



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

YANNE CRISTHINE CASTRO PEREIRA

**A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NA
CIDADE DE BOA VISTA-RR**

Boa Vista, RR

2018

YANNE CRISTHINE CASTRO PEREIRA

**A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NA
CIDADE DE BOA VISTA-RR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas.

Orientador: Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior.

Boa Vista, RR

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

P436i Pereira Yanne Cristhine Castro.

A influência da urbanização na formação de ilhas de calor na cidade de Boa Vista-RR / Yanne Cristhine Castro Pereira. – Boa Vista, 2018.

97 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

1 – Urbanização. 2 – Clima urbano. 3 – Ilhas de calor. 4 – Sensoriamento remoto. I – Título. II – Tavares Júnior, Stélio Soares (orientador).

551.58.732(811.4)

YANNE CRISTHINE CASTRO PEREIRA

**A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NA
CIDADE DE BOA VISTA-RR**

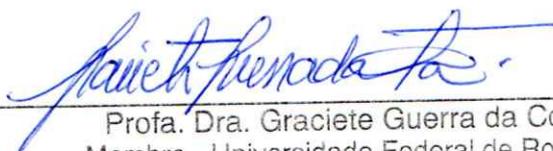
Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em 15 de março de 2018 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:



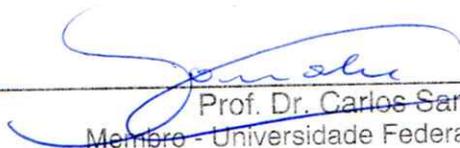
Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior
Orientador - Universidade Federal de Roraima



Prof. Dr. Antonio Tolrino de Rezende Veras
Membro - Universidade Federal de Roraima



Profa. Dra. Graciete Guerra da Costa
Membro - Universidade Federal de Roraima



Prof. Dr. Carlos Sander
Membro - Universidade Federal de Roraima

*Com carinho aos meus pais Edivaldo e
Simirâmes, minha avó Maria de Jesus,
meu companheiro Rudson e demais
familiares e amigos que sempre me
incentivaram, apoiaram, aconselharam e
acreditaram na minha capacidade.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, criador de todas as coisas e arquiteto do universo, onde busquei forças para vencer todos os obstáculos mesmo que por muitas vezes eu não tenha agradecido tudo o que ele me fez plantar e colher.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES por me conceder uma bolsa de estudo, durante todo o curso.

À Universidade Federal de Roraima (UFRR) pela oportunidade proporcionada, através do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) e seu corpo docente, direção e administração que me oportunizaram a realização deste curso.

Aos coordenadores do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Prof. Dr. Marcos José Salgado Vital e Prof^a. Dr^a. Gardênia Holanda Cabral, que não medem esforços frente a este Programa.

Aos professores do PRONAT, pelo conhecimento transmitido.

Ao Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior (IGEO) orientador, pelo suporte, orientação e conhecimentos a mim repassado.

À Prof. Dr. Profa. PhD Graciete Guerra da Costa por todo apoio e suporte.

Ao MSc. Raimundo Costa Filho, pelos incentivos, conselhos e auxílio, na busca pela extensão do meu conhecimento.

À minha família pelo incentivo e apoio, em especial meus pais Edivaldo e Simirâmes, e minha avó Maria de Jesus, meus verdadeiros mestres, por sempre me incentivar e apoiar na busca dos meus objetivos.

Aos meus tios Cinara e Nelson, pelo suporte dado sempre que precisei durante toda a pesquisa.

Ao meu amigo e companheiro Rudson, pelo apoio, suporte e auxílio, que foram de fundamental importância durante a pesquisa.

A estes dedico meu trabalho, sem a ajuda, confiança e compreensão de todos, esta etapa não teria se realizado.

Muito Obrigada por tudo!

*“A vegetação pode ser uma boa
acupuntura urbana”*

(Jaime Lerner)

RESUMO

A urbanização contribui para o aumento da formação de ilhas de calor nas cidades, causada pelas alterações na superfície natural, pavimentação, uso do solo, tipologias das edificações, materiais utilizados e as atividades humanas realizadas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo investigar a relação entre o espaço urbano construído e a variação de temperatura e de que forma a urbanização influencia na formação do clima urbano e possível ocorrência de ilhas de calor na cidade de Boa Vista. Para tanto foram analisadas a relação entre as características físicas e a variação térmica utilizando dados da temperatura coletados em cinco pontos fixos em meio urbano e no entorno da cidade de acordo com as características da superfície considerando o tipo de uso e ocupação do solo no entorno. Foram verificados o efeitos da expansão urbana sobre a variação da temperatura e a identificação da existência de ilhas de calor na cidade através do mapeamentos e análise multitemporal utilizando imagens e dados dos anos de 1985, 2005 e 2017 de sensoriamento remoto dos satélites Landsat 5 nas bandas 3,4,5 e Landsat 8 nas bandas 4,5,6 na composição Red, Green e Blue (RGB) para confecção de mapa do uso e ocupação do solo e do satélite Landsat 5 na banda 6 e do Landsat 8 na banda 10 do infravermelho termal para a confecção do mapa térmico da temperatura aparente. Os resultados constataram a existência de locais no espaço urbano construído ou alterado com temperaturas mais elevadas do que em áreas do entorno com a vegetação e a superfície natural ainda conservada, de acordo com as características da superfície, o uso do solo e a vegetação existente. A análise multitemporal mostrou que, conforme a urbanização cresceu no sentido Oeste da cidade as áreas que apresentam temperaturas mais elevadas também aumentaram o que confirma que urbanização tem efeito significativo na variação da temperatura no espaço urbano e na formação de ilhas de calor na cidade de Boa Vista.

Palavras-chaves: Urbanização. Clima urbano. Ilhas de calor. Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

Urbanization contributes to the increased formation of heat islands in the cities, caused by changes in the natural surface, paving, land use, typologies of buildings, materials used and the human activities undertaken. The aim of this present study is to investigate the relationship between the urban space built and the temperature variation and how does the urbanization influences in the formation of the urban climate and possible occurrence of heats islands in Boa Vista city. For both were analysed the relationship between the physical characteristics and thermal variation using temperature data collected in five fixed points in the urban environment and in the surroundings of the city according to the characteristics of surface considering the type of use and occupation of land in surroundings. Based on the mappings and multitemporal analysis using images and data from years 1985, 2005 and 2017 of remote sensing satellite Landsat 5 in the bands 3, 4, 5 and Landsat 8 in 4, 5, 6 in Red, Green and Blue (RGB) to preparation of map of the use and occupation of the soil and of the Landsat satellite 5 in band 6 and the Landsat 8 in band 10 of the thermal infrared band to making the map of the apparent thermal temperature, we have been verified the effects of urban sprawl on the variation of the temperature and the identification of the existence of heat islands in the city. The results support the existence of locations in the urban space built or altered with higher temperatures than in the surrounding areas with the vegetation and natural surface still conserved. According to the characteristics of the surface the use of the soil and the vegetation, multitemporal analysis showed that, as urbanization grew up west of the city areas that exhibit higher temperatures also increased which confirms that urbanization has a significant effect on temperature variation in urban space and in the formation of heat islands in the Boa Vista city.

Key words: Urbanization. Urban heat islands. Climate. Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Maquete do Plano Urbanístico de Boa Vista.....	20
Figura 2 -	Escalas espaciais do clima	23
Figura 3 -	Diagrama conceitual do fenômeno UHI (ilha de calor urbana): descrição de diferentes escalas, métodos de observação e parâmetros de controle que irão influenciar a magnitude UHI (ilha de calor urbana) estimada .	32
Figura 4 -	Localização da área de estudo – Cidade de Boa Vista, Roraima	35
Figura 5 -	Dados climatológicos da cidade de Boa Vista, Roraima	37
Figura 6 -	Série histórica pluviométrica de Boa Vista-RR, período 1910 - 2014 ..	38
Figura 7 -	Localização dos pontos de coleta da temperatura na cidade de Boa Vista, Roraima.....	41
Figura 8 -	Vista aérea do Ponto 1 - Praça Fábio Marques Paracat em Boa Vista, Roraima.....	42
Figura 9 -	Vista aérea do Ponto 2 - Galeria de drenagem no Igarapé Pricumã - Bairro Cinturão Verde em Boa Vista, Roraima.....	42
Figura 10 -	Vista aérea do Ponto 3 - Igarapé Grande no Bairro Jardim Tropical em Boa Vista, Roraima	43
Figura 11 -	Vista aérea do Ponto 4 - Lagoa no Senador Hélio Campos em Boa Vista, Roraima.....	43
Figura 12 -	Vista aérea do Ponto 5 - Igarapé Wai-Grande (chácara particular) em Boa Vista, Roraima	44
Figura 13 -	A) Termômetro digital. B) Termo-higrômetro digital	45
Figura 14 -	A) Mini-abrigo tradicional. B) Mini-abrigo em PVC utilizado no experimento	45
Figura 15 -	A) Abrigo de pote de sorvete. B) Abrigo de PVC horizontal. C) Abrigo de PVC vertical. D) Abrigo de pratos. E) Abrigo de madeira.....	46
Figura 16 -	Confecção do abrigo horizontal: A) cortando os tubos. B) tubos nas medidas. C) material para preparação do tubo de 75mm. D) preparação do tubo com cola. E) colando o papel aluminizado. F) fixação e posicionamento com o auxílio de parafusos	47
Figura 17 -	Abrigo alternativo horizontal para abrigar o aparelho. A) Ponto 1 – Praça Fábio Marques Paracat. B) Ponto 2 – Lagoa no Bairro Doutor Sílvio Botelho para abrigar o aparelho	48

Figura 18 -	Médias diárias de temperatura dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima.....	54
Figura 19 -	Ponto 1 - Praça Fábio Marques Paracat em Boa Vista, Roraima	55
Figura 20 -	Ponto 2 - Praça Galeria no Igarapé Pricumã - Bairro Cinturão Verde em Boa Vista, Roraima	56
Figura 21 -	Ponto 3 - Igarapé Grande no Bairro Jardim Tropical em Boa Vista, Roraima	58
Figura 22 -	Variação das médias diárias de temperatura dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima	59
Figura 23 -	Ponto 4 - Lagoa no Bairro Senador Hélio Campos em Boa Vista, Roraima	60
Figura 24 -	Ponto 5 - Igarapé Wai-Grande (chácara particular) em Boa Vista, Roraima	61
Figura 25 -	Médias diárias de umidade dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima	63
Figura 26 -	Variação das médias diárias de umidade dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima	64
Figura 27 -	Cidade de Boa Vista, Roraima, em 1985	66
Figura 28 -	Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 1985	66
Figura 29 -	Cidade de Boa Vista, Roraima, em 2005	69
Figura 30 -	Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 2005	70
Figura 31 -	Cidade de Boa Vista, Roraima, em 2017	72
Figura 32 -	Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 2017	73

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CPRM	Relatório do Serviço Geológico do Brasil
DOS	Dark Object Subtraction
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GMT	Greenwich Meridian Time
IDH	Índices de Desenvolvimento Humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MEC	Massas de Ar Equatorial Continental
ND	Números Digitais
Nepo	Núcleo de Estudos de População "Elza Berquó"
OLI	Operation Land Imager
PPG- GEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SUHI	Ilha de Calor Urbana de Superfície
TM	Thematic Mapper
UBL	Urban Boundary Layer
UCL	Urban Canopy Layer
UHI	Ilha de Calor Urbano
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USCG	United States Geological Survey
WMO	Organização Mundial de Meteorologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	URBANIZAÇÃO	13
1.1.1	Urbanização no Brasil	16
1.1.2	Urbanização em Boa Vista	19
1.2	CLIMA	21
1.2.1	Escalas do clima	22
1.2.2	Elementos do clima	24
1.2.3	Fatores climáticos	25
1.2.4	Clima urbano	26
1.2.5	Ilhas de calor	28
1.3	SENSORIAMENTO REMOTO	31
2	OBJETIVOS	33
2.1	OBJETIVO GERAL	33
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	ÁREA DE ESTUDO	34
3.2	DEFINIÇÃO DOS PONTOS PARA COLETA DA TEMPERATURA <i>IN LOCO</i>	39
3.3	MEDIÇÃO DA TEMPERATURA <i>IN LOCO</i> (PONTOS FIXOS DEFINIDOS) 44	
3.4	PROCESSAMENTOS DOS DADOS COLETADOS <i>IN LOCO</i> (PONTOS FIXOS DEFINIDOS).....	50
3.5	PROCESSAMENTO DOS DADOS OBTIDOS POR SENSORIAMENTO REMOTO.....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	RELACÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SUPERFÍCIE E A VARIAÇÃO TÉRMICA	53
4.2	EFEITO DA EXPANSÃO URBANA SOBRE A VARIAÇÃO TÉRMICA E A IDENTIFICAÇÃO DE ILHAS DE CALOR	65
5	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE	81

1 INTRODUÇÃO

Historicamente estudos sobre o clima mostram a influência do uso e ocupação sobre o clima (SCHUTZER, 2012). É possível perceber que urbanização acelerada, as alterações na superfície natural da Terra, o aquecimento global e a ocupação do espaço urbano de forma desordenada contribuem para a conversão do clima natural em clima urbano, processo que ocasiona o aumento da temperatura e a formação de ilhas de calor.

A partir do conceito de urbanismo, que por sua etimologia, origina-se do vocábulo “urbs” que significa cidade, e é o conjunto de ideias voltadas para a construção ou a reorganização de cidades é possível realizar a investigação da influência da urbanização sobre clima. Esse conceito só é considerado quando pensado no contexto mais geral da organização urbana, com o objetivo de melhorar as condições de vida nas cidades. Sendo assim, ele passa a ser um problema de natureza socioeconômica, que se impôs de uma necessidade da sociedade contemporânea em resolver suas questões de mais difícil solução (FERRARI, 2004).

As cidades passam por um processo de urbanização fundamentado pela desordem gerando interferências significativas no meio, ficando a população vulnerável a fatores socioambientais, principalmente de ordem climática (HONORATO; ANDRADE, 2012).

Há tempos verifica-se que áreas urbanas e suburbanas possuem ilhas de calor, um “oásis inverso”, onde o ar e as temperaturas da superfície são mais elevadas do que em áreas rurais circundantes. Nas cidades em todo o mundo o fenômeno da ilha de calor vem sendo observado (GARTLAND, 2010).

Trabalhos e estudos vêm sendo realizados desde 1818, quando Luke Howard identificou um excesso de calor artificial da cidade em relação ao campo, em Londres. Na sequência, Emilien Renou (RENOU, 1855, 1862, 1868), Wilhelm Schmidt constataram as mesmas condições em Viena, no início do Século XX (SCHMIDT, 1917, 1929). Estudos como o de Oke (1987) sobre o clima urbano e as ilhas de calor, e nos Estados Unidos, que iniciaram na primeira metade do século XX (MITCHELL, 1953, 1961).

No Brasil estudos do INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, de autores como Villas Boas (1883) que destaca trabalhos de Peterson referentes às “ilhas de Calor”, e com

destaque para o Núcleo de Estudos de População da Universidade Estadual de Campinas (Nepo- /Unicamp), que sedia a Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede-CLIMA) que reúne pesquisadores de conhecimento multidisciplinar e de instituições de todas as regiões do País.

Em Boa Vista, tem buscado se explorar esse tipo de pesquisa multidisciplinar empreendida por autores, que de certa forma estão relacionados com o tema das “ilhas de Calor”. Estudos relacionados à hidrologia e ao clima local como os de Sander et al. (2012), Sander (2015), Silva et al. (2015). Veras por sua vez em sua célebre tese sobre “A Produção do Espaço Urbano de Boa Vista-Roraima – Brasil”, apresenta as complexidades do espaço intra-urbano da capital roraimense (VERAS, 2009). O professor Stélio se insere com o Sensoriamento Remoto de forma a mapear grandes áreas, sem a necessidade de ir até o local e (ARAÚJO JÚNIOR; TAVARES JÚNIOR, 2017). No entanto, não existem investigações profundas de ordem climática, inclusive sobre ilhas de calor.

A cidade de Boa Vista passou por um intenso processo de expansão urbana nos últimos cinquenta anos, esse fenômeno contribuiu para a substituição da cobertura natural da superfície do solo, por áreas edificadas e pavimentadas no perímetro urbano da cidade. A expansão urbana é a transformação de áreas anteriormente rurais em áreas urbanas, sem planejamento e controle, com aumento da ocupação territorial, sem que ela represente uma melhoria na sua qualidade de vida, diferente da evolução urbana onde a população inserida no espaço planejado adquire melhores Índices de Desenvolvimento Humano – IDH.

Nesse sentido, o crescimento populacional promoveu a expansão principalmente sobre a zona oeste de Boa Vista, até então, composta por corpos hídricos que vieram a desaparecer devido a drenagem, canalização de canais e principalmente aterro (ARAÚJO JÚNIOR, TAVARES JÚNIOR, 2017; SANDER et al. 2012).

Informações sobre a existência de “ilhas de calor” nas cidades vêm sendo obtidas através do Sensoriamento Remoto, metodologia que foi utilizada na presente pesquisa além das medições da temperatura *in loco*. Atualmente é um instrumento utilizado no planejamento urbano e execução de estudos e atividades fundamentais para a gestão urbana e ambiental.

O Sensoriamento Remoto possibilita ao pesquisador desenvolver diagnóstico e monitoramento com uma série de informações sem a necessidade de análises in

loco por tratar de uma metodologia eficiente na elaboração estudos da temperatura e em outros tipos de análise, além de permitir uma descrição espaço temporal de grande importância na identificação das transformações ocorridas num intervalo de tempo específico, devido a existência de extensos bancos de imagens de satélites obtidas desde 1972 (ARAÚJO; SILVA; MACHADO, 2016).

A presente dissertação, *A Influência da Urbanização na Formação de Ilhas de Calor na cidade de Boa Vista-RR*, buscou investigar a relação entre o espaço urbano construído e a variação de temperatura e de que forma a urbanização influencia na formação do clima urbano e possível ocorrência de ilhas de calor na cidade de Boa Vista.

Sendo assim, a importância desse estudo está relacionada com os impactos negativos verificados pela formação de “ilhas de calor” em Boa Vista, como o desconforto térmico, problemas de saúde e alto consumo de energia. Nesse caso, a posição geográfica da cidade de Boa Vista, a influência no clima local por fenômenos naturais, a remoção da vegetação, a extinção de corpos hídricos tais como lagoas e igarapés, presentes no perímetro urbano reduzem a umidade do ar favorecendo e contribuindo para a formação das “ilhas de calor” no espaço urbano da cidade.

A partir do contexto de Boa Vista acima mencionados, fica justificada a necessidade de estudos que pretendam conhecer Influência da Urbanização na Formação de Ilhas de Calor na cidade de Boa Vista-RR, e que, entre outras coisas, busquem servir de subsídios para criar elementos mitigadores para o problema.

1.1 URBANIZAÇÃO

Conforme Goitia (1982) o estudo da cidade pode ser feito por diversos ângulos, visto que é um tema extenso e difuso:

- ✓ O da história: em que a história universal é a história da cidade, para Spengler;
- ✓ O da geografia: onde a natureza prepara o local e o homem organiza-o de maneira a satisfazer as suas necessidades e desejos, para Vidal de la Blache;
- ✓ O da economia: em que em nenhuma civilização a vida das cidades se desenvolveu independente do comércio e da indústria, para Pirene;

- ✓ O da política: em que a cidade é um certo número de cidadãos, para Aristóteles;
- ✓ O da sociologia: em que a cidade é uma forma e o símbolo de uma relação social integrada, para Mumford;
- ✓ O da arte e arquitetura: em que a grandeza da arquitetura está ligada à cidade, e a solidez das instituições costuma avaliar-se pela dos muros que as protegem, para Alberti.

Há milhares de anos, o uso do fogo, as primeiras pinturas rupestres, a construção de cabanas ou palafitas e o uso de artefatos de pedra lascadas, antecederam o primeiro assentamento urbano (SOUZA, 2010). Segundo Mumford (2008), os primeiros indicadores de vida cívica são encontrados nos santuários paleolíticos, se estes existirem.

Souza (2010) explica que a partir da Revolução Agrícola ou “Revolução Neolítica” surgem as primeiras cidades. Com a prática da agricultura, aos poucos vão aparecendo os assentamentos sedentários e em seguida as primeiras cidades. A cultura e as inovações técnicas, principalmente a irrigação, gerou um excedente de alimentos que possibilitou alimentar populações cada vez maiores, resultando no aumento demográfico e na expansão da população. Esses excedentes proporcionaram que alguns indivíduos se desligassem da produção e se especializassem em outras funções contribuindo para o surgimento da manufatura especializada e o comércio entre os povos.

A Revolução Urbana foi o processo de passagem da produção de subsistência para a produção de alimentos visando comércio externo (início do capitalismo), que teve um reflexo demográfico perante a expansão da população, conceito e utilizado por Childe em 1941 e corroborado por Souza (2010).

As primeiras cidades são consequências das transformações sociais gerais – econômica, tecnológicas, políticas e culturais (SOUZA, 2010) que ocorreram nos assentamentos permanentes maiores e muito mais complexos. Essa nova composição humana e nova mistura urbana, expandiu as capacidades humanas em todas as direções (MUMFORD, 2008).

A partir do século XVIII, A Revolução Industrial ocorrida na Europa provocou o êxodo rural em massa e a imigração para as Américas e para as colônias, alimentando e resultando a progressiva urbanização que transformava grande parte do mundo

ocidental, desfazendo instituições feudais e incentivando o surgimento de novas formas de cidadania nacional (COHEN, 2013).

O processo de industrialização pelo mundo, causou um impacto enorme sobre o crescimento e a complexidade das cidades, dando origem ao fenômeno denominado de urbanização, que de acordo com Ferrari (2004) é o crescimento da população urbana em relação a população rural. Santos (2008) destaca que a urbanização moderna nos países industrializados seguiu a Revolução Industrial. Segundo o autor, deve-se levar em consideração que a revolução urbana nos países subdesenvolvidos é simultânea à sua “modernização”.

Considerando o contexto supra apresentado, infere-se que a urbanização é considerada um fenômeno recente da humanidade e, que teve sua origem nos países ricos com o surgimento da industrialização. Para Santos (2010), a urbanização é um fenômeno não apenas recente como também crescente, e em escala planetária.

Os séculos XIX e XX assistem a uma nova “revolução urbana”, tão profunda e vasta nas transformações sociais que provoca, quanto o foi a primeira revolução urbana nos primórdios da história. Ademais, criaram-se sociedades completamente urbanizadas, ou melhor, “metropolizadas” (LOPES, 2008).

Dessa forma, o século XX foi definido como o século da urbanização, pois as cidades apresentaram o fenômeno da formação das metrópoles e megalópoles, interligando cidades através de suas malhas urbanas com o desenvolvimento do capitalismo.

Entretanto muitos problemas socioambientais surgiram com a urbanização acelerada, nas cidades desprovidas de infraestrutura, promovida pela intensa industrialização. A partir daí manifestaram-se várias tentativas de reformas urbanas para as cidades através dos movimentos do pensar intelectual dos urbanistas.

Nesse contexto Cohen (2013) afirma que este surto sem precedente de construção proveniente da industrialização, da urbanização e da guerra foi compensado por um estado nunca imaginado de destruição de recursos naturais e tesouros culturais. Com a intensidade da crise habitacional pelo vertiginoso incremento populacional realizaram-se reformas urbanas relacionadas à moradia, transporte, higiene, educação e lazer.

De acordo com Gois et al. (2014) no século XXI, as grandes concentrações urbanas alcançaram o seu apogeu. Pela primeira vez na história, mais pessoas vivem hoje em áreas urbanas do que em áreas rurais. Portanto, o espaço urbano é um objeto

de disputas, sendo o processo de expansão urbana um fenômeno emblemático, no qual a devastação da natureza torna-se sua expressão lógica. Assim sendo, nas últimas décadas do século XX, e o início do século XXI ocorreram intenso debate sobre as questões ambientais, principalmente os que dizem respeito aos problemas ambientais urbanos. Tais fatos ocorrentes no espaço das cidades dão-se de maneira mais enfática em consequência dos diversos tipos de uso do solo, gerando deste modo, múltiplos fenômenos problemáticos no ambiente citadino, sendo o processo de devastação das áreas verdes um dos vilões deste processo (GOIS et al., 2014).

Dessa forma, diante das condições de vulnerabilidades impostas pelo atual sistema urbano, a irregular distribuição da arborização torna-se expressão real das disparidades socioespaciais presentes na cidade contemporânea. Hoje, a destruição das áreas verdes é um dos grandes problemas ambientais nas zonas urbanas, haja vista a contribuição dessas áreas para a qualidade de vida da população, seja pela amenização do clima, proporcionando um melhor conforto térmico, ou até criando cenários de contemplação e lazer num meio onde prevalece a natureza tecnificada (GOIS et al., 2014).

1.1.1 Urbanização no Brasil

No Brasil a urbanização resulta de processos históricos complexos e simultâneos, no qual a modernização da agricultura e a concentração fundiária diminuíram a mão de obra na atividade agropecuária. Por outro, lado a industrialização, intensamente demandante de mão de obra, intensificou a concentração populacional em áreas urbanas nas grandes cidades e posteriormente estendendo-se para outras áreas urbanas no país (OJIMA; MARANDOLA JUNIOR, 2013).

Entretanto, conforme Santos (2013) o início da urbanização no Brasil, foi muito mais um processo de geração de cidades, do que mesmo um processo de urbanização, em razão da grande extensão territorial do país e de sua subordinação a uma economia natural, onde as relações entre os lugares eram fracas e inconstantes. Ainda assim, conforme o autor, a expansão da agricultura comercial e a exploração mineral foram a base do surgimento de cidades no litoral e no interior.

Sendo assim, o processo de urbanização do Brasil teve início, de forma muito tímida, a partir do século XVIII, quando a casa da cidade tornou-se a residência mais importante do fazendeiro ou do senhor de engenho. Entretanto foi somente no século XIX que a urbanização atingiu sua maturidade, mais precisamente nas décadas finais, onde se conhece a primeira aceleração do fenômeno. Já no século XX a urbanização adquiriu as características as quais conhecemos hoje (SANTOS, 2013).

Entretanto, nos últimos dez anos do século XIX e início do século XX a evolução demográfica das capitais brasileiras estava subordinada, em muitos casos, a oscilações (ou conhecia crescimento relativamente lento) em determinados períodos intercensais, ao passo que a partir do fim da Segunda Guerra Mundial (1945) dá-se um crescimento acentuado em todas as capitais (SANTOS, 2013).

Deák e Ramos (2015) afirmam que em meados deste século Brasil transformou-se em um país potencialmente urbanizado, onde até então predominantemente agrário. A população de camponeses era de 33 milhões com 19 milhões de habitantes nas cidades em 1950, mas atualmente a população do campo diminuiu e a população urbana sextuplicou de 120 milhões.

Conforme Santos (2013), entre 1940 e 1980, acontece uma verdadeira inversão da residência da população brasileira. O forte movimento de urbanização que se verifica a partir do final da Segunda Guerra Mundial é contemporâneo ao forte crescimento demográfico, resultado de taxas elevadas de natalidade e diminuição das taxas de mortalidade, em que suas causas essenciais se dão pelos progressos sanitários, relativa melhora nos padrões de vida e a própria urbanização.

De acordo com Matos (2012) a partir da década de 1980 a 2000, o Brasil urbano passou a ser constituído de um grande número de cidades articuladas em rede e a metropolização tornou-se a expressão máxima da urbanização, entretanto uma urbanização que se interiorizava. Confirmando, dessa forma o recente processo de desconcentração da população brasileira.

Contudo, Matos (2012) destaca, que o crescimento das cidades metropolitanas declinou continuamente, de tal maneira que, no período 2000/2010, somente a cidade de Fortaleza cresceu a uma taxa superior a 1,0% ao ano. As cidades que deram início ao processo de urbanização/metropolização no Brasil, já estavam exauridas espacialmente, muito embora nas suas áreas periféricas tenham se assentado muitos migrantes que vivem de forma precárias, aumentando o índice de pobreza nas periferias das grandes cidades do país.

Em consequência, a tendência atual é a da interiorização do crescimento populacional em direção a periferias do Sudeste, Sul e Centro Oeste. Como reflexo desse processo as regiões metropolitanas originais, protagonistas da urbanização acelerada até os anos de 1980, exibem crescimento relativamente baixo; surgem municípios conturbados que se arrogam a condição de metrópoles (MATOS, 2012).

Nesse sentido, é possível inferir que a compreensão do crescimento urbano nas grandes capitais, ao longo do século XX, foi orientada pela tendência econômica, a partir da ideologia do desenvolvimento da visão tecnocrata, como também, pela visão oposta da geografia, denominada de "crítica radical", esta alegava que os problemas de desigualdade social eram causados pela grande concentração populacional proveniente do campo (MONTEIRO, 2011).

Ao mesmo tempo em que o Brasil passava pela transição urbana, iniciava o processo de transição demográfica, em que as taxas de mortalidade diminuíram e as taxas de natalidade continuaram elevadas por anos. Estes processos juntamente com os grandes fluxos migratórios rural-urbano provocaram o "inchaço das cidades", "o caos urbano", indicando que a urbanização era de fato o fator causador de pobreza, desigualdades sociais, conflitos e problemas ambientais (OJIMA; MARANDOLA JUNIOR, 2013).

O processo de urbanização causado pelo transcurso campo-cidade reproduziu regiões metropolitanas onde o improvisado (ilegal) superava, demasiadamente, o planejado (legal) e os aspectos "ambientais" foram negligenciados em meio aos vetores econômico e social (MONTEIRO, 2011).

Atualmente, pode-se garantir que o Brasil é um país extremamente urbano, resultado de grandes transformações sociais, econômicas e demográficas e, que predomina no país padrões urbanos de produção de consumo de bens materiais (CARMO, 2013).

Ojima e Marandola Junior (2013) afirmam ainda que ao analisar o processo de urbanização e das condições atuais das cidades brasileiras observa-se três situações: ainda existe rastros do intenso processo de urbanização das migrações do campo para a cidade e do Nordeste para o Sudeste e a permanência do crescimento desses espaços territoriais habitados com uma urbanização precária.

1.1.2 Urbanização em Boa Vista

A ocupação do estado de Roraima foi promovida pela colonização portuguesa no século XVII, oficialmente em 1775 com a construção do Forte São Joaquim, ainda que desde o século XVI já existisse uma circulação expressiva com a corrida do El Dourado e a busca por riqueza fácil, além da presença dos primeiros portugueses em busca da pesca de peixes e tartarugas, e posteriormente pela expedição de Francisco Ferreira em 1718, para análise da região e possível comercialização das chamadas drogas do sertão e a captura de índios (SOUZA, 2012).

Entretanto, a partir de 1830, a implantação da Fazenda Boa Vista, incentivada pela ocupação pecuarista e a garimpagem, como prática de riqueza fácil e as transformações vivenciadas neste período foram responsáveis pela produção inicial do espaço urbano de Boa Vista (VERAS, 2009).

De acordo com o autor, em 1858, com o objetivo de firmar um maior domínio administrativo sobre a região, o governo cria por meio da Lei Provincial N. 92, de 9 de novembro do referido ano a Freguesia de Nossa senhora do Carmo, e a Fazenda Boa Vista passa a ser a sede da Freguesia.

Em 1890, sob a administração da província do Amazonas, o então governador Augusto Ximênes de Ville Roy criou o município de Boa Vista do Rio Branco elevando a Freguesia de Nossa Senhora do Carmo ao *status* de vila, a qual posteriormente, passaria a ser denominado de cidade de Boa Vista, ficando subordinada ao estado do Amazonas até 1943, quando foi criado o Território Federal do Rio Branco (VERAS, 2009).

Veras (2009) ressalta que na década de 20 do século XX a cidade de Boa Vista não apresentava ainda as linhas de demarcação urbana – uso e ocupação bem definidas e possuía apenas três ruas paralelas ao Rio Branco. Sendo assim, manteve essa característica até 1943, quando ocorreu a (re) construção da cidade em virtude da criação do Território Federal do Rio Branco e a implantação do Plano urbanístico por Êne Garcez dos Reis em 1944.

Dessa forma, conforme o autor, as políticas de desenvolvimento urbano direcionadas para o controle político, econômico, e estratégico da fronteira setentrional foram definidas após a criação do Território Federal do Rio Branco, em destaque a elaboração do Plano Urbanístico da cidade (Figura 1) no período de 1944 a 1955 efetuado pelo engenheiro civil Darcy Aleixo Derenusson, que propôs um

traçado de integração urbana com radial concêntrico, onde a praça circular reunia os três poderes - Executivo, Legislativo e Judiciário – de onde partiam as radiais para o norte, sul e oeste. O projeto foi executado pela firma própria do engenheiro, com toda a infraestrutura necessária.

Figura 1 – Maquete do Plano Urbanístico de Boa Vista



Fonte: Veras (2009).

As obras foram iniciadas em 1946, com a construção do primeiro conjunto habitacional constituído de 52 casas e o grupo escolar Lobo D'Almada. Desse modo, com a construção dos aparatos urbanos, a cidade passa a ter uma nova configuração espacial e sua paisagem urbana um novo panorama espacial. Portanto, as características urbanas da cidade de Boa Vista, entre os séculos XIX e XXI, foram sendo modificadas em função de diferentes fatores, tais como a atividade agropecuária, a mineração, a migração, as políticas de assentamento regional, a reforma administrativa realizada no estado no ano de 2003 (VERAS, 2009).

O crescimento populacional expressivo em Roraima, a partir dos anos de 1980, resultante de uma ocupação tardia, devido à localização e o difícil acesso, justifica-se pela intensa migração de nordestinos e nortista absorvida principalmente na área urbana de Boa Vista (VALE, 2007).

Portanto, nas últimas três décadas houve um aumento tanto das migrações de outros estados para Roraima, quanto dos deslocamentos de pessoas do interior do estado para a capital, seguindo uma tendência de inversão crescente entre a população urbana e rural (SOUZA, 2009).

A autora destaca ainda que a cidade vem crescendo de maneira desordenada e desigual. Sendo assim, em decorrência desse processo de urbanização rápida e intensa, multiplicaram-se os bairros periféricos sem as mínimas condições de habitação e ocorreu uma ocupação desenfreada de áreas de proteção de risco ambientais.

Veras (2009) corrobora essa afirmação ao advertir que o aumento do número de habitantes alterou parte da configuração socioespacial da cidade, que sem terem onde residir, buscaram a periferia e ocuparam de forma irregular terrenos em áreas de risco (áreas inundáveis próximas aos lagos e igarapés). A inexistência de um planejamento urbano que proporcionasse uma qualidade de vida para a população dessas áreas deu início a eclosão de bairros suburbanos e às patologias sociais (miséria, crime, doenças, entre outros).

De acordo com Veras (2012), o processo de produção do espaço urbano em Boa Vista é fruto de ações sociais, econômicas e político-institucionais reunidas pelo tempo no espaço físico. Após a criação do estado de Roraima a intervenção do poder público não foi procedente com os desejos da população.

1.2 CLIMA

Nos primórdios da humanidade, o conhecimento sobre a atmosfera era escasso devido à baixa intelectualização do homem e, portanto, alguns fenômenos climáticos eram conferidos aos deuses. A partir do desenvolvimento do conhecimento, o homem conseguiu expor explicações para os fenômenos naturais formando bases iniciais para o estudo científico da atmosfera (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) destacam que a busca pelos egípcios em compreender o regime de cheias no Rio Nilo direcionou ao conhecimento da umidade e fertilidade dos solos de várzeas. No entanto, as características atmosféricas foram estudadas pelos gregos tanto nos fenômenos específicos quanto no espaço e tempo desses fenômenos.

A formação e a existência de paisagem específica e distinta resulta da ação conjunta de vários agentes naturais, com estrutura geológica, relevo, clima, solo, os rios, a vegetação, a fauna, entre outros. Dentre esses diversos agentes naturais o clima tem um significado importante na estrutura externa da paisagem, uma vez que influencia outros elementos (TORRES; MACHADO, 2011).

Com o aperfeiçoamento do conhecimento climatológico no século XX e o surgimento da climatologia foi possível um melhor estudo da espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos e de sua evolução. Nesse contexto, os conceitos de clima foram formulados de acordo com as atribuições desse, baseado na determinação temporal cronológica para a definição da OMM (A Organização Mundial de Meteorologia), internalizando também a determinação temporal cronológica para a definição de tipos climáticos, onde as médias estatísticas devem ser definidas por uma série de dados num período de 30 anos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Torres e Machado (2011), clima é definido como a sucessão ou o conjunto de variações dos estados médios momentâneos da atmosfera em determinado lugar (pode ocorrer anomalias), que vai caracterizar a atmosfera desse lugar. Portanto, clima é o conjunto de fenômenos meteorológicos que vão caracterizar, durante um extenso período, o estado médio da atmosfera e sua evolução em um local específico.

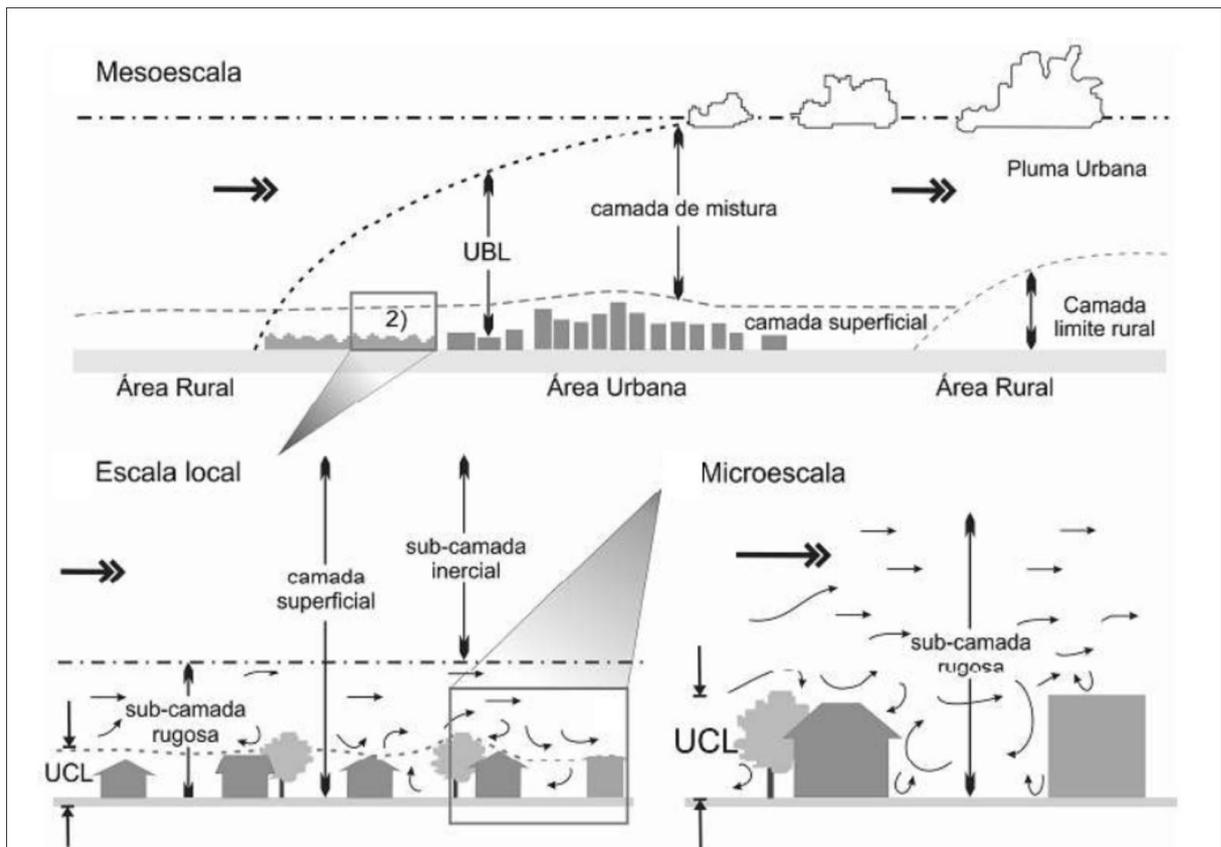
1.2.1 Escalas do clima

As alterações climáticas nas cidades podem ser analisadas em diferentes escalas climáticas (distância horizontal) (Figura 2) e limites da camada atmosférica (distância vertical).

Segundo Mendonça e Danni Oliveira (2007), Oke (1987), Torres e Machado (2011) o clima está subdividido conforme a escala (distâncias horizontais) espacial em:

✓ **Macroclima:** é a maior das unidades climáticas. Está relacionada com aspectos dos climas de extensas áreas da superfície da Terra e com movimentos atmosféricos em grande escala que afetam o clima. Abrange desde o Planeta (clima global), passando por faixas ou zonas (clima zonal), até extensas regiões (clima regional).

Figura 2 - Escalas espaciais do clima



Fonte: Adaptado de Oke, 2006

✓ **Mesoclima:** é a unidade intermediária entre as grandezas superiores e inferiores do clima. Está relacionada a aspectos do clima em áreas relativamente pequenas (entre 10km e 100km de largura) como por exemplo o clima regional, o clima local, clima urbano e o topoclima.

✓ **Microclima:** é a menor unidade e a mais imprecisa unidade escalar climática. Está relacionada com estudo do clima próximo a superfície ou áreas muito pequenas, com menos de 100 m de extensão, como por exemplo, relacionada a detalhes e ocupação do solo.

Na classificação das camadas que compõem a atmosfera com relação à distância vertical do clima urbano, Oke (1987) propôs (Figura 2):

✓ Camada Limite Urbana - UBL (Urban Boundary Layer): Encontra-se acima do nível dos telhados. Relacionada às características produzidas pela natureza da superfície urbana, cuja rugosidade, formada pela presença de prédios relativamente altos, provoca uma aerodinâmica particular.

✓ Camada Limite do Dossel Urbano - UCL (Urban Canopy Layer): Camada localizada abaixo do nível dos telhados. Sendo efeito dos processos em micro escala localizados nas ruas, entre os prédios etc. Essa superfície produz uma considerável complexidade de fatores atuantes.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007), esclarecem que para compreender os tipos de tempo e climas dos diversos locais da Terra, os conteúdos da Climatologia são geralmente analisados a partir dos elementos do clima e dos fatores do clima que os condicionam.

1.2.2 Elementos do clima

Os elementos do clima são características físicas que representam as propriedades da atmosfera geográfica de um determinado local e apresentam os valores relativos a cada tipo de clima, ou seja, a radiação, a temperatura, as precipitações, a umidade do ar, e os movimentos do ar, entre outros (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; ROMERO, 2013).

✓ Radiação solar: é a energia que a Terra recebe do sol através na forma de ondas eletromagnéticas (ROMERO, 2013). O aquecimento do ar atmosférico é proveniente da energia absorvida pela superfície terrestre em ondas curtas que é reirradiada por meio de ondas longas. Sendo assim a atmosfera é aquecida diretamente pelos raios solares, mas, sim pelo calor que a Terra irradia (TORRES; MACHADO, 2011).

✓ Temperatura: é a resultante da relação entre as taxas de aquecimento e resfriamento da superfície da Terra através de processos indiretos, uma vez que o ar é transparente à propagação das ondas eletromagnéticas, como a radiação solar. Portanto a temperatura do ar depende da quantidade de calor ganho e perdido da terra ou outras superfícies que o ar entre em contato (ROMERO, 2013).

De acordo com Vianello e Alves (2012) a variação diária da temperatura do ar está relacionada de forma direta com a chegada de energia solar resultando no

aquecimento do solo. A temperatura geralmente diminui à medida que se afasta do Equador na direção para os polos (TORRES; MACHADO, 2011).

✓ Umidade do ar: termo usado para caracterizar a quantidade de vapor de água presente na atmosfera, resultante da evaporação da água da superfície terrestre e hídricas e da evapotranspiração de animais e vegetais (TORRES; MACHADO, 2011). Para Ayoade (1996) o vapor de água é o componente mais importante na definição do tempo e do clima, mesmo que o represente apenas 2% da massa total da atmosfera e 4% do seu volume.

✓ Vento (movimento do ar): é o movimento do ar em relação à superfície terrestre e ocorre no sentido vertical e horizontal (AYOADE, 1996). O movimento do ar resulta das diferenças de pressão atmosférica realizada pela influência da temperatura do ar (ROMERO, 2013).

✓ Precipitação: é a forma como a água retorna da atmosfera para a superfície terrestre após ser evaporada e condensada formando nuvens. A restituição da água evaporada ocorre sob diversas formas, seja pelas condensações superficiais – orvalho, geada-, seja pelas precipitações sob a forma líquida – chuvas, ou mais ou menos sólidas, neve, granizo (ROMERO, 2013).

1.2.3 Fatores climáticos

Os fatores climáticos são características geográficas estáticas diversificadoras da paisagem que condicionam, determinam e originam o clima (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; ROMERO, 2013).

✓ Latitude: determina a quantidade de energia solar que cada ponto vai receber sempre referida à linha do Equador e ação de alguns condicionantes como, rotação da Terra sobre seu eixo, inclinação desse eixo, o próprio movimento de translação, a distância entre os dois astros, a diferença de tamanho entre eles e a forma esférica aparente da Terra (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; ROMERO, 2013).

Os climas possuem valores térmicos na razão inversa da latitude (TORRES; MACHADO, 2011).

✓ **Altitude:** está referida ao nível do mar, entre os fatores é o que mais influencia na temperatura, geralmente se o ponto estiver mais elevado, ou seja, maiores valores de altitude, esse terá sua temperatura diminuída (ROMERO, 2013).

Deve-se salientar que não se aplica a todos os locais, pois as características climáticas de regiões elevadas são diferentes das regiões de alta latitude (TORRES, MACHADO, 2011).

✓ **Vegetação:** exerce um papel importante na regulação de umidade e de temperatura. Um exemplo disso é que, em áreas de florestas verifica-se temperaturas inferiores às de áreas próximas com outro tipo de cobertura, como campo por exemplo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). A densa vegetação em áreas intertropicais aumenta a umidade do ar através da evapotranspiração, facilitando a produção de chuvas (TORRES; MACHADO, 2011).

✓ **Superfície do solo:** a observação da superfície do solo pode ser efetuada fundamentada por dois aspectos mais importantes: o solo natural e o solo construído (ROMERO, 2013). Outro aspecto importante são as cores das superfícies, visto que as cores escuras absorvem os raios solares mais do que as claras e permanecem mais com temperaturas mais elevadas durante o dia, aquecendo o ar sobre elas (TORRES, MACHADO, 2011).

✓ **Topografia:** influencia na força, direção e conteúdo da umidade dos fluxos de ar, já que os fluxos de ar podem ser desviados ou canalizados pelas ondulações da superfície terrestre (ROMERO, 2013).

1.2.4 Clima urbano

O processo de urbanização e expansão acelerado nas cidades teve a partir do século XX grande influência nas condições climáticas em escala de caráter local, ou regional (grandes metrópoles), e porque não dizer global, com resultados de estudos direcionados ao aquecimento global.

A urbanização nas cidades vai bem além das alterações na paisagem resultantes da substituição do ambiente natural pela materialidade física do espaço densamente construído, envolve todas as atividades urbanas que nelas acontecem.

Nesse contexto, Schutzer (2012), explica que a distribuição e/ou concentração das atividades humanas pelo espaço da cidade, através dos usos residencial,

comercial, e de serviços, do sistema de transporte e da disposição dos resíduos tem um grande impacto urbanístico e ambiental, principalmente na influência e alterações nas condições climáticas.

A dinâmica climática nas cidades está relacionada ao grau de alteração dos atributos climáticos provocados pela urbanização, configurando situações de desconforto ambiental e riscos à vida urbana. Um importante mecanismo na análise da dinâmica climática no meio urbano é a comparação entre situações climáticas urbanas demasiadamente alteradas e desconfortáveis em relação ao ambiente suburbano ou rural próximo ou ainda em ambientes intraurbanos mais saudáveis (SCHUTZER, 2012).

São três as principais categorias de influências urbanas no clima das cidades: modificação da composição do ar, alterações do equilíbrio térmico e alteração no balanço hídrico, em razão das irregularidades da natureza e da topografia da superfície urbana. Tais alterações climáticas nas cidades e suas consequências influenciam na qualidade de vida do cidadão (BRANDÃO, 2012).

Brandão (2012) enfatiza ainda, que as cidades produzem uma espécie de *cúpula climática*, definida convencionalmente como clima urbano. As características deste dependem do desenho, densidade e funções das construções, das características dos materiais utilizados nas construções e da própria configuração da cidade e das atividades que nela se desenvolvem.

A ocorrência do processo de evaporação e a evapotranspiração em escala considerável é um importante agente de refrigeração climática em meio urbano, pois aumenta a umidade do ar. Estes processos dependem da disponibilidade de água, que nas condições atuais de exploração da natureza, desmatamento, impermeabilização do solo e consumo de água, impulsiona a perda de água do sistema de uma localidade, por meio de um escoamento superficial cada vez mais rápido (SCHUTZER, 2012).

Ainda de acordo com Schutzer (2012), nas grandes áreas metropolitanas a diminuição da umidade do ar significativamente, causada pelo aumento da temperatura do ar e da poluição nas áreas centrais das grandes metrópoles, dá origem ao fenômeno conhecido como "ilhas de calor".

1.2.5 Ilhas de calor

Conforme Gartland, 2010 as primeiras observações e estudos sobre o calor urbano e conseqüentemente o fenômeno ilhas de calor foram documentados por Howard com a 1ª edição da obra intitulada “Climate” e “The Climate of London” (1818, 1820). Esses estudos, de grande significado, sobre o clima de Londres apresentam descrições e análises de Howard de elementos meteorológicos (por exemplo, temperatura, pressão, entre outros) que compõem o clima e identifica anomalias de calor atualmente definidas como “ilhas de calor”. A partir dos estudos Luke Howard constatou um “excesso de calor artificial” na cidade em relação com o campo.

Observações semelhantes sobre a variação térmica nas cidades foram realizadas por Emilien Renou na segunda metade do século XIX em Paris e por Wilhelm Schmidt em Viena no início do século XX (GARTLAND, 2010). Entre outros, se destacam trabalhos de certa forma relacionados com o contexto, como o de Olgyay em 1963, que efetuou uma investigação regional de elementos do clima e a relação com o homem e a arquitetura, mas que permite expandir para os estudos urbanos e o de Giovani em 1976 que exhibe a inter-relação do homem, clima e arquitetura principalmente os elementos de troca de calor entre o homem e seu ambiente térmico (ROMERO, 2013).

De acordo Gartland, 2010 as ilhas de calor são áreas urbanas e suburbanas onde o ar e as temperaturas são mais quentes do que em áreas do entorno das cidades. A ocorrência desse fenômeno em locais intraurbanos, além de aumentar a temperatura urbana e sua amplitude térmica ocasiona desconforto na permanência ao ar livre e induz ao uso de ar-condicionado em ambientes fechados e em meios de transportes (BUENO, 2013).

Martin, Baudouin e Gachon (2015) destaca que ilhas de calor resultam das propriedades físicas da paisagem urbana e do calor liberado pela utilização de energia para realização das atividades humanas. A complexidade da sua natureza está relacionada com importantes fatores climáticos tais como: a poluição atmosférica, fortes precipitações com risco de inundações e alterações nas amplitudes térmicas, como também da dinâmica de uso e cobertura do solo entre outros grupos de variáveis como habitação e saúde pública (BARROS; LOMBARDO, 2016).

A formação de ilhas de calor acontece em áreas urbanas e suburbanas porque muitos materiais de construção comuns, absorvem e retêm mais calor do sol do que

materiais naturais encontrados em áreas rurais menos urbanizadas. Contribuem também para formação desse fenômeno, a poluição do ar, o calor antropogênico e menores velocidade do vento em áreas urbanas (GARTLAND, 2010).

A emissividade de calor está relacionada com a radiação solar e depende da localização geográfica do local, variando também de acordo com o tipo de superfície, isto é, com a forma de usos e de ocupação do solo. A emissão de calor é maior em superfície construídas (asfaltos e edificadas) e menor nas áreas de vegetação e em superfícies líquidas (SCHUTZER, 2012).

De acordo com Gartland, 2010 afirma as ilhas de calor contém cinco características:

I. Em geral as ilhas de calor são mais quentes após pôr do sol e mais frescas após o amanhecer. O ar abaixo das copas das árvores e edifícios, “dossel urbano”, pode ser até 6°C mais quente do que o ar em áreas rurais.

II. As temperaturas do ar são mais elevadas devido a maior absorção do calor do sol pelas superfícies artificiais do que a vegetação natural.

III. Quando o dia está calmo e claro, as diferenças nas temperaturas do ar e na superfície são acentuadas.

IV. São mais quentes as áreas com menos vegetação e com maior desenvolvimento urbano.

V. Apresentam ar mais quente na “camada limite”, uma camada que abrange até 2000m de altura.

Força ou intensidade de ilha de calor é a diferença entre as temperaturas do ar urbano e rural, normalmente utilizado para medir o efeito da ilha de calor. A diferença de temperatura entre áreas urbanas e rurais pela manhã geralmente é menor, mas ao longo do dia essa diferença aumenta devido ao aquecimento das superfícies urbanas, aquecendo o ar urbano (GARTLAND, 2010).

As ilhas de calor fortalecem o distinto e elevado ganho térmico em situações espaciais tão próximas, onde a amplitude térmica entre as áreas centrais e as periféricas ou rurais pode chegar a 10°C (SCHUTZER, 2012). Segundo Gartland (2010) as inversões térmicas, que aprisionam o ar quente e a poluição juntos ao solo em áreas urbanas durante a noite, são abastecidas pelo calor excedente causado pelas ilhas de calor.

São claros e de fácil percepção os impactos negativos das ilhas de calor, pois podem causar desconforto às pessoas, bem como, diversos problemas de saúde,

devido ao calor ou a poluição, despesas elevadas com energias e redução na qualidade de vida (MIYAMOTO, 2011).

Segundo Gartland (2010) é útil e interessante a medição das consequências de uma ilha de calor sobre um clima regional, mas não significa o quão eficiente são as medidas de mitigação para reduzir os impactos da ilha de calor. São cinco os métodos básicos utilizados para medir os efeitos da urbanização sobre os climas urbanos: estações fixas, transectos móveis, sensoriamento remoto, sensoriamento vertical e balanços de energia.

Martin, Baudouin e Gachon (2015) realizaram um estudo utilizando uma série temporal de imagens de satélite Landsat Thematic Mapper (TM) e além disso aprimoraram o ThematicMapper (ETM +) 1984-2011, com objetivo de identificar a estação quente em Montreal, Quebec, Canadá. De acordo com os autores, o local apresenta um uso do solo diversificado e uma cobertura terrestre composta por rios e lagos intercalados com elevações que variam de 6 a 233 m. Os resultados da pesquisa foram de 6 ° C acima da temperatura média da cidade e em 25 anos, (entre 1984 e 2008), a propagação das ilhas de calor aumentou 63% (ou 48,7-79,5 km²).

No Brasil, diversos estudos estão sendo executados com o objetivo de identificar a presença de ilhas de calor nas cidades. Entre estes estudos podemos destacar o Barros e Lombardo (2016) realizado na Cidade de São Paulo em que foi avaliado e apresentado a relação espacial entre os diferentes padrões de uso e cobertura do solo e suas respostas térmicas, para compreender a conformação espacial do fenômeno da ilha de calor urbana. Para a obtenção dos dados foi usado o sensoriamento remoto, em que observou-se que os espaços preenchidos por atividades industriais, comércio ou serviços e sem vegetação apresentaram uma intensidade do fenômeno, com diferenças de temperatura da superfície superiores a 8 °C, concluindo que o arboreto urbano e as áreas verdes são de extrema importância para amenizar as temperaturas da superfície dos espaços urbanos do município de São Paulo (BARROS; LOMBARDO (2016).

Investigações sobre o fenômeno ilhas de calor, utilizando dados obtidos por sensoriamento remoto, modelagem e dados de estações meteorológicas, foram feitas na Amazônia por Corrêa et al. (2016). Os resultados da pesquisa mostraram que foi possível identificar e quantificar áreas que apresentaram os maiores e menores valores das temperaturas da superfície em que na análise longitudinal, as diferenças com as temperaturas da superfície da modelagem e do satélite foram de 1 °C tanto

em relação à floresta como em relação aos rios. Na análise latitudinal, as diferenças com as temperaturas da superfície do modelo e do satélite foram respectivamente de até 5°C e 10°C em relação à floresta, e de até 15 °C e 12 °C, em relação aos rios.

Muitos estudos são efetuados para indicar de que forma as temperaturas da superfície podem interferir na temperatura do ar no espaço urbano (GARTLAND, 2010). Entretanto, para a realização de estudos mais profundos, de acordo com Honorato e Andrade (2012) é necessário observar todos os fatores do local como solo, vegetação, recursos hídricos, meios de transporte, processos de ocupação, e formas provenientes, tudo que destaca as alterações no meio geográfico influenciando sua estrutura e organização, refletidas no espaço de vivência das pessoas, pois algumas absorvem em maior ou menor o grau a gravidade dos efeitos.

1.3 SENSORIAMENTO REMOTO

O Sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas que se baseiam na utilização de dados sobre a superfície terrestre, obtidos sem o contato físico direto com o alvo. Os sensores remotos captam a radiação eletromagnética (REM) refletida ou emitida pelos alvos e essa radiação traz consigo informações espaciais e também espectrais do alvo (BAPTISTA, 2006).

Novo (2010) define o Sensoriamento Remoto como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que os compõem em suas mais diversas manifestações.

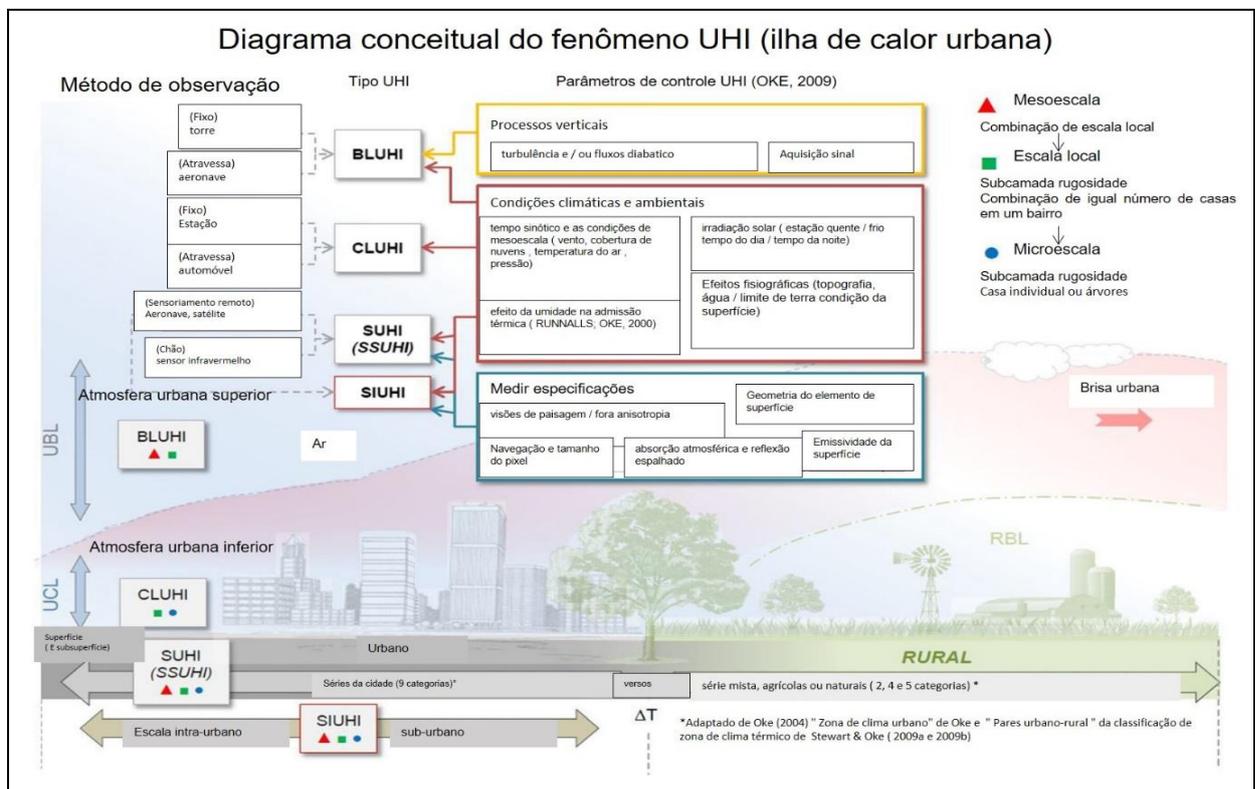
Quanto as técnicas de Geoprocessamento, diversas ferramentas computacionais surgiram reunidas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), os quais permitem a integração e análise de dados de diversas fontes, bem como automatizar a produção de documentos cartográficos, através da criação de um banco de dados georreferenciado. Um Sistema de Informação Geográfica pode ser definido como um conjunto de ferramentas para manipular dados georreferenciados capaz de

armazenar, recuperar, transformar, analisar e manipular os dados coletados do mundo real (ARONOFF, 1989).

Segundo afirma Gartland (2010) o poder de ver temperaturas em extensas áreas é a vantagem do sensoriamento remoto, porém mostra apenas uma vista panorâmica de temperaturas urbanas abstraído temperaturas de paredes e vegetação e as temperaturas sob as árvores.

Martin, Baudouin e Gachon (2015) ao realizarem um estudo com o uso do sensoriamento remoto na Comunidade metropolitana Montreal, localizada na província de Québec, Canadá, tinham como objetivo primordial a melhor caracterização de uma superfície de ilha de calor urbana (SUHI) em termos de temperatura (Figura 3). Segundo os autores este esclarecimento é essencial para o melhoramento da capacidade operacional dos serviços meteorológicos e alertar durante o verão os pontos mais quentes da cidade onde as pessoas estão mais vulneráveis.

Figura 3 - Diagrama conceitual do fenômeno UHI (ilha de calor urbana): descrição de diferentes escalas, métodos de observação e parâmetros de controle que irão influenciar a magnitude UHI (ilha de calor urbana) estimada



Fonte: Martin, Baudouin e Gachon (2015)

2 OBJETIVOS

Para melhor direcionar o caminho a ser percorrido no desenvolvimento da pesquisa e poder responder a problemática estabelecida, foram propostos os objetivos a seguir explicitados:

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a relação entre a urbanização e a variação de temperatura e analisar a influência na formação do clima urbano e possível ocorrência de ilhas de calor na cidade de Boa Vista -RR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar temporalmente a relação entre as características físicas da superfície e a variação térmica;
- Verificar o efeito da expansão urbana sobre a variação térmica por análise multitemporal;
- Identificar a existência de ilhas de calor;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para um melhor desenvolvimento, a pesquisa foi dividida em: levantamento de dados, tratamento estatísticos e processamento das imagens e dos dados obtidos por sensoriamento remoto em laboratório. Dessa maneira pôde-se realizar a análise e interpretação dos dados com um panorama coerente da problemática.

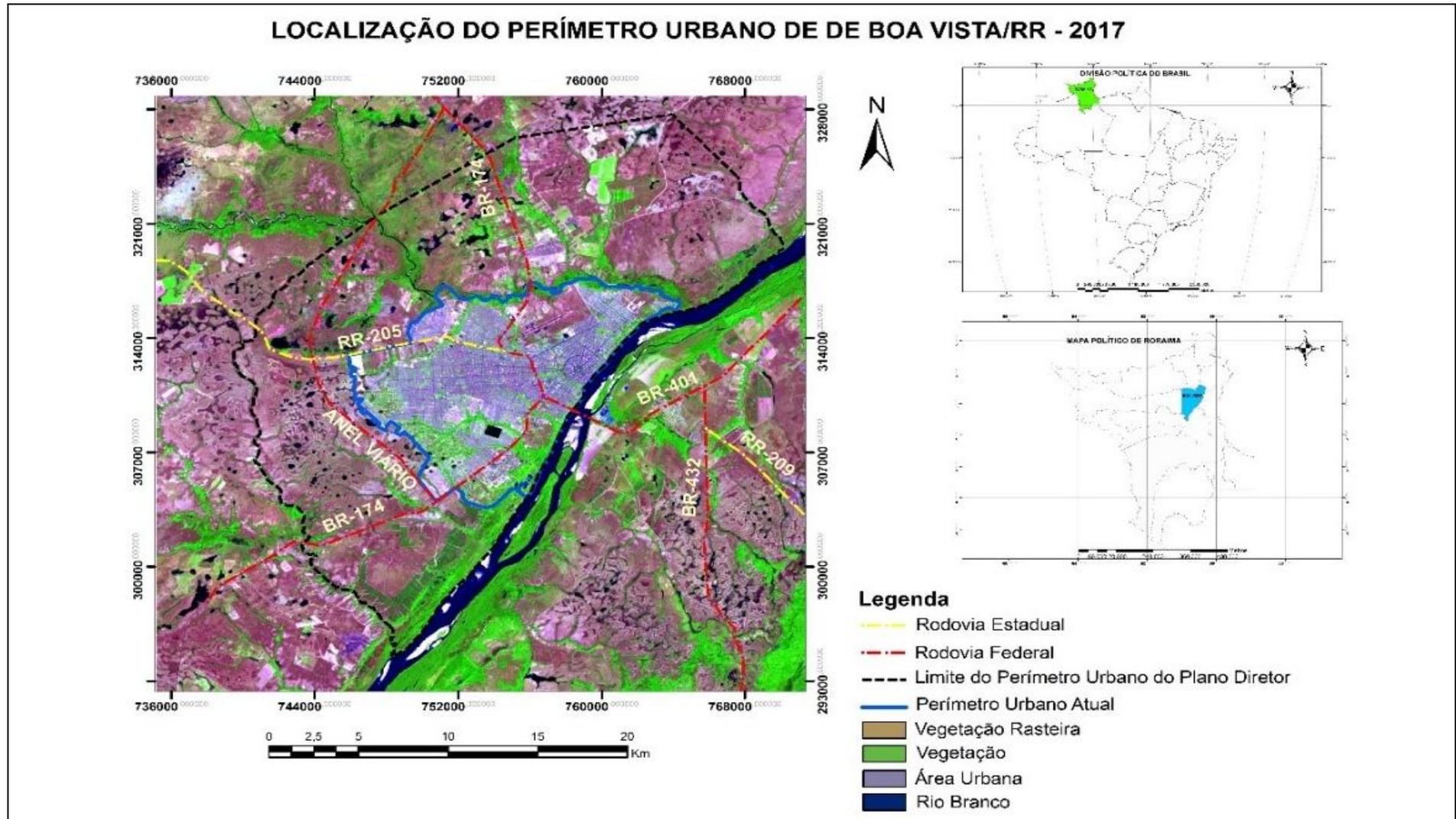
3.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na cidade de Boa Vista (Figura 4), localizada na Região Centro-Leste do estado de Roraima, na Amazônia Setentrional do Brasil, em área de extensa campina, regionalmente conhecidas por lavrados, à margem direita do rio Branco a uma altitude de 85 metros acima do nível do mar (J. SANTOS, 2010). É a única capital brasileira localizada totalmente no Hemisfério Norte, entre as latitudes: 60° 32' 32" – 60° 46' 59" W e 2° 53' 11" – 2° 44' 45" N, segundo Silva et al. (2015) essa região marca a passagem de terrenos mais altos nas parcelas Oeste/Norte/Nordeste, relacionados ao Planalto das Guianas para planícies conexas à calha rio Negro/Amazonas.

A área do município de Boa Vista compreende 5.687,037 km², onde 1.447,35 Km² são terras indígenas, de acordo com o IBGE (2017), com uma população de 284.313 habitantes pelo Censo (2010) e estimada de 332.020 habitantes em 2017.

Boa Vista está inserida no regime hidrográfico da bacia do rio Branco, como seu principal elemento, e o rio Cauamé um dos afluentes mais importantes pela margem direita, não deixando de destacar a presença de uma grande quantidade de corpos hídricos (lagoas e igarapés) dentro de sua hidrografia (STAEVIE, 2011). Segundo Evangelista et al. (2008), Sander (2015) a cidade de Boa Vista está caracterizada por condições particulares em seu período chuvoso entre os meses de abril e setembro, que concentra 80 % dos totais anuais precipitados ao longo do ano, diferente daquele observado na maior parte da Amazônia, onde seu período chuvoso está inserido entre outubro e março.

Figura 4 - Localização da área de estudo – Cidade de Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

Para que se possam compreender os sistemas lacustres do lavrado roraimense é fundamental entender que os lagos são corpos hídricos e que não são elementos permanentes da paisagem. Trata-se de fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, portanto surgem e desaparecem no decorrer do tempo. A região de Roraima possui uma diversidade de lagos que variam em tamanho e formas, na sua maioria ligados à Formação Boa Vista (Terciário), como aqueles característicos de planícies fluviais com estados temporários ou permanentes (CARVALHO; CARVALHO, 2012; CARVALHO; ZUCHI, 2009).

Os sistemas lacustres predominantes constatados no estudo do lavrado roraimense mostra que eles fazem parte de extensa planície de aplainamento da Formação Boa Vista, resultando em inúmeros lagos, pequenos e rasos, que durante os períodos chuvosos se interligam por veredas e brejos, e espaçados durante o período de seca.

A presença de lagos em terrenos permeáveis como os de Boa Vista indicam, provavelmente, um lençol freático raso ou superficial. Essa característica hidrológica é relacionada à geologia favorável (terrenos antigos, estáveis e planos) que controla sobremaneira a situação geotécnica de Boa Vista aliado ao fato de ser uma cidade planejada com ruas largas e casas em terrenos amplos, resulta numa cidade pouco propensa a desastres naturais.

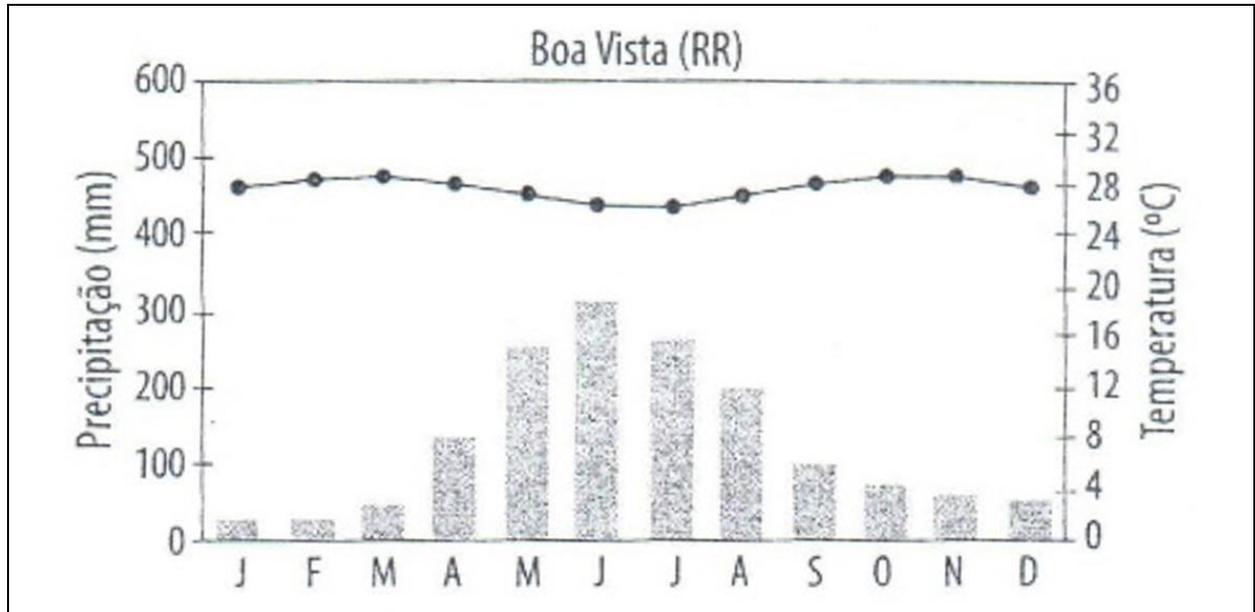
O clima da região é do tipo Aw, Tropical com chuvas de verão de acordo com a classificação de Köppen e apresenta temperaturas médias anuais de aproximadamente de 26°C (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Para Silva et al. (2015), esse mesmo clima é regulado por duas massas de ar, a Equatorial Continental (MEC) e a Equatorial Atlântica. Neste sentido, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) apontam que a massa Equatorial Continental tem origem na Amazônia Ocidental e que a sua atuação está ligada à posição do equador térmico, que segue o zênite solar e o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical.

Em Roraima, a ação da MEC aparece entre os meses de abril e setembro, cujas características são temperaturas mais elevadas, proximidade da Linha do Equador e a umidade. As massas de ar Equatorial Atlântica Norte e Sul são puxadas para o continente devido à diferença de pressão entre as superfícies continental e oceânica (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), e pontua sobre a região entre os meses de novembro a março, na estação da seca (EVANGELISTA et al., 2008; SANDER, 2015).

A precipitação média anual é de 1.507,8 mm (Figura 5). A temperatura varia de 23,1°C a 32,7°C (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Figura 5 - Dados climatológicos da cidade de Boa Vista, Roraima

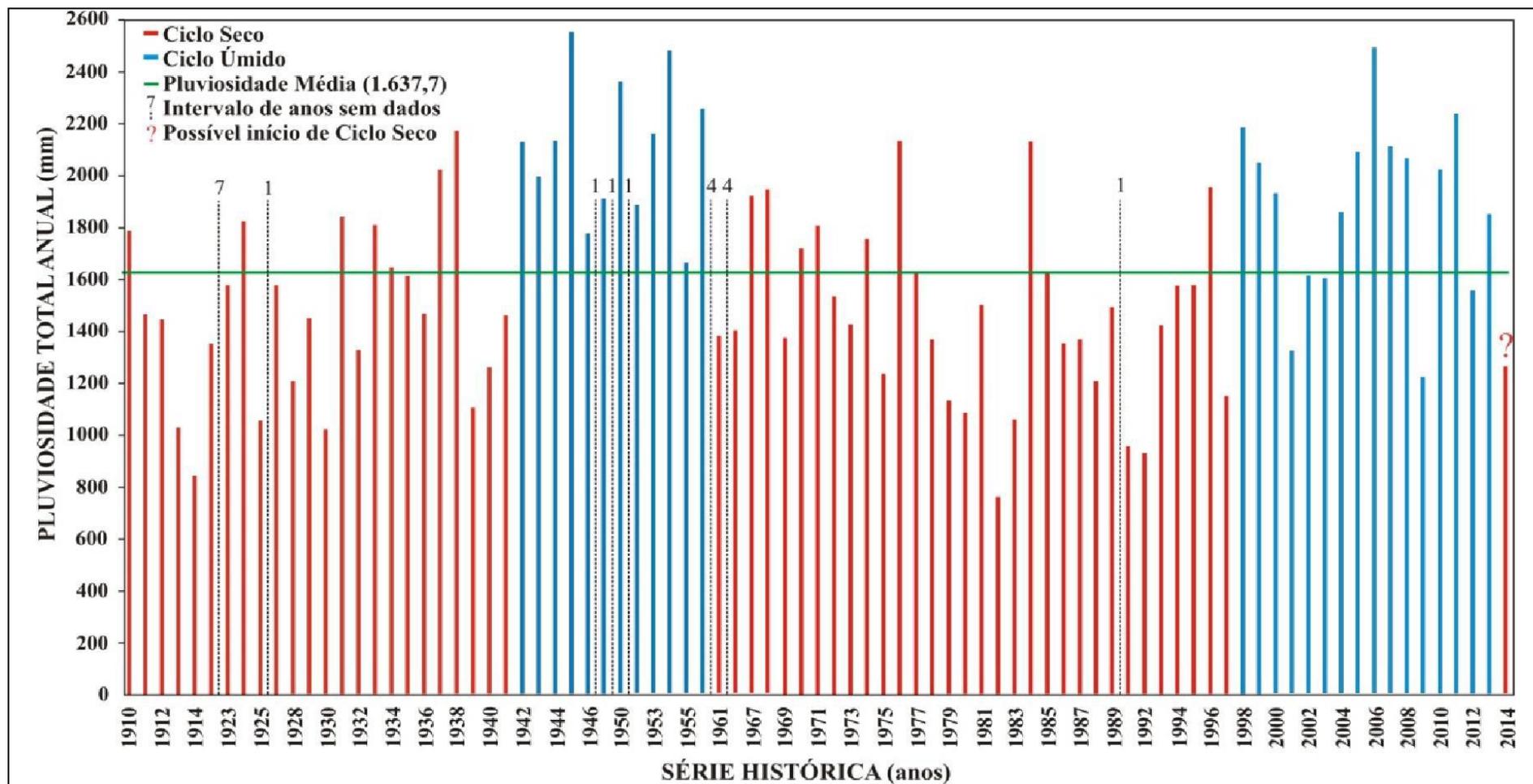


Fonte: Mendonça e Dani-Oliveira (2007).

Silva et al. (2015) explicam em seu trabalho “ANÁLISE DOS CICLOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE BOA VISTA – RR NOS ANOS DE 1910 A 2014” publicado em 2015 que a média histórica levantada em Boa Vista de 1.637,7mm/ano se alinha com os trabalhos desenvolvidos por Barbosa (1997) e Araújo et al. (2001). Barbosa em sua análise da série histórica 1910 – 1995 determinou médias pluviométricas de 1.614 mm/ano. Araújo definiu médias anuais com valor aproximado de 1.688,4 mm/ano, para a série de 1923 – 1997.

Nesse contexto, Silva et al. (2015) mostram no desempenho histórico da pluviosidade de Boa Vista a sucessão de ciclos úmido e seco, e o tempo médio de cada ciclo, indicando a passagem do segundo ciclo úmido para um novo ciclo seco nos anos de 2014 e 2015. A variações nos ciclos de precipitação pluviométricos de Boa Vista-RR estão relacionados à condição tropical, aos eventos El Niño e La Niña e no desempenho de centros de ações atmosféricos (Figura 6).

Figura 6 - Série histórica pluviométrica de Boa Vista-RR, período 1910 - 2014



Fonte: Silva et al. (modificado de BARBOSA, 1997; ANA, 2015; INMET, 2015).

A região de Boa Vista apresenta uma área de denudação erosiva ou pediplano (superfície de erosão) no antigo embasamento cristalino ou Escudo das Guianas. Segundo Relatório do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, sobre “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa” (BRASIL, 2012) essa superfície arrasada no embasamento cristalino se distingue por camadas horizontais de arenito mais jovem, de idade Cenozoica que constituem a cobertura sedimentar denominada Formação Boa Vista.

Boa Vista está inserida em uma área de cobertura vegetal rasteira denominada savana. Essas formações abertas e não florestadas são popularmente denominadas de “lavrado”, termo regional que vem sendo empregado com frequência desde meados dos anos 1900 e pertence a ecorregião das “Savanas das Guianas”, do bioma da Amazônia. No entanto, as savanas do extremo norte amazônico se diferenciam dos cerrados, visto que, apesar de possuírem a mesma aparência e estrutura física, apresentam especificidades ecológicas e florísticas distintas (VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2010).

Há ainda a ocorrência de espécies arbóreas, predominando o Caimbé (*Coussapoa asperifólia*) nas partes mais altas e a presença de Buritizais (*Mauritia flexuosa*) e manchas esparsas de florestas, denominadas como ilhas, ao longo de grande parte dos igarapés (PEREIRA; MACEDO; VERAS, 2010; VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2010).

Vale Junior e Schaefer (2010) ressaltam ainda que o solo resultante da alteração e decomposição das rochas sedimentares possui textura arenosa. O relevo, na cidade de Boa Vista, é predominantemente plano, típico do lavrado do estado de Roraima.

3.2 DEFINIÇÃO DOS PONTOS PARA COLETA DA TEMPERATURA *IN LOCO*

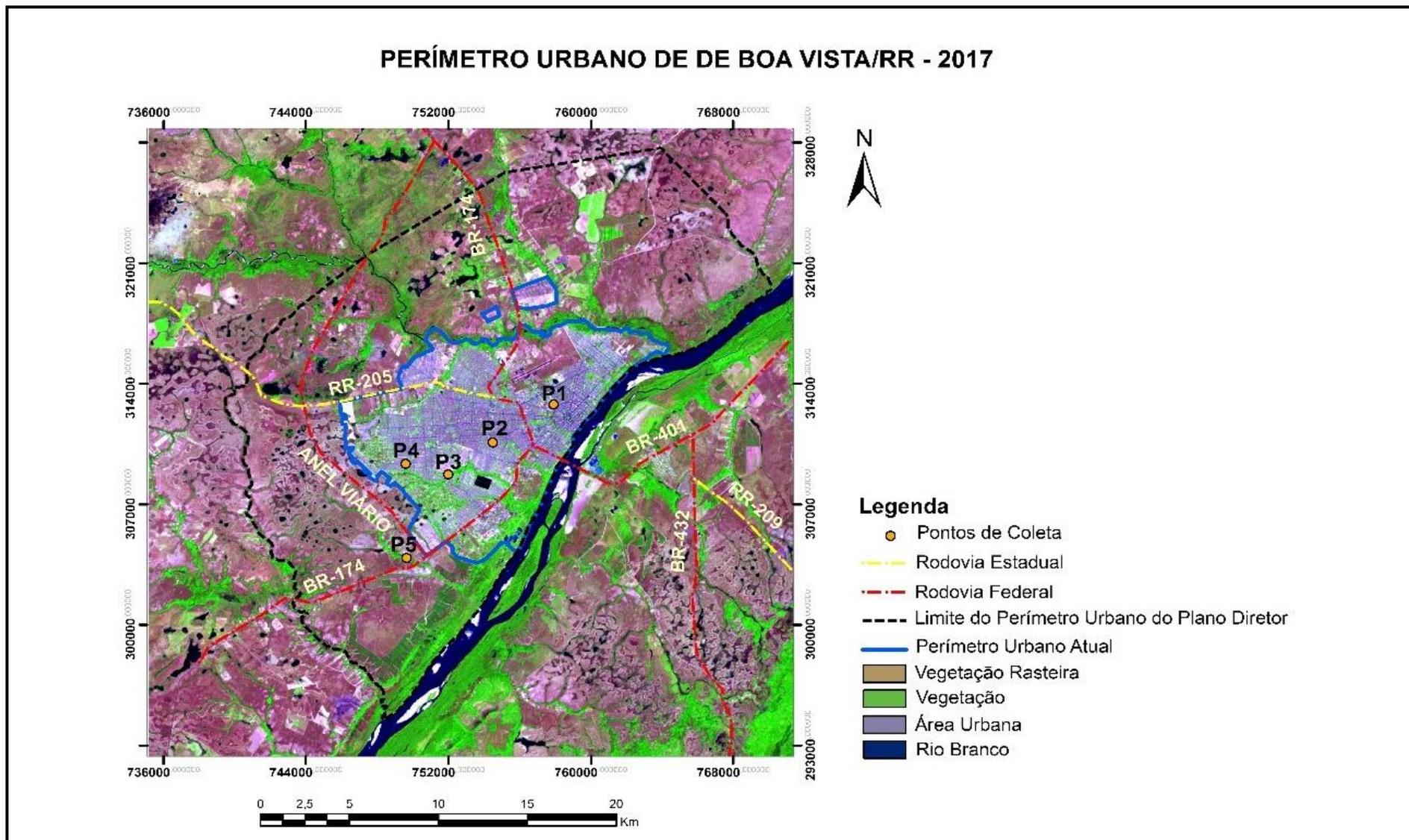
Para a realização da coleta da temperatura foram definidos pontos (Figura 7) seguindo a direção da expansão urbana da cidade de Boa Vista (sentido oeste), de acordo com as características específicas de superfície, considerando o tipo de uso e ocupação do solo no entorno (Tabela 1). Os pontos definidos foram georreferenciados através de GPS modelo 650 da Garmin, para que suas coordenadas fossem utilizadas posteriormente no processamento dos dados obtidos por sensoriamento remoto.

Tabela 1 – Caracterização dos Pontos de Coleta

Pontos de Coleta	Local	Coordenadas Geográficas		Altitude (m)	Superfície	Topografia	Vegetação	Distância de áreas Vegetais (m)	Densidade de construções	Uso do solo	Distância do Centro da Cidade (km)
		W	N								
1	Praça Fábio Marques Paracat	60°40'48"	2°49'39"	85	Pavimentada	Terreno plano	Inexistente	-	Alta	Misto	1,4
2	Galeria no Igarapé Pricumã	60°42'39"	2°48'27"	80	Solo descoberto	Vale	Mata Ciliar Degradada	12	Alta	Misto	5,8
3	Igarapé Grande no Bairro Jardim Tropical	60°43'59"	2°47'27"	99	Solo descoberto	Terreno Plano	Mata Ciliar	6	Média	Misto	9,7
4	Lagoa no Bairro Senador Hélio Campos	60°45'16"	2°44'49"	90	Vegetação rasteira Natural	Terreno Abaciado	Vegetação rasteira degradada	-	Alta	Misto	12
5	Igarapé Wai-Grande	60°45'17"	2°47'47"	80	Vegetação rasteira Natural	Vale	Mata Ciliar	10	Baixa	Rural	14

Fonte: Arquivo pessoal

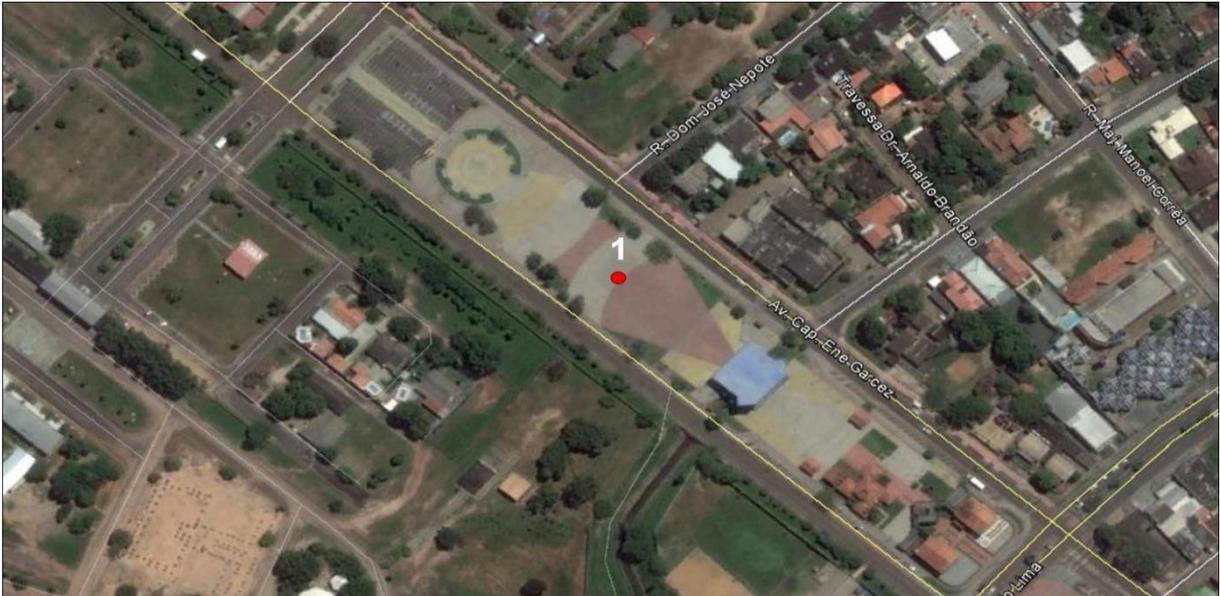
Figura 7 - Localização dos pontos de coleta da temperatura na cidade de Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O ponto 1 está localizado na Praça Fábio Marques Paracat, na avenida Capitão Ene Garcez em Boa Vista, no bairro Centro (Figura 8).

Figura 8 - Vista aérea do Ponto 1 - Praça Fábio Marques Paracat em Boa Vista, Roraima



Fonte: Google Earth (2017).

O ponto 2 está localizado na galeria de drenagem do Igarapé Pricumã, na travessa José Francisco no bairro Cinturão Verde em de Boa Vista (Figura 9).

Figura 9 - Vista aérea do Ponto 2 - Galeria de drenagem no Igarapé Pricumã - Bairro Cinturão Verde em Boa Vista, Roraima



Fonte: Google Earth (2017).

O ponto 3 está localizado as margens do Igarapé Grande, na avenida Parque Céu Azul no Bairro Jardim Tropical na cidade de Boa Vista (Figura 10).

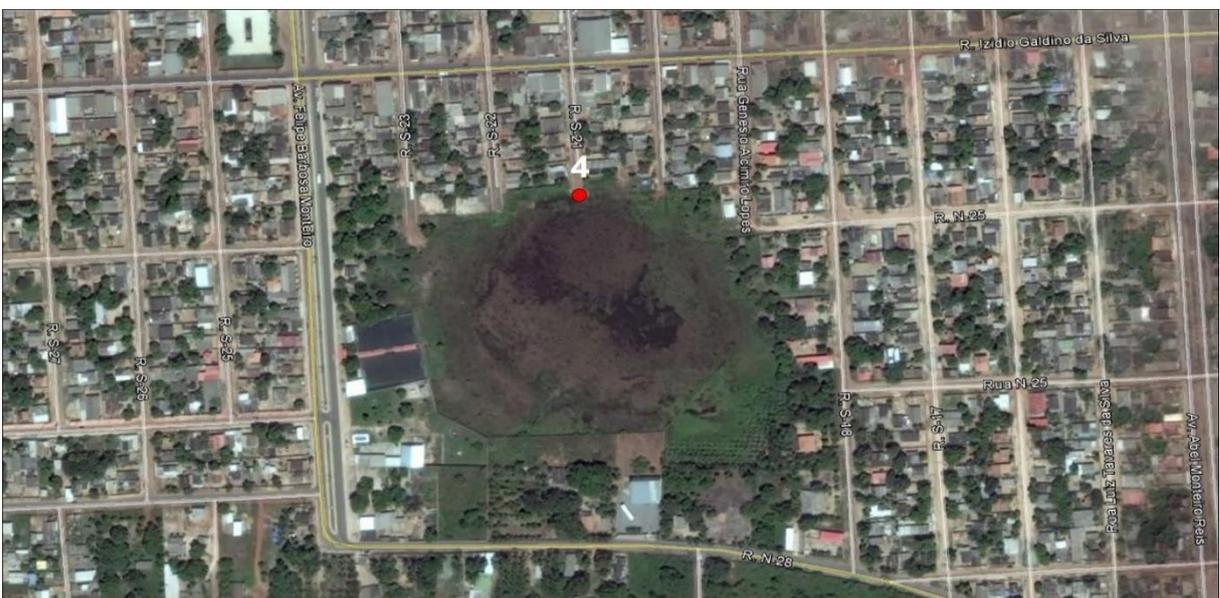
Figura 10 - Vista aérea do Ponto 3 - Igarapé Grande no Bairro Jardim Tropical em Boa Vista, Roraima



Fonte: Google Earth (2017).

O ponto 4 está localizado as margens de uma Lagoa na rua Professor Hélio Carlos (S-21) no bairro Senador Hélio Campos na cidade de Boa Vista (Figura 11).

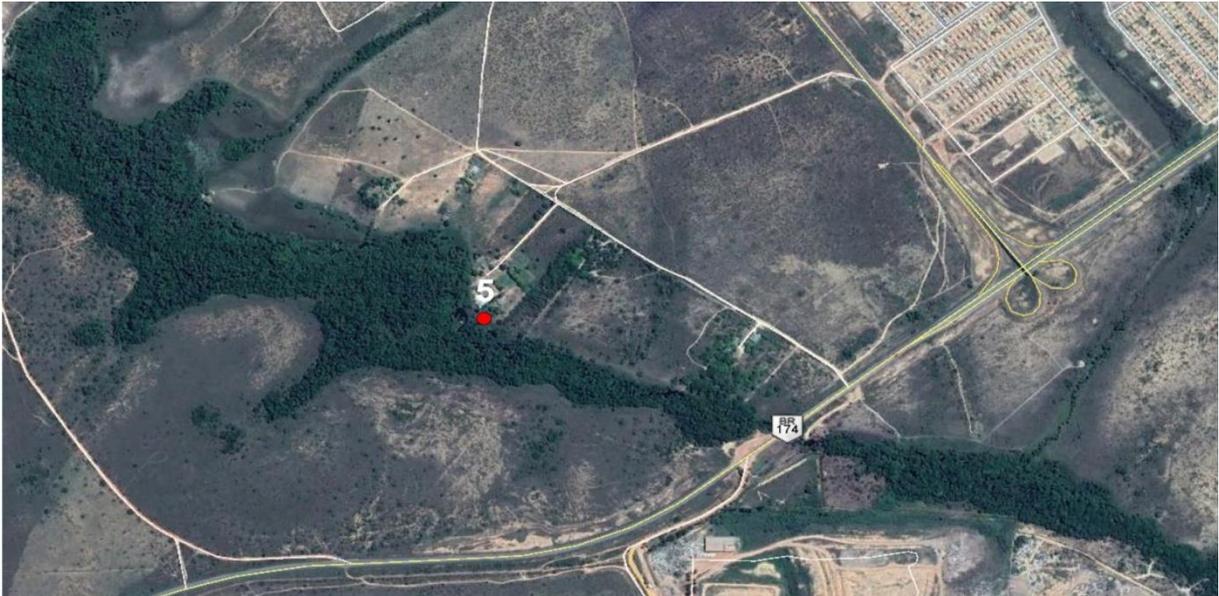
Figura 11 - Vista aérea do Ponto 4 - Lagoa no Senador Hélio Campos em Boa Vista, Roraima



Fonte: Google Earth (2017).

O ponto 5 - Igarapé Wai-Grande está localizado em uma chácara particular mais especificamente no Anel Viário próximo ao Aterro Sanitário na BR-174 sentido Boa Vista/Manaus, à 10 km do centro da cidade de Boa Vista (Figura 12).

Figura 12 - Vista aérea do Ponto 5 - Igarapé Wai-Grande (chácara particular) em Boa Vista, Roraima



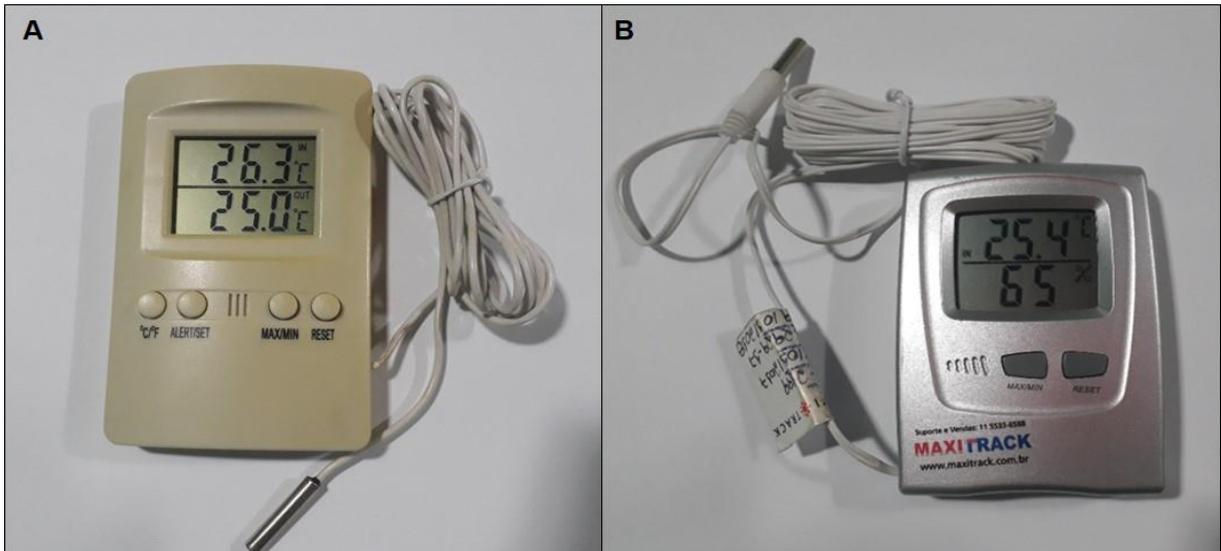
Fonte: Google Earth (2017).

3.3 MEDIÇÃO DA TEMPERATURA *IN LOCO* (PONTOS FIXOS DEFINIDOS)

Para a realização da coleta da temperatura *in loco* foi utilizado em um primeiro momento termômetros digitais disponibilizados pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Roraima. Em um segundo momento, com a necessidade de se obter também dados de umidade do ar, utilizou-se termohigrômetros digitais (Figura 13) já calibrados pelo fabricante adquiridos para a realização das coletas de dados.

Para driblar as dificuldades de recursos limitados destinados a pesquisas, os pesquisadores com experiência e criatividade desenvolvem muitos sensores, abrigos e sistemas alternativos no Brasil (VALIN JÚNIOR et al., 2016).

Figura 13 - A) Termômetro digital. B) Termo-higrômetro digital



Fonte: Arquivo pessoal

Castelhana e Roseghini (2011) ao compararem mini-abrigos tradicionais em madeira e a proposta de utilização de uma caixa de esgoto sifonada circular em PVC (Figura 14), alcançaram resultados favoráveis quanto ao uso do PVC na fabricação de mini abrigos e uso em pesquisas de campo, destacando a semelhança com os dados registrados pela estação automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Figura 14 - A) Mini-abrigo tradicional. B) Mini-abrigo em PVC utilizado no experimento



Fonte: Castelhana e Roseghini (2011).

Valin Júnior et al. (2016) verificaram as influências de diferentes tipos de abrigos alternativos para termohigrômetro que já foram estudados/utilizados em pesquisas, concluindo que os abrigos do tipo vertical e o de pote de sorvete não foram eficientes na coleta de dados em pontos fixos, especialmente durante o dia. No entanto, os confeccionados de pratos, o horizontal e o de madeira são alternativas viáveis, concluindo ainda que o desempenho do abrigo depende não só do material utilizado, mas também da sua arquitetura (Figura 15).

Figura 15 - A) Abrigo de pote de sorvete. B) Abrigo de PVC horizontal. C) Abrigo de PVC vertical. D) Abrigo de pratos. E) Abrigo de madeira



Fonte: Valin Júnior et al. (2016).

Os abrigos protegem os aparelhos da exposição à radiação solar, do vento e da chuva para que não interfiram nos dados coletados. Os aparelhos de registro da

temperatura e umidade do ar utilizados na presente pesquisa foram implantados no interior de abrigos alternativos horizontais em PVC.

No entanto, optou-se por utilizar o modelo de abrigo desenvolvido por Barros (2012) para medições móveis e analisado por Valin Júnior et al. (2016) em pontos fixos, adaptando apenas a estrutura da base para apoiar o mesmo, estando dispostos a uma altura de 1,80m do solo. Conforme Varejão-Silva (2006), as observações da temperatura do ar à superfície devem ser realizadas a uma altura de 1,25 a 2,00m acima do terreno em análises concisas.

Figura 16 - Confeção do abrigo horizontal: A) cortando os tubos. B) tubos nas medidas. C) material para preparação do tubo de 75mm. D) preparação do tubo com cola. E) colando o papel aluminizado. F) fixação e posicionamento com o auxílio de parafusos



Fonte: Valin Júnior et al. (2016).

A confecção dos abrigos meteorológicos alternativos, utilizado nas medições da temperatura in loco, seguiu a metodologia usada no estudo de Valin Júnior et al. (2016) em que foi utilizado tubos de PCV rígido branco de 100mm com 0,6m de comprimento e de 75mm com 0,50m de comprimento serrados com uma serra de arco. Para proteger de eventuais interferências de radiação térmica o tubo menor envolvido com papel alumínio (de uso culinário) fixo com uso de cola branca comum. Para fixação do tubo menor na parte interna do tubo maior foi utilizado parafusos permitindo que os aparelhos fossem dispostos na parte interior protegidos das intempéries, radiação e ventilação (Figura 16).

Para a fabricação da estrutura do “tripé alternativo” (desenvolvido pela autora) foi utilizado tubo PVC rígido de 40mm além das conexões em PVC rígido: tê (40mm), joelho (40mm), cruzeta (40mm) e colar tomada com travas (Figura 17).

Figura 17 - Abrigo alternativo horizontal para abrigar o aparelho. A) Ponto 1 – Praça Fábio Marques Paracat. B) Ponto 2 – Lagoa no Bairro Doutor Sílvio Botelho para abrigar o aparelho



Fonte: Arquivo pessoal

É de fundamental importância identificar o sentido do vento predominante para a instalação desse modelo de abrigo alternativo em locais fixo (VALIN JÚNIOR et al., 2016).

As coletas da temperatura ocorreram nos dias 1 e 15 dos meses de novembro e dezembro de 2016 e nos dias 1 e 15 dos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho de 2017, porém em junho de 2017 só foi coletado no dia 1 (Tabela 2).

TABELA 2 – PERÍODO DE AFERIÇÃO DOS DADOS IN LOCO

Mês	Dia	Nº Dias	Período
Novembro	01/11/16 e 15/11/16	2	Seco
Dezembro	01/12/16 e 15/12/16	2	Seco
Janeiro	01/01/17 e 15/01/17	2	Seco
Fevereiro	01/02/17 e 15/02/17	2	Seco
Março	01/03/17 e 15/03/17	2	Seco
Abril	01/04/17 e 15/04/17	2	Chuvoso
Maio	01/05/17 e 15/05/17	2	Chuvoso
Junho	01/06/17	1	Chuvoso

Fonte: Arquivo pessoal

A Organização Mundial de Meteorologia (WMO) recomenda para as principais observações meteorológicas de um dia típico os horários de 00 h, 06 h, 12 h e 18 h GMT (Greenwich Meridian Time), que correspondem às 20 h, 02 h, 08 h e 14h no horário local e 21 h, 03 h, 09 h e 15 h no horário de Brasília. As coletas da presente pesquisa foram feitas simultaneamente em todos os pontos nos horários de 08:00, 09:00, 14:00, 15:00, 20:00 e 21:00 no horário local. Devido ao grau de periculosidade não foram coletadas temperaturas nos horários de 02 h e 03 h. Os aparelhos foram inseridos 15 min antes dos horários fixados e retirados no horário para a anotação dos dados da temperatura e da umidade do ar.

Gartland (2010) informa que, para aferição da temperatura de uma ilha de calor, geralmente, o lugar ideal é “no dossel” urbano, delineado como o volume de ar abaixo dos topos dos edifícios e árvores, normalmente a 1,5 m acima do nível da rua, mais ou menos à altura do tórax de uma pessoa.

Para um melhor entendimento da variação térmica relacionada às características de superfície do solo na cidade de Boa Vista foram analisadas as coletas de temperatura do ar sob a ótica microclimática (na escala climática horizontal) e Camada Limite do Dossel Urbano - UCL (Urban Canopy Layer- distância vertical).

Foi realizada uma análise comparativa entre os dados da temperatura do ar entre 5 (cinco) pontos nos dias 01/11/2016, 15/11/2016, 01/12/2016, 15/12/2016, 01/01/2017, 15/01/2017 e 01/02/2017 aferidos com o auxílio de um termômetro e uma análise comparativa entre os dados da temperatura do ar e umidade relativa do ar entre os mesmos 5 (cinco) pontos nos dias 15/02/2017, 01/03/2017, 15/03/2017,

01/04/2017, 15/04/2017, 01/05/2017, 15/05/2017, 01/06/2017 aferidos com o auxílio de um Termo-higrômetro digital portátil.

3.4 PROCESSAMENTOS DOS DADOS COLETADOS IN LOCO (PONTOS FIXOS DEFINIDOS)

Os dados de temperatura e umidade do ar coletados *in loco* (pontos fixos de coleta) foram organizados em uma planilha no Microsoft Excel. Posteriormente foram computadas as médias diárias dos valores das temperaturas e dos valores da umidade do ar de todos os dias de coleta por cada ponto amostrado. Assim, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), com o intuito de verificar se houve diferenças significativas entre os postos amostrados. Uma vez verificada esta diferença foram gerados os gráficos de linhas e gráficos de caixas (Box plot), tomando como base as médias diárias encontrados em cada ponto amostrado. Para as confecções dos gráficos de linhas foi usado o programa estatístico Past. Já para os gráficos de caixas se utilizou o programa estatístico R CORE TEAM, versão 2016.

3.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS OBTIDOS POR SENSORIAMENTO REMOTO

Para estudo do efeito da expansão urbana sobre a variação térmica e a identificação da existência de ilhas de calor, foi utilizado imagens de sensoriamento remoto de média resolução do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat 5 nas bandas de resolução espacial de 30x30m, na composição colorida nas 5(R), 3(G), 4(B) e banda 6 (Termal) e do sensor OLI (Operation Land Imager) do satélite Landsat 8 nas bandas de resolução espacial de 30x30m, na composição colorida 6(R),5(G),4(B) e banda 10 (Termal). As datas das imagens adquiridas são 15/09/1985, 20/07/2005 e 10/01/2017.

Todas as imagens foram obtidas sem custo no catálogo de imagens da USCG - United States Geological Survey (earthexplorer.usgs.gov) Science for a Changing World) e do INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Os procedimentos metodológicos utilizados para o processamento das imagens de sensores remotos consistiram na aplicação de técnicas para obtenção das imagens de reflectância. A reflectância de “alvos” da superfície terrestre é um parâmetro intrínseco dos objetos sensoriados e, assim, em muitas situações, deve ser utilizada em lugar dos valores de “níveis de cinza” normalmente encontrados nas imagens de satélite. Para obter a reflectância de alvos de imagens de satélite é necessário eliminar a interferência atmosférica e realizar uma série de cálculos que envolvem parâmetros do sensor e informações da própria imagem. Automatizar esse procedimento tem como vantagem agilização do processo e a redução dos riscos de erros durante os cálculos.

O método de correção atmosférica empregado foi o da subtração de objeto escuro ou DOS (Dark Object Subtraction), proposto por Chávez (1988). Essa técnica de atenuação da interferência dos constituintes atmosféricos utiliza dados provenientes da própria imagem, é um método simples para correção do espalhamento atmosférico no qual a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir dos números digitais (ND) da imagem, sendo ignorada a absorção atmosférica. O método utiliza informações obtidas na própria imagem como, sensor, data da imagem, ângulo de elevação solar e ganho para cada banda. Para tanto, foi utilizada a planilha eletrônica de Gurtler et al. (2005), a fim de obter o valor de ND a ser subtraído das imagens das bandas espectrais.

As imagens de reflectância foram geradas a partir de um algoritmo descrito na linguagem LEGAL do aplicativo Spring, cujos dados de radiância e do ângulo de elevação solar obtidos dos arquivos digitais que contém as imagens, a fim de calcular os valores de reflectância através das equações:

$$RAD = L_{min} + (L_{max} - L_{min}) \cdot ND / 255, \text{ onde}$$

RAD = radiância espectral ($m W cm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$)

L_{min} = radiância espectral correspondente ao ND mínimo

L_{max} = radiância espectral correspondente ao ND máximo

ND = Número digital do pixel analisado

Posteriormente, os valores de radiância são utilizados para calcular as reflectâncias.

$$p = \pi L d^2 / E_{sol} \cdot \cos \theta, \text{ onde}$$

p = reflectância aparente

L = radiância espectral no detector ($m W cm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$)

d = distância Terra-Sol em unidades astronômicas

E_{Sol} = irradiação solar média no topo da atmosfera ($m W cm^{-2} \mu m^{-1}$)

θ = ângulo solar zenital, em graus

As operações de realce consistiram na aplicação da função linear para ampliação do contraste, visando à obtenção de maior qualidade visual nas imagens. Os processamentos nas imagens SRTM consistiram na aplicação das operações de recorte com finalidade de obter a completa cobertura da área. A operação de realce consistiu na aplicação de contraste para melhor definição das variações de tons de cinza.

Posteriormente no aplicativo ArcGis 10.1, licenciado e disponível para a realização da pesquisa no laboratório de informática do PPG- GEO - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima, foram individualizadas manualmente as principais feições reconhecidas da superfície resultado da aplicação das técnicas fointerpretativas, em seguida foram confeccionados os principais mapas temáticos. Os produtos temáticos gerados foram os mapas de usos e ocupação do solo e mapas térmicos (variação térmica).

Na confecção dos mapas térmico os tons de cinza das imagens processadas a partir das bandas 6(thermal) e 10(thermal) foram substituídos por uma paleta de cores com objetivo de destacar a diferença entre a temperatura mínima e máxima. Para as imagens nas datas de 15/09/1985 e 20/07/2005 foram utilizados dados das temperaturas dos últimos 30 anos disponível no site do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e para a imagem na de 10/01/2017 foram utilizados dados da temperatura coletados in loco dos pontos fixos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com dados de temperatura e umidade do ar coletados e gerados através das análises, foram realizados comparativos e discussões sobre a possível relação entre as características de superfície e a variação térmica de cada ponto de coleta definido na cidade de Boa Vista.

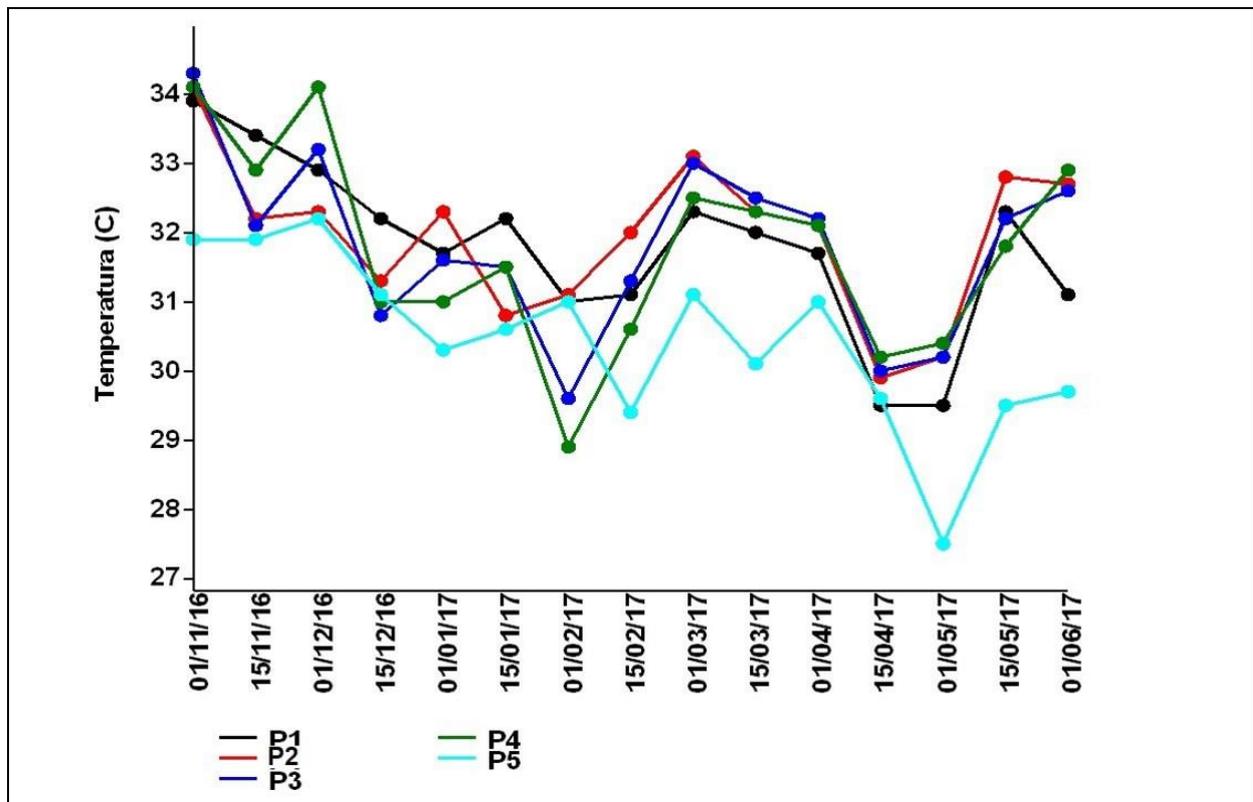
4.1 RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SUPERFÍCIE E A VARIAÇÃO TÉRMICA

Conforme resultados apresentados no gráfico (Figura 18), as temperaturas coletadas apresentaram médias diárias de temperatura que variam entre 27,5 e 34,3°C, esses valores estão acima da média anual da cidade de Boa Vista que é de aproximadamente de 26°C com variação mínima de 23,1°C e máxima de 32,7°C conforme os dados climatológicos de Mendonça e Danni-Oliveira (2007). Isto pode ser explicado pelo método de aquisição dos dados da temperatura do ar de uma localidade em escalas maiores. Muitas superfícies urbanas apresentam temperaturas mais elevadas devido a absorção e dispersão do calor emitido pela radiação solar, e a distância do solo em que os dados foram coletados para a pesquisa é menor (GARTLAND, 2010).

É importante destacar que a diferença entre as médias diárias das temperaturas aferidas na pesquisa com as médias anuais do clima local indica a existência de um clima urbano na cidade de Boa Vista. Desta forma as condições climáticas do meio urbano definida como clima urbano, derivam da alteração e da substituição da paisagem natural sua por um ambiente construído, local de intensas atividades humanas (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011).

Apesar de terem sido coletados mais dados no período seco do que em período chuvoso é possível observar a partir do gráfico das médias de temperatura (Figura 18) que estas são mais elevadas no período seco, indicando a relação com o padrão climático local.

Figura 18 - Médias diárias de temperatura dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

Os resultados mostram que o Ponto 1 - Praça Fabio Marques Paracat apresentou temperaturas médias diárias mais elevadas em 3 dos 15 dias de coleta (Figura 18). A superfície local é recoberta por pavimentação, fator que supostamente contribuiria para temperaturas mais elevadas, o que não ocorreu, pois os dados da temperatura variaram conforme os horários de coleta. Por se tratar de um amplo espaço aberto e o entorno próximo ser composto por poucos ou quase nenhum tipo de obstáculos, como prédios ou edificações e a densidade de edificações se encontrarem a uma distância num raio de 200 m facilita os fluxos dos ventos predominantes vindas no sentido nordeste explicando a contrariedade quanto a hipótese levantada inicialmente.

No entanto, os valores das temperaturas apresentadas nos dias 01/12, 15/12, 01/01 e 15/01 no Ponto 1 são mais elevadas no Ponto 1 - Praça Fabio Marques Paracat se comparados com outros pontos, nos horários de 20:00 h e 21:00 h, o que pode ser explicado pela absorção da radiação térmica pela pavimentação durante o dia a dispersão do calor absorvido à noite, em datas de maior incidência solar. Por este motivo, Gartlant (2010) afirma que a condutividade térmica e a capacidade

calorífica são propriedades importantes dos materiais para o armazenamento de calor e que o calor armazenado durante o dia é liberado durante a noite e, algumas vezes, no final da tarde.

O ponto 1 - Praça Fábio Marques Paracat (Figura 19), é um espaço público que passou por uma recente intervenção urbana com o intuito de atender grandes eventos da cidade, especialmente na esfera municipal. A praça foi inaugurada em 13 de junho de 2015 com 13mil metros quadrados e uma extensão de 600 m, que se inicia no Palco Velia Coutinho e finda na avenida Forte São Joaquim.

Figura 19 - Ponto 1 - Praça Fábio Marques Paracat em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O local é totalmente exposto à luz solar com incidência de ventos predominantes canalizados ao longo da Avenida (Figura19). Em relação as características do entorno, a densidade de área construída é alta com o uso do solo misto – institucional e residências, predominando o primeiro neste ponto. A tipologia da arquitetura das edificações do entorno, em sua grande maioria é térrea (apenas uma com dois pavimentos num raio de 200m). Além disso, apresenta uma densidade de tráfego alta, por estar inserido em uma das principais avenidas da cidade.

A praça Fábio Marques Paracat apresenta uma característica de superfície composta por pavimentação com blocos de concreto intertravados, que permitem a infiltração da água no solo. Outra característica da superfície do local é a

pavimentação asfáltica impermeabilizada utilizada no estacionamento e a presença alguns poucos canteiros destinados ao paisagismo com pouca vegetação arbórea, recebendo radiação solar direta o que torna inviável a utilização do local durante o dia, visto que o espaço é destinado ao lazer.

O espaço é fruto de um projeto de requalificação urbana mal elaborado, resultante da abordagem fragmentada e desintegrada entre os diversos campos do conhecimento envolvidos com o meio urbano e ambiental e da inexistência de uma prévia consulta à comunidade. A inserção de ampla pavimentação, não se adequa para à realidade local, que associada ao clima da região contribui ainda mais para o desconforto térmico no ambiente urbano e a limitação no uso do espaço.

Os resultados mostram que o Ponto 2 - Igarapé Pricumã (Figura 20) apresenta as maiores quantidades de médias diárias de temperatura mais elevada se comparado com os demais pontos localizados em meio urbano da cidade. Esse dado destaca o quanto está alterado e degradado o igarapé conforme o estudo de Falcão et al. (2009), visto que os recursos hídricos e sua vegetação são fatores condicionantes para a hidrologia e climatologia.

Figura 20 - Ponto 2 - Praça Galeria no Igarapé Pricumã - Bairro Cinturão Verde em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O ponto 2, está localizado as margens do Igarapé Pricumã (Figura 20), no trecho de galeria destinada a drenagem pluvial urbana. Situado a sudeste da zona urbana de Boa Vista, o Igarapé Pricumã tem uma extensão aproximada de 5,7 km, da foz até o Rio Branco e atravessa os seguintes bairros: Jóquei Clube, Cinturão Verde, Buriti, Asa Branca, Pricumã e 13 de Setembro (FALCÃO et al., 2009).

O processo de ocupação da área do Igarapé Pricumã é marcado por conflitos e contradições que resultou na degradação desse importante recurso hídrico. Falcão et al. (2009) explicam que a implantação dos bairros Cinturão Verde, Asa Branca e Buritis (zona oeste de Boa Vista) a partir da década de 60, incentivou e intensificou invasões ao longo de sua margem. A remoção da mata ciliar, causada por esse processo promoveu intenso processo de assoreamento no Igarapé.

Como forma solucionar eventuais problemas de inundação, nos anos 90 a Prefeitura Municipal de Boa Vista executou obras de drenagem no Igarapé Pricumã canalizando grande parte do seu leito e ignorando a importância dos atributos naturais do recurso hídrico na regulação climática e hidrológica da região e favorecendo a descarga de esgotos clandestinos e resíduos pelos moradores das edificações do entorno. A impermeabilização dos corpos d'água impede a infiltração da água para os aquíferos subterrâneo e provoca a ligeira percolação e perda da água para a desembocadura alterando o ciclo hidrológico local.

O Ponto 2 - Igarapé Pricumã (Figura 20) é totalmente exposto à luz solar com incidência de ventos predominantes moderada devido a densidade das construções. Em relação as características do entorno, a densidade de área construída é alta com o uso do solo misto –residências e comércios, predominando o primeiro neste ponto e uma densidade de tráfego alta. A tipologia da arquitetura das edificações do entorno, em sua grande maioria é térrea em alvenaria. O ponto de aferição apresenta característica de superfície composta por solo descoberto.

Schutzer (2012) explica novos controles climáticos são inseridos na dinâmica natural do clima pelo espaço urbano como: os diversos tipos de uso do solo; o fluxo de veículos, a densidade de edificações, a orientação e a altura das edificações, as áreas verdes e os parques, represas e a emissão de poluentes, entre outros.

A mesma análise do Ponto 2 - Igarapé Pricumã, quanto a alteração do recurso hídrico é também observada no ponto 3 – Igarapé Grande no Bairro Tropical (Figura 21). Apesar de sua localização próximo a mata ciliar de um curso d'água, apresentou temperaturas médias diárias superiores aos demais pontos em 3 dos 15 dias e em

alguns dos horários, pois a superfície do solo encontra-se descoberta devido a remoção cobertura natural pela gestão municipal, como forma de eliminar a grande quantidade de resíduos, principalmente da construção civil, descartado pela população das edificações próximas. Além disso o igarapé e seu afluente próximo, estão assoreados devido ao processo de urbanização na região.

O Igarapé Grande possui 12 km de extensão com nascente e drenagens no decorrer de bairros Pintolândia, Dr. Silvio Botelho, Jardim Tropical, Senador Hélio Campos, Jóquei Clube, Centenário, Araceli Souto Maior, Raiar do Sol, Operário, Bela Vista, Nova Cidade, Distrito Industrial, Marechal Rondon e São Bento. A ocupação da área teve início na década de 80 e acentuou com a interdição das atividades nos garimpos em 1994 emigração rural para a cidade (PEREIRA; MACEDO; VERAS, 2010).

Figura 21 - Ponto 3 - Igarapé Grande no Bairro Jardim Tropical em Boa Vista, Roraima



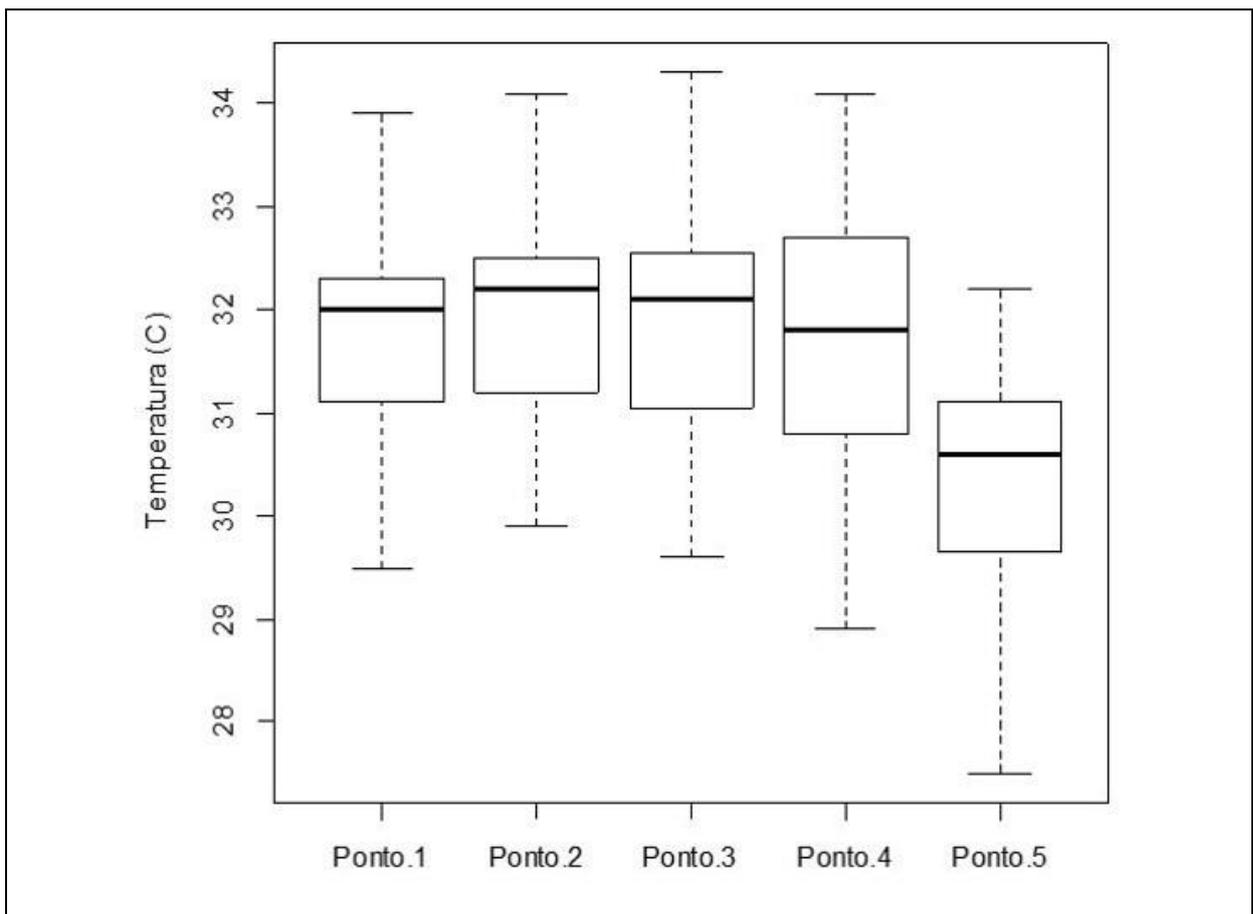
Fonte: Arquivo pessoal

Às margens do Igarapé no Bairro São Bento a ocupação foi realizada de forma irregular decorrente principalmente de invasões e nas margens no Bairro Jardim Tropical (área do ponto de coleta) foi realizado um loteamento particular. Apesar de visualmente expor a ampla e abundante vegetação em sua margem, esse corpo hídrico sofre um processo intenso de degradação, inclusive assoreamento e destino de resíduos domésticos e da construção civil, decorrente da apropriação do espaço

de forma irregular, políticas públicas falhas e ainda receber águas proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE (CAERR- Companhia de Água e Esgoto de Roraima).

O Ponto 3 - Igarapé Grande é totalmente exposto à luz solar com incidência de ventos predominantes moderada (Figura 21). Em relação as características do entorno, a densidade de área construída é média com o uso do solo misto – residências e comércios, predominando o primeiro neste ponto. Nas edificações predomina a tipologia arquitetônica na maioria térrea em alvenaria e apresenta uma densidade baixa de tráfego. O local tem uma característica de superfície composta por um solo descoberto mas, com a mata ciliar preservada neste ponto.

Figura 22 - Variação das médias diárias de temperatura dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O ponto 4 – Lagoa no Bairro Dr. Sívio Leite, foi em que ocorreu maior variação nos valores da temperatura e em 4 dos 15 dias de coleta apresentou valores superiores aos dos demais pontos (Figura 22). Esta condição pode ser entendida pela

dinâmica de trocas térmicas entre a radiação solar e a massa d'água, a inexistência de vegetação e a intensa densidade de edificações nas margens e no entorno da lagoa que com o processo de ocupação do local não respeitaram a distância determinada pelas legislações.

Em estudos realizados em várias cidades em que as temperaturas do ar observou-se que a intensidade das ilhas de calor é maior em áreas densamente construídas com pouca vegetação (GARTLAND, 2010). Gartland (2010) reforça ainda que o aquecimento das superfícies urbanas provoca o aumento da temperatura do ar.

O ponto 4 está localizado nas margens de uma Lagoa na rua Professor Hécio Carlos (S-21) no bairro Senador Hélio Campos (Figura 23). A ocupação no local foi motivada por movimentos de ocupação irregulares que aconteciam na cidade na gestão Ottomar Pinto, principalmente nas glebas privadas e governamentais situadas no setor Oeste da cidade. Algumas dessas ocupações aconteciam em áreas de riscos áreas e em ambientes frágeis: como lagos e igarapés (VERAS, 2009; PEREIRA, MACEDO, VERAS, 2010).

Figura 23 - Ponto 4 - Lagoa no Bairro Senador Hélio Campos em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O Ponto 4 – Lagoa no Bairro Senador Hélio Campos (Figura 23) é totalmente exposto à luz solar com incidência de ventos predominantes. Em relação as características do entorno, a densidade de área construída é alta com o uso do solo

misto –residências e comércios, predominando o primeiro neste ponto. Nas edificações predomina a tipologia arquitetônica de edificação térrea em alvenaria e apresenta uma densidade baixa de tráfego. A superfície no local do ponto de coleta apresenta uma superfície caracterizada por um solo com vegetação rasteira natural de lagos.

De acordo com o gráfico das médias de temperatura (Figura 18), as menores temperaturas foram identificadas no Ponto 5 - Igarapé Wai Grande. O local apresenta 11 das 15 médias diárias de temperatura mais baixas e é confirmado com os dados obtidos através da análise de variância. Esses resultados podem ser explicados pela característica da superfície do local, conservação da paisagem, proximidade com água e a inexistência de edificações no entorno.

Quanto à localização em relação aos outros pontos, é o que se encontra mais próximo a linha do Equador com uma altitude de 80 m, condições que não interferiram diretamente nesses resultados quando comparados com os resultados dos demais pontos.

Figura 24 - Ponto 5 - Igarapé Wai-Grande (chácara particular) em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O ponto 5 está localizado em uma chácara particular as margens do Igarapé Wai-Grande no entorno da cidade (Figura 24). A área abrange chácaras particulares

destinados ao lazer e atividades de produção rural e o Aterro Sanitário da cidade de Boa Vista.

O Aterro Sanitário, inaugurado em dezembro de 2012, foi construído em um terreno de 94 hectares as margens do Igarapé Wai-Grande e dispõe de possui 13 células para destinação dos resíduos domiciliares e hospitalares, separadamente (Falcão et al., 2012). Segundo a Prefeitura Municipal de Boa Vista na época, atenderia o descarte de resíduos num período de 10 a 15 anos, o que não ocorreu devido ao aumento da população e dos resíduos gerados.

Falcão et al. (2012) ressalta ainda que, como forma de amenizar essa capacidade limitada, é feita a queima dos resíduos. O processo de queima é o preocupante no âmbito ambiental, bem como o não tratamento do chorume gerado, provocando problemas ambientais como a poluição do ar e dos recursos hídricos. Em seu estudo Falcão et al. (2012) mostra que o aterro foi construído a menos de 50 metros das margens do Igarapé Wai Grande e que a má administração quanto a organização na deposição dos resíduos sólidos proporciona impactos ambientais no solo, no ar e lençol freático.

O Ponto 5 - Igarapé Wai Grande (Figura 24) é parcialmente exposto à luz solar (sombra da vegetação em alguns horários diurnos), com incidência de ventos predominantes. Em relação as características do entorno, a densidade de área construída é praticamente inexistente, pois há apenas uma edificação no local destinada a moradia com tipologia térrea em alvenaria e não apresenta tráfego. O uso do solo é destinado à prática de atividades rurais (plantação frutífera e criação de aves) e de lazer. A vegetação do entorno é caracterizada por mata ciliar preservada e a superfície no ponto de coleta apresenta um solo com vegetação rasteira natural.

Nesse contexto, Romero (2013) explica que a vegetação é um fator climático que estabiliza os efeitos do clima, através do processo de evapotranspiração que auxilia na umidificação do ar por meio do vapor d'água que libera.

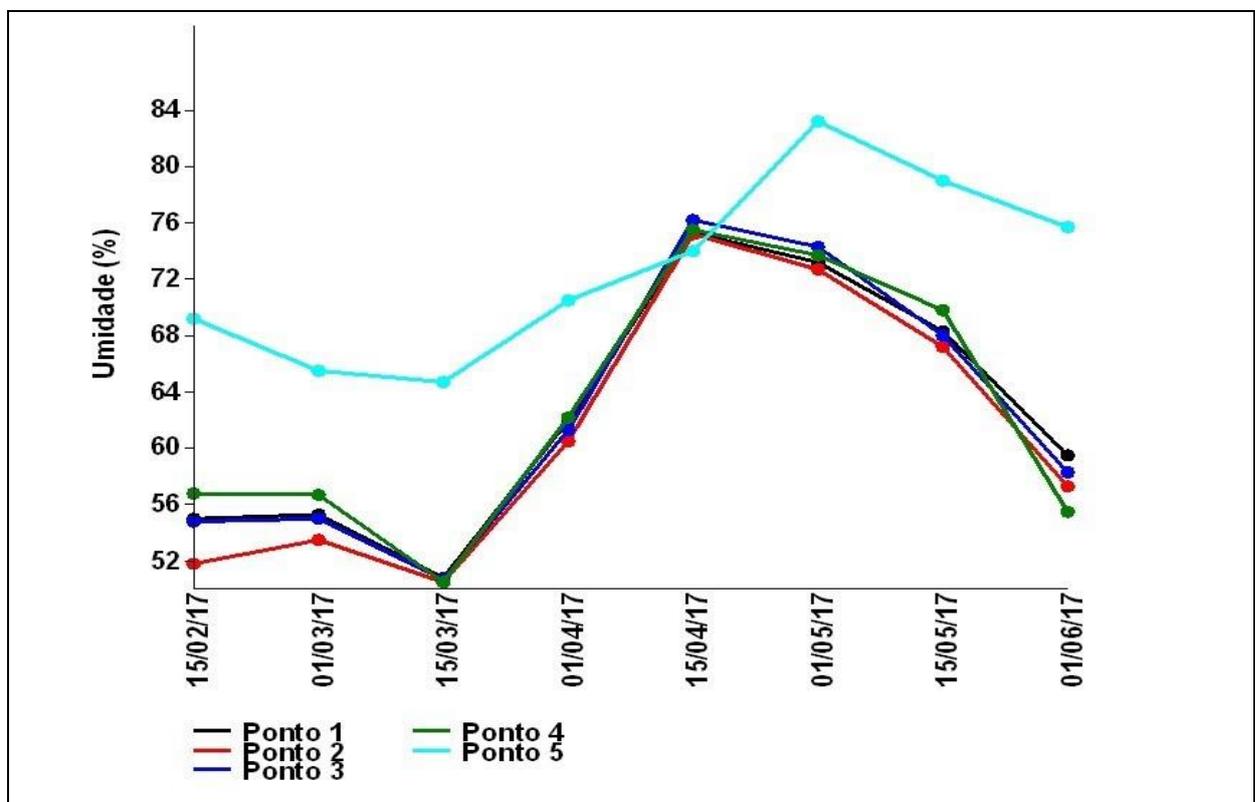
A comparação dos dados de todos os pontos coletados pela variância (Figura 22), evidencia melhor a diferença da temperatura entre os pontos localizado em meio urbanizado e o meio natural, no qual através das análises o valor entre os ambientes difere em até 3,3 °C entre as médias diárias e até 9,7°C entre os horários de coleta.

Analisando os dados de umidade (Figura 25 e 26) é possível observar que os valores apresentam intensa relação com dados pluviométricos local, em que a

umidade apresenta valores mais baixos no período seco e mais elevado no período chuvoso, devido quantidade de água presente no ambiente.

Schutzer (2012) explica que a oferta natural de água e sua distribuição mensal e diária são formadas pelos índices pluviométricos anuais dentro de um determinado tipo de clima e salienta que o recurso água está cada vez mais escasso visto que é um fator importante na formação do clima local.

Figura 25 - Médias diárias de umidade dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima



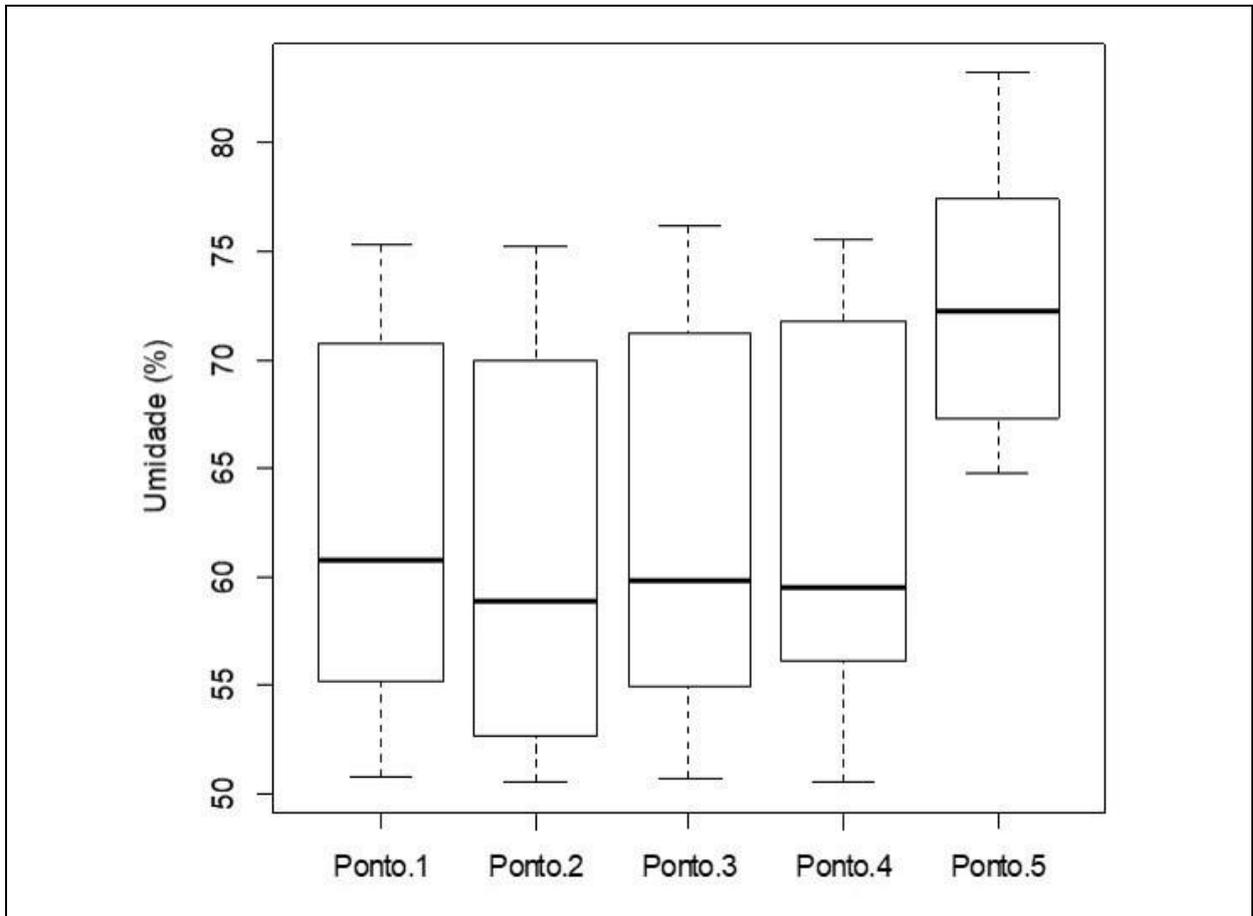
Fonte: Arquivo pessoal

Os dados obtidos (Figura 25) mostram que os pontos localizados em meio urbano apresentaram valores de umidade bem próximos uns dos outros, no entanto o Ponto 5 - Igarapé Wai-Grande (chácara particular) apresentou valores de umidade mais elevados e significativos. A disponibilidade de água no igarapé e a mata ciliar conservada mantem o ambiente úmido.

Conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007) a regulação de umidade e temperatura do ar é um papel importante incumbido pela vegetação, explicação para as temperaturas inferiores de áreas florestadas se comparadas com áreas com outro tipo de cobertura, como por exemplo campo, visto que as copas, os troncos e os

galhos das árvores servem de obstáculo para a radiação solar direta, minimizando a quantidade de energia para aquecer o ar.

Figura 26 - Variação das médias diárias de umidade dos dados coletados in loco, pontos fixos definidos, em Boa Vista, Roraima



Fonte: Arquivo pessoal

O Ponto 2 - Igarapé Pricumã foi o que apresentou valores de umidade mais baixos, o que pode ser justificado pelo estado de degradação em que o recurso hídrico está e a impermeabilização provocada pela rede de drenagem implantada.

A água é levada por meio do escoamento superficial pelos canais de drenagem, é perdida com rapidez e sai do sistema ambiental local através dos rios (SCHUTZR, 2012).

Um dado deve ser levado em consideração pois, o fato de não terem sido coletados os valores de umidade nos primeiros dias da pesquisa, já que não haviam aparelhos que emitisse este dado, a análise estatística de variância mostrou que a quantidade de dados não é suficiente para determinar a significância dos dados,

sendo assim seria necessário ter coletado os dados da umidade desde o início, porém a quantidade de dados obtidos mostra que a umidade é mais elevada em meio natural se comparada ao meio urbanizado e apresenta pouca variação (Figura 25 e 26).

As superfícies florestadas têm disponível maior quantidade de água a ser utilizada nos processos de evaporação e evapotranspiração, devido ao aumento da infiltração d'água e diminuição da percolação superficial, resultando em ambiente mais úmido e frio (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007).

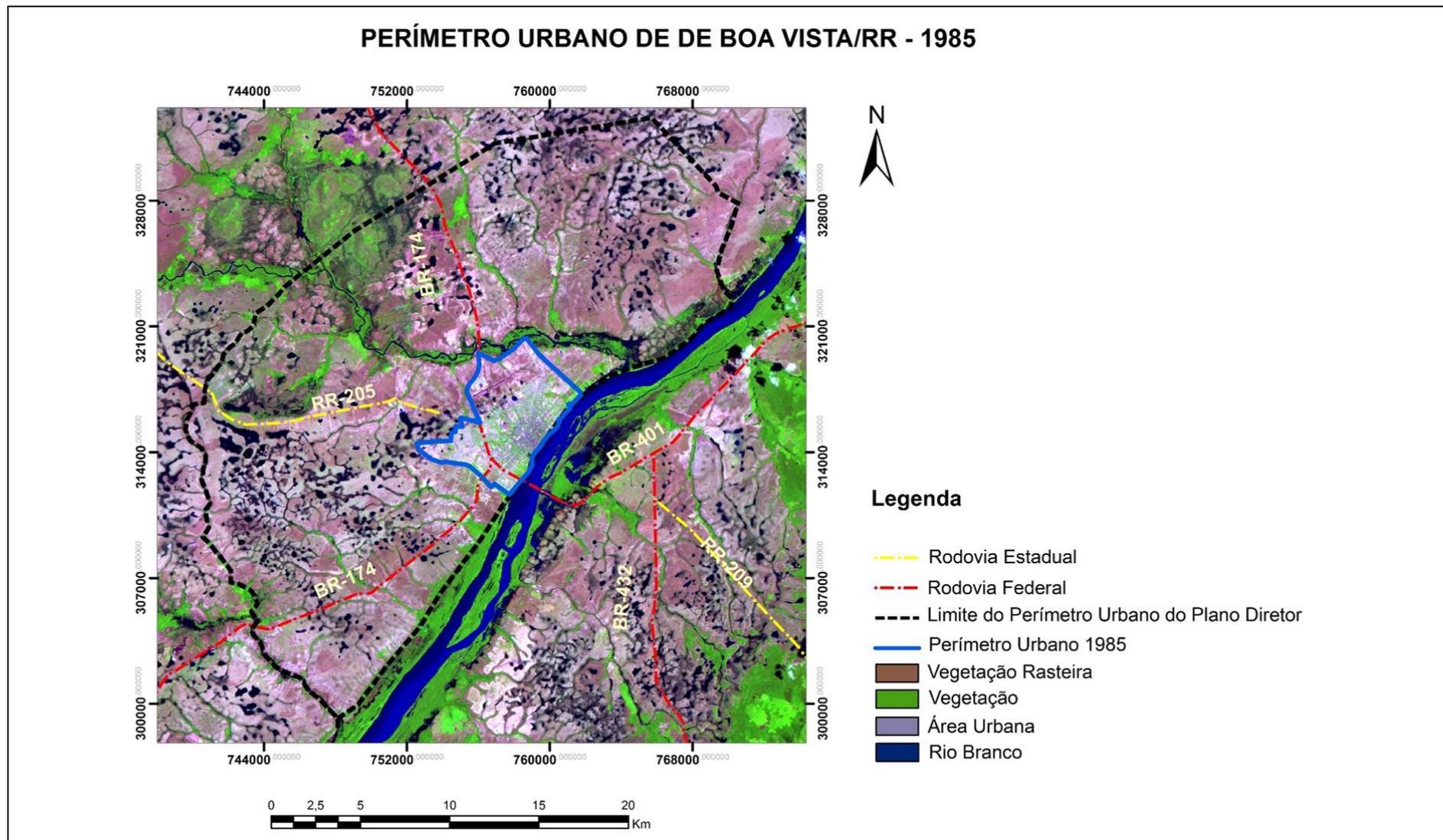
4.2 EFEITO DA EXPANSÃO URBANA SOBRE A VARIAÇÃO TÉRMICA E A IDENTIFICAÇÃO DE ILHAS DE CALOR

A confecção de mapas a partir do Sensoriamento Remoto possibilitou uma análise multitemporal da área em estudo e a compreensão de como ocorreu a expansão do espaço urbano na cidade de Boa Vista.

Os primeiros indícios de malha urbana em Boa Vista se deu no ano de 1926, até então constituída por um pequeno núcleo urbano caracterizado por apresentar um traçado de ruas ortogonais cruzados e em ângulos retos, talvez pelo fato de simplificar a circulação e facilitar o processo de loteamento dos terrenos, uma população escassa, com atividade comercial incipiente, sistema de abastecimento d'água realizado de maneira rudimentar, onde a questão cultural era apenas mais um anseio da pequena população ali existente (VERAS, 2009).

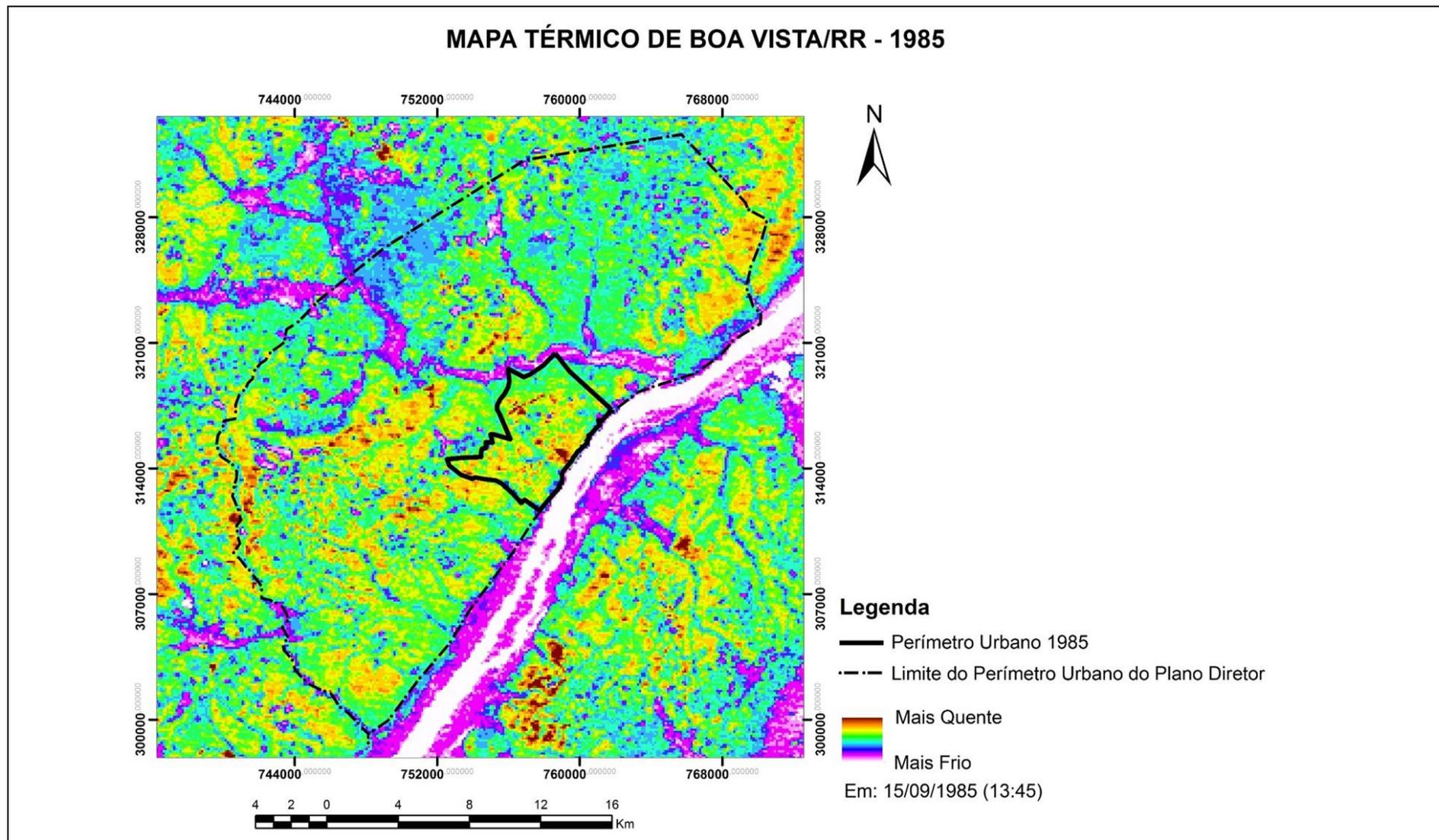
Em 1985 (Figura 27) a cidade de Boa Vista possuía o seu traçado urbanístico planejado e seus corpos hídricos e suas áreas verdes ainda bem conservados, porém já existia indícios da ocorrência do crescimento urbano no sentido oeste. De acordo com Araújo Júnior e Tavares Júnior (2017) a área urbanizada representava 8,59% da área de estudo prevalecendo as áreas de savanas com 55,68 % e a vegetação ciliar com 22,47%.

Figura 27 - Cidade de Boa Vista, Roraima, em 1985



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 28 - Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 1985



Fonte: Arquivo pessoal

O mapeamento da distribuição térmica no ano de 1985 (Figura 28) aponta locais dentro do limite urbano com incidência de temperatura mais elevadas, principalmente no traçado inicial da cidade de Boa Vista. A presença de ilhas de calor nesses pontos explica que mesmo em pequenas cidades podem ocorrer com a existência deste fenômeno. Pois já existe uma alteração na superfície natural, pavimentação e a incidência de radiação solar.

Veras (2009) afirma que a malha urbana de Boa Vista, a partir das décadas de 80 e 90 e início do século XX, superou as expectativas de desenvolvimento urbano, seguindo principalmente em direção Oeste, resultando no início da dispersão da expansão urbana com a origem de novos bairros, na grande maioria oriunda de ocupações irregulares próximas a igarapés.

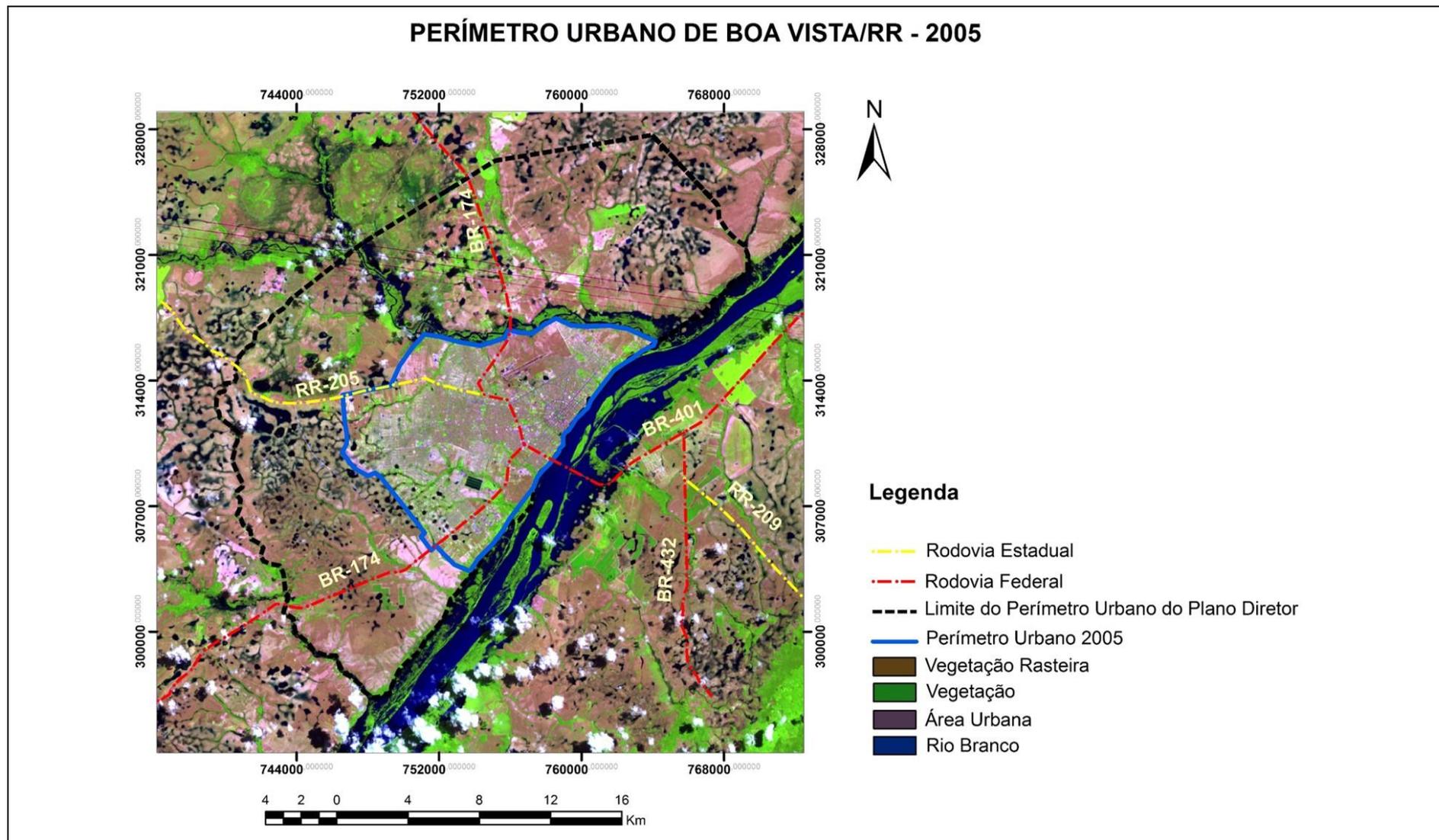
Associada ao crescimento expressivo da expansão urbana até 2005 (Figura 29), está o aumento das áreas com temperaturas mais elevadas (Figura 30) quando comparada com a distribuição térmica no ano de 1985 (Figura 28), principalmente com o adensamento da malha urbana. Esse aumento expressivo é um indicativo de que a expansão das áreas urbanas provocou o aumento das temperaturas no meio intraurbano da cidade de Boa Vista.

Dados históricos das condições meteorológicas comprovam que o aumento das ilhas de calor está associado ao desenvolvimento de áreas urbanas e suburbanas, conforme as cidades se expandem, tendem a ficar mais intensas as ilhas de calor (GARTLAND, 2010).

O intervalo entre os anos de 2005 e 2017 (Figura 31) foi marcado pelo fortalecimento da urbanização existente e pela intensa implantação de programas habitacionais destinado às pessoas de baixa renda tanto no cunho municipal como estadual através de incentivos por verbas federais destinadas ao “Programa Minha casa Minha vida”.

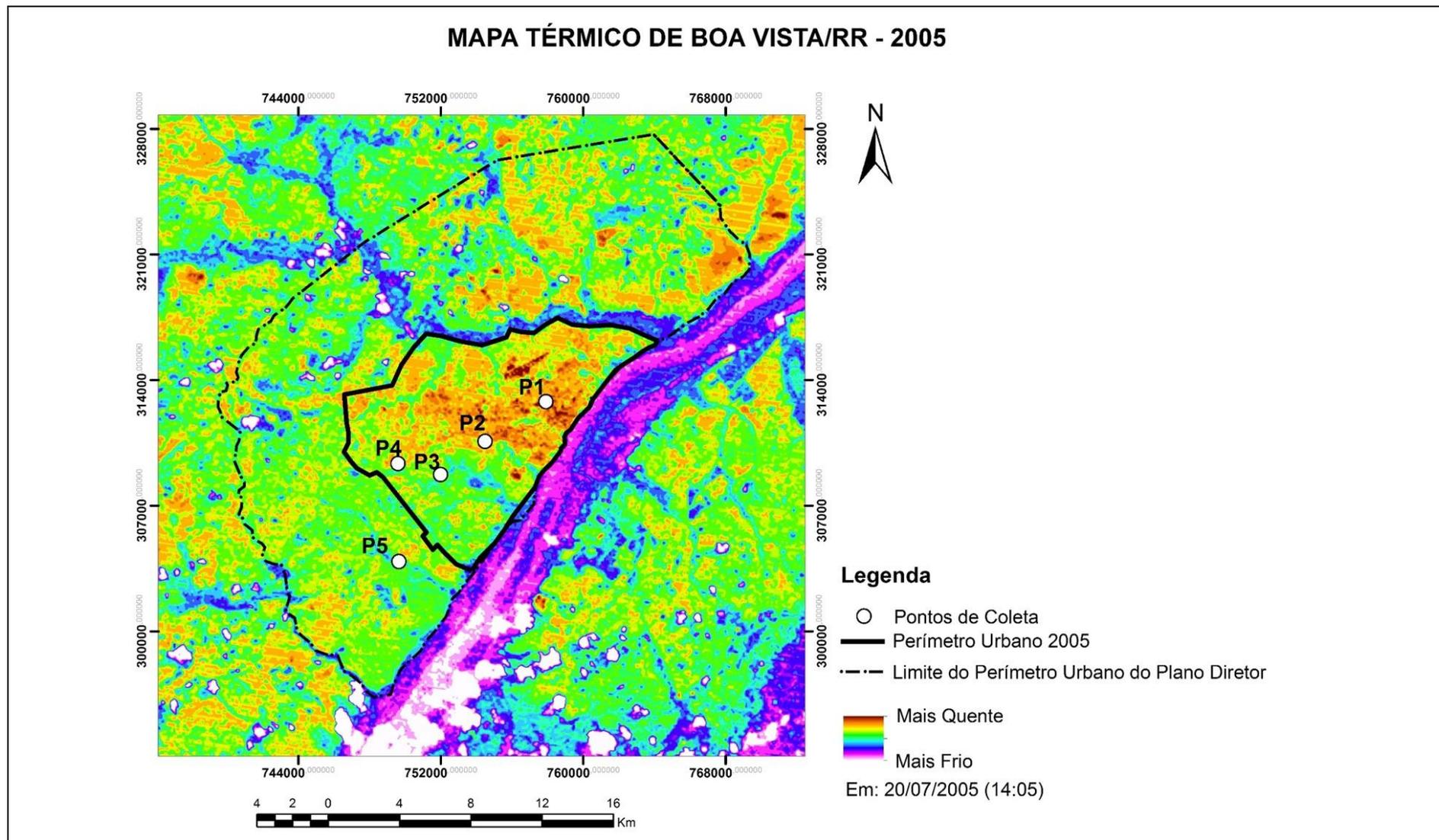
Araújo Júnior e Tavares Júnior (2017) destacam que em 2014 a área ocupada pelo adensamento urbano aumentou de 14,38% em 2005 para 16,17% em 2014, estimulado por intervenções na infraestrutura urbana por projetos da gestão municipal como a implantação de asfalto e calçadas. O processo de expansão ocorre da mesma forma que anos anteriores, com pressão sobre os corpos d’água direcionando a aterros e canalizações que resultaram na redução significativa destes espaços naturais no meio urbano.

Figura 29 - Cidade de Boa Vista, Roraima, em 2005



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 30 - Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 2005

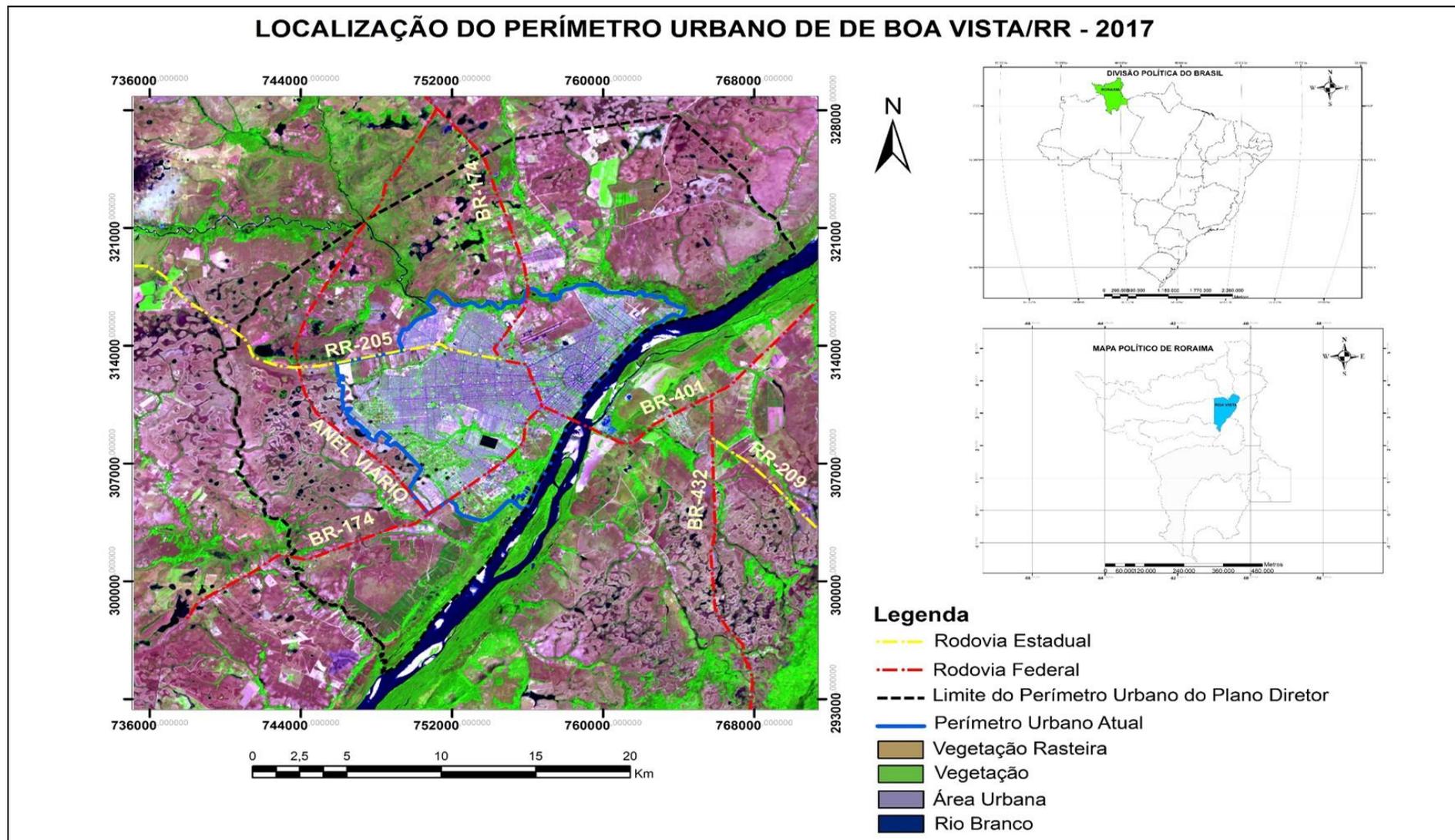


A estabilidade, o adensamento e o melhoramento da infraestrutura do espaço urbano atual em Boa Vista (Figura 31) contribuíram para a ampliação e geração de novas áreas com características de ilhas de calor, podendo ser confirmado na análise do mapeamento da distribuição térmica da cidade em 2017 (Figura 32) presença de ilhas de calor, apesar de ser uma cidade praticamente horizontal sem ocorrência de prédios altos como torres habitacionais ou de serviços.

Com os resultados dos dados analisados e com a identificação de ilhas de calor no perímetro urbano do município de Boa Vista é possível afirmar que existe ilhas de calor na cidade e que o aumento dessas áreas com temperaturas mais elevadas está relacionado e associado ao crescimento urbano.

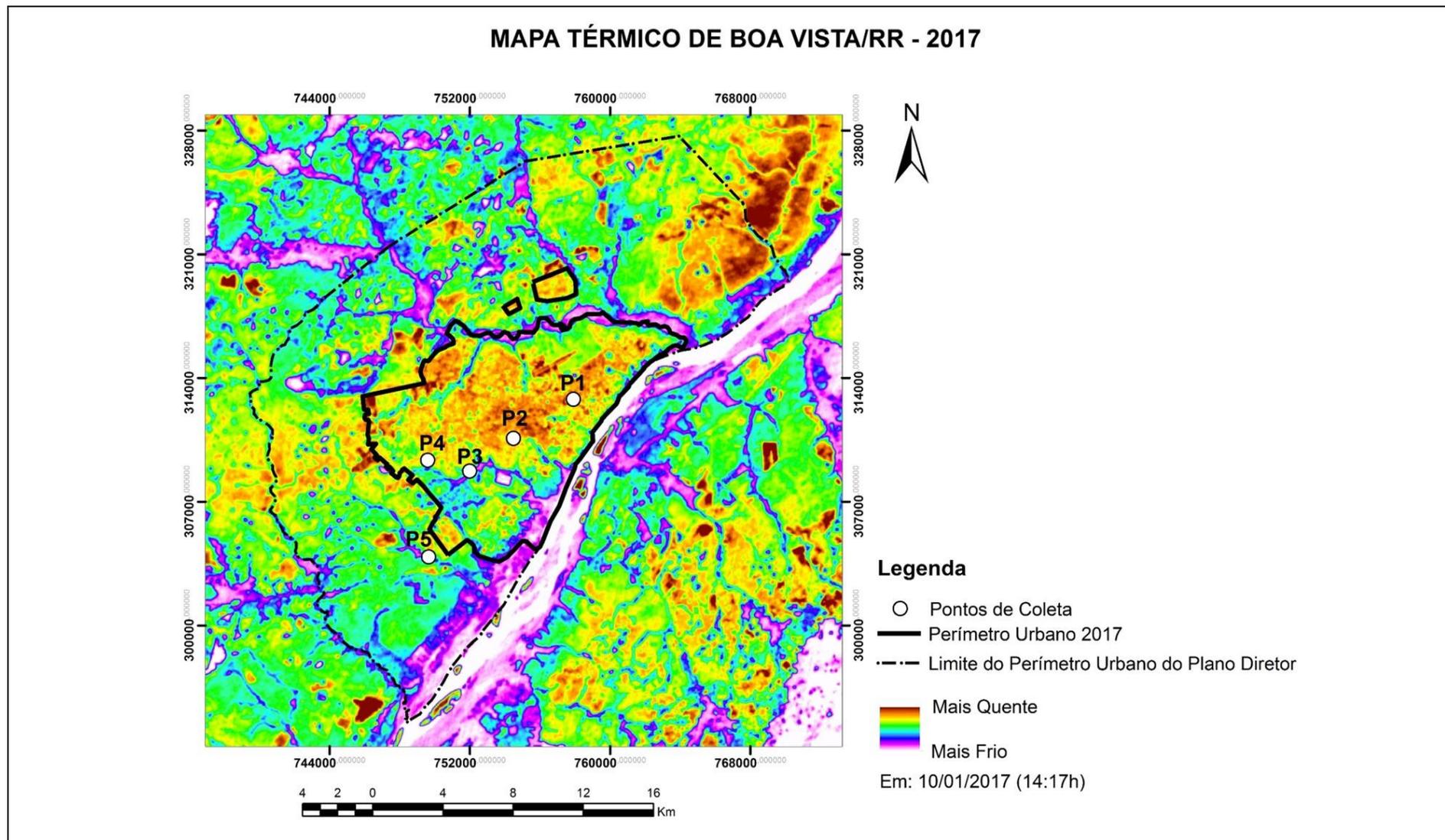
Nos mapas da distribuição das temperaturas (Figuras 28,30,32) existem áreas com indicativos de temperaturas mais elevadas fora do limite do perímetro urbano, indicando a presença de solos desprotegido ou com vegetação rasteira, onde Mendonça e Dani-Oliveira (2007) explica que em superfícies destacadas pela inexistência de vegetação, como desertos e rochas aflorantes, nas áreas urbanizadas, o processo de troca de energia e umidade entre o solo e o ar são mais diretos e presentes. Locais favorecidos que atuam como fontes de térmicas são áreas relativamente secas (solo nu, rocha, asfalto ou areias) e encostas viradas para o sol (OKE, 1987).

Figura 31 - Cidade de Boa Vista, Roraima, em 2017



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 32 - Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 2017



Fonte: Arquivo pessoal

5 CONCLUSÕES

As ilhas de calor nas cidades são fenômenos decorrentes das transformações causadas pela urbanização. Esses espaços urbanos extensos e densamente construídos alteram a superfície e contribuem para a alteração do clima natural gerando locais com temperaturas mais elevadas do que em áreas circundantes da cidade.

A partir dos resultados obtidos, foi possível constatar que a variação térmica no ambiente urbano da cidade Boa Vista está relacionada com as características físicas da superfície, o tipo do uso do solo, a remoção da vegetação e a extinção e/ou alteração nos recursos hídricos, destacando a importância dos fatores que definem o clima de um local, como: a topografia, a altitude e latitude.

A partir da análise dos dados temporais remotos e dos dados da temperatura coletados *in loco* pôde-se constatar que nas áreas onde houve uma expansão urbana significativa observou-se o aumento nas áreas em meio urbano com temperaturas mais elevadas.

Dessa forma foi possível constatar que existem áreas em meio urbano com temperaturas mais elevadas do que o entorno, indicando a existência de ilhas de calor em alguns locais na cidade de Boa Vista com diferença de até 3,3°C entre as médias diárias térmica e de até 9,7°C entre as temperaturas coletadas no mesmo horário em locais distintos.

Portanto sugere-se que ações sejam realizadas como forma de amenizar os efeitos gerados pelas ilhas de calor, tais como: projetos de intervenções urbana com a inserção de vegetação, requalificação dos recursos hídricos presentes na cidade, estudos bioclimáticos voltados à construção de edifícios e projetos urbanos, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; TAVARES JÚNIOR, S. Uso e cobertura do solo para o planejamento urbano, Boa Vista, Roraima, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia** (Online), Goiânia, v. 37, n. 1, p. 36-55, jan./abr. 2017.
- ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p.563-567, 2001.
- ARAÚJO, E. D. S.; SILVA, J. B.; MACHADO, C. C. C. Identificação de Ilhas de Calor na Cidade de Campina Grande-PB utilizando Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.09, n. 02, p. 614-626, 2016.
- ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a Management Perspective**. Ottawa: WDL, 1989. 58 p.
- AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.
- BAPTISTA, G. M. M. **Sensoriamento remoto hiperespectral: o novo paradigma nos estudos de solos tropicais**. 1. ed. Brasília: Universa, 2006. 212p.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Org.) **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**, Manaus: INPA, 1997, p. 325-335.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, jan./abr. 2016.
- BARROS, M. P. **Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano**. 2012. 210 p. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, 2012.
- BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na Cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012. p.47-109.
- BUENO, L. M. M. A adaptação da cidade às mudanças climáticas: uma agenda de pesquisa e uma agenda política. In: OJIMA, R.; MARANDOLA JUNIOR, E. J. (Org.). **Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**. São Paulo: Blucher, 2013. p. 23-56.

CARMO, L. C. Prefácio. In: OJIMA, R.; MARANDOLA JUNIOR, E. (Org). **Mudanças climáticas e as cidades**: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social. São Paulo: Blucher, 2013. 272 p.

CARVALHO, T. M.; ZUCHI, M. R. Morfometria e caracterização do meio físico de ambientes lacustres no vão do Paranã-Goiás, Brasil. Uma primeira aproximação. **Terra Nueva Etapa**, Caracas, v. 25, p. 111-139, jul./dez. 2009.

CARVALHO, T. M.; CARVALHO, C. M. Interrelation of geomorphology and fauna of Lavrado region in Roraima, Brazil suggestions for future studies. **E&G Quaternary Science Journal**, v. 61, n. 2, p. 146-155, 2012.

CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W. F. F. A utilização de policloreto de vinila (PVC) na construção de miniabrigos meteorológicos para aplicação em campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, n. 9, p.48-55, jul./dez. 2011.

CHÁVEZ JÚNIOR, S. **An Improved Dark-object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data**. Arizona, 1988. 21p.

CHILDE, V. G. **O que aconteceu na história**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1941. 292 p.

COHEN, J.-L. **O futuro da arquitetura desde 1889**: uma história mundial. Tradução por Donaldson M. Garschagem. São Paulo: Cosac Naify, 2013. 528 p.

CORRÊA, P. B.; CANDIDO, L. A.; SOUZA, R. A. F.; ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. Estudo do Fenômeno da Ilha de Calor na Cidade de Manaus/AM: Um Estudo a Partir de Dados de Sensoriamento Remoto, Modelagem e Estações Meteorológicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 31, n. 2, 167-176, jun. 2016.

DEÀK, C.; RAMOS, S. **O processo de urbanização no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015. 339p.

EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER, F. L. Estudo preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio branco, estado de Boa Vista – RR. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.) **Roraima 20 anos**: as geografias de um novo estado. Boa Vista: Editora da UFRR, 2008. V. 1, p. 142-167.

FALCÃO, M. T.; PINHEIRO, M. N. M.; RODRIGUES, R. F.; SOUZA, K. J. M. A. Implicações ambientais urbanas decorrentes das ocupações em fundo de Vales: Um Estudo de caso na Microbacia do Igarapé Pricumã em Boa Vista - RR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA - SBGFA, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009.

FALCÃO, M. T.; BUÁS, A. I. C.; PINHEIRO, M. N. M.; OLIVEIRA, S. K. S. Impactos ambientais no Igarapé Wai Grande em Boa Vista – Roraima decorrente da influência do aterro sanitário. **Revista Geonorte**, Edição Especial, Manaus, v. 3, n.4, p. 199-207, nov. 2012.

FERRARI, C. **Dicionário de Urbanismo**. 1. ed. São Paulo: Disal, 2004. 451 p.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 248 p.

GOIS, D. V.; FIGUEIREDO, M. L.; SOUZA, R. M. e. Análise bioclimática e vulnerabilidade social urbana em áreas verdes públicas em Aracaju, Sergipe. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 8, n. 3, p. 22-49, dez. 2014.

GOITIA, F. C. **Breve história do urbanismo**. São Paulo: Presença, 1982. 226 p.

GÜRTLER, S.; EPIPHANIO, J. C. N.; LUIZ, A. J. B.; FORMAGGIO, A. R. Planilha Eletrônica Para Cálculo da Reflectância em Imagens TM e ETM + Landsat. **RBC - Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 02, p. 162-167, 2005.

HONORATO, A. F. A.; ANDRADE, V. S. A. Ilhas de calor e frescor na área urbana da cidade de Aquidauana-MS. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 878-886, Edição Especial, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas dos Municípios**. Boa Vista, 2017. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dezembro 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de imagens**. São Paulo, 2017. Disponível em < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

LOPES, J. R. B. **Desenvolvimento e mudança social**: formação da sociedade urbano-industrial no Brasil (online). Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008, 233 p.

MARTIN, P.; BAUDOIN, Y.; GACHON, P. An alternative method to characterize the surface urban heat island. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 7, p. 849-861, 2015.

MATOS, R. Migração e urbanização no Brasil. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 14, p.17-21, jan./jun. 2012.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina. In: MENDONÇA, Francisco, DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007. p. 93-120.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 206p.

Mitchell, J. M. On the causes of instrumentally observed secular temperature trends. **Journal of Meteorology**, Massachusetts, v.10, nº. 4, p. 244-261, ago. 1953.

Mitchell, J. M. The temperature of cities. **Weatherwise**, v.14, p. 224-229, dez. 1961.

MIYAMOTO, M. T. **A Influência das Configurações Urbanas na Formação de Microclimas**: estudo de casos no município de Vitória-ES. 2011. 149p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Departamento De Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Relatório do Serviço Geológico do Brasil – **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa**, , Boa Vista: CPRM, 2012, 9 p.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2011. p. 9-67.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2011. 192p.

MUNFORD, L. **A cidade na história**: suas origens, transformações e perspectivas. Tradução Neil R. da Silva. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 812 p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 388 p.

OJIMA, R.; MARANDOLA JUNIOR, E. (Org). **Mudanças climáticas e as cidades**: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social. São Paulo: Blucher, 2013. 272 p.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2. ed. Londres: Routledge, 1987. 464p.

PEREIRA, J. T. R.; MACEDO, A. R. S.; VERAS, A. T. R. Panorama ambiental da micro bacia do Igarapé Grande. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 4, n. 7, p.185-206, jan./jul. 2010.

RENOU, E. Instructions météorologiques. **Annuaire Société Météorologie De France**, Paris, v. 3, n. 1, p.73-160, 1855.

RENOU, E. Differences de température entre Paris et Choisy-le-Roi. **Annuaire Société Météorologie de France**, Paris, v.10, 105-109, 1962.

RENOU, E. Differences de température entre la ville et la campagne. **Annuaire Société Météorologie de France**, Paris, v. 3, p. 83-97, 1868.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013. 128 p.

SANDER, C.; WANKLER, F. L.; EVANGELISTA, R. A. O.; MORAGA, C. H.; TEXEIRA, J. F. S. Cheias do rio Branco e eventos de inundação na cidade de Boa Vista, RR. **Revista Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 12, p. 41-57, mai./ago. 2012.

- SANDER, C. **Geomorfologia da planície aluvial do alto rio branco em Roraima: dinâmica e processos evolutivos**. 2015. 231 p. Tese (Doutorado Geografia) - Programa de pós-graduação em geografia - Universidade estadual de Maringá, Maringá, 2015.
- SANTOS, A. J. **Roraima – História Geral**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2010, 410p.
- SANTOS, M. **Manual de Geografia Urbana**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008. 220 p.
- SANTOS, M. **A urbanização desigual**. 3. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. 144 p.
- SANTOS, M. **A urbanização Brasileira**. 5. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013. 176p.
- SCHMIDT, W. Zum Einfluss grosser Städte auf das Klima. *Naturwissenschaften*, v. 5, p. 194-495, jul. 1917.
- SCHUTZER, J. G. **Cidade e Meio Ambiente: A Apropriação do Relevo no Desenho Ambiental Urbano**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 328 p.
- SILVA, D. A.; SANDER, C.; ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; WANKLER, F. L. Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista – RR nos anos de 1910 a 2014. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 34-49, dez. 2015.
- SOUZA, C. M. Boa Vista/RR e as migrações: mudanças, permanências, múltiplos significados. **Revista Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 3, n. 9, p. 39-62, jan./jun. 2009.
- SOUZA, C. M. Introdução. In: MAGALHÃES, M.G.S.D.; SOUZA, C.M. (Orgs.). **Roraima/Boa Vista: Temas sobre o local e o regional**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2012.
- SOUZA, M. L. **ABC do desenvolvimento urbano**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 192 p.
- STAEVIE, P. Expansão Urbana e Exclusão Social em Boa Vista – Roraima. **Revista Oculum Ensaios**, Campinas, v. 13, p. 68-87, jan./jun. 2011.
- TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. **Introdução a climatologia**. 1. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 280 p.
- VALE, A. L. F. **Migração e territorialização: as dimensões territoriais dos nordestinos em Boa Vista / RR**. 2007. 268p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista do Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2007.
- VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Solos sob savanas de Roraima: gênese, classificação e relação e relações ambientais**. 1. Ed. Boa Vista: Gráfica Ioris, 2010. 219 p.

VALIN JÚNIOR, M. O.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; DE MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, J. S. Utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos. **Revista Caminhos de Geografia** (on-line), v. 17, n. 57, p. 74-91, mar. 2016.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2. Recife, março, 2006. 463 p.

VERAS, A. T. R. **A produção do espaço urbano e Boa Vista – Roraima**. 2009. 235 p. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

VERAS, A. T. R. Rugosidades e tendências atuais na dinâmica de produção do espaço urbano de Boa Vista. In: MAGALHÃES, M.G.S.D.; SOUZA, C.M. (Orgs.). **Roraima/Boa Vista: Temas sobre o local e o regional**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2012.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2. Ed Viçosa: UFV, 2012. 460p.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 - Dados coletados *in loco* no dia 01/11/2016

Ponto	01/11/2016 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	32,7		34,1		36,2		36,6		32,7		31,0		33,9	
Galeria no Igarapé Pricumã	32,5		32,2		36,1		37,5		33,8		32,2		34,1	
Igarapé Grande no J.Tropical	33,4		33,9		36,8		37,0		32,6		32,2		34,3	
Lagoa no Senador Hélio Campos	30,6		34,6		37,0		38,1		31,8		32,5		34,1	
Igarapé Wai-Grande	30,4		31,9		36,0		35,5		30,0		27,3		31,9	
Diferença entre menor e maior valor	3,0		2,7		1,0		2,6		3,8		5,2		2,5	

APÊNDICE 2 - Dados coletados *in loco* no dia 15/11/2016

Ponto	15/11/2016 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	31,5		32,0		36,7		37,6		31,9		30,8		33,4	
Galeria no Igarapé Pricumã	31,1		32,5		34,7		35,3		30,1		29,3		32,2	
Igarapé Grande no J.Tropical	31,4		31,5		34,4		34,7		30,4		30,2		32,1	
Lagoa no Senador Hélio Campos	32,0		31,4		36,9		35,7		29,8		31,8		32,9	
Igarapé Wai-Grande	31,4		30,2		35,5		34,6		30,1		29,3		31,9	
Diferença entre menor e maior valor	0,9		2,3		2,5		3,0		2,1		2,5		1,6	

APÊNDICE 3 - Dados coletados *in loco* no dia 01/12/2016

Ponto	01/12/2016 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	30,5		31,4		36,5		35,9		32,2		31,0		32,9	
Galeria no Igarapé Pricumã	30,6		32,9		32,9		33,7		30,9		27,0		31,3	
Igarapé Grande no J.Tropical	30,6		35,9		40,9		35,3		27,8		28,6		33,2	
Lagoa no Senador Hélio Campos	33,4		36,4		38,5		37,3		28,1		30,7		34,1	
Igarapé Wai-Grande	30,9		31,4		35,3		34,8		30,3		30,4		32,2	
Diferença entre menor e maior valor	2,9		5,0		8,0		3,6		4,4		4,0		2,7	

APÊNDICE 4 - Dados coletados *in loco* no dia 15/12/2016

Ponto	15/12/2016 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	29,6		30,6		36,9		34,9		30,9		30,1		32,2	
Galeria no Igarapé Pricumã	29,4		32,5		35,0		32,2		30,3		28,4		31,3	
Igarapé Grande no J.Tropical	28,9		31,5		33,4		33,9		28,4		28,5		30,8	
Lagoa no Senador Hélio Campos	29,0		31,1		33,5		35,6		27,5		29,3		31,0	
Igarapé Wai-Grande	31,2		30,1		34,5		34,4		28,1		28,0		31,1	
Diferença entre menor e maior valor	2,3		2,4		3,5		3,4		2,8		2,1		1,2	

APÊNDICE 5 - Dados coletados *in loco* no dia 01/01/2017

Ponto	01/01/2017 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	30,4		31,6		35,3		34,2		30,3		28,5		31,7	
Galeria no Igarapé Pricumã	30,7		32,0		38,1		36,0		29,4		27,8		32,3	
Igarapé Grande no J.Tropical	31,0		31,2		36,0		34,9		28,5		28,1		31,6	
Lagoa no Senador Hélio Campos	30,3		30,7		35,5		33,5		28,0		27,9		31,0	
Igarapé Wai-Grande	29,8		30,7		31,9		33,5		28,0		28,1		30,3	
Diferença entre menor e maior valor	1,2		1,3		6,2		2,5		2,3		0,7		2,0	

APÊNDICE 6 - Dados coletados *in loco* no dia 15/01/2017

Ponto	15/01/2017 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	29,2		32,9		34,5		35,0		32,5		29,1		32,2	
Galeria no Igarapé Pricumã	27,4		29,8		35,0		33,1		31,9		27,6		30,8	
Igarapé Grande no J.Tropical	27,4		32,7		36,7		34,0		29,8		28,3		31,5	
Lagoa no Senador Hélio Campos	29,3		32,1		35,4		34,1		31,1		27,2		31,5	
Igarapé Wai-Grande	31,4		31,6		33,4		33,3		27,2		26,5		30,6	
Diferença entre menor e maior valor	4,0		3,1		3,3		1,9		5,3		2,6		1,6	

APÊNDICE 7 - Dados coletados *in loco* no dia 01/02/2017

Ponto	01/02/2017 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	27,9		27,8		37,2		34,1		30,2		28,9		31,0	
Galeria no Igarapé Pricumã	25,3		30,1		41,3		33,3		28,3		28,3		31,1	
Igarapé Grande no J.Tropical	24,4		29,1		35,5		33,8		27,3		27,2		29,6	
Lagoa no Senador Hélio Campos	24,9		27,2		34,0		32,5		25,5		29,3		28,9	
Igarapé Wai-Grande	30,0		30,2		33,5		34,3		29,0		28,7		31,0	
Diferença entre menor e maior valor	5,6		3,0		7,8		1,8		4,7		2,1		2,2	

APÊNDICE 8 - Dados coletados *in loco* no dia 15/02/2017

Ponto	15/02/2017 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	28,8	65,0	28,0	66,0	36,7	40,0	34,5	44,0	30,6	57,0	28,1	58,0	31,1	55,0
Galeria no Igarapé Pricumã	29,1	62,0	32,4	52,0	38,3	43,0	32,0	50,0	31,4	54,0	28,6	50,0	32,0	51,8
Igarapé Grande no J.Tropical	28,2	60,0	31,5	55,0	34,6	50,0	34,1	54,0	30,0	54,0	29,5	56,0	31,3	54,8
Lagoa no Senador Hélio Campos	29,0	60,0	28,0	66,0	33,8	47,0	34,1	52,0	29,4	53,0	29,2	63,0	30,6	56,8
Igarapé Wai-Grande	28,0	63,0	28,8	63,0	32,5	66,0	31,6	70,0	28,0	76,0	27,7	77,0	29,4	69,2
Diferença entre menor e maior valor	1,1	5,0	4,4	14,0	5,8	26,0	2,9	26,0	2,6	23,0	1,8	27,0	2,5	17,3

APÊNDICE 9 - Dados coletados *in loco* no dia 01/03/2017

Ponto	01/03/2017 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	29,6	65,0	29,8	65,0	34,0	48,0	39,1	40,0	31,3	55,0	30,0	59,0	32,3	55,3
Galeria no Igarapé Pricumã	29,2	68,0	32,0	59,0	38,3	42,0	38,1	41,0	31,9	57,0	29,3	54,0	33,1	53,5
Igarapé Grande no J.Tropical	29,6	69,0	31,6	63,0	38,0	44,0	37,8	44,0	30,4	54,0	30,3	56,0	33,0	55,0
Lagoa no Senador Hélio Campos	30,5	65,0	29,6	67,0	38,2	42,0	37,2	44,0	29,6	58,0	29,8	64,0	32,5	56,7
Igarapé Wai-Grande	30,2	70,0	30,0	72,0	32,6	56,0	33,9	58,0	30,0	68,0	29,9	69,0	31,1	65,5
Diferença entre menor e maior valor	1,3	5,0	2,4	13,0	5,7	14,0	5,2	18,0	2,3	14,0	1,0	15,0	2,0	12,0

APÊNDICE 10 - Dados coletados *in loco* no dia 15/03/2017

Ponto	15/03/2017 (Período seco)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	29,3	61,0	30,4	54,0	34,6	44,0	34,7	41,0	32,2	49,0	30,9	56,0	32,0	49,4
Galeria no Igarapé Pricumã	28,4	60,0	30,8	56,0	36,4	44,0	36,0	40,0	31,7	49,0	30,6	54,0	32,3	49,1
Igarapé Grande no J.Tropical	28,0	60,0	31,1	57,0	37,0	44,0	35,7	43,0	32,5	47,0	30,8	53,0	32,5	48,9
Lagoa no Senador Hélio Campos	28,3	60,0	30,8	56,0	37,0	40,0	35,3	43,0	31,5	46,0	30,9	58,0	32,3	48,6
Igarapé Wai-Grande	27,9	68,0	27,7	68,0	34,1	52,0	34,2	53,0	28,3	73,0	28,4	74,0	30,1	60,6
Diferença entre menor e maior valor	1,4	8,0	3,4	14,0	2,9	12,0	1,8	13,0	4,2	27,0	2,5	21,0	2,4	12,0

APÊNDICE 11 - Dados coletados *in loco* no dia 01/04/2017

Ponto	01/04/2017 (Período chuvoso)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	28,2	72,0	29,7	69,0	31,8	62,0	37,0	46,0	32,5	60,0	30,7	63,0	31,7	59,8
Galeria no Igarapé Pricumã	28,6	66,0	30,1	68,0	35,4	55,0	35,7	50,0	32,2	59,0	30,4	65,0	32,1	57,5
Igarapé Grande no J.Tropical	29,2	70,0	30,3	67,0	35,5	54,0	35,5	50,0	31,8	63,0	31,0	64,0	32,2	58,3
Lagoa no Senador Hélio Campos	29,6	69,0	30,4	67,0	35,2	55,0	34,8	54,0	31,7	63,0	30,9	65,0	32,1	58,5
Igarapé Wai-Grande	29,9	71,0	30,3	73,0	33,4	68,0	33,3	67,0	29,5	71,0	29,3	73,0	31,0	64,3
Diferença entre menor e maior valor	1,7	6,0	0,7	6,0	3,7	14,0	3,7	21,0	3,0	12,0	1,7	10,0	1,3	6,7

APÊNDICE 12 - Dados coletados *in loco* no dia 01/04/2017

Ponto	15/04/2017 (Período chuvoso)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	27,5	74,0	31,6	68,0	29,0	71,0	30,3	77,0	30,7	77,0	27,8	85,0	29,5	67,6
Galeria no Igarapé Pricumã	28,5	72,0	31,9	67,0	31,4	72,0	28,8	80,0	30,1	79,0	28,4	81,0	29,9	66,9
Igarapé Grande no J.Tropical	30,6	73,0	30,7	71,0	30,4	76,0	28,2	81,0	29,9	80,0	30,2	76,0	30,0	67,7
Lagoa no Senador Hélio Campos	30,6	70,0	30,6	72,0	30,8	74,0	27,8	80,0	30,3	78,0	31,3	79,0	30,2	67,2
Igarapé Wai-Grande	29,5	77,0	30,3	76,0	30,2	70,0	32,0	71,0	28,2	73,0	27,5	77,0	29,6	66,9
Diferença entre menor e maior valor	3,1	7,0	1,6	9,0	2,4	6,0	4,2	10,0	2,5	7,0	3,8	9,0	0,8	0,8

APÊNDICE 13 - Dados coletados *in loco* no dia 01/05/2017

Ponto	01/05/2017 (Período chuvoso)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	28,5	73,0	33,0	62,0	28,5	74,0	31,0	70,0	29,0	77,0	27,2	83,0	29,5	66,3
Galeria no Igarapé Pricumã	30,8	68,0	33,0	65,0	29,2	72,0	31,3	71,0	29,1	77,0	27,7	83,0	30,2	65,7
Igarapé Grande no J.Tropical	31,4	70,0	32,5	67,0	29,1	78,0	31,5	69,0	28,8	79,0	28,1	83,0	30,2	67,6
Lagoa no Senador Hélio Campos	31,3	69,0	32,5	65,0	29,2	77,0	32,0	70,0	29,8	80,0	27,8	81,0	30,4	67,0
Igarapé Wai-Grande	27,6	80,0	28,1	78,0	27,3	85,0	28,9	83,0	27,3	85,0	25,5	88,0	27,5	73,9
Diferença entre menor e maior valor	3,8	12,0	4,9	16,0	1,9	13,0	3,1	14,0	2,5	8,0	2,6	7,0	3,0	8,2

APÊNDICE 14 - Dados coletados *in loco* no dia 15/05/2017

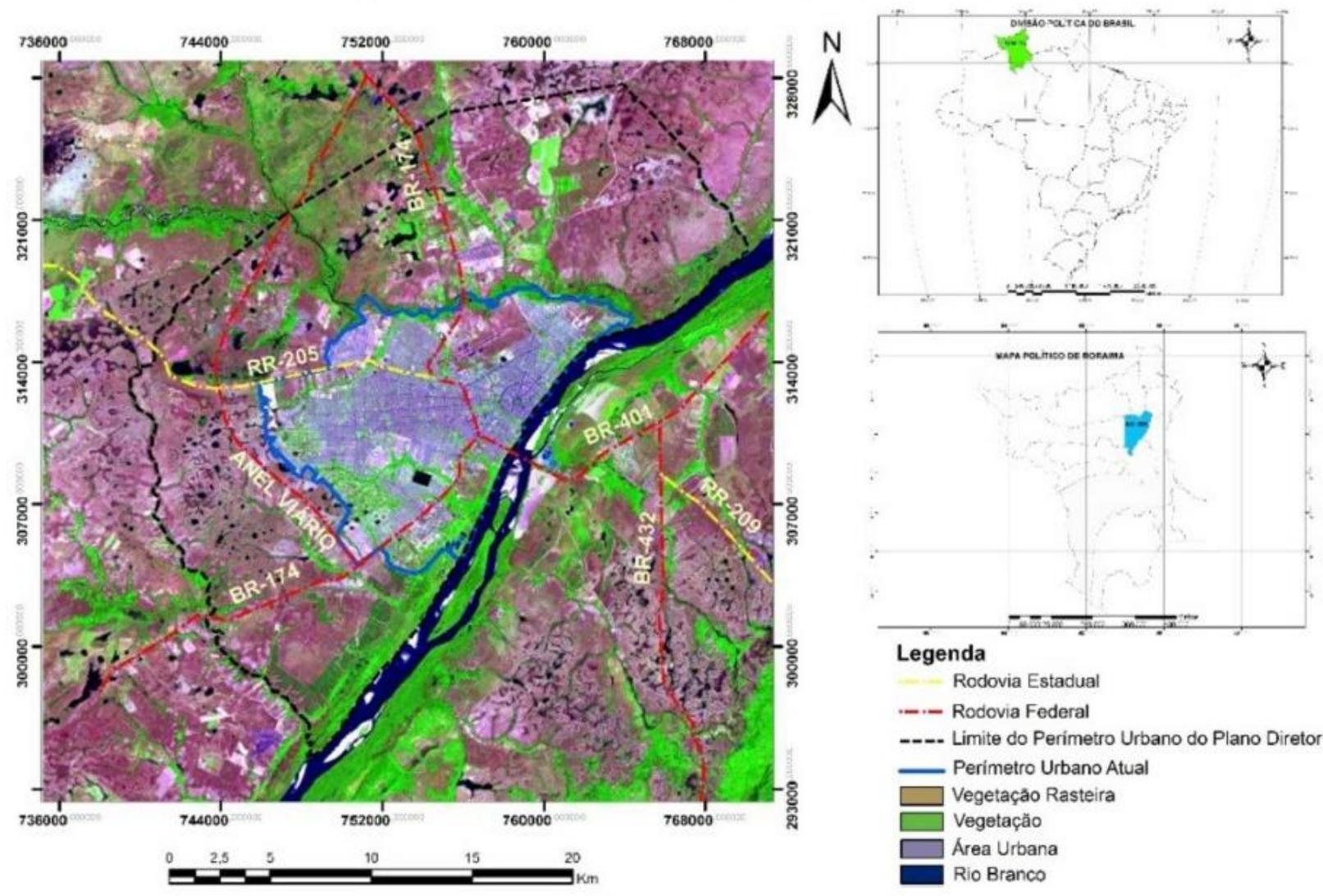
Ponto	15/05/2017 (Período chuvoso)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	27,3	79,0	32,7	68,0	35,4	56,0	38,2	48,0	30,5	77,0	29,7	82,0	32,3	65,4
Galeria no Igarapé Pricumã	29,4	76,0	32,7	69,0	36,5	49,0	37,4	52,0	30,7	77,0	29,9	80,0	32,8	63,6
Igarapé Grande no J.Tropical	30,2	75,0	32,0	69,0	34,2	48,0	35,9	56,0	30,7	79,0	29,9	81,0	32,2	63,8
Lagoa no Senador Hélio Campos	30,2	74,0	31,3	73,0	34,3	52,0	34,5	59,0	30,2	80,0	30,3	81,0	31,8	65,0
Igarapé Wai-Grande	24,8	90,0	28,0	86,0	33,1	64,0	32,1	66,0	30,0	83,0	28,9	85,0	29,5	73,0
Diferença entre menor e maior valor	5,4	16,0	4,7	18,0	3,4	16,0	6,1	18,0	0,7	6,0	1,4	5,0	3,3	9,4

APÊNDICE 15 - Dados coletados *in loco* no dia 01/06/2017

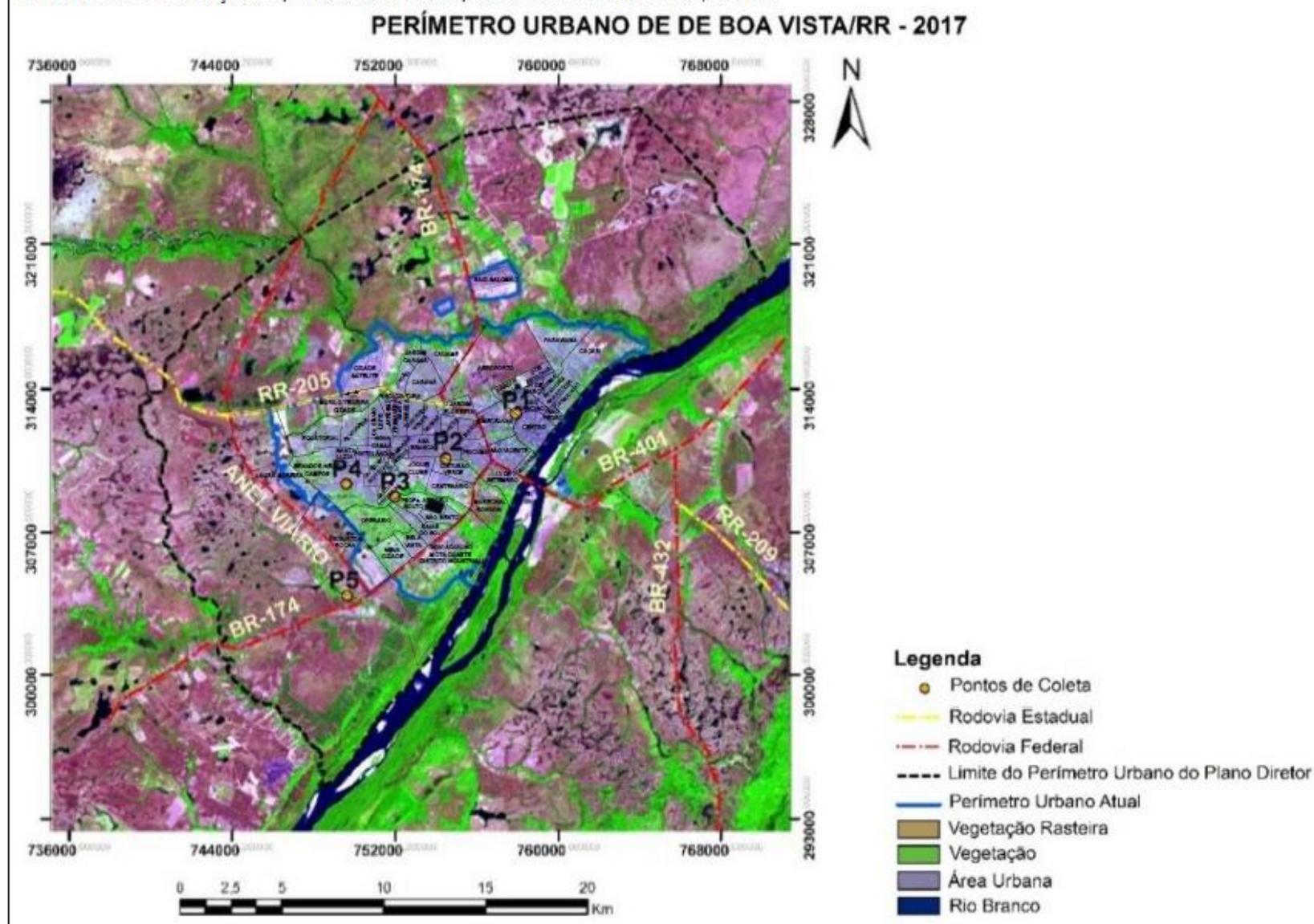
Ponto	01/06/05/2017 (Período chuvoso)												Temperatura Média Diária	Umidade Média Diária
	08:00:00		09:00:00		14:00:00		15:00:00		20:00:00		21:00:00			
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)		
Praça Fábio Marques Paracat	25,8	70,0	33,1	60,0	33,5	52,0	38,0	43,0	28,4	67,0	28,0	65,0	31,1	57,1
Galeria no Igarapé Pricumã	27,8	72,0	33,0	60,0	38,0	51,0	38,6	45,0	29,2	54,0	29,7	62,0	32,7	54,7
Igarapé Grande no J.Tropical	28,7	72,0	31,6	65,0	39,2	45,0	38,8	45,0	29,4	63,0	27,7	60,0	32,6	55,7
Lagoa no Senador Hélio Campos	29,7	70,0	31,0	66,0	40,1	43,0	40,0	41,0	28,8	52,0	27,7	61,0	32,9	53,5
Igarapé Wai-Grande	26,9	80,0	30,0	78,0	31,1	64,0	30,3	66,0	29,9	82,0	29,8	84,0	29,7	69,7
Diferença entre menor e maior valor	3,9	10,0	3,1	18,0	9,0	21,0	9,7	25,0	1,5	30,0	1,8	24,0	3,2	16,2

APÊNDICE 16 - Localização da área de estudo - Cidade de Boa Vista, Roraima

LOCALIZAÇÃO DO PERÍMETRO URBANO DE BOA VISTA/RR - 2017

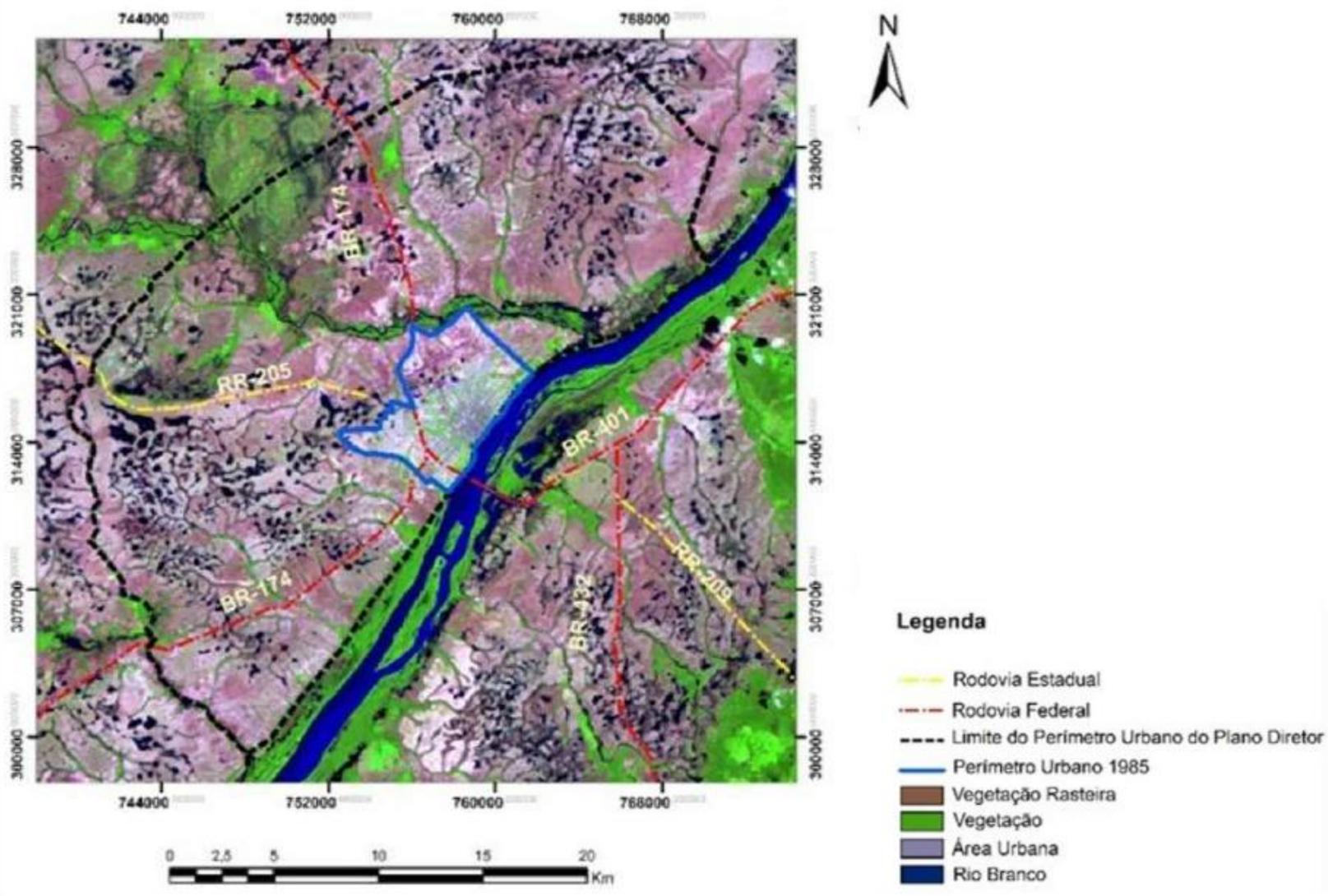


APÊNDICE 17 - Localização dos pontos de coleta da temperatura na cidade de Boa Vista, Roraima



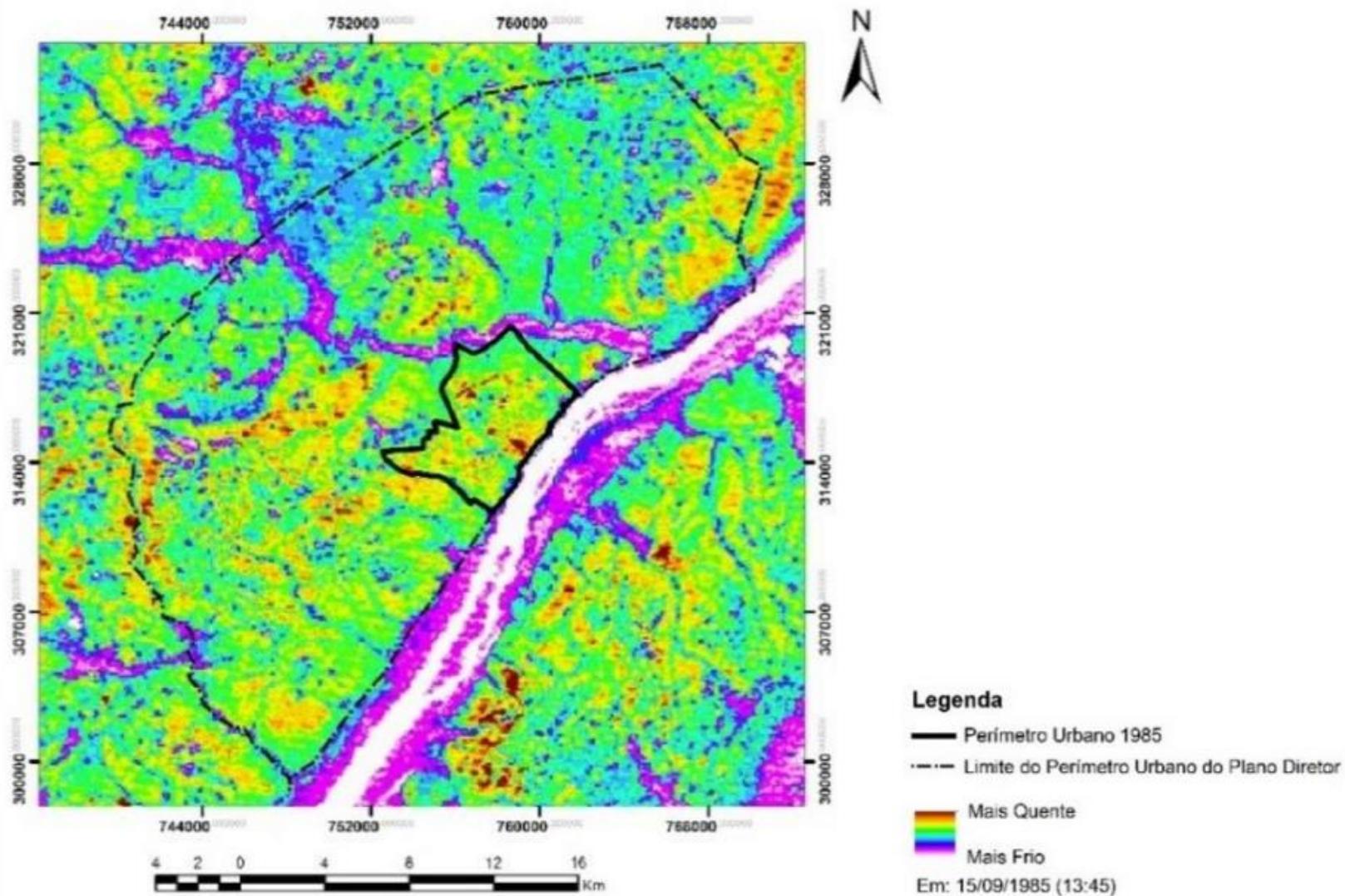
APÊNDICE 18 - Cidade de Boa Vista, Roraima, em 1985

PERÍMETRO URBANO DE BOA VISTA/RR - 1985



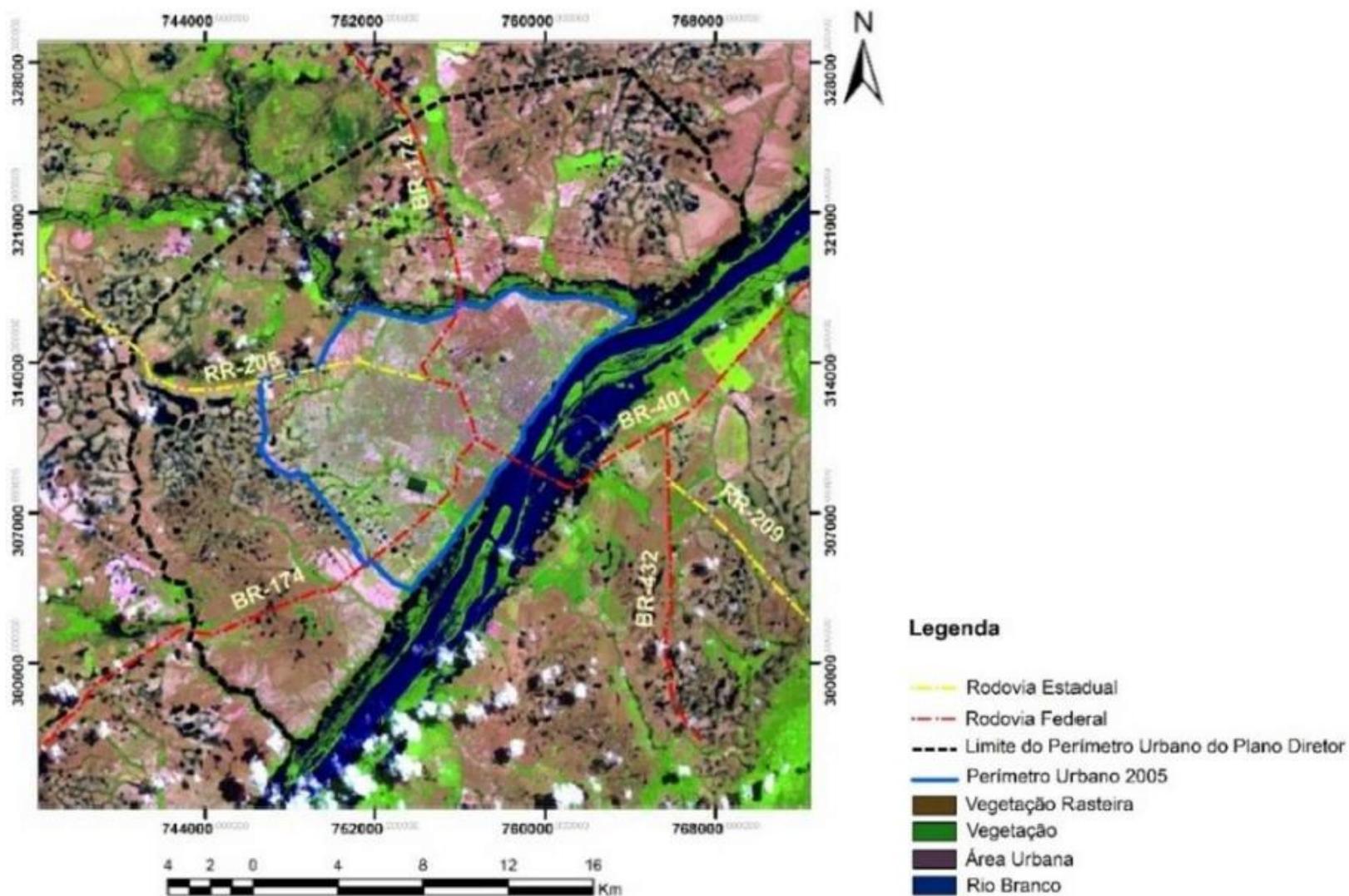
APÊNDICE 19 - Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 1985

MAPA TÉRMICO DE BOA VISTA/RR - 1985



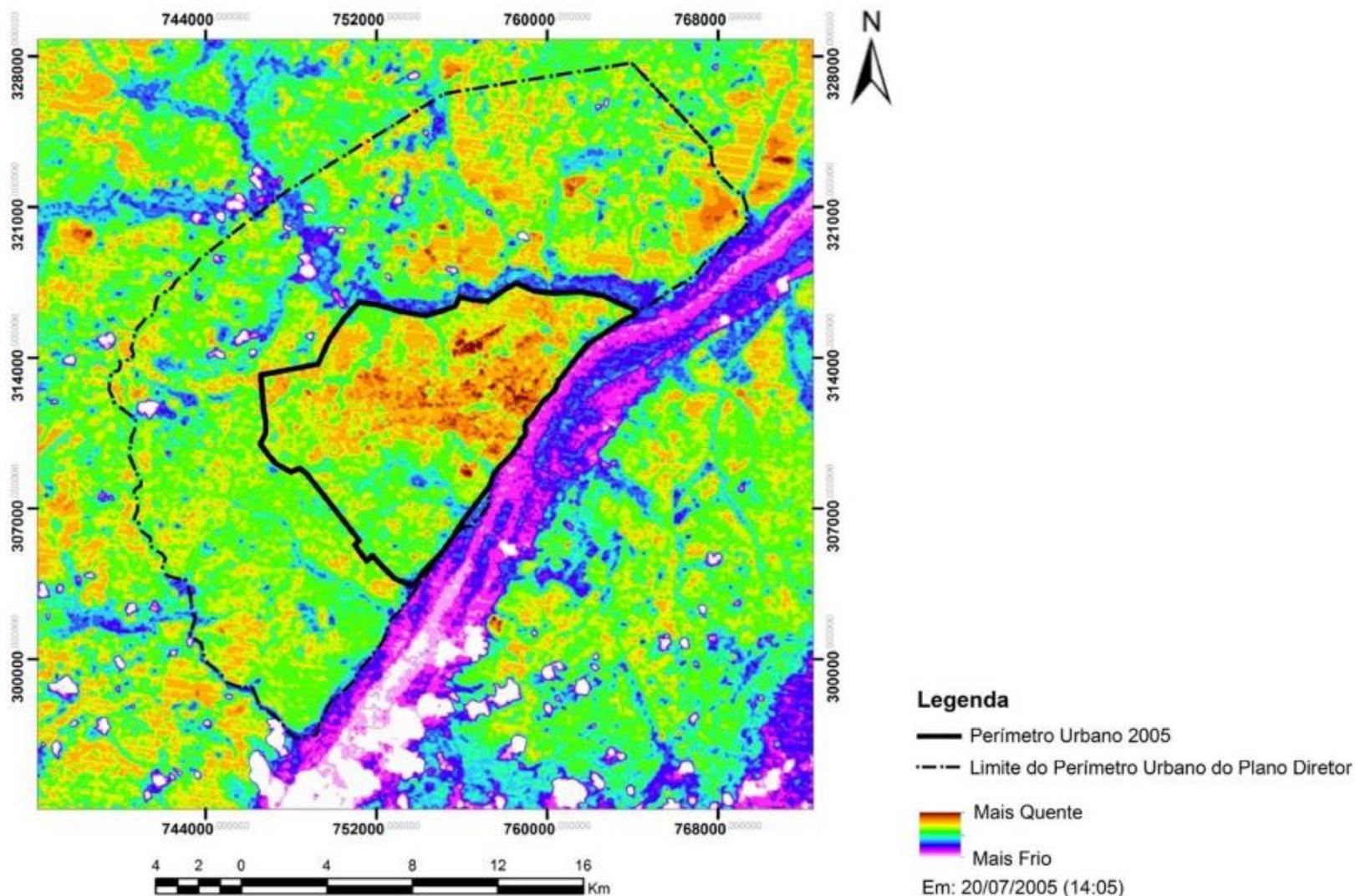
APÊNDICE 20 - Cidade de Boa Vista, Roraima, em 2005

PERÍMETRO URBANO DE BOA VISTA/RR - 2005



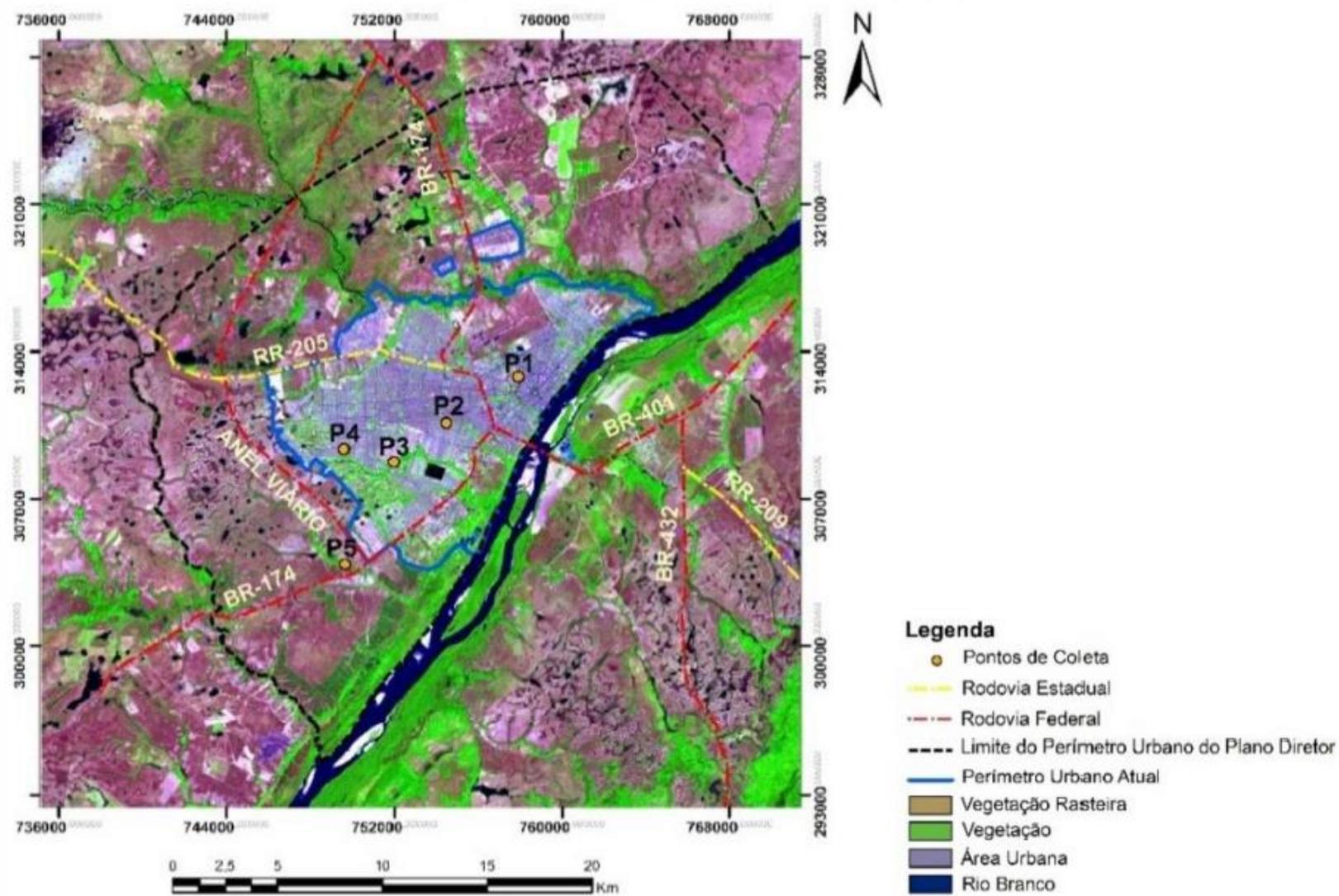
APÊNDICE 21 - Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 2005

MAPA TÉRMICO DE BOA VISTA/RR - 2005



APÊNDICE 22 - Cidade de Boa Vista, Roraima, em 2017

PERÍMETRO URBANO DE DE BOA VISTA/RR - 2017



APÊNDICE 23 - Distribuição térmica em Boa Vista, Roraima, em 2017

MAPA TÉRMICO DE BOA VISTA/RR - 2017

