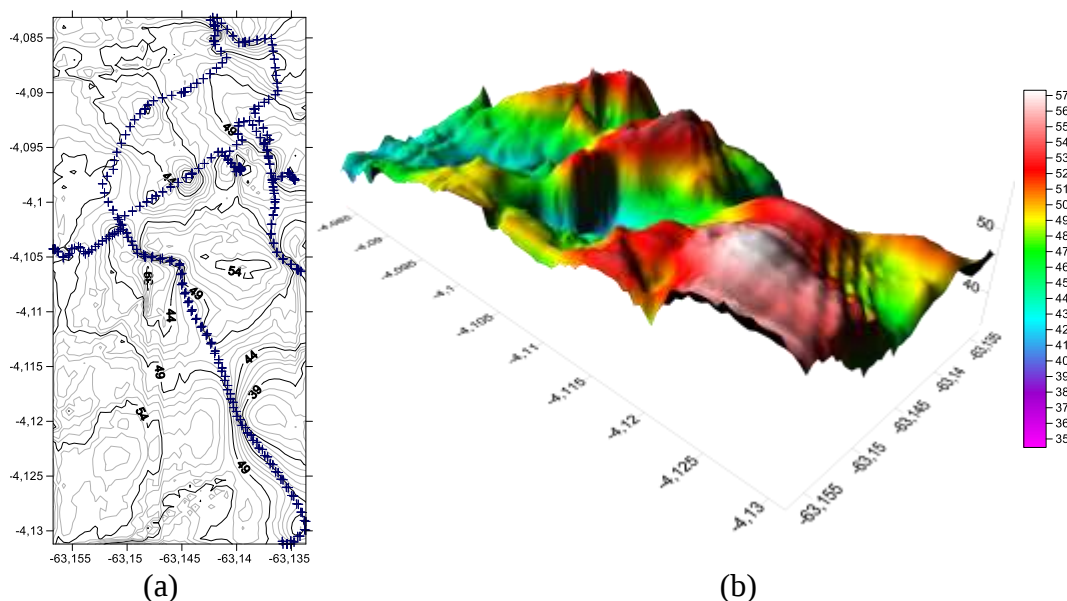


Figura 17 – Mapa da Trajetória (a) e da altitude (b)

Para os gráficos de temperatura do ar (Figuras 18, 20 e 22) e umidade (Figuras 19, 21 e 23) o eixo horizontal corresponde aos pontos de coleta, de 1 a 12, e

o eixo vertical os meses do ano sendo 8, 9, 10, 11, 12 e 13, agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro de 2014 e janeiro de 2015, respectivamente.

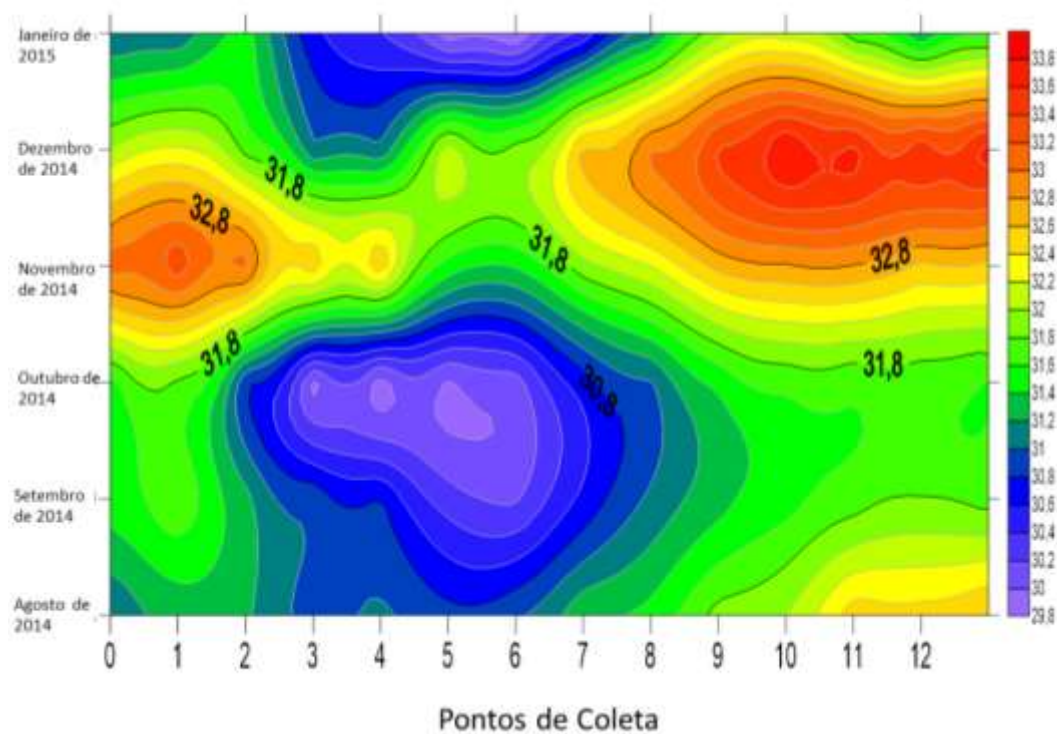


Figura 18 – Distribuição de temperatura do ar às 12 h GMT

Verificou-se que no período da manhã, Figura 18, em ambientes com características de áreas periféricas, pontos 3, 4 e 5, a temperatura do ar é inferior aos demais pontos de coleta, fazendo com que a temperatura do ar seja minimizada nestas áreas.

Observa-se ainda que a partir do ponto 7 a temperatura do ar aumenta e que no ponto 12, mesmo sendo em área rural, não apresenta baixos valores de temperatura do ar, ou por ser o último a ser coletado, ± 1 hora de diferença do ponto 1, ou porque está distante do Lago ou do Rio que circundam o município.

Em média, o ponto 10 foi o que obteve a maior temperatura do ar para o período analisado, as diferenças de temperaturas do ar entre o ponto 10 e os pontos 5 e 6, apresentou um acréscimo em torno de $1,55^{\circ}\text{C}$, quando comparamos o ponto 10 com o ponto 7 o acréscimo diminuiu para 1°C , configurando-se a formação de ilha de calor na cidade de magnitude fraca.

Fazendo-se uma análise por mês, dezembro apresentou as manhãs temperaturas do ar mais altas, com média de $32,61^{\circ}\text{C}$ e desvio padrão de 1°C , seguindo do mês de novembro com média de $32,45^{\circ}\text{C}$ e desvio padrão de $0,5^{\circ}\text{C}$ enquanto nos meses agosto, setembro, outubro e janeiro as médias foram de $31,58^{\circ}\text{C}$,

31,15°C, 30,92°C e 31,01°C, e o desvio padrão de 0,64°C, 0,56°C, 0,75°C e 0,74°C, respectivamente.

Realizando a comparação das médias de temperatura do ar por intervalo de confiança verifica-se certa similaridade entre os meses analisados (Tabela 12).

Tabela 12 – Intervalo de confiança para temperaturas do ar coletadas às 12 h GMT

Mês	Média (°C)	Intervalo de Confiança 95%	
		Limite Inferior (°C)	Limite Superior(°C)
Agosto/14	31,58	31,23	31,93
Setembro/14	31,15	30,85	31,46
Outubro/14	30,92	30,79	31,07
Novembro/14	32,45	32,15	32,76
Dezembro/14	32,61	32,06	33,16
Janeiro/15	31,01	30,61	31,41

Analisando-se a umidade relativa no período da manhã (Figura 19), observou-se que o mês mais úmido foi janeiro com média de 73,25%, os demais meses se mantiveram com médias abaixo de 70% (ver Tabela 13).

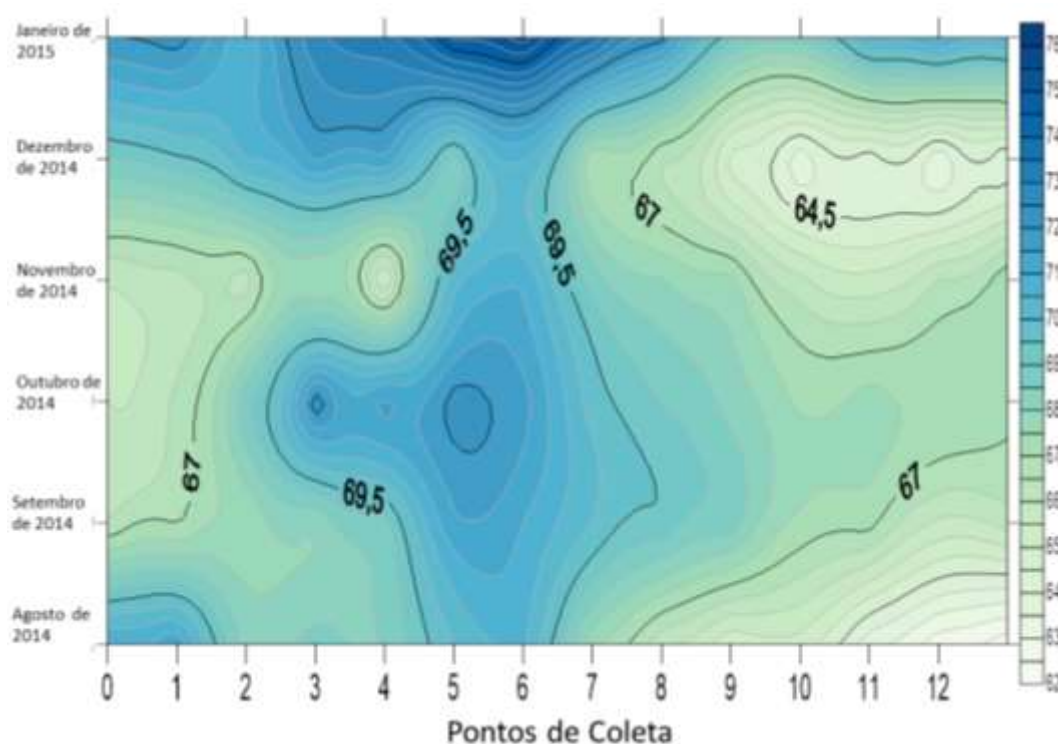


Figura 19 – Distribuição de umidade às 12 h GMT

As manhãs do mês de agosto apresentaram a menor média de umidade relativa com 66,94%, porém não foi seguida por setembro, média de 68,36%, mas sim por dezembro com média de 67,37%, o que mostra a não mudança padronizada, e justifica o porquê do Amazonas só possuir duas estações, inverno e verão.

Observa-se que o ponto com maior média de umidade estava localizado na frente do hospital, ponto 6, com 71,78% seguido dos pontos 5, 3 e 4 como médias 71,38%, 70,21% e 69,84%, acredita-se que por influência de áreas com

características de zonas periféricas, sem canyons urbanos e vegetadas, porém o mesmo não ocorreu no ponto 11 e 12 que são rodeados por floresta e que apresentaram média de 66,55% e 66,23%, respectivamente.

Outra importante observação foi o fato de que o ponto 9, localizado na ponte do Chagas Aguiar, não ter tido a maior média de umidade, mesmo sem água embaixo da ponte devido a vazante do rio, o ponto é muito próximo ao Lago de Coari.

Em média, os pontos 4, 5 e 6 apresentaram um acréscimo de umidade relativa do ar de até 5,5% em relação aos pontos 11 e 12, configurando-se a formação de ilha de frescor na cidade.

Realizou-se a comparação das médias de umidade relativa do ar por intervalo de confiança do período estudado (Tabela 13).

Tabela 13 – Intervalo de confiança para umidades coletadas às 12 h GMT

Mês	Média	Intervalo de Confiança 95%	
		Limite Inferior	Limite Superior
Agosto/14	66,948	65,29	68,602
Setembro/14	68,364	67,42	69,304
Outubro/14	69,266	68,13	70,404
Novembro/14	67,471	66,52	68,42
Dezembro/14	67,376	65,65	69,106
Janeiro/15	72,93	70,94	73,25

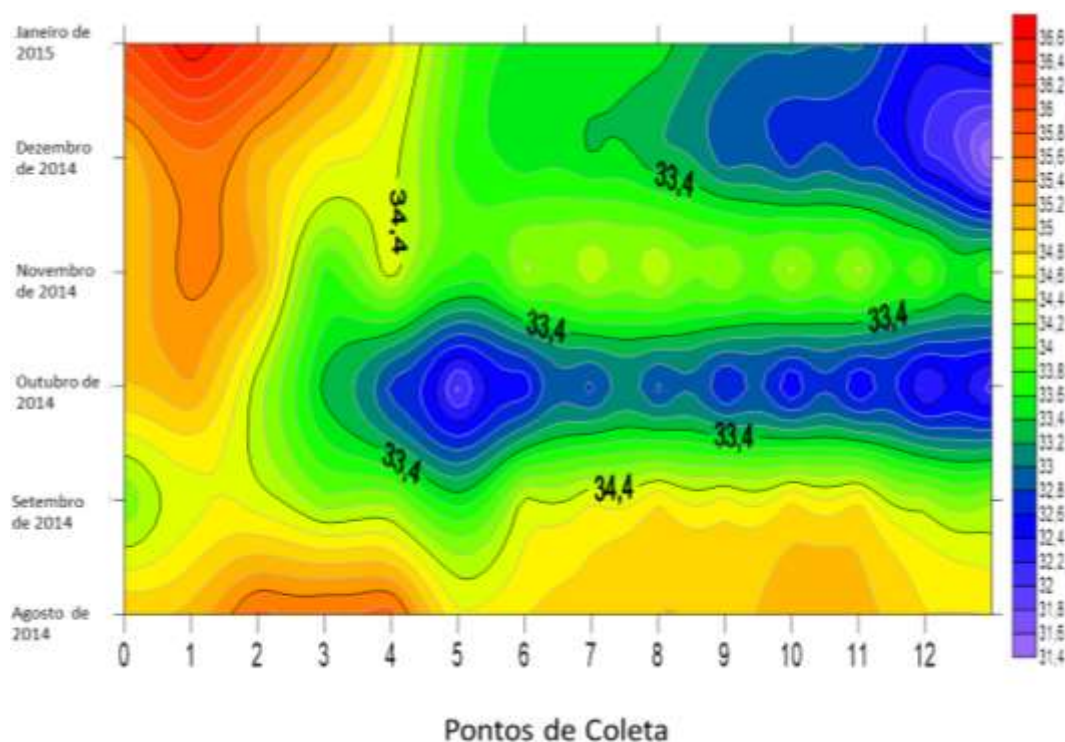


Figura 20 – Distribuição de temperatura do ar às 18 h GMT

Verificou-se que no período da tarde coariense, Figura 20, o fluxo de calor armazenado em ambientes com características de áreas periféricas, pontos 3, 5 e 12, são os que possuem temperaturas do ar inferiores aos demais, fazendo com que a temperatura do ar seja minimizada nestas áreas.

Observa-se ainda que em setembro houve a formação de uma “ilha fria” no bairro Ciganópolis, fato que não ocorreu nos outros meses analisados. Porém voltou a ocorrer no aeroporto no mês de outubro. O ponto 12 apresentou no período da tarde, a tendência de diminuição da temperatura do ar.

Em média, o ponto 2 foi o que obteve a maior temperatura do ar para o período analisado, as diferenças de temperaturas do ar entre o ponto 2 e os pontos 9, 10 e 11, apresentou um acréscimo em torno de 1,43°C, porém a maior diferença foi com o ponto 12, 1,84°C, quando comparamos o ponto 2 com os demais pontos, somente o ponto 4 apresenta um acréscimo menor que 1°C.

Fazendo-se uma análise por mês, percebe-se uma diminuição na temperatura do ar média no mês de outubro, que é considerado verão, e os meses de dezembro e janeiro, que são inverno, apresentou as tardes mais frias que agosto e setembro.

A média mais alta de temperatura do ar foi no mês de agosto com média de 33,49°C e desvio padrão de 0,37°C, o menor desvio calculado. O maior desvio calculado foi no mês de janeiro, 1,32°C.

Realizou a comparação das médias de temperatura do ar por intervalo de confiança verifica-se certa similaridade entre os meses analisados (Tabela 14).

Tabela 14 – Intervalo de confiança para temperaturas do ar coletadas às 18 h GMT

Mês	Média	Intervalo de Confiança 95%	
		Limite Inferior	Limite Superior
Agosto/14	33,49	33,29	33,69
Setembro/14	32,89	32,68	33,09
Outubro/14	31,41	30,89	31,92
Novembro/14	32,82	32,54	33,11
Dezembro/14	32,01	31,36	32,66
Janeiro/15	32,51	31,79	33,23
Janeiro/15	32,51	31,79	33,23

Analisando-se a umidade relativa no período da tarde (Figura 21), observou-se que o mês mais úmido foi dezembro com média de 63,01%, e o mês mais seco foi agosto com média de 52,13%, os demais meses se mantiveram com médias entre 61,94% a 54,32% (ver Tabela 15).

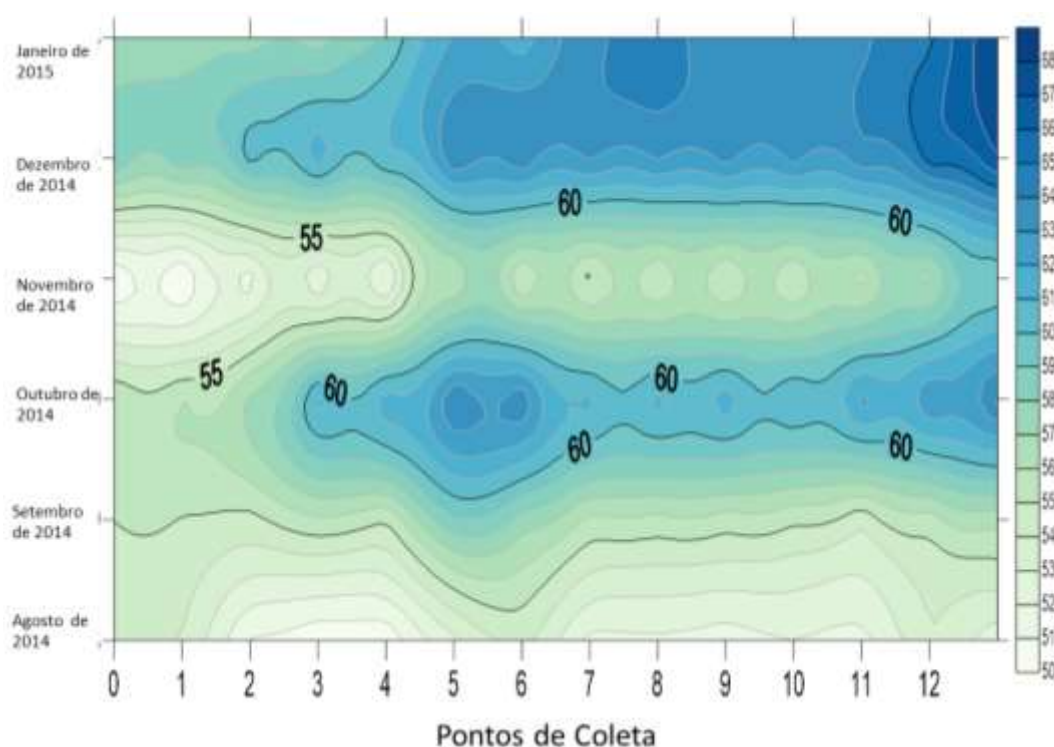


Figura 21 – Distribuição de umidade às 18 h GMT

Novamente não houve regularidade na diminuição e acréscimo da umidade. O mês de agosto não foi seguido do mês de setembro, o que reforça o fato das estações do ano de Coari não serem bem definidas.

Observa-se que os pontos com as maiores médias de umidade estavam localizados na zona rural, aeroporto e IFAM, correspondentes aos pontos 5 e 12, com 59,63% e 59,87%, respectivamente. O ponto 6 continuou com uma alta umidade, 59,31%.

Os pontos com tardes secas foram 2, 3 e 4 como médias 55,40%, 56,45% e 56,36%, também foram os primeiros a serem coletados, são distintos em uso e ocupação do solo, porém próximos um do outro.

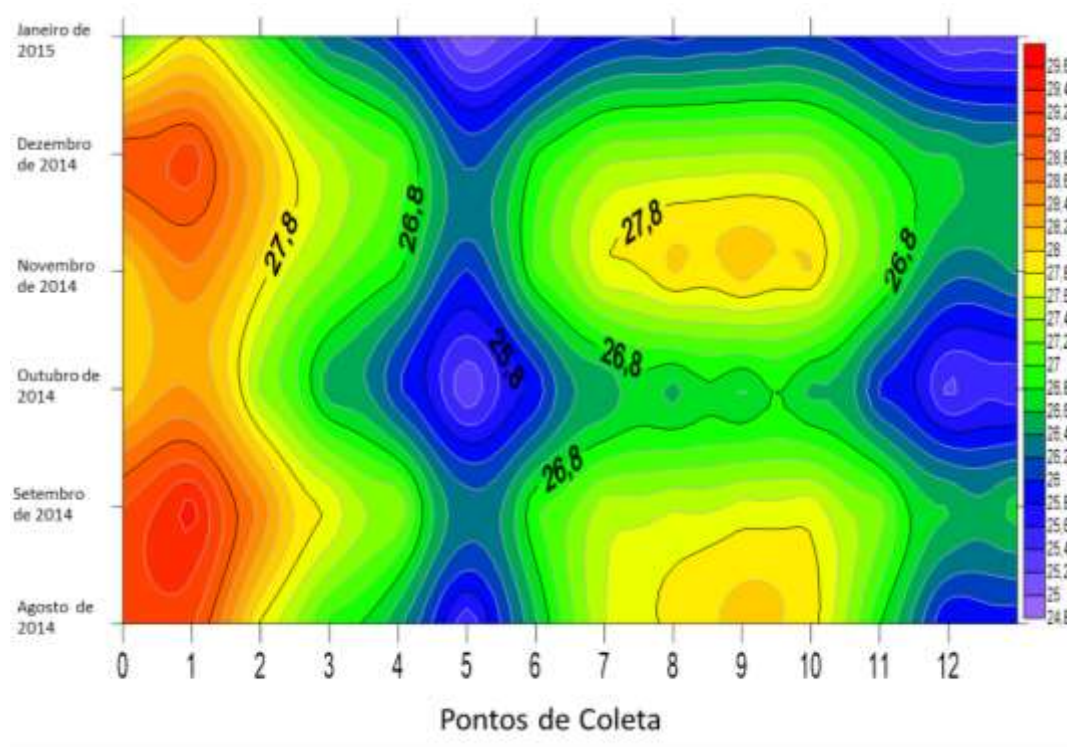
Os pontos de coletas localizados no aeroporto e no hospital sempre mantêm índices de umidade acima dos demais. Os pontos localizados na catedral, centro e ponte não possuem umidade alta nem baixa, pois apesar de estarem localizados muito próximos ao Lago de Coari, também são os que possuem o maior tráfego de automóveis.

Em média, os pontos 7, 8, 9, 10 e 11 apresentaram um acréscimo de umidade relativa do ar de até 1% em relação ao ponto 5, já os pontos 1, 2, 3 e 4 possuem acréscimo de mais de 3% em relação ao ponto 5.

Realizou-se a comparação das médias de umidade relativa do ar por intervalo de confiança do período estudado (Tabela 15).

Tabela 15 – Intervalo de confiança para umidades coletadas às 18 h GMT

Mês	Média	Intervalo de Confiança 95%	
		Limite Inferior	Limite Superior
Agosto/14	52,13	51,40	52,87
Setembro/14	55,75	55,08	56,42
Outubro/14	61,47	60,16	62,79
Novembro/14	54,32	52,99	55,66
Dezembro/14	63,01	61,83	64,20
Janeiro/15	61,94	60,16	63,72

**Figura 22** – Distribuição de temperatura do ar às 00 h GMT

Verificou-se que no período noturno, Figura 22, o fluxo de calor armazenado em ambientes da zona rural, pontos 5 e 12, é inferior aos demais, fazendo com que as temperaturas do ar sejam menores nestas áreas.

Observa-se ainda que a partir do ponto 7 a temperatura do ar aumenta até o ponto 10, que são locais com grande fluxo de automóveis e com comércio intenso, nota-se ainda que o ponto 9 vem sempre evidenciado uma alta temperatura do ar.

O ponto 1, informa a maior temperatura do ar, o local de coleta deste ponto está num pequeno canyon urbano com casas de aproximadamente 3 metros de altura em ambos os lados, uma rua sem saída e sem corredor de vento.

Em média, o ponto 1 foi o que obteve a maior temperatura do ar, 28,75°C, para o período analisado, as diferenças de temperaturas do ar entre o ponto 1 e os pontos 5 e 12, apresentaram um acréscimo em torno de 3°C, quando comparamos o

ponto 1 com os pontos 3, 7, 8, 9 e 10 o acréscimo diminui para 1,5°C, aproximadamente.

Fazendo-se uma análise por mês, os meses de setembro, novembro e dezembro foram os que apresentaram as maiores temperaturas do ar, com média entorno de 32,37°C e desvio padrão por volta de 0,8°C, seguidos pelos meses de agosto, outubro e janeiro, com médias conforme a Tabela 16.

Tabela 16 – Intervalo de confiança para temperaturas do ar coletadas às 00 h GMT

Mês	Média	Intervalo de Confiança 95%	
		Limite Inferior	Limite Superior
Agosto/14	27,07	26,49	27,65
Setembro/14	27,52	27,07	27,97
Outubro/14	26,28	25,81	26,76
Novembro/14	27,34	26,90	27,78
Dezembro/14	27,27	26,85	27,69
Janeiro/15	25,93	25,51	26,34

Analizando-se a umidade relativa no período noturno (Figura 23), observou-se que o mês mais úmido foi janeiro, com média de 86,05%, seguido por outubro com 85,69%, os demais meses se mantiveram com médias abaixo de 84,3% (ver Tabela 17).

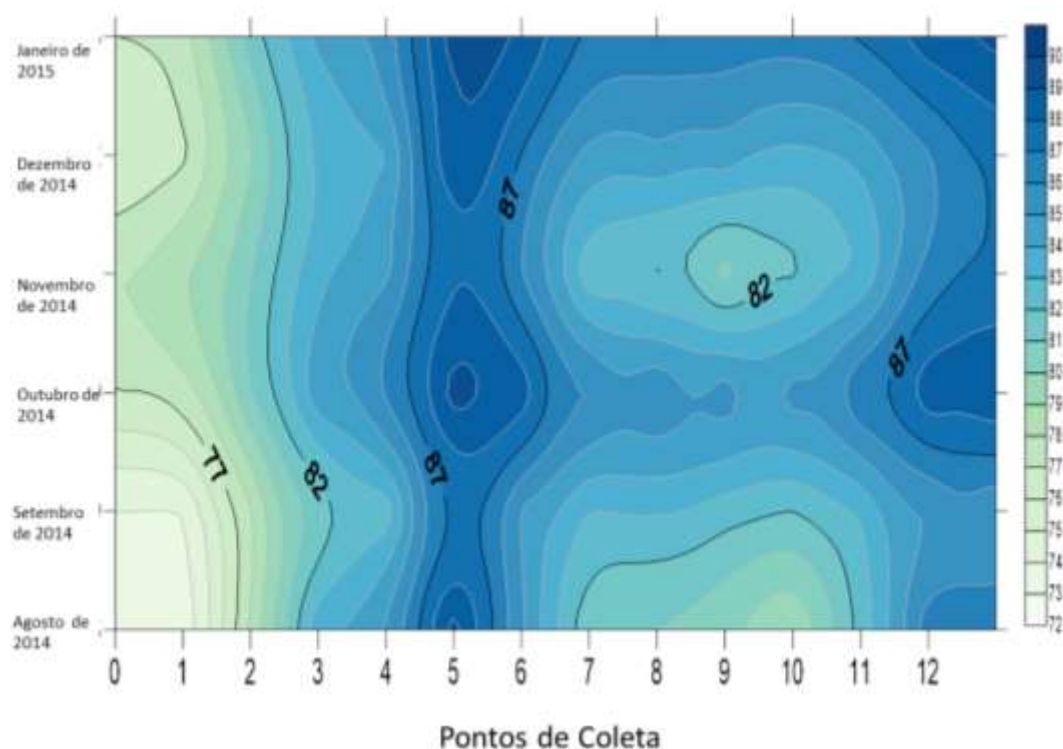


Figura 23 – Distribuição de umidade relativa do ar às 00 h GMT

Observa-se que o ponto com a maior média de umidade relativas do ar permanece sendo o ponto 5 (88,73%), seguido pelos pontos 12 (86,84%) e 6 (86,76%).

Os pontos com menores valores médios de umidade relativa do ar foram, em ordem decrescente, 11, 4, 7, 8, 9, 3, 10, 2, e 1 como médias que variam de 84,47% a 76,36%.

As maiores diferenças foram entre os pontos 1 e 2 com o ponto 5 com valor de 12 % e 8,85%, respectivamente, e a menor diferença foi entre os pontos 5 e 6 com 2%. Os demais pontos obtiveram diferenças com o ponto 5 variando de 4,09 a 5,67%.

Realizou-se a comparação das médias de umidade relativa do ar por intervalo de confiança do período estudado (Tabela 17).

Tabela 17 – Intervalo de confiança para umidades relativas do ar coletadas às 00 h GMT

Mês	Média	Intervalo de Confiança 95%	
		Limite Inferior	Limite Superior
Agosto/14	82,44	80,12	84,76
Setembro/14	82,45	80,61	84,29
Outubro/14	85,69	83,89	87,49
Novembro/14	83,50	82	85,01
Dezembro/14	84,23	82,53	85,93
Janeiro/15	86,05	84,23	87,87

Durante a realização da pesquisa ficou evidente que se obtém mais dias com condições ideais de coleta no verão que no inverno.

Comparando as medições das 12h do ponto 5, localizado no aeroporto que teve a menor média de temperatura do ar para esse horário com os pontos que tiveram maiores temperaturas do ar em cada dia, pode-se verificar a existência de ilhas de calor e qual sua magnitude, Tabela 18, conforme estabelecido por Gomez e Garcia (1984) apud Brandão (2003)

Tabela 18 – Magnitude das ilhas de calor às 12 h GMT

Dias de medição		12 h		
		Diferença Temperatura do ar (°C)	Magnitude	Ponto / Local
Período seco	19/ago	1,82	Fraca	11 / Liberdade
	21/ago	1,02	Fraca	12/IFAM
	22/ago	1,59	Fraca	11/Liberdade
	23/ago	2,04	Média	12/IFAM
	24/ago	2,30	Média	11/Liberdade
	16/set	0,48	Fraca	3/Ciganópolis
	18/set	1,34	Fraca	12/IFAM
	19/set	2,36	Média	12/IFAM
	21/set	1,63	Fraca	12/IFAM
	23/set	2,34	Média	11/Liberdade
	12/out	2,21	Média	12/IFAM
	16/out	4,30	Forte	4/Naide Lins
	17/out	2,31	Média	10/Duque de Caxias
	18/out	4,29	Forte	2/UEA
	23/out	1,00	Fraca	12/IFAM

Período Chuvoso	08/nov	2,25	Média	4/Naide Lins
	10/nov	1,70	Fraca	11/Liberdade
	12/nov	2,69	Média	4/Naide Lins
	29/nov	1,54	Fraca	9/Ponte Chagas Aguiar
	30/nov	2,42	Média	2/UEA
	13/dez	1,23	Fraca	11/Liberdade
	18/dez	3,39	Média	2/UEA
	19/dez	1,80	Fraca	11/Liberdade
	07/jan	2,64	Média	12/IFAM
	08/jan	1,36	Fraca	10/Duque de Caxias
	13/jan	2,56	Média	9/Ponte Chagas Aguiar

Comparando as medições das 18h do ponto 5, localizado no aeroporto, que teve a menor média de temperatura para esse horário com os pontos que tiveram maiores temperaturas em cada dia pode-se verificar a existência de ilhas de calor e qual sua magnitude, Tabela 19.

Tabela 19 – Magnitude das ilhas de calor às 18 h GMT

Dias de medição		18 h		
		Diferença Temperatura (°C)	Magnitude	Local
Período seco	19/ago	2,89	Média	4/Naide Lins
	21/ago	1,07	Fraca	11/Liberdade
	22/ago	0,89	Fraca	3/Ciganópolis
	23/ago	0,37	Fraca	4/Naide Lins
	24/ago	1,36	Fraca	2/UEA
	16/set	0,66	Fraca	11/Liberdade
	18/set	1,65	Fraca	9/Ponte Chagas Aguiar
	19/set	0,83	Fraca	9/Ponte Chagas Aguiar
	21/set	2,42	Média	2/UEA
	23/set	3,08	Média	11/Liberdade
	12/out	3,2	Média	2/UEA
	16/out	1,6	Fraca	2/UEA
	17/out	2,31	Média	2/UEA
	18/out	2,57	Média	2/UEA
	23/out	1,90	Fraca	2/UEA
Período Chuvoso	08/nov	2,96	Média	2/UEA
	10/nov	2,00	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	12/nov	2,96	Média	3/Ciganópolis
	29/nov	2,78	Média	2/UEA
	30/nov	1,33	Fraca	11/Liberdade
	13/dez	2,74	Média	2/UEA
	18/dez	1,35	Fraca	8/Centro
	19/dez	1,40	Fraca	11/Liberdade
	07/jan	2,38	Média	2/UEA
	08/jan	2,76	Média	2/UEA
	13/jan	2,32	Média	2/UEA

Comparando as medições das 00 h do ponto 5, localizado no aeroporto, que teve a menor média de temperatura para esse horário com os pontos que tiveram maiores temperaturas em cada dia pode-se verificar a existência de ilhas de calor e qual sua magnitude, Tabela 20.

Tabela 20 – Magnitude das ilhas de calor às 00 h GMT

Dias de medição		00 h		
		Diferença Temperatura (°C)	Magnitude	Local
Período seco	19/ago	3,47	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	21/ago	3,30	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	22/ago	2,40	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	23/ago	2,03	Média	2/UEA
	24/ago	2,60	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	16/set	1,84	Fraca	2/UEA
	18/set	2,67	Média	2/UEA
	19/set	1,71	Fraca	2/UEA
	21/set	2,18	Média	2/UEA
	23/set	2,89	Média	2/UEA
	12/out	2,17	Média	2/UEA
	16/out	1,82	Fraca	2/UEA
	17/out	1,46	Fraca	9/Ponte Chagas Aguiar
	18/out	2,97	Média	2/UEA
	23/out	2,40	Média	2/UEA
Período Chuvoso	08/nov	2,25	Média	2/UEA
	10/nov	2,86	Média	9/Duque de Caxias
	12/nov	1,60	Fraca	2/UEA
	29/nov	2,32	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	30/nov	3,02	Média	9/Ponte Chagas Aguiar
	13/dez	2,12	Média	2/UEA
	18/dez	1,65	Fraca	2/UEA
	19/dez	2,23	Média	2/UEA
	07/jan	1,76	Fraca	2/UEA
	08/jan	2,31	Média	2/UEA
	13/jan	1,82	Fraca	2/UEA

Ao longo dos meses analisados, verificou-se predominância da ocorrência de magnitude da ilha de calor média, com diferenças de temperaturas entre 2 e 4°C e ocorrência de 14, 14 e 18 dias para os horários 12 h, 18 h e 00 h, respectivamente. Quanto à magnitude fraca, abaixo de 2°C, ocorreram em 11, 12 e 8 dias para os horários 12 h, 18 h e 00 h, respectivamente.

Só houve uma ocorrência de magnitude da ilha de calor forte, acima de 4°C, numa manhã do dia 18 de outubro de 2014. Assim, não se pode afirmar que há existência de ilhas de calor neste pequeno município do Amazonas.

5 CONCLUSÕES

Percebeu-se que as manhãs, 12 h UTM são as que possuem temperatura e umidade medianas, quando comparadas com as tardes, 18 h UTM, que possuem altas temperaturas do ar e baixa umidade relativa do ar, e com as noites 00 h UTM, que possuem as menores temperaturas do ar e as maiores umidades relativas do ar.

Nota-se que o mês de janeiro de 2015 foi o mais frio e o mês de agosto o mais quente, o que está dentro do aceitável já que janeiro representa o período chuvoso e agosto o período seco na região, vale ressaltar que o fato do período ser considerado seco não significa a ausência de chuvas, não se verificou neste trabalho o índice pluviométrico, porém desde agosto perdeu-se dias de coleta, pois se coletava no horário da manhã e chovia à tarde, ou ainda coletava-se manhã e tarde e chovia a noite.

Não foi realizado o tratamento dos dados por meio da correção horária, pois assim a literatura nos permitia, porém nos leva-se a indagar alguns resultados, como o aumento da temperatura do ar nos pontos finais da coleta realizada pela manhã e a diminuição da temperatura do ar nos pontos finais nos horários de 18 h e 00h.

Empregar a técnica de transecto móvel acoplado a um automóvel mostrou se um método eficiente e seguro para a investigação climatológica de Coari, pois possibilitou o estudo de quase toda a zona urbana deste pequeno município.

Os dados coletados evidenciaram que o aeroporto de Coari é o local mais úmido e frio analisado. É importante destacar que esta área possui a influência de grandes massas de vegetação que faz com que apresente características diferentes das demais, contudo o ponto de coleta em frente ao hospital, com uso e ocupação diferente e bastante distante do aeroporto, apresentou características similares.

O centro comercial do município não apresenta a formação de ilhas de calor, todavia a Ponte do Chagas Aguiar, localizada próxima ao centro, apresentou diversas vezes o maior valor de temperatura do ar. Devido a vazante do rio, geralmente, não há água sob a ponte nos meses de setembro até dezembro, em agosto está secando e em janeiro começa a encher.

Os dados evidenciam ainda que o município ainda pode expandir de forma a manter se sem ilhas de calor de magnitude forte, se algumas medidas forem adotadas como estabelecer uma área arbórea circundando a zona urbana e incentivando a

população a continuar cultivando árvores de grande porte em suas residências, hábito comum no município.

Coari revela possuir perfil térmico que coincide com o do clima equatorial úmido, predominante na região.

Esta pesquisa exigiu muita responsabilidade na coleta dos dados, de forma alguma se pode atrasar a saída do transecto do ponto inicial, pois se está trabalhando com horário de coleta padrão internacional, o que possibilita a publicação da pesquisa em revistas internacionais.

Ressalta-se o fato de que há poucas pesquisas sobre conforto térmico em pequenas cidades e que este estudo irá contribuir no meio acadêmico e científico para diagnosticar eventuais mudanças no clima devido ao processo de crescimento de Coari, que deveriam ser considerados pelos planejadores e gestores para que sejam tomadas medidas que contribuam com a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As pesquisas realizadas neste trabalho são uma contribuição para a linha de pesquisa da Análise Microclimática de Sistemas Urbanos, de forma a reforçar metodologias para investigações e posterior entendimento dos processos formadores do clima urbano.

Durante a pesquisa muitas perguntas surgiram e tiveram que ser suprimidas por necessitar de um olhar mais profundo, porém contribuirão para o melhor entendimento ou até mesmo a descoberta de fatores de correção de assuntos já definidos para clima frios e que não há correspondente em climas quente. São eles:

- Realizar o mapeamento termohigrométrico dos meses ainda não analisados;
- Medir pontos equidistantes;
- Realizar aferições ininterrupta, monitoramento nas 24h do dia;
- Verificar se o comportamento térmico obtido em 2014 ainda se mantém;
- Analisar o índice de conforto humano e/ou índice de desconforto humano utilizando o que já há nas literaturas e verificar o que melhor se adapta ao clima equatorial úmido;
- Determinar os fatores de correção para cada índice analisado;

- Caracterizar os dados coletados desde 1926 pela estação fixa do INMET utilizando métodos estatísticos;
- Desenhar o centro urbano do município utilizando a relação H/W de Oke (1982);
- Verificar se houve impacto térmico no município, utilizando os dados da estação fixa, antes, durante e depois da construção do terminal petrolífero e Aquaviário de Urucu;
- Estimar/quantificar a quantidade de CO₂ produzida no município de Coari – AM;
- Avaliar a variabilidade espacial da precipitação na zona urbana de Coari-AM;
- Comparar a cobertura de nuvens de imagens obtidas por satélites com observações visuais *in loco*.

6. BIBLIOGRAFIAS

6.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ALVES, E. D. L. Caracterização Microclimática do Campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. Revista Mercator. Fortaleza. N. 19, p. 71-90, 2010.

ANDRADE, H. O Clima Urbano - Natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Finisterra xl, 80, p. 65-91. 2005.

ALCOFORADO, M. J. Dois exemplos de utilização de termografias obtidas de avião. Comunicação ao Primeiro Seminário sobre Cartografia Temática e Cadastral, LNEC, Lisboa, 23p. 1992.

BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: MENDONÇA, F. (Org.); MONTEIRO, C. A. F. (Org.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 192p., 2003.

COLTRI, P. P. Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. 2006. 166f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FIALHO, E. S. Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira. São Paulo, 2009. 279 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.

FILIZOLA, N.; SILVA, A.V.; SANTOS, A.M.C. dos; OLIVEIRA, M.A. Cheias e Secas na Amazônia: breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo. Revista T&C Amazônia, Manaus, v. 9, n. 6, ago. 2006.

GÓMEZ, A. L.; GARCÍA, F. F. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano, Estudios Geográficos, Vol. 45, N° 174, págs. 5-34, 1984.

HEWITT, C.N.; JACKSON, A.V. Handbook of Atmospheric Science: Principles and Applications. Blackwell Science Ltd., 2003, ISBN: 978-0632052868.

HOREL, J.D.; HAHMANN, A.N.; GEISLER, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. Journal of Climate, v. 2, p. 1388-1403, nov. 1989.

HOWARD, L. The climate of London. International Association for urban climate. vol.1, 1833. Republicado pela IAUC. Disponível em: http://www.urban-climate.org/documents/LukeHoward_Climate-of-London-V1.pdf. Acesso em: 04 de fevereiro de. 2017.

ISO 7730 – Moderate Thermal Environments – Determination of the PMV and PPD indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. International Organisation for Standardisation, 1994.

JONES, P. D.; GROISMAN, P. Ya.; COUGHLAN, M.; PLUMMER, N.; WANG, W-C; KAR, T. R. Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land. Nature, Londre, v.347, n.2, p.169-172,1990.

JUNK, W.J. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System. Ecological Studies. Springer Verlag, Berlim. Vol, 126. 525p. 1997.

KREBS, C.J. Ecological Methodology. New York: Haper & Row Publishers, 1989.

KUTTLER, W. Spatial and temporal structures of the urban climate – a survey. In K. Grefenand J. Lobel–Environmental Meteorology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 305 -344, 1988.

LANDSBERG, H. E. The urban climate. New York, Academic Press, 276p.1981.

MARENGO, J. A.; B. LIEBMANN; V. E. KOUSKY; N. P. FILIZOLA; I. C. WAINER. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon basin. *J. Climate*, v. 14, p. 833 – 852. 2001.

MARENGO, J.A. Characteristics and spatio-temporal variability of the Amazon River Basin Water Budget. *Climate Dynamics*, v.24, n.1, p.11-22, 2005.

MARENGO, J. A.; DIAS, P. S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Ed.) *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências,. p.63-109. 2006.

MENDONÇA, F. (Org.); MONTEIRO, C. A. F. (Org.). *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 192p., 2003.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. In: MONTEIRO, C. A. de F; MENDONÇA, F. (Org.) et al. *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, p. 9-67, 2003.

MOONEN, P.; DEFRAEYE, T.; DORER, V.; BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. Urban Physics: effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. *Frontiers of Architectural Research*, 2012.

NEVES, Delma Pessanha. Os agricultores de várzea no Médio Solimões: condições socioambientais de vida. In: LIMA, Deborah (org.). *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Diversidade socioambiental nas várzeas dos rios Amazonas e Solimões: perspectivas para o desenvolvimento da sustentabilidade*. Manaus: Ibama, ProVárzea, 2005.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. *Quart. Journal. Roy. Met. Soc.*, 108, 1-24.1982.

OKE, T. R. Methods in urban climatology. In: W. KIRCHHOFER, A. OHMURA and H. WANNER (Editors), *Applied Climatology* (Zürcher

Geographische Schriften, 14). 25th International Geographical Congress Symposium n. 18: Applied Geography Zurich, Zurich, p. 19-29, August 21, 1984.

OKE, T. R. Boundary layer climates. Londres: Routledge, 2nd edition. p. 262–303 1987.

OKE, T. R. The urban energy balance. Progress in Physical Geography, v. 12, p. 471–508, 1988.

OKE, T. R. Initial Guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. WMO, Instruments and Observing Methods, Report n.º 81. 2006.

ORLANSKI, I. Rational subdivision of scales for atmospheric process. Bull. Amer. Met. Soc., v. 56, p. 527-530, 1975.

Peel, M. C. and Finlayson, B. L. and McMahon, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633-1644 2007

PEREZ, J. C.; SÁNCHEZ, M. de los. A. V.; BARRADAS, V. L. Clima, urbanización y uso del suelo en ciudades tropicales de Mexico. Red Nacional de Investigación Urbana, Puebla, México, Ciudades 51, jul/set. 2001.

ROMERO, M. A. B. Arquitetura Bioclimática do Espaço Público. 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

ROSSETI, K. A. C. Efeitos do uso de telhados vegetados em ilhas de calor urbanas com simulação pelo software ENVI-Met, 275 f. Tese Doutorado em Física Ambiental – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, 2013.

ROTACH, M. W. On influence of the urban roughness sublayer on turbulence and dispersion. Atmospheric Environment, v.33, 4001-4008, 1990.

SANTAMOURIS, M. Energy and climate in the urban built environment. London: James and James, 2001.

SANTOS, F. M. M. Influência da ocupação do solo na variação termohigrométrica na cidade de Cuiabá-MT. 102 f. Tese Doutorado em Física Ambiental – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, 2012.

SILVEIRA, A. L. R. C. Parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil. Brasília, 2007. 312 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

STULL, R. B. An introduction to boundary layer meteorology. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, 666 p, 1988.

TAESLER, R. Urban Climatological Methods and Data. In: Technical Conference on Urban Climatology and its applications with special regard to Tropical Areas. Geneva. Proceedings. nº 652. Geneva: WMO, 1986.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Editora Nobel, 1984. 374 p.

VOOGT, J. A. 2004. Urban Heat Island. In Munn, T. (ed.) Encyclopedia of Global Environmental Change, Vol. 3. Chichester: John Wiley and Sons.

6.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

ASHRAE. **Thermal environmental conditions for human occupancy.** ANSI/ASHRAE Standard 55-2004.

ASSIS, E. S. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória.** IN: Encac-elacac 2005 Maceió, Alagoas Brasil. Disponível em <http://cecaceix.wikispaces.com/file/view/ENCAC05_0092_101.pdf> Acesso em 29 out. 2012.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. – **Clima e cidade: A abordagem climática como para estudos urbanos**. UFAL, Maceió, 2007.

CAMPELO JUNIOR, J. H.; PRIANTE FILHO, N.; CASEIRO, F. T. (1991) Caracterização macroclimática de Cuiabá. III **In: Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente**, Londrina. Anais... 1991. Londrina, 1991.

CAMPOS, N. L. F. **Desempenho térmico e lumínico de edificação pública sob a ótica do RTQ-C em Cuiabá, MT**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso. 159f. Cuiabá, MT.

CAMPOS NETO, A.A. **Estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso**. 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. 138 f. Cuiabá, MT.

FANGER, P.O. Thermal Comfort. Nova York: Ed. Mc Graw – Hill Book Company, 1970.

FANGER, P.O. **Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering**. R .E. Krieger Pub. Co. (Malabar, Fla) 1982.

HÖPPE,P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, p. 71-75, 1999.

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR**. 2012. 172f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LIU, W.; YOU, H.; DOU, J. Urban-rural humidity and temperature differences in the Beijing area. **Theor. Appl. Climatol.**, Viena, p.1-7, 2008.

MACHADO, N. G.; FRIEDLANDER, V. A.; SANCHES, L.; BIUDES, M. S. Temperatura e Umidade relativa do ar na estação seca em diferentes usos do solo no Campus Cuiabá - Bela Vista do IFMT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.(9), nº 9, p. 2018-2025. 2013.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o Desenho Urbano**. S. L.: CopyMarket.com, 2000. 66p.

THORSSON S, LINDBERG F. **Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting**. Int J Climatol 2007;27:1983e93