



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**O SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AOS ESTUDOS DE
ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE AQUIDAUANA E
ANASTÁCIO - MS 2000 – 2010.**

ANA FLÁVIA AVENIR HONORATO

**TRÊS LAGOAS
2015**

ANA FLÁVIA AVENIR HONORATO

**O SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AOS ESTUDOS DE
ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE AQUIDAUANA E
ANASTÁCIO - MS 2000 – 2010.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação –
Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de
Concentração Análise Geoambiental e Produção do
Território, como exigência final para obtenção do Título de
Mestre em Geografia, sob orientação do Prof. Dr. Wallace
de Oliveira.

**TRÊS LAGOAS
2015**

ANA FLÁVIA AVENIR HONORATO

**O SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AOS ESTUDOS DE
ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE AQUIDAUANA E
ANASTÁCIO - MS 2000 – 2010.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação –
Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de
Concentração Dinâmica Ambiental e Planejamento, como
exigência final para obtenção do Título de Mestre em
Geografia, sob orientação da Prof. Dr. Wallace de Oliveira.

DATA DE APROVAÇÃO: 30/03/2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wallace de Oliveira
Orientador
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto
Membro da Banca
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Frederico dos Santos Gradella
Membro da Banca
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

DECICATÓRIA

À minha família, pelo incentivo, compreensão, em especial aos meus pais, meus irmãos queridos e amados, pois sem o amor de todos vocês, o carinho e a dedicação, não seria possível que eu trilhasse esse caminho. Aos meus amados e queridos sobrinhos Ana Carolina e Matheus, que são fontes de inspiração e que me alegram a cada encontro, trazendo comigo a esperança de um futuro melhor.

Tocando em Frente

Ando devagar
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais

Hoje me sinto mais forte,
Mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco sei,
Ou nada sei.

Conhecer as manhas
E as manhãs
O sabor das massas
E das maçãs

É preciso amor
Pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso à chuva para florir

Penso que cumprir a vida
Seja simplesmente
Compreender a marcha
E ir tocando em frente

Como um velho boiadeiro
Levando a boiada
Eu vou tocando os dias
Pela longa estrada, eu vou
Estrada eu sou.

Conhecer as manhas
E as manhãs
O sabor das massas
E das maçãs

É preciso amor
Pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso à chuva para florir

Todo mundo ama um dia,
Todo mundo chora
Um dia a gente chega
E no outro vai embora.

Cada um de nós compõe a sua própria história
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz

Conhecer as manhas
E as manhãs
O sabor das massas
E das maçãs

É preciso amor
Pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso à chuva para florir

Almir Sater

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me conceder a vida, e por todas as bênçãos alcançadas durante todo esse tempo. A minha família e familiares, meu alicerce, minha base, por acreditar no meu sonho, e por poder, me proporcionar, a oportunidade de continuar os estudos, me dando apoio e carinho nos momentos de angústia, não deixando que o cansaço e as dificuldades me dominassem. Mesmo diante de todos os problemas, sempre me amparando nos momentos mais difíceis. Minha Eterna Gratidão.

A CAPES meus sinceros agradecimentos, pelo financiamento proporcionado, para o desenvolvimento desta pesquisa, que ajudou em todo o processo de construção da pesquisa a ser desenvolvida e aqui apresentada.

Ao programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas, pela oportunidade dada a esse projeto, e a colaboração para realização dessa pesquisa.

Ao Professor e Orientador Wallace de Oliveira pela amizade e acima de tudo pelos ensinamentos passados e as valiosas contribuições para o desenvolvimento e o caminhar desta pesquisa. Meu grande carinho e admiração.

Minha singela homenagem ao Professor Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto e ao Professor Dr. Frederico dos Santos Gradella pela valiosa contribuição como membro da banca na defesa desta pesquisa. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os professores docentes do Programa de Pós-Graduação pela amizade e pelos ensinamentos transpassados durante todo período do mestrado, e as disciplinas cursadas, que foram de grande contribuição para o andamento e desenvolvimento desta pesquisa. Arnaldo Yoso Sakamoto, Ailton Luchiari, Edima Aranha Silva, Luiza Luciana Salvi, Sedeval Nardoque, Victor Matheus Bacani. Meu carinho e agradecimento a todos.

A professora Vicentina (Vique) pelo grande incentivo, amizade, desde os tempos da graduação até o presente momento. Obrigada por acreditar, e pelo apoio dado, foi graças as suas palavras e incentivo, que hoje estou dando continuidade a esse estudo. Meu muito obrigado, serei eternamente grata.

Ao Amigo e irmão Flávio Cabreira, amigo de longa data, amizade essa que já estava escrito nas estrelas, um anjo em forma de amigo. Que sempre me

ajudou, desde, a etapa das provas para a entrada no Programa de Pós, me dando abrigo, em sua humilde residência, juntamente com o amigo Gustavo Henrique de Oliveira, que se tornou um grande amigo não tenho palavras pra agradecer o carinho e amizade de vocês. Obrigada por tudo.

Aos amigos e irmãos de coração, de longa data, que mesmo longe, sempre me incentivam, seja através de uma mensagem carinhosa e uma palavra amiga, a Angelina, Nai, Érica, Micheli, Tamyres, Tia Cida, Dona Isabel, Willian Foroni, Gabriel, Vanessa Albuquerque, Sara, Edinéia, Vânia, Reginaldo Olmedo, Edmilson, Célia (Patroa), Israel Cardoso, Ed Carlos, minha família Mirandense e Aquidauanense de coração. Ao amigo e companheiro desde os tempos de graduação Elias (Mané), foi um grande incentivador para que hoje eu estivesse aqui, concluindo mais uma etapa na carreira acadêmica. Meu grande carinho e meu muito obrigado pela sincera amizade. A amizade quando é verdadeira, nem mesmo a distância consegue nos separar. Eu amo todos vocês amigos.

Aos meus colegas, companheiros do Programa de Pós-Graduação que fizeram que o tempo de aprendizagem durante as disciplinas cursadas, fossem menos cansativo, com discussões e entrosamento da turma. E aos amigos que fiz durante essa trajetória, que levarei pra sempre, e tenho certeza que será o início de uma longa amizade. “Os Meninos de Nova Andradina” Alexandre, Claudinei e Rafael. Minha sincera gratidão, os meus grandes companheiros e Champ’s (como carinhosamente nos chamamos), que faziam nossas tardes de quintas mais agradáveis com as suas companhias. A amiga Camila, parceira, e por todas as vezes que me ajudou, com as caronas, pelas prosas e por me apresentar ao restaurante “Yaki Niko”, que hoje é meu vício. Meu muito obrigado pela sua grande amizade e por me ajudar nos momentos difíceis, nossa amizade e parceria continuará para todo sempre, mesmo que ambas sigam caminhos diferentes, obrigada amiga pela sua sincera amizade. A Eliana, pelo pouco tempo de convívio sempre com um sorriso no rosto, não deixando ninguém desaminar. Muito obrigada pelo carinho e amizade. A Andressa pelo convívio no primeiro ano de mestrado, meus agradecimentos.

As meninas do pensionato (pensioloko Odettezetes) Bia, Thainã, Carol Igay, Kelly Mara, Adriana, Lorena, Taila, Bruna e as novatas Fernanda, Marina, Carol, Julia, Letícia, Laisa, Amanda Tedesco, Luana Coev, Raquel Menani. Sei

que não é fácil conviver com pessoas que mal nós conhecemos, nem tão pouco estar longe de nossas famílias, mas com a compreensão e respeito, esse convívio se torna mais agradável. Nesse momento, não poderia estar em lugar melhor, meu carinho e respeito a vocês, obrigada pelos momentos de descontração, as palhaçadas, deixo aqui meu carinho a todas vocês. E principalmente a D. Odete por nos acolher em sua residência, possibilitando a todas nós um teto, durante o curso. Minha singela homenagem e meu carinho eterno.

Peço desculpa se esqueci de alguém e agradeço a todos em geral que torceram por mim e me ajudaram de alguma forma.

OBRIGADA A TODOS!!!

RESUMO

Ao realizar estudos do clima urbano e seus atenuantes é preciso levar em consideração toda característica dos componentes do espaço que envolve solo, vegetação, recursos hídricos, meios de transporte e processos de uso e ocupação. As transformações materializadas no espaço urbano consolidam modificações na paisagem natural das cidades, que associado a um planejamento ineficaz potencializa a problemática ambiental, podendo ser enfatizada os de ordem climática, decorrentes das ações dos agentes sociais produtores do espaço no uso e ocupação do solo em seus diversos segmentos. Utilizando o Software SPRING 5.1.8 buscou-se mapear o campo térmico da cidade de Aquidauana e Anastácio no ano de 2000 e 2010, gerar mapas de temperatura de superfície de acordo com (Banda 6 termal) e usando a metodologia (NDVI) sobre a área urbana de Aquidauana e Anastácio a partir das imagens Landsat 5 TM. Através das imagens foi possível analisar e interpretar os dados obtidos do Satélite Landsat e identificar os episódios de ilhas de calor na área urbana de Aquidauana e Anastácio. Considerada uma área de grande depressão pantaneira caracterizada, pela suavidade do relevo, vegetação típica de cerrado. Os agentes sociais produtores do espaço, os materiais utilizados para construção civil e pavimentação, no decorrer do avanço do processo de urbanização, são considerados como promotores de transformações resultando em reflexos nos padrões de absorção térmica na cidade.

Palavras – chave: Sensoriamento Remoto, Ilha de Calor e NDVI

ABSTRACT

When conducting studies of urban climate and its extenuating circumstances, it is necessary to take into account all the components of the feature space surrounding soil, vegetation, water resources, means of transportation and using process and settlement. The transformations implemented in an urban space consolidate changes in the natural landscape of cities, which associated with an ineffective planning, enhances the environmental problem, and it can be emphasized the climatic order, arising from the actions of the social agent producers of space in the use and occupation of the land in their several segments. With Software SPRING 5.1.8 sought to map the thermal field of the Aquidauana and Anastácio cities in 2000 and 2010, generating surface temperature maps according to (band 6 thermal) and using the methodology (NDVI) about urban area of Aquidauana and Anastácio from the Landsat 5 TM images. Through the images it was possible to analyze and interpret data from the Landsat satellite and identify episodes of heat islands in urban Aquidauana and Anastácio, considered an area of great Pantanal depression characterized by softness of relief, typical cerrado vegetation. The social agent producers of space, the materials used for civil construction and pavement in the course of the urbanization process forward, are considered as promoters of transformation resulting in reflex patterns of thermal absorption in the city.

Key – words: Sensing Remote, Reat Island e NDVI

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

CBERS – Chinese-Brazilian Earth Resources Satélite

GLCF – Global Land Cover Facility

IC – Ilhas de calor

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite

LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico

LST – Land Surface Temperature

NASA – National Aeronautics And Space Administration

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

SR – Sensoriamento Remoto

TM – Thematic Mapper

TST – Temperatura Superficial Terrestre

USGS – United States Geological Survey

UTM – Universal Transversa De Mercator

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perfil das ilhas de calor urbana conforme os diferentes usos do solo.....	31
Figura 2. Localização da área urbana de Aquidauana e Anastácio.....	34
Figura 3. Demonstração do arruamento em formato de “tabuleiro de xadrez” de Aquidauana e Anastácio.....	39
Figura 4. Uso e ocupação do solo de Aquidauana e Anastácio-MS.....	41
Figura 5. Planta cadastral da área urbana de Aquidauana-MS.....	45
Figura 6. Planta cadastral da área urbana de Anastácio-MS.....	46
Figura 7. Hipsometria das cidades de Aquidauana e Anastácio-MS.....	48
Figura 8. Clinografico das cidades de Aquidauana e Anastácio-MS.....	49
Figura 9. Morfologia urbana de Aquidauana e Anastácio-MS.....	51
Figura 10. Imagem de Satélite de alta resolução de Aquidauana e Anastácio.....	56
Figura 11. Processo de Aquisição de imagens.....	63
Figura 12. Imagem Landsat 5 TM (02/05/2000) – NDVI.....	68
Figura 13. NDVI de Aquidauana e Anastácio (02/05/2000).....	70
Figura 14. NDVI de Aquidauana e Anastácio (12/04/2010).....	71
Figura 15. Espacialização das Temperaturas sobre Aquidauana e Anastácio no ano de 2000.....	75
Figura 16. Dados estatísticos da Temperatura de Superfície do ano de 2000....	76
Figura 17. Medidas de Classe da Temperatura de Superfície (km) do ano de 2000.....	77
Figura 18. Espacialização das Temperaturas sobre Aquidauana e Anastácio no ano de 2010.....	79
Figura 19. Dados Estatísticos da Temperatura de Superfície de 2010.....	80
Figura 20. Medidas de Classes da Temperatura de Superfície (km) do ano de 2010.....	80

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Região Central de Aquidauana.....	52
Foto 2 - Região Guanandy.....	53
Foto 3 – Região Paraíso/ Trindade.....	53
Foto 4 – Região Nova Aquidauana.....	54
Foto 5 – Região Bairro Alto.....	55
Foto 6 – Santa Terezinha.....	55
Foto 7 – Centro de Anastácio.....	57
Foto 8 – Av. Porto Geral.....	57
Foto 9 – Conjunto Habitacional Independência II.....	58
Foto 10 – Conjunto Habitacional Independência I.....	59
Foto 11 – Jardim Campanário.....	59

Sumario

RESUMO.....	9
LISTA DE ABREVEATURAS.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE FOTOS.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Justificativa.....	18
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo Geral.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	19
1.3 Procedimentos Metodológicos.....	19
2. AS BASES TEÓRICAS NA ANÁLISE DO CLIMA URBANO.....	24
2.1 Estudos do Clima Urbano no Brasil.....	24
2.2 O Clima Urbano nas Cidades de Médio Porte.....	25
2.3 Estudos de Ilhas de Calor (IC).....	28
2.3.1 O que são Ilhas de Calor (IC).....	28
3. ESTUDO DE CASO DE AQUIDAUANA E ANASTÁCIO.....	33
3.1 Localização da Área de Estudo.....	33
3.2 Dinâmica Climática Regional.....	33
3.3 As Transformações na Área Urbana de Aquidauana e Anastácio e sua função.....	37
3.4 Características sócio-espaciais de Aquidauana e Anastácio.....	40
3.5 Hipsometria e Declividade.....	47
3.6 Espacialização, Morfologia urbana de Aquidauana e Anastácio.....	50
4. O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DE ILHAS DE CALOR.....	60
4.1 Sensoriamento Remoto e SIG aplicados nos Estudos de Ilhas de Calor.....	60
4.2 NDVI - O Índice de Vegetação – NDVI.....	66
4.2.1 Índice de vegetação na cidade de Aquidauana e Anastácio.....	67

5. RESULTADOS SOBRE AS IC ENCONTRADAS NAS ÁREAS DE ESTUDOS.....	75
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
7. REFERÊNCIA.....	84
8. ANEXO I.....	91

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento, voltado para recursos naturais, tem se definido de várias formas. Entretanto, todas elas expressam uma idéia comum, ou seja, é um sistema por meio do qual se obtêm informações a respeito dos recursos naturais e não renováveis do planeta, pela utilização de sensores colocados em aviões, satélites ou até mesmo em superfícies. Algumas definições fazem referência à importância do sensoriamento remoto nas trocas de energéticas entre os objetos ou fenômenos com o meio ambiente de maneira remota ou sem contato direto. De qualquer maneira, compreende-se claramente, que o enfoque maior é transmitir a idéia de uma nova técnica (conjunto de programas *softwares* e equipamentos *hardwares*) colocada à disposição do homem, para auxiliá-lo nas indagações sobre o manejo do meio ambiente (MOREIRA, 2003).

A função primordial do processamento digital de imagens é fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens, para sua interpretação. Nesse sentido, sistemas de computação especializados são usados para atividades interativas de análise e manipulação das imagens brutas. O resultado desse processo é a produção de outras imagens, estas já contendo informações específicas, extraídas e realçadas a partir das imagens brutas (CRÓSTA, 1999).

As cidades contemporâneas na atualidade sofrem com o processo de urbanização sedimentado de forma desordenada, uma vez que têm criado significativas interferências no meio, expondo a população à vulnerabilidade sócio-ambiental, sobretudo os fatores de ordem climática. As transformações no ambiente urbano, advindas das diferentes atuações dos agentes sociais produtores do espaço geram entre outros aspectos um novo padrão de clima sobre a área urbana, criando assim uma nova atmosfera sobre ela.

Ao realizar estudos sobre clima urbano e seus atenuantes é preciso levar em consideração todas as características da área de estudo, solo, vegetação, recursos hídricos, meios de transportes, processos de ocupação da área. Tudo

que está relacionado às transformações do espaço geográfico e sua nova estruturação e (re) organização, por um longo período de tempo. Desta forma, unindo-se ao conceito de clima proposto por Ayoade (1991, p. 2):

Clima é a síntese ao tempo num dado lugar durante um período de 30-35 anos. O clima, portanto, refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período. O clima abrange um maior número de dados que as condições médias do tempo numa determinada área. Ele inclui considerações médias dos desvios em relação às médias (isto é, variabilidade), condições extremas, e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo.

Nos últimos anos, estudos de clima urbano e de ilhas de calor (IC) vêm ganhando muita importância na área do sensoriamento remoto. Esta técnica permite, além das visões em diferentes escalas, realizar medidas através dos dados do sensor infravermelho termal de temperatura aparente da superfície (*land surface temperature* - *LST*), fornecendo a temperatura qualitativa da cidade, ou seja, o desenho da temperatura de superfície local.

O termo ilha de calor (IC) se refere a uma anomalia térmica onde a temperatura de superfície do ar urbano se caracteriza por ser superior a da área rural. A IC pode acontecer em diferentes escalas, tanto em localizações dentro da própria cidade – pontos mais aquecidos que outros – quanto na diferença de temperatura entre a área urbana e rural. Além disso, as IC variam temporal e sazonalmente.

Aquidauana e Anastácio especificamente já vêm apresentando reflexos da influência exercida pelo ineficiente uso e ocupação do espaço, repercutindo nas manifestações de extremo climático, as inundações, as enchentes, que aliado a um planejamento ineficaz expõe parcela da população a vulnerabilidade climática.

Entretanto as crescentes preocupações com as questões ambientais da cidade, sobre tudo o clima urbano abre um viés de análise de abordagem através da climatologia geográfica para a cidade de Aquidauana e Anastácio/MS. É um tema importante de relevância por trazer uma reflexão sobre as condições ambientais climáticas urbanas para uma cidade de pequeno porte, mas que tem vivenciado impactos advindos do extremo climático e que carece de um suporte

teórico de estudo da relação entre sociedade – homem - natureza e as suas transformações no espaço urbano.

Sendo assim, o presente estudo busca uma análise das características de temperatura de superfície intra-urbanas para as cidades em questão, utilizando-se do Sensoriamento Remoto que é uma ferramenta que permite estudos desta natureza e oferece um suporte de diagnóstico aos extremos climáticos produzidos pelos diferentes e intensos usos do espaço no ambiente urbano, por serem dotados de recursos de alta tecnologia e através dos dados produzidos torna-se possível acompanhar e diagnosticar as variabilidades climáticas ambientais nas mais diferentes escalas, dentre elas, as variações no clima urbano.

1.1 Justificativa

O fenômeno estudado é caracterizado como Ilhas de Calor, desencadeado, principalmente em função da impermeabilização do solo, transformações promovidas pelo avanço do processo de urbanização, canalização dos leitos d'águas que cortam a área urbana, diminuição das áreas verdes, um número considerável de fluxo de veículos na área urbana das cidades em questão, são responsáveis pelo aumento de poluentes dispersos na atmosfera, desta forma aumentando a superfície de absorção térmica da cidade.

A identificação do fenômeno pôde ser realizada com o auxílio das técnicas de sensoriamento remoto, nos estudos realizados pelo próprio autor em 2012, onde se traçou as temperaturas sobre a área urbana de Aquidauana, e desta forma sendo possível identificar os episódios de ilhas de calor. (HONORATO, 2012).

Desta forma, a pesquisa proposta propõe-se, em elaborar medidas mitigatórias para minimizar a sensação térmica, tais como: revitalização das áreas verdes (Praças e Parques), a não impermeabilização de todo o solo (principalmente nas residências), fazendo com que a evaporação no perímetro urbano distribua-se de forma dinâmica pela cidade, para que a anomalia possa ser mitigada ou minimizada, assim melhorando a sensação térmica da cidade em questão e trazendo um conforto térmico para a população.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

- ✓ Identificar as ilhas de calor através das técnicas do sensoriamento remoto.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisando a influência da temperatura de superfície e do índice de vegetação nas cidades de Aquidauana e Anastácio–MS.
- ✓ Gerar mapas de temperatura superficial sobre as cidades de Aquidauana e Anastácio–MS, a partir das imagens Landsat 5 TM.
- ✓ Identificar as áreas de Vegetação da cidade de Aquidauana e Anastácio – MS, utilizando o cálculo NDVI.
- ✓ Gerar mapas de morfologia urbana.

1.3 Procedimentos Metodológicos

O estudo ora apresentado foi desenvolvido a partir de consultas bibliográficas, como livros, teses, boletins climatológicos, artigos, entre outros buscando um referencial teórico para a pesquisa. Ao traçar as Ilhas de Calor, existente na cidade de Aquidauana e Anastácio, utilizou-se imagens do satélite LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*) 5 TM¹ (*Thematic Mapper*) utilizado para fornecer as temperaturas da superfície terrestre. Para a realização do trabalho utilizaram-se imagens a partir da década de 1980, pelo fato de que em 1984 foi lançado o satélite LANSAT 5 TM.

Para o tratamento das imagens foi utilizado software SPRING 5.1.8, o seu suporte LEGAL (*Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico*), para gerar as temperaturas nas imagens orbitais na área urbana de Aquidauana e

¹ TM (Thematic Mapper) – é um sistema avançado de varredura multispectral concebido para proporcionar: resolução espacial mais fina, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica em relação ao sensor MSS (Multispectral Scanner System). NOVO (1992, p.147).

Anastácio/MS, o FATIAMENTO, para gerar as cores nas imagens e o PERFIL, que gerou os gráficos de temperatura da cidade.

As imagens foram retificadas no software SPRING 5.1.8 e, para tanto, foram coletados 16 pontos de controle a partir de uma imagem já corrigida pela Universidade de Maryland nos EUA, que serviu de base, a do ano de 2000. A universidade possui um programa para downloads gratuitos de imagens orbitais, Global Land Cover Facility – **GLCF**, por se tratar de produtos com seus pontos corrigidos no terreno, ortorretificados² e com dados de valor topográfico.

As imagens analisadas do satélite Landsat 5 TM, foram obtidas do site do Instituto de Pesquisas Espaciais – **INPE** (de domínio público). Onde foram trabalhadas imagens do satélite LANDSAT 5 TM, com as bandas 3, 4, 5 e 6 nos anos de 2000 e 2010 no período representativo da estação outono, pelo fato de ter as imagens disponíveis de acordo com a proposta do estudo (tabela de relação de imagens orbitais do Satélite Landsat 5 TM disponíveis no ano de 2000 e 2010 – 0% de presença de nuvens – **Anexo1**), onde os raios solares não atingem o continente com a mesma intensidade que no verão. As imagens que representam a estação verão, inverno e primavera não foram aderidos ao estudo devido não ter imagens referentes à estação nesse período escolhido para a pesquisa. As imagens foram trabalhadas no software IMPIMA 5.1.8 para a transformação das imagens de *Tiff* para *Gribb*, a partir daí foram então trabalhadas no software SPRING 5.1.8; onde foi criado um banco de dados para serem inseridas. No banco de dados foi criada a categoria IMAGEM, onde criaram-se os Planos de Informações e neles foram anexados as bandas de cada imagem.

As Bandas 3, 4 e 5 correspondem as bandas do eletromagnético na região do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, com resolução espacial de 30X30 metros no terreno. A Banda 6 da extração das temperaturas, é a que representa o termal com resolução de 120 metros no terreno, esta banda permite várias opções de análise e aplicações, tais como a medição relativa de

² Este nível de processamento exige intervenção adicional de um operador à imagem é corrigida com pontos de controle de cartografia e usando igualmente um Modelo Digital de Elevação (MNT) para corrigir todas as distorções, inclusive aquelas geradas pelo relevo da região imageada. <<http://www.engesat.com.br>> Acesso em 20/04/14.

temperatura radiante ou o cálculo de temperatura absoluta para assim identificar a ilha de calor.

Para as transformações dos níveis de cinza da banda 6, do termal, em classes de temperatura aparente de superfície utilizou-se o suporte LEGAL do SPRING, onde, criou-se uma nova categoria, como modelo matemático (MNT), para que assim as temperaturas fossem geradas, onde os valores digitais das imagens, lidos por um SCRIPT, tivesse seus dados convertidos em temperatura e distribuídos pela cena. Método utilizado por (Camargo 2003) onde:

“Para a obtenção da temperatura aparente foi necessária transformação do sinal digital proveniente do satélite em radiância ($\text{w/m}^2.\text{sr}.\mu\text{m}$) e posterior, conversão em temperatura, como descrito pelas fórmulas a seguir:

$$L = \{[(L_{\text{max}} - L_{\text{min}}) / (NC_{\text{max}} - NC_{\text{min}})] * (NC - NC_{\text{min}})\} + L_{\text{min}} \quad (1)$$

$$\text{Temp } (^{\circ}\text{C}) = \{(K1) / \ln [K2 / L] + 1\} - 273.15 \quad (2)$$

Onde ***L_{max}*** e ***L_{min}*** representam o valor de máxima e mínima radiância escalonados pelo sensor (encontrado geralmente no arquivo descritor das imagens), ***NC_{max}*** representa o nível de cinza máximo, ***NC_{min}*** representa o nível de cinza mínimo, ***NC*** representa o nível de cinza de cada *pixel* da imagem, ***K1*** e ***K2*** são constantes de calibração para a banda do infravermelho termal (10,4 – 12,5 μm)”.

Para escolha da área de estudo foi criado uma nova Categoria como Temático, na qual criou-se um retângulo para que com ele fosse possível recortar as categorias e os seus respectivos Planos de Informações para que a área fosse assim delimitada.

As gerações das cartas foram feita no Software SCARTA 5.1.8 que é a ferramenta que dá suporte ao SPRING, nas cartas analisadas foram inseridas: legenda, escala, coordenadas, fonte e o norte. Por não ter sido encontrado uma metodologia para composição das cores nas imagens estuda de acordo com cada intervalo de dados, utilizou-se uma classificação onde foi adotado intervalos de 2 $^{\circ}\text{C}$ para cada classe. Assim, sendo criada uma nova categoria TEMÁTICA, na qual se criou novas CLASSES TEMÁTICAS, começando com as temperaturas mínimas, seguindo para as máximas, associadas a cada 2 $^{\circ}\text{C}$ e depois feito o

FATIAMENTO dessas mesmas classes para que assim fossem geradas as cores de acordo com cada classe de grau °C.

Com o método de análise para compreensão do clima urbano, utilizou-se o proposto por Monteiro (1976), o Sistema Clima Urbano – SCU, que dividiu-se em três subsistemas: I – Termodinâmico, II – Físico-Químico e III – Hidrometeorológico. Para a realização desse estudo, baseou-se no método Termodinâmico, que analisa o conforto térmico a partir da variação da temperatura, também em escala sazonal (período analisado no estudo) sobre a área urbana. Onde, “dentro do esquema SCU, esse canal atravessa toda a sua estrutura, pois que é o insumo básico, é transformado na cidade e pressupõe uma produção fundamental no balanço de energia líquida atuante no sistema. O uso do solo, a morfologia urbana, bem como suas funções, está intimamente implicada no processo de transformação e produção”. (MONTEIRO, 2003, p.44).

Para elaboração do mapa de localização foi utilizada uma imagem de alta resolução do satélite GeoEye (2012), projeção UTM 21s WGS84, órbita ponto 225/74, disponível no banco de dados do ArcGis online.

Foi realizado um trabalho de campo (nos meses de Fevereiro e início de Março de 2014), do qual foi possível obter um maior conhecimento das áreas de estudos e mapear as características sócio-espaciais das cidades de Aquidauana e Anastácio e realizar o mapeamento de morfologia.

A elaboração do mapa de uso e ocupação do solo urbano: imagem de recursos naturais CBERS 2B, sensor HCR, órbita ponto 164/123, com passagem em 10/06/2008, com resolução espacial de 2,7m, disponibilizada gratuitamente pelo site da Divisão de Geração de Imagem (DGI), que faz parte do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (elaborado por: SANTOS, 2014)

Os mapas de hipsometria e declividade e orientação de vertentes: foi utilizada a imagem SRTM (TOPODATA) quadricula 20S57_ZN, com resolução de 30m, disponível no site do TOPODATA, do qual faz parte da Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Depois de obtida, foi possível o manuseio da imagem, dentro do software ArcGis 10. Gerando assim os respectivos mapas.

Para elaboração do mapa de índice de vegetação (NDVI), o cálculo foi realizado no software ArcGis 10, baseado em Rouse et al. (1973) e Turcker

(1979). De acordo com estes autores, o NDVI é um indicador sensível de vegetação e é calculado através da reflectância do infravermelho próximo (banda 3) e do visível (banda 4), utilizando-se da seguinte equação:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{R})}{(\text{NIR} + \text{R})} \quad (3)$$

Onde:

NIR = é a banda que representa o infravermelho próximo (0,75μ – 0,90μ);

R = é a banda que representa o visível (vermelho) (0,63μ – 0,70μ).

No ArcGis 10, montou-se um banco de dados com as imagens Landsat 5 (bandas 3 e 4). A partir dessas imagens, foi possível fazer o cálculo do NDVI conforme a fórmula (acima) seguindo o caminho abaixo: *ArcToolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Map Algebra* → *Raster Calculator*.

O NDVI é um raster em tons de cinza, contendo uma única banda. Ao selecionar a imagem NDVI em *Properties* → *Symbolology* foram escolhidas cores para melhor realçar a vegetação, onde os tons variam de -1 (baixo índice de vegetação) a 1 (alto índice de vegetação).

Para compreender o fenômeno das ilhas de calor, consideraram-se os condicionantes geoecológicos e urbanos, associados ao tipo de uso e ocupação do solo na área urbana, como os elementos das construções, o concreto, pavimentação, impermeabilização do solo, canalização de córregos, entre outros. Que alteram a circulação do vento local causa o aumento das precipitações urbanas, há diferença no balanço de energia entre a cidade e o campo (ganho de energia nas cidades); formando assim, as ilhas de calor.

2. AS BASES TEÓRICAS NA ANÁLISE DO CLIMA URBANO

2.1 Estudos do Clima Urbano no Brasil

A bibliografia sobre os estudos que convêm o clima urbano é bastante ampla, sobretudo a internacional. Sendo um dos pioneiros, os trabalhos de John Evelyn, em 1961, que analisou o impacto da contaminação atmosférica sobre Londres por conta da combustão do carvão das indústrias, e Luke Howard, em 1833, sobre a mesma cidade, entretanto registros meteorológicos apontaram diferenças entre campo e cidade³. Todavia, os trabalhos de Landsberg (1956) e Chandler (1965), realizados já no século XX, foram os primeiros a pautarem o fenômeno urbanização como indutor de clima urbano (COX, 2008).

No Brasil, alguns dos principais nomes em referências são: Tavares (1975), que estudou o clima de Campinas – SP; Monteiro (1976), que desenvolveu todo um referencial teórico para estudos de clima urbano; Sartore (1979), responsável pelo primeiro estudo de clima urbano de cidades de médio porte (Santa Maria - RS); Lombardo (1985), que se utilizou do referencial teórico elaborado por Monteiro para investigar o fenômeno de ilhas de calor na metrópole de São Paulo, inclusive com o uso de dados levantados através do sensoriamento remoto. Zamparoni (1995) comparou as diferenças de temperatura, entre duas cidades de pequeno porte, identificando a existência de ilhas de calor e sua diferença térmica. Amorim (2013), o campo térmico e as ilhas de calor em Presidente Prudente – SP, utilizando pontos fixos e imagens termais.

Sendo assim, o clima urbano pode ser definido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, P. 95), sendo um sistema complexo, dinâmico, adaptativo e aberto que, recebendo energia do ambiente maior no qual se insere a transforma substancialmente (MONTEIRO, 1976; MONTEIRO; MENDONÇA, 2003).

Monteiro (1976), em sua tese de livre docência, desenvolveu a teoria do “Sistema de Clima Urbano – S.C.U.” tendo em vista compreender a organização

³ O autor verificou 50,50° F (10,2° C) nas partes mais densas da metrópole em comparação com a temperatura média cerca 48,50° F (9,16° C) – havendo uma diferença de 2° F, ou 1,1° C. (Luke Howard, 1833).

climática típica da cidade. O autor também se embasou na teoria dos Geossistemas, tratando-a como uma concepção teórica de efetiva integração nas diferentes esferas que compõe o espaço geográfico (MONTEIRO, 2001, p.11).

Monteiro (1984) ressalva a distribuição espacial dos estudos pelo território brasileiro, evidencia a diversidade dos subsistemas focados, das técnicas e procedimentos empregados no desenvolvimento dos estudos de caso, e destaca o uso do sensoriamento remoto em tais estudos.

O Brasil, desde a metade do século XX, apresenta-se uma rápida urbanização. Esse processo é caracterizado, sobretudo pela formação das metrópoles, especialmente. Deu-se de forma intensa e descontrolada resultando em modificações na natureza, constatando-se que o ambiente urbano dessas cidades foi alterado pelos elevados índices de ocupação, dentre outras modificações. Devido a esse fato, observando todos esses fatores modificados e comparando com os próprios efeitos naturais existentes dentro de um meio urbano Monteiro (1976) criou métodos para se analisar espaços em uma ótica climática local, compreendendo que o clima urbano deve ser analisado por geógrafos, pois estes possuem a percepção de todo os aspectos que constituem o clima diferenciado das cidades.

Sendo assim, a preocupação com as alterações introduzidas pelo processo de urbanização, não somente nas metrópoles, como também em cidades de médio e pequeno porte, o uso e ocupação do solo, na qualidade do ar da cidade constituem-se no principal alerta a despertar o interesse para a elaboração de estudos do mesmo.

2.2 O Clima Urbano nas Cidades de Médio Porte

Os estudos relativos à qualidade de vida urbana remontam à revolução industrial e a modernização agrícola a partir da segunda metade do século XX. Nessa época milhares de pessoas foram levadas a migrarem do campo para as cidades.

Com isso houve um inchaço das regiões metropolitanas, bem como um considerável crescimento das cidades de porte médio. Ferreira (2000, p139-140) afirma que “quase trinta milhões de pessoas deixaram o campo entre 1960 e

1980, acelerando o processo de urbanização e “inchando” as metrópoles e cidades de tamanho médio entre 100 a 500 mil habitantes”. (POLIZEL. J. L. 2009).

De acordo com estudos de Mendonça (2003, p175):

No caso brasileiro a passagem do estágio de população predominantemente rural para urbana aconteceu em meados da década de 1960, tendo o processo de urbanização apresentado considerável aceleração nas décadas seguintes e estando ligado, mais diretamente, ao êxodo rural e a migração urbano-urbano. Caracterizado como “urbanização corporativa”, o processo brasileiro gerou cidades com expressiva degradação das condições de vida e do ambiente urbano.

Com o crescimento desenfreado, tanto demográfico com espacial das cidades, começam a surgir vários problemas que afligem o ambiente urbano. Problemas principalmente de cunho sócio-ambiental como a violência, miséria, condições precárias de habitação, transporte, ocupações irregulares, poluição sonora, atmosférica e dos cursos d’água, mudanças climáticas locais entre outros.

Considerando que na organização geográfica do clima têm-se diferentes “graus de organização” ou de “ordens de grandeza” como climas locais, regionais, e zonais (MONTEIRO, 1976), Landsberg (2006) considera como clima urbano a perspectiva de escala de clima local, haja vista, que é nessa escala que a ação antrópica age como fator de organização (integrando as características geológicas) e onde se processam as maiores alterações na atmosfera.

Para Lombardo (1985), as ações antrópicas nas cidades fazem com que “[...] a natureza reage violentamente às manipulações do homem e, nessa contradição de forças provocam desastres ambientais que podem ocasionar elevados custos sociais...”.

Para a mesma autora a cidade pode ser considerada como: “[...] a maior expressão social do espaço produzido e sua realidade mais complexa e transformada [...]”.

Algumas cidades tropicais, de países não desenvolvidos vêm ganhando interesse e despertando a atenção para os estudos de clima urbano, e a identificação de novos fatores como o papel da precipitação e a conseqüente umidade dos solos (IMAMURA-BORNSTEIN, 1991) são influentes na

caracterização do clima urbano de cidades tropicais médias, pois, nessas localidades, a variação sazonal da precipitação é consideravelmente importante na determinação da atmosfera urbana.

Para Monteiro, o clima pode ser definido como um “sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”, embora para o mesmo autor deve-se evitar a colocação do fato clima urbano em termos definidos (MONTEIRO, 1976, p. 95).

Tavares (1975) também define “o clima urbano pode ser entendido como um fenômeno que abrange um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

Segundo Danni-Oliveira (1995, p.14), o clima urbano constitui-se como “um sistema de inter-relações complexas do qual faz parte da cidade com todos os seus atributos do espaço em que se insere”.

Segundo Mendonça (2000), há três aspectos que se ressaltam como fundamentais para a compreensão das particularidades oferecidas pelas cidades de médio e pequeno porte para o estudo de seu clima, que são:

- a) São cidades que, sobretudo nos países tropicais (501 cidades no Brasil com população de 20.000 a 500.000 habitantes) carecem, tanto quanto as cidades grandes e metropolitanas, de estudos de toda ordem. Nestas, principalmente depois dos anos setenta, décadas depois da qual têm ganhado progressivamente importância socioeconômica, política e ambientais – notadamente as de 128 cidades médias brasileiras (com população de 100.000 a 500.000 habitantes) (SANTOS, 1993), cerca de 1/3 da população do país. Alia-se também à expressiva quantidade de cidades médias e pequenas a perspectiva de que o futuro será marcado por um fluxo crescente de pobres para as grandes cidades, e da classe média para as cidades médias, com melhorias na qualidade de vida nestas, fruto direto do paradoxal processo de metropolização e “desmetropolização” brasileiro contemporâneo (Santos, 1993);

- b) O planejamento e a intervenção no desenvolvimento das cidades de pequeno e médio porte podem, pelo próprio estágio de desenvolvimento das mesmas, ser praticamente mais eficaz que nas cidades grandes e metropolitanas, pois se verifica “a expansão da metropolização e, paralelo a chegada de novas aglomerações à categoria de cidade grande e intermediária” (SANTOS, 1993). Em tais cidades, os espaços de intervenção das atividades de planejamento são bem menos realizados, em nível de estrutura urbana, que naqueles das cidades de porte superior. O seu estudo detalhado requer uma precisão capaz de contribuir de maneira eficaz para a elaboração e a implantação de planos que visem à melhoria da vida nas áreas urbanizadas;
- c) O detalhamento cartográfico, em nível da representação do fato urbano e suas diferenças internas e circunvizinhas, ganha maior riqueza quanto maior for à escala de trabalho da cidade objeto de estudo.

Para Mendonça (2000), a maioria dos trabalhos relacionados aos estudos de clima urbano foi desenvolvida tomando o corpo da cidade como um todo, sobre o qual são traçadas isolinhas após a identificação de diferenças, sobre tudo termo-higrométricas e de poluição, a partir de dados levantados em pontos plotados de diversas maneiras. Poucos estudos, porém, basearam-se no detalhamento prévio das diferenças do sítio e do uso do solo urbano como suporte para a compreensão da formação do clima derivado dos diferentes arranjos espaciais da cidade.

2.3 Estudos de Ilhas de Calor (IC)

2.3.1 O que são ilhas de calor (IC)

Conforme apresenta Gartland (2010), as IC são áreas em que a temperatura do ar encontra-se mais elevada do que as áreas circundantes, e sua intensidade varia durante o dia e a noite. Geralmente a intensidade desse fenômeno pode ser facilmente observada no período da noite, já que as superfícies artificiais continuam a liberar calor, diminuindo o arrefecimento natural de uma área que ocorre no período noturno.

Para Lombardo (1985, p24), a ilha de calor corresponde a uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, que propicia o surgimento de circulação local. O efeito da ilha de calor sobre as cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios dos materiais pavimentados.

Sendo assim, o fenômeno da ilha de calor pode ser definido como uma anomalia térmica onde a temperatura da superfície do ar urbano é mais elevada do que as áreas circunvizinhas. A ilha de calor pode ocorrer em diferentes escalas, tanto em localizações dentro da própria cidade (escala local) quanto na diferença da temperatura entre a área urbana e rural (escala regional).

Os estudos apontam que, as áreas das cidades se caracterizam por apresentarem temperaturas mais elevadas quando comparadas com as áreas rurais (LOMBARDO, 1985; MONTEIRO E MENDONÇA, 2003). Essa anomalia térmica é chamada de ilhas de calor (IC) e tem sido observada desde início do século XX, sendo um dos fenômenos climatológicos urbanos mais estudados (CARNAHAM E LARSON, 1990; PEREZ, J.C.; SÁNCHEZ, M. de Los. A,V.; BARRADAS, V. L, 2001; ORGAZ E PINHO, 2000).

A ilha de calor pode ser observada em varias escalas (PEREZ, J.C.; SÁNCHEZ, M. de Los. A,V.; BARRADAS, V. L, 2001), desde pequenas áreas (nos arredores de um edifício, no meio de uma avenida), áreas maiores (por exemplo, em um bairro), ou regiões (vários bairros ou uma zona) e até mesmo na cidade inteira (HARRIS, 2004).

As ilhas de calor têm sua origem na transformação do espaço natural urbano (TARIFA, 1994). O espaço urbano é constituído principalmente por diversos materiais que possuem diferentes propriedades físicas e térmicas, pelo calor e resíduos produzidos pelas atividades antropogênicas, e pela modificação

da rugosidade superficial (LOMBARDO, 1985; PEREZ, J.C.; SÁNCHEZ, M. de Los. A,V.; BARRADAS, V. L, 2001; KIM E BAIK, 2005).

PEREZ, J.C.; SÁNCHEZ, M. de Los. A,V.; BARRADAS, V. L, (2001) explicam que as propriedades térmicas dos materiais que compõem a superfície do solo são capazes de modificar e moldar as variáveis microclimáticas da tal maneira que há a formação de regiões mais quentes, com fronteiras bem definidas, que as separam de seus arredores. Portanto, a ilha de calor configura-se como fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos (CARNAHAN e LARSON, 1990; WENG, 2003).

Além disso, Lombardo (1985) ressalta que a urbanização, considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando-se o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alteração na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos e contaminação da atmosfera por meio da emissão de gases.

Assim esse fenômeno é resultante da interação entre diversos fatores humanos, ambientais, econômicos e sociais (ALCOFORADO, 1993; BRISTOW e MULLENS, 1995). Nesse contexto, o uso e ocupação dos solos urbanos é um dos principais fatores que causam e intensificam a ilha de calor (CARNAHAN e LARDSON, 1990; BRISTOW e MULLENS, 1995; WENG, 2003; MONTEIRO e MENDONÇA, 2003).

Ponderando que a magnitude das ilhas de calor (IC). Muitos são os mecanismos que contribuem para a sua formação e muitos são os fatores e sistemas que agravam sua intensidade (CARNAHAN e LARDSON, 1990; BRISTOW e MULLENS, 1995; WENG, 2003; MONTEIRO e MENDONÇA, 2003; KIM e BAIK, 2005), desde sua localização geográfica até as condições climatológicas do dia (CARNAHAN e LARDSON, 1990; PEREZ, J.C.; SÁNCHEZ, M. de Los. A,V.; BARRADAS, V. L, 2001; WENG, 2001).

Há também fatores relacionados às características específicas da cidade como o tamanho, a densidade da população, o dia-a-dia dos cidadãos, a cultura

local, além de variações diurnas e zanonais (PRICE, 1979; LANDSBERG, 1981; CARNAHAN e LARDSON, 1990; TARIFA, 1994).

O fenômeno ilhas de calor é a mais bem conhecida modificação climática de ordem antropogênica. As ilhas de calor são consideradas como uma anomalia térmica resultado do processo de crescimento urbano, no tocante à alteração da superfície (essencialmente no que se refere aos materiais que a compõem) e da atmosfera local, que favorecem a absorção do fluxo de radiação solar (CAMARGO et al, 2007). Isso propicia um aumento significativo da “irradiação de calor para atmosfera nas regiões centrais em comparação com as zonas periféricas ou rurais”, onde não se processa uma ocupação tão intensa do solo (TEZA; BAPTISTA, 2005, p. 3911) – (**Figura 1**).

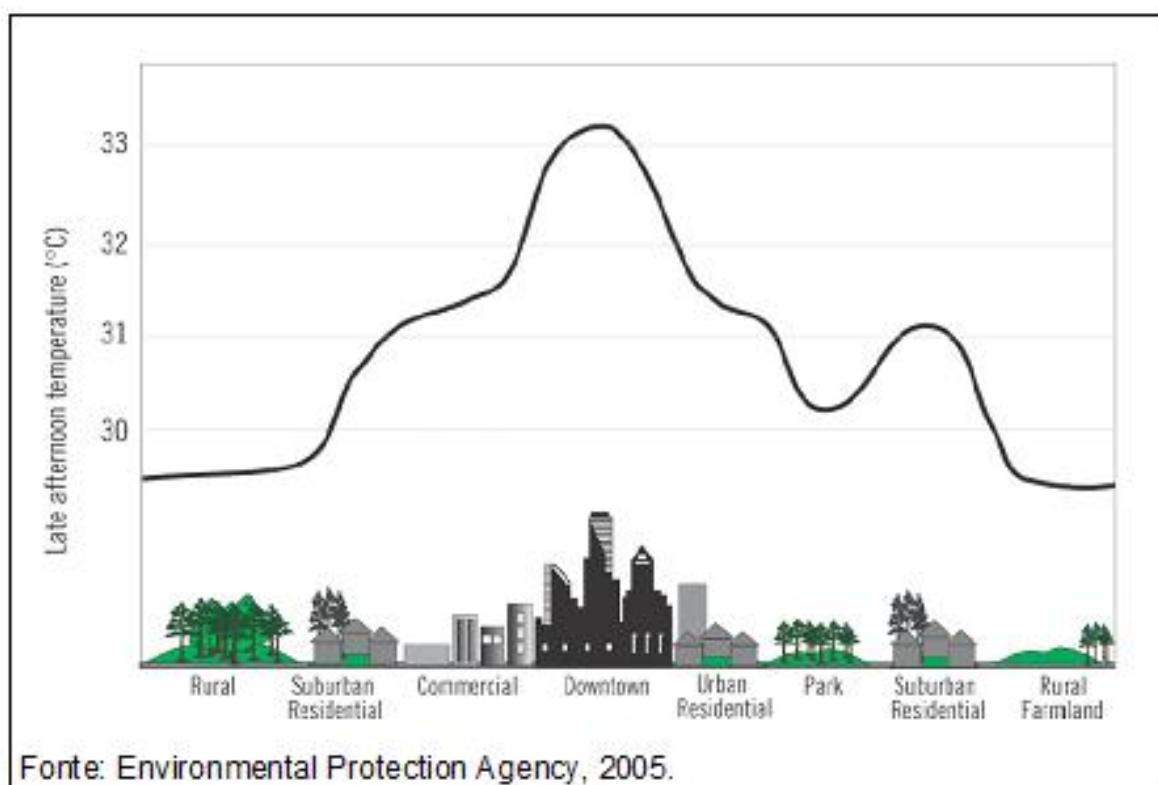


Figura 1- Perfil das Ilhas de calor urbana conforme os diferentes usos do solo.

Decorrente desse aumento de temperatura nas áreas centrais (mais ocupadas) se processa a formação de zona de baixa pressão, modificando o sistema de ventos locais, essencialmente no que diz respeito à velocidade e ao fluxo de ventos⁴. Por sua vez, os ventos sopram para zona de baixa pressão, haja

⁴ Isso porque conforme varia a temperatura, varia a pressão atmosférica que, por conseguinte, determina a circulação dos ventos locais.

vista que o movimento do ar se dá pelos contrastes de pressão atmosférica, acrescentando mais poluentes aos já originados pelas atividades antrópicas ali desenvolvidas (BIAS; BAPTISTA; LOMBARDO, 2003; LOMBARDO, 1985; TEZA; BAPTISTA, 2005). Uma maior quantidade de material particulado no ar (poluentes), além de favorecer uma maior absorção e emissão de calor, resulta em um aumento de núcleos de condensação de umidade que gera, por conseguinte, um aumento de precipitação (inclusive de intensidade) nos centros urbanos. Ou seja, consolidando um fenômeno cíclico e intensificador.

Voogt e Oke (1997) consideram como causas para a existência de ilhas de calor dois elementos: a condição da superfície e os controladores atmosféricos. O primeiro elemento se traduz na cobertura do solo, na topografia, na estrutura urbana e nas suas funções e atividades antrópicas, enquanto o segundo diz respeito aos sistemas atmosféricos e aos ventos (direção e intensidade), ambos os elementos influenciando na condição da estrutura térmica da superfície.

Um exemplo de maior influência na topografia em oposição ao uso e ocupação do solo, na variação espacial das temperaturas superficiais é apresentado no trabalho de HONORATO (2012), que analisa dados obtidos por sensoriamento remoto na identificação do fenômeno ilhas de calor na cidade de Aquidauana-MS. SANTOS (2014), em sua dissertação, aborda um estudo da temperatura do ar, e caracteriza a IC nas cidades de Aquidauana e Anastácio.

No entanto, o fenômeno caracterizado como ilha de calor, na área de objeto deste estudo, está associado, ao desencadeamento da função da impermeabilização do solo, diminuição da vegetação arbórea, canalização dos leitos d'água que cortam a área urbana, é uns dos responsáveis pelo aumento dos poluentes dispersos na atmosfera, sendo assim aumentando a superfície de absorção térmica na cidade (HONORATO, 2012).

3. ESTUDO DE CASO DE AQUIDAUANA E ANASTÁCIO

3.1 Localização da Área de Estudo

Situado ao oeste do estado de Mato Grosso do Sul, as cidades de Aquidauana e Anastácio localiza-se entre as coordenadas geográficas 20° 28' de latitude sul e 55° 47' de longitude oeste de Greenwich. A cidade fica a 136 km de Campo Grande a Capital do Estado de Mato Grosso d Sul, a uma altitude de 180m (NEVES, 2007). A cidade possui uma densidade de 2,69 hab/km² e uma população de 46.830 habitantes em Aquidauana em uma área de 16.958 km². Anastácio tem precisamente uma população de 24.534 habitantes, densidade de 8,08 hab/km² numa área de 2.950 km² (IBGE, 2010). **(Figura 2).**

Localizado próximo a Serra de Maracaju, sendo conhecido popularmente como Serra de Piraputanga, ao segmento próximo o núcleo urbano, considerada assim como um ponto de comunicação entre as áreas elevadas do planalto central. O que caracteriza quase toda a região Centro-Oeste (Brasil e Alvarenga, 1989) bem como parte do sudeste. Seu relevo se apresenta com extensos planaltos, intercalados por grandes depressões, com a cobertura vegetal de floresta e cerrado. Suas condições climáticas são caracterizadas por, um verão chuvoso e inverno seco.

3.2 Dinâmica Climática Regional

A Climatologia é uma ramificação da ciência geográfica, que busca entre outros aspectos compreender as derivações atmosféricas ambientais nos espaços urbanos. Onde os modelos de desenvolvimento das cidades trazem algumas conseqüências ao cotidiano sendo que o clima sofre influência direta das transformações impressa na paisagem urbana. Entretanto, os instrumentos de planejamento urbano, são alguns dos meios que possa intervir no sentido de mitigar as anomalias no que se referem os aspectos climáticos formados nas áreas urbanas.

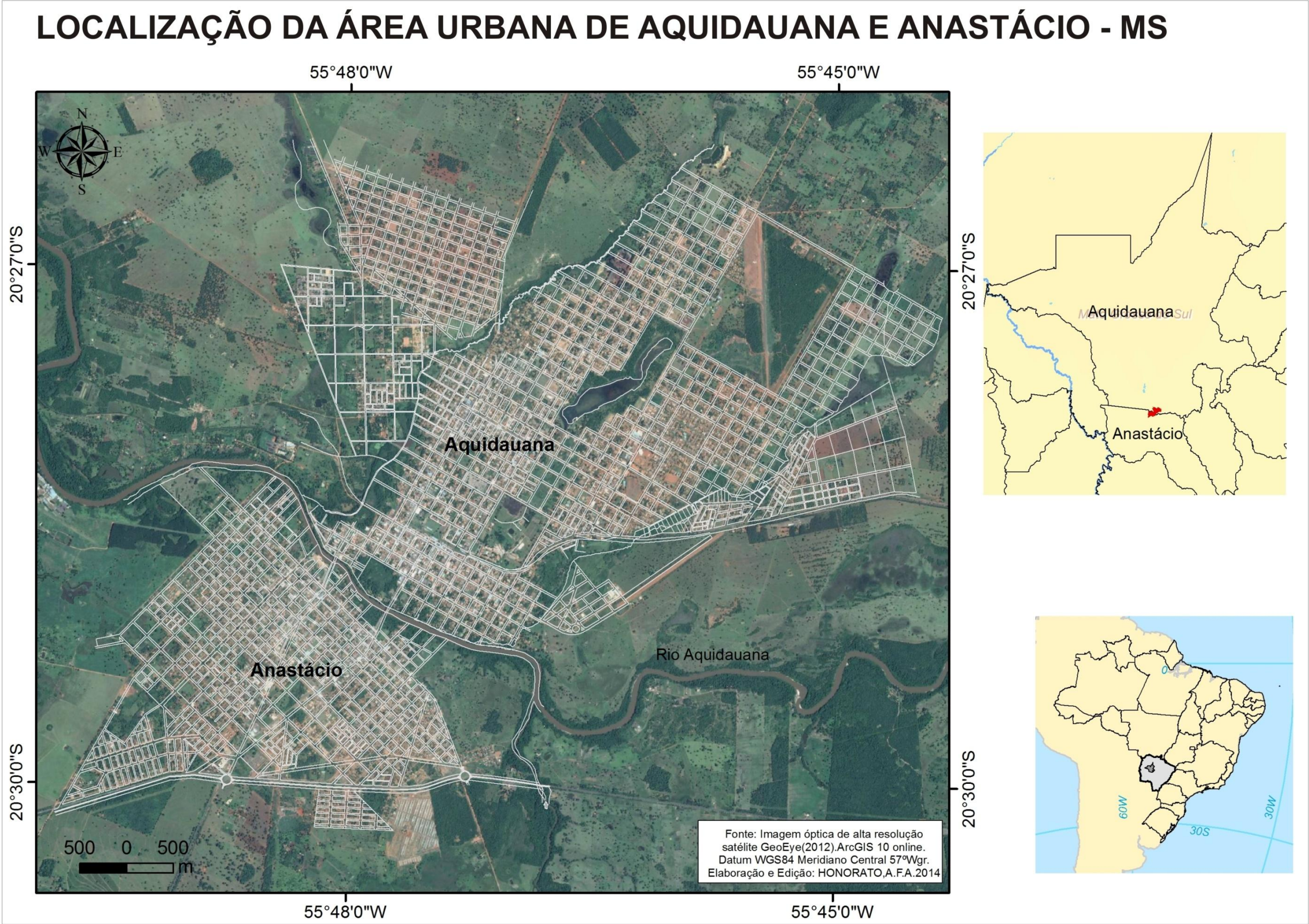


Figura 2. Localização da área urbana de Aquidauana e Anastácio-MS

A Região Centro-Oeste apresenta o clima tropical, tendo como suas características climáticas, o verão quente e úmido e inverno frio seco, sofre diretamente os efeitos da continentalidade no verão, aumentando assim os índices de temperatura e os índices de precipitação. Sendo que no verão o sistema atmosférico que predomina, sobre a região são o sistema de Massa Tropical Continental, Massa Equatorial Continental e a Massa Tropical Atlântica, no inverno a circulação atmosférica é restrita às Massas: Polar Atlântica e Tropical Atlântica, estas também influenciando o estado de Mato Grosso do Sul.

De acordo com Nimer (1979, p.419) o clima da Região Centro-Oeste, se definiria como:

Com raríssimas exceções, em todo o espaço geográfico da região Centro-Oeste, domina um clima quente onde as oscilações da temperatura, de amenas a elevadas, constituem o caráter predominante do seu regime térmico. Por isso, a diferença entre as condições térmicas da primavera (sua estação mais quente) e do inverno (sua estação mais “fria”) é de pouca significância, tratando-se de condições médias. Entretanto, se observamos a ocorrência das mínimas e máximas diárias, verificamos que entre essas duas estações existem uma profunda diferença: enquanto as máximas e mínimas diárias mantêm-se quase sempre elevadas, no inverno as mínimas diárias mantêm-se muito baixas, tratando-se de regiões tropicais e as máximas sofrem uma acentuada queda, normalmente na porção centro-sul da região.

O Estado de Mato Grosso do Sul está inserido na Região Centro-Oeste do Brasil, localizado em uma área de cerrado e em uma zona de transição de biomas brasileiros; porém o Estado é fortemente caracterizado pelo ecossistema do Pantanal. As condições climáticas do cerrado estão sujeitas à forte sazonalidade, pois possui um verão chuvoso e um inverno seco. Como afirma o Anuário Estatístico de MS (1993 p. 16)

As condições climáticas em grande parte as assemelham às da região Centro-Oeste do Brasil. Segundo a classificação de Koppen, ocorrem dois tipos climáticos: o de maior abrangência é a Aw (clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno) e o Cfa (clima mesotérmico úmido sem estiagem), em que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, apresentando no mês mais seco uma precipitação superior a 30 mm de chuva.

De acordo com Parra (2000, p. 42), na primavera-verão, as temperaturas mantêm-se elevadas, quase diariamente, quando é freqüente as máximas chegarem a 33°C e 35°C, em quase todo o Estado. No inverno, imediatamente após a passagem da frente polar, ocorre à elevação da pressão atmosférica e a diminuição da temperatura, durante a noite, sob céu limpo, intensifica-se a radiação, com queda brusca da temperatura.

Em relação a Mato Grosso do Sul, Zavatini (1990) explica a participação da massa polar e da massa tropical continental na atuação geral e na gênese das chuvas, demonstrando como se processa a distribuição espacial e temporal das chuvas no Estado; além de verificar o caráter de continuidade da faixa climática transicional que corta o território paulista (delineado por Monteiro, 1973), no que se refere à sua extensão e configuração no Mato Grosso do Sul.

Ao analisar as diferentes correntes de circulação atmosférica regional em Mato Grosso do Sul e seus contrastes norte-sul, Zavatini (1990, p.214-215) afirma que:

...Pode-se também verificar as alterações nas trajetórias das massas de ar, influenciadas pelas três grandes faixas topográficas marcantes, dispostas de oeste para leste e alinhadas de norte para sul: o Pantanal, os Planaltos diversos e o Planalto Arenítico-Basáltico.

Salientando a interação entre fatores dinâmicos e geográficos Zavatini (1990, p.215) ressalta que as massas polares no Estado.

...São facilitadas pela topografia, que promovem as trocas no sentido norte-sul, combinada com intensa participação (sazonal e anual) da Massa Tropical Continental nas porções norte e ocidental do Estado, Além dos efeitos orográficos de porte considerável (serra de Maracaju e da Bodoquena). Dessa forma o 'mosaico' climático apresentado pelo Mato Grosso do Sul vai refletir um jogo em que fatores dinâmicos irão imprimir aos climas um forte contraste norte-sul, enquanto os morfológicos, grandes antagonismos leste-oeste.

Assim as características climáticas apresentadas para o Estado estão associadas ao clima urbano de Aquidauana e Anastácio, onde há predomínio das Massas Polar Atlântica e participação efetiva da Massa Tropical.

De acordo com Ayoade (1991, p.3) trata-se dos padrões de comportamento da atmosfera, verificados durante um longo período de tempo. Ela está mais preocupada com os resultados dos processos atuantes na atmosfera do que com suas operações instantâneas.

Segundo Parra e Troppmair (2002, p.22), as características das regiões de planícies e depressões são quentes e abafadas, as de chapadões de planalto são quentes e as regiões de planalto são ventiladas e bastante agradáveis.

Assim as características climáticas apresentadas para o Estado estão diretamente associadas ao clima urbano da cidade de Aquidauana e Anastácio, uma vez que a mesma está localizada na região oeste do Estado e por isso os fenômenos meteorológicos exercem forte influência sobre a cidade, desta forma, a cidade é completamente invadida pelos fenômenos climáticos e assim transformando o cotidiano da área urbana.

3.3 As Transformações na Área Urbana de Aquidauana e Anastácio e sua Função.

A cidade de Aquidauana possui uma área de unidade territorial de 16.957.751 km², densidade demográfica de 2,69 hab/km². Sua ocupação se deu às margens do rio que leva o mesmo nome da cidade, e sua expansão seguiu-se no sentido nordeste. Segundo Jóia (2003, p.36):

Sua ocupação, tomando com relação o rio Aquidauana, seguiu uma expansão sentido nordeste. A disposição das quadras seguiu forma de “tabuleiro de xadrez”, com área média de 15.625 m² (125X125). Alguns loteamentos foram aprovados com quadras subdivididas em área de 7.812,5 m². O traçado em “tabuleiro de xadrez” favoreceu o arruamento a partir do canal fluvial, expandindo em sentido nordeste em forma de concha.

Anastácio possui uma densidade de 8,08 hab/km² e uma extensão da área territorial de 2.949,129 km² (IBGE, 2010). Ambas as cidades surgiram à margem do rio Aquidauana. E como cidade co-irmã de Aquidauana segue o mesmo formato (tabuleiro de xadrez), (**Figura 3**).

Como quaisquer cidades brasileiras possuem problemas relativos à ocupação não apropriada do solo. Jóia (2005) afirma que a história de Aquidauana é recente⁵. O meio físico característico da região influenciou na localização dos primeiros povoamentos, que foram impulsionados por atividades econômicas específicas. As águas e o gado fazem parte da cultura regional local. Conforme afirma Jóia (2005, p. 34).

Vários questionamentos surgem a respeito da adequação do lugar de origem do povoamento com o desenvolvimento da cidade de Aquidauana. Em todas as cidades, o impacto da ocupação humana, através do ambiente construído, sobre o ambiente natural é notório, o que varia é a magnitude desse impacto. Neste sentido, a necessidade do planejamento da expansão dos núcleos urbanos e da distribuição espacial da população e das atividades econômicas, adequando o sítio urbano ao projeto urbanístico, é justificada pela poupança de recursos e de trabalho, de um modo geral, para se corrigir as distorções do crescimento urbano e se evitar consequências ambientais urbanas drásticas.

De acordo com NEVES (2007) a expansão urbana surgiu em torno do Rio Aquidauana e dos córregos João Dias e Guanandi, o crescimento da cidade se prolonga em direção aos trilhos e a Estação ferroviária.

Na segunda metade dos anos 1950, o Município de Aquidauana começa a progredir em sua urbanização, através de infra-estruturas na área urbana e com a pavimentação de algumas ruas.

A urbanização, de acordo com Lombardo (1985), impõe modificações no clima local comprometendo a própria atmosfera da cidade, originando o clima urbano. De acordo com (Mendonça; Monteiro, 2003) “é um sistema que compreende o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização sendo as atividades socioeconômicas urbanas os principais fatores de sua formação”.

A planta urbana de Aquidauana e Anastácio se encaixa no tipo quadriculado, com loteamentos contínuos, uma característica dos tempos modernos. A mancha urbana é interrompida, na seqüência dos seus quadriculados, pelas áreas naturais (rios e córregos) e institucionais (parques, área militar, aeroporto), Jóia (2005).

⁵ Aquidauana tem uma história de povoamento recente, com pouco mais de 120 anos. Sua história se confunde com o povoamento do Pantanal Sul-Mato-Grossense ao qual está intimamente relacionado (Jóia, 2005).



Figura 3. Demonstração do arruamento no formato de “tabuleiro de xadrez” de Aquidauana e Anastácio.

A população de menor poder aquisitivo tem ocupado as áreas periféricas da cidade com carência de infraestrutura, pelo fato dos preços dos terrenos serem mais condizentes e acessíveis à renda familiar. De acordo com Marcondes (2005) ressalta que, considerando a disponibilidade de terreno, na área urbana e crescimento lento da população urbana, haverá para próxima década muitos terrenos a serem ocupados. Entretanto, existe pouca possibilidade de ocorrer à verticalização a curto e médio prazo na cidade de Aquidauana e Anastácio, o que não alterará de maneira elevada os índices de densidade demográfica.

O desenvolvimento urbano da cidade de Aquidauana e Anastácio traz consigo todas essas problemáticas, causadas principalmente pelo ineficiente

uso e ocupação e a impermeabilização do solo na área urbana, como pode ser observado no mapa de uso e ocupação do solo de Aquidauana e Anastácio (**Figura 4**). É composta por ambientes de vegetação arbórea esparsa (áreas de pastagens), a mata ciliar do Rio Aquidauana é vegetação restrita, como tal, encontra-se os córregos João Dias e Guanandy.

3.4. Características sócio-espaciais de Aquidauana e Anastácio

Aquidauana faz parte de uma vasta região geográfica – o Pantanal mato-grossense – que teve em seu processo histórico, desde a sua ocupação pela colonização portuguesa. Entretanto a região era ocupada pelos índios Terenas e espanhóis que já havia nessa região, desde a fundação do povoado de Santiago de Xerez, que foram expulsos pelos Bandeirantes Paulistas no século XVII.

Segundo Joia (2005, p.35) Aquidauana surgiu como solução para povos pantaneiros, principalmente aqueles ligados a sazonalidade climática, como o período de cheias, que isolavam os moradores da região. Aquidauana era uma solução, pois apresenta uma topografia elevada em relação ao nível do pantanal.

Outro fator que deve ser considerado para o povoamento de Aquidauana, foi à suscetibilidade do Rio Aquidauana, que teve como a instalação de um entreposto comercial, na margem esquerda do rio, devido à facilidade de acesso, em detrimento da margem direita. Como afirma Neves (2007, p.39).

O Miranda e o Aquidauana não são os mais importantes tributários do Paraguai, porém sendo navegáveis, representaram a possibilidade de ampliação da área que poderia ser ocupada, a partir da utilização dos rios como vias de comunicação. Com o tempo, a ferrovia e as rodovias fizeram a navegação fluvial perder a importância.

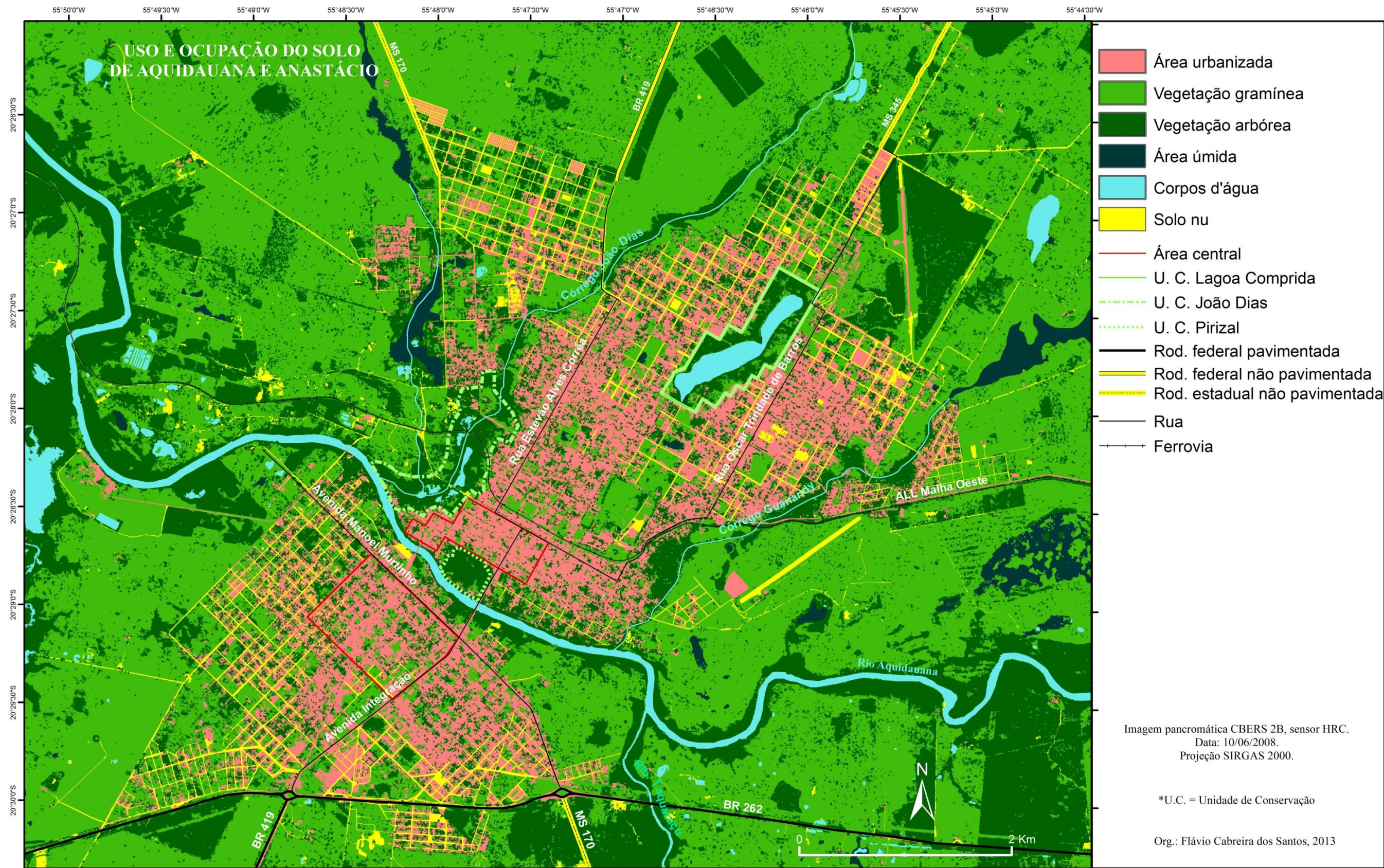


Figura 4. Uso e ocupação do solo de Aquidauana e Anastácio-MS - Organizado por: Flávio Cabreira dos Santos, 2013.

A estrada de ferro, concretizada no Século XX, impulsionou o comércio local. Em 1912, os trilhos vindos de Porto Esperança, entre as margens do rio Paraguai chegaram a Aquidauana e, em 1914 alçaram Campo Grande. O transporte férreo foi importante para a economia da cidade, que segundo Robba (1992), esse fato impulsionou ainda mais a ocupação da margem direita, para onde se deslocam as casas comerciais.

A expansão urbana seguiu em função da margem direita do rio e entre os córregos João Dias e Guanandi, tendo como influência os trilhos e a estação ferroviária. Conforme Joia (2005, p. 37).

A cidade, em 1920, terminava na Praça da Estação. O Limite urbano era uma rua que começava na estação ia até a Rua Marechal Mallet, passando por um hotel moderno, que terminava duas quadras depois, conforme relatos em documentos impressos. A área urbana terminava na Praça da Matriz. Prosseguia em sentido de Anastácio. O primeiro loteamento do núcleo urbano que se tem registro data de 1930, determinando o aspecto que hoje assume o Centro e o bairro Guanandi.

Área da qual está sujeita a inundação periódica do rio Aquidauana até hoje, um dos problemas ambientais vividos pelos cidadãos. Segundo ainda Robba (1992, p.45) afirma que a primeira vila em Aquidauana foi registrada em Miranda em 1894, com denominação de Alto Aquidauana.

Inicialmente a primeira vila em Aquidauana na margem direita do rio foi registrada em Miranda no dia 21 de janeiro de 1894, com denominação de Alto Aquidauana, “tendo área calculada em meia légua de frente para o rio Aquidauana e três léguas de fundo, com os seguintes limites (segundo registros) ao norte, córrego João Dias, ao sul, córrego Guanandy, ao nascente, Serra de Maracaju; ao poente, rio Aquidauana”.

Esta área foi denominada São João, que foi adquirida pelos fundadores do fazendeiro Sr. João Dias Cordeiro.

O primeiro Decreto Municipal foi datado em 1907, um ano depois a criação do município 1906. O decreto tratava da regularização dos loteamentos e outros aspectos administrativo. A regularização e distribuição dos lotes estavam contidas nos Art. 3º e 4º, e segundo Robba (1992, p.46) afirma que: os artigos 5º ao 15º estabelecem a obrigação dos proprietários de lotes de edificá-los, cercá-los e manter as construções em bom estado. Regulamentaram-se, inclusive, as demolições, as reconstruções, as edificações e a arborização dos passeios. A topografia plana do povoado facilitava a sua ocupação.

A administração municipal através do Art. 98 da Lei de Parcelamento do Solo (Lei 796/79) regulamenta os loteamentos fornecendo, saneamento, melhoramento, prazos e condições especiais, para moradia.

O espaço urbano tem sua organização de certo modo, tal como áreas de moradias, comércios etc., para que os habitantes possam se adaptar ao ambiente de vida. CORREA (1993, p. 07), diz que: “este complexo conjunto de usos da terra é, em realidade, a organização espacial da cidade, ou o espaço urbano fragmentado”. Caracterizando-se assim, o espaço urbano.

A Aquidauana historicamente inicia-se as margens do rio que leva o nome da cidade, até meados dos anos 50, encontrava-se sua maior parte, onde hoje se encontra a área central da cidade. Com o processo de construção da “ponte nova”, construída no final dos anos 1969 e começo dos anos 1970, a cidade começa a ter e ganhar uma nova articulação (JÓIA, 2005). Já Anastácio está intimamente ligado à história de Aquidauana, datando sua origem de 15 de agosto de 1982, quando oficialmente se fundou a cidade co-irmã. Possui um relevo ondulado, e se inicia as margens do Rio Aquidauana e avança em sentido sul do município.

O processo de desenvolvimento urbano de Aquidauana segue nas ações dos agentes modeladores estendendo-se, para o setor leste, norte e oeste para sua expansão, produzindo assim seu sistema urbano. Atualmente, este, encontra-se dividido, em regiões urbanas (de acordo com secretaria de planejamento urbano do município de Aquidauana), formando então a área urbana da cidade de Aquidauana (**Figura 5**). Anastácio por sua vez, se desenvolve no sentido sul da região, e subdividi-se em dois setores, sendo

setor 1 e setor 2 (de acordo com a secretária de planejamento do município de Anastácio). **(Figura 6)**.

Seguindo em direção ao leste, Aquidauana segue em sentido ao Córrego Guanandy, sendo este, encontrado atualmente sem nenhum tipo de cobertura vegetal. Em seu extenso percurso de área construída, os moradores sofrem com as cheias (período, este quando ocorrem os maiores índices de precipitação, na cidade) devido à região encontrar-se em uma área de várzea, trazendo prejuízos aos moradores locais. Onde sua altitude não passa dos 160m em relação ao nível do mar.

Como toda cidade, seja ela, grande, pequena ou de médio porte, há diversos tipos de construções de moradia inseridas no ambiente urbano construído. Aquidauana e Anastácio não fogem à regra. À medida que o espaço urbano se expande, as áreas urbanas tende-se a serem projetadas em direção as áreas rurais, normalmente os locais para onde se projeta a expansão. Essas incidências de ambientes urbanos e rurais são bem visíveis nos dois municípios. Em Aquidauana, por exemplo, as regiões que contem essas características urbana/rural, são Vila Quarenta, Nova Aquidauana, Vila São Francisco, Bairro Santa Terezinha e Cidade Nova, são espaços urbanos com presença marcante de hábitos rurais.

Em Anastácio a estrutura urbana é construída por dois setores (de acordo com a planta cadastral da cidade de Anastácio), sendo estes subdivididos em vilas, jardins e conjuntos. No geral a área urbana possui baixo índice de vegetação arbórea. Sua área central é totalmente pavimentada. O ambiente central é cortado pela bacia do Córrego Pedra Preta que está inserido dentro do ambiente urbano e com sua foz no Rio Aquidauana.

Nota-se que, em algumas áreas, onde não existe pavimentação, estão sendo inserida a pavimentação no modelo de paralelepípedo, visando um melhor escoamento superficial e a retenção da radiação solar.

Sendo assim, o aumento da população estimula a expansão do espaço urbano, criando com isso, novos ambientes e alterando a paisagem natural do ambiente.

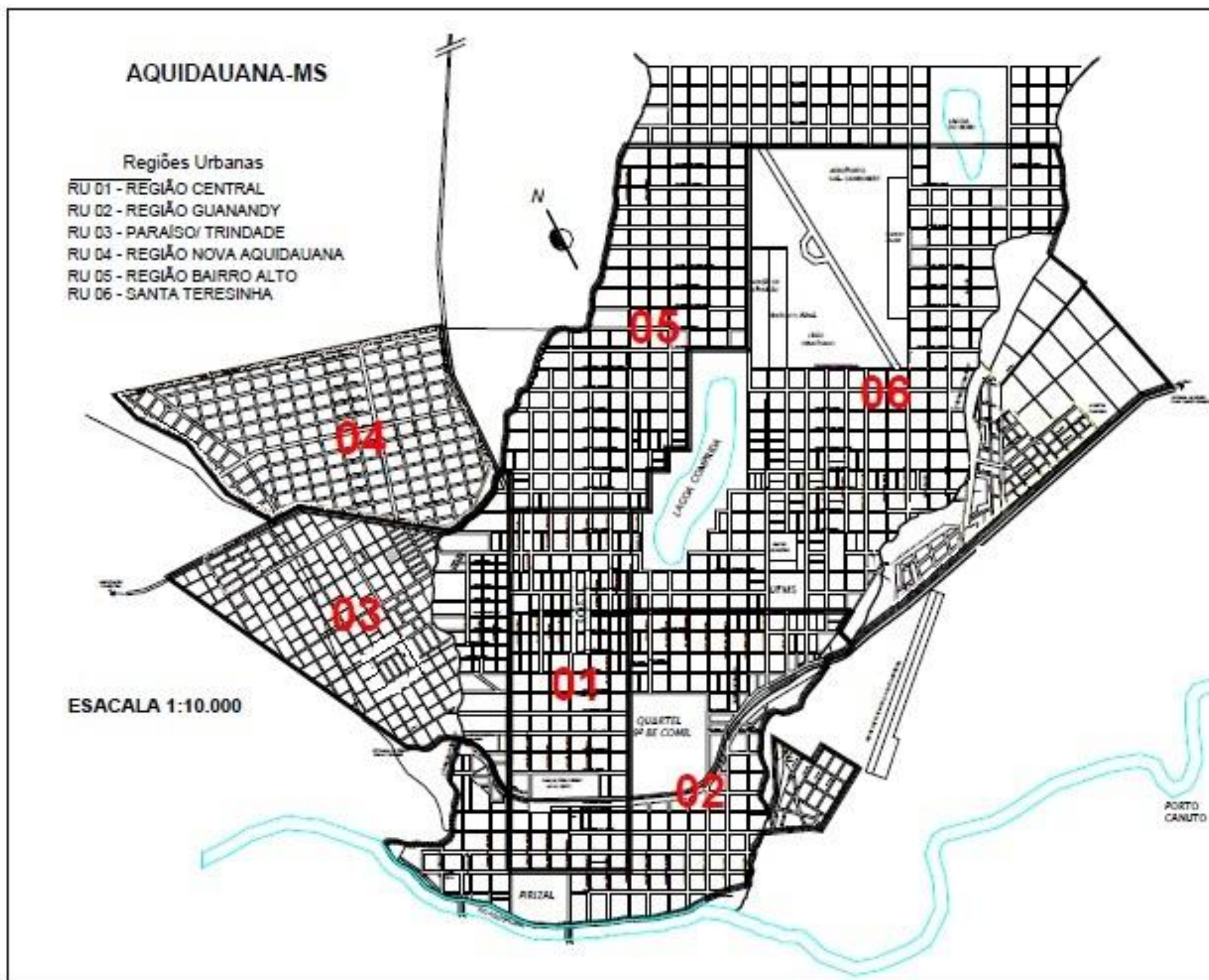


Figura 5. Planta cadastral da área urbana de Aquidauana-MS **Editado por.;** HONORATO. A. F. A. 2015.
Fonte: Prefeitura Municipal de Aquidauana - Secretária de Planejamento urbano de Aquidauana.

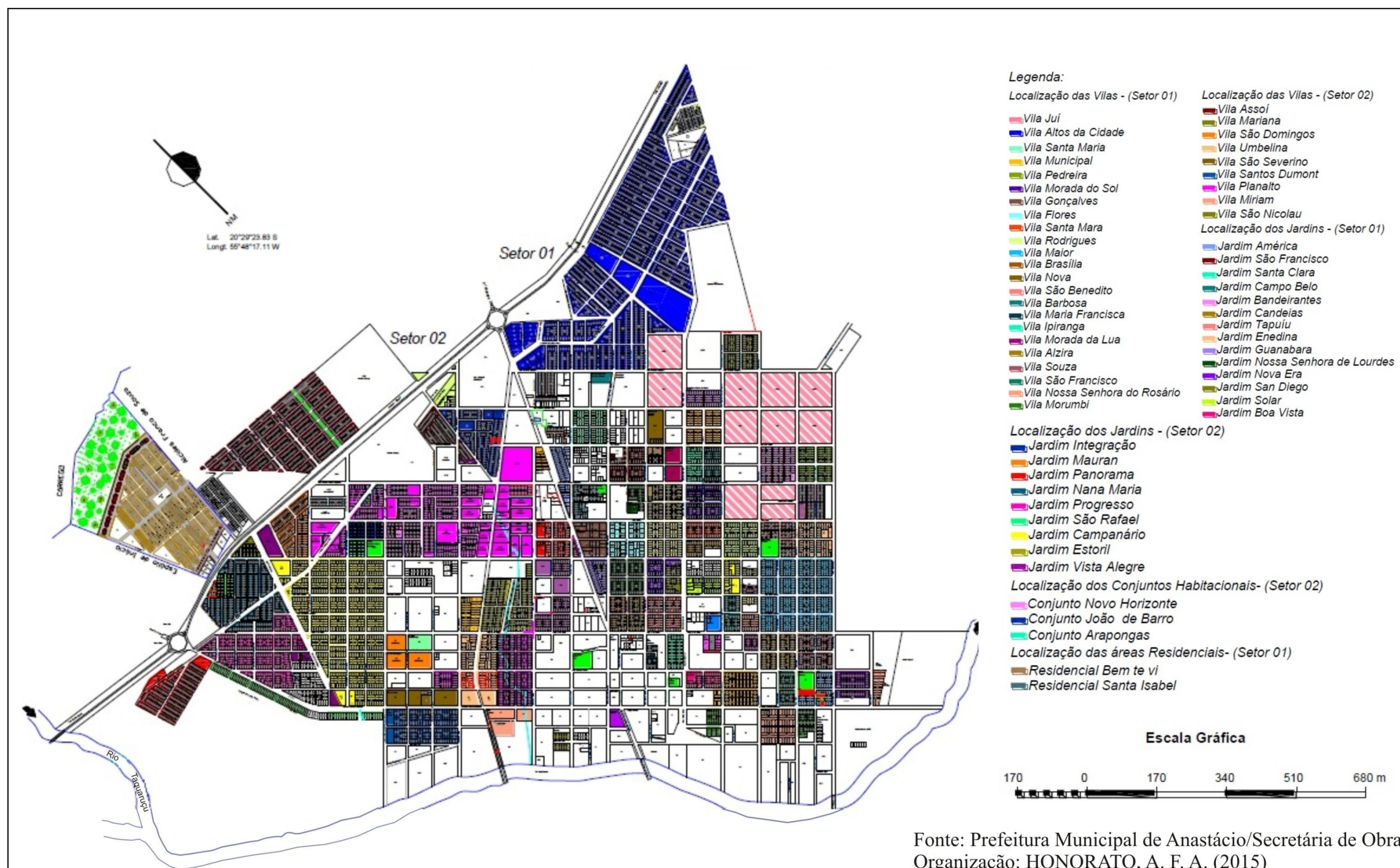


Figura 6. Planta cadastral da área urbana de Anastácio-MS

Fonte: Prefeitura Municipal de Anastácio - Secretária de Planejamento urbano de Anastácio.

3.5. Hipsmometria e Declividade

A cidade de Aquidauana desenvolveu-se no seu espaço antrópico em sentido NE (nordeste), em direção a locais de serra, e N (norte) se entrando nas áreas pantaneiras. A área central encontra-se nas proximidades do rio Aquidauana; onde está, cresceu em sentido paralelo com o fundo de vale deste rio, limitando-se a NO (noroeste) (**Figura 7**), com o Parque Natural Municipal João Dias. Em prosseguimento com essa área, encontra-se o Bairro Guanandy, assim como, a área central, avançou, também, em sentido paralelo com o mesmo rio, tendo como limite o córrego Guanandy.

Ao observar o mapa de uso e ocupação do solo, figura 4, nota-se a configuração das características de construção urbana, observando os mapas de hipsometria (altitude), e o clinográfico, dentro da área urbana, expõe, dinamicamente, os locais mais densamente construídos e com capacidade diferenciada de absorver e refletir calor (**Figuras 7,8**).

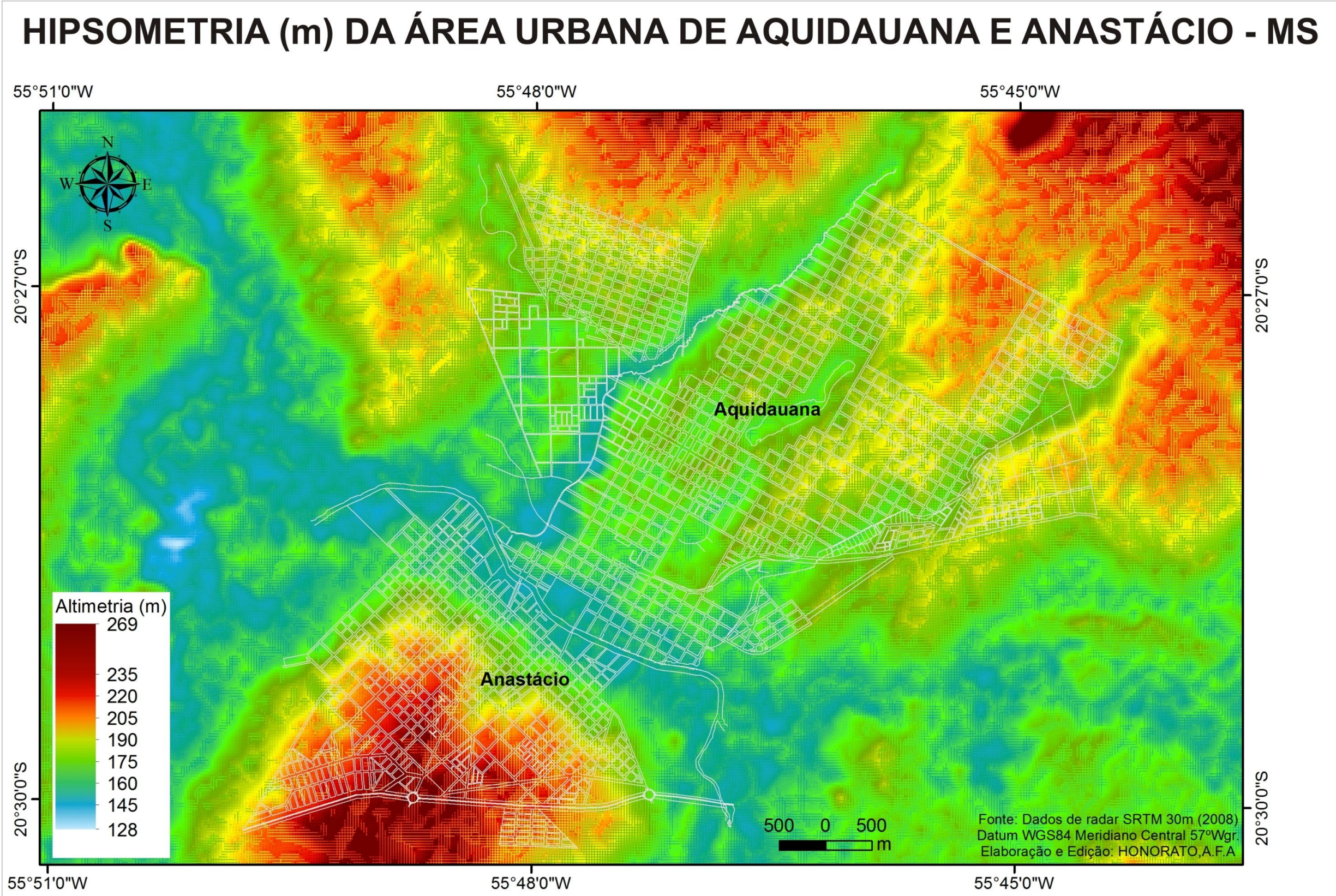


Figura 7. Hipsometria das cidades de Aquidauana e Anastácio-MS.
Editado por. HONORATO. A. F. A. 2015

CLINOGRAFIA DA ÁREA URBANA DE AQUIDAUANA E ANASTÁCIO - MS

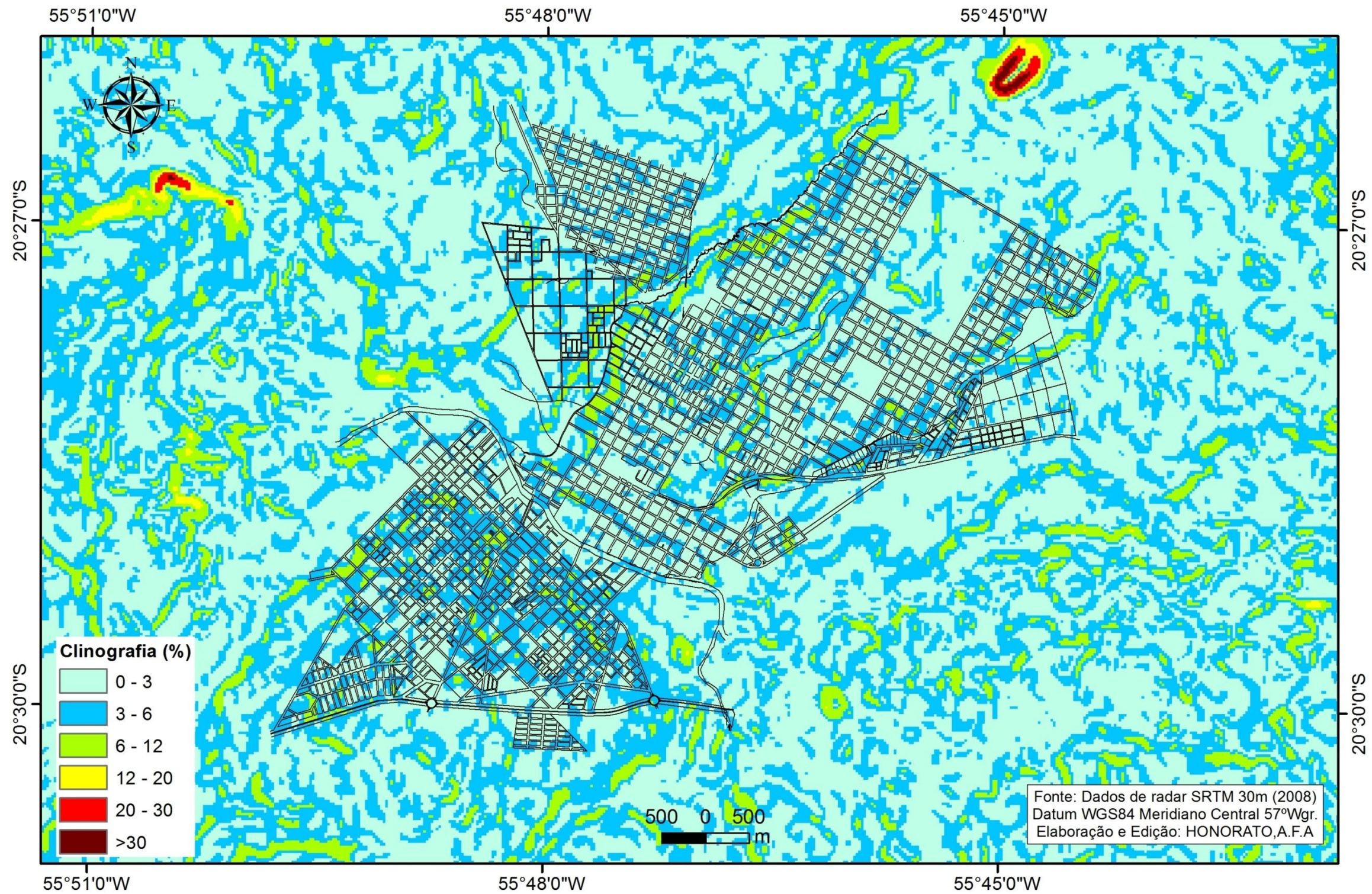


Figura 8. Clinográfico das cidades de Aquidauana e Anastácio-MS.
Editado por. HONORATO. A. F. A. 2015.

3.6. Espacialização, Morfologia Urbana de Aquidauana e Anastácio

É evidente que o processo de urbanização da cidade de Aquidauana e Anastácio traz consigo todas essas problemáticas, causadas principalmente pelo uso e ocupação e a impermeabilização do solo na área urbana. Conforme pode ser observado na **(Figura 9)**, observamos que em ambas as cidades, há regiões com áreas densamente construídas, encontradas principalmente nas áreas centrais, onde se vivencia todo cotidiano dos cidadãos, regiões de construção mais esparsas, localizada nas regiões periféricas em ambas as partes. Áreas de nível social médio e alto, com construções um pouco mais requintadas. E áreas onde são densamente ocupadas, áreas essas onde se centraliza as vilas, conjuntos habitacionais, ou seja, bairros mais populosos, com residências muito próximas umas das outras, em ambas as regiões, não há pavimentação total.

Conforme visto anteriormente na figura 5, Aquidauana é dividida em 6 regiões. Sendo a região 01 – Central, 02 – Guanandy, 03 – Paraíso/Trindade, 04 – Nova Aquidauana, 05 – Bairro Alto e 06 – Santa Terezinha.

- A região central (01) - Na área central de Aquidauana encontra-se o setor comercial, onde está concentrada toda rotina dos cidadãos, ou seja, a área que mostra a vida e o dia-a-dia dos moradores da e na cidade. É nessa área que se concentra grande parte do comércio, e os serviços públicos necessários para a população. Nessa região têm-se como características vegetação de pequeno porte, é uma área totalmente pavimentada, porém sua pavimentação especificamente central é no formato de paralelepípedos de concreto, segundo os quais foram projetados para reduzir a sensação de calor e para um melhor escoamento superficial também. Na praça central ou (Praça da Índia, esse nome devido, ter uma estátua de uma índia na praça), localizada na mesma região, há pouquíssimas vegetações e um pequeno chafariz artificial. É uma área que está próximo da foz do córrego João Dias, que apesar de estar “praticamente” inserido no ambiente densamente construído, possui uma pequena mata ciliar de médio porte. Área densamente construída e de fluxos de pedestres e veículos constantes **(Foto 1)**.

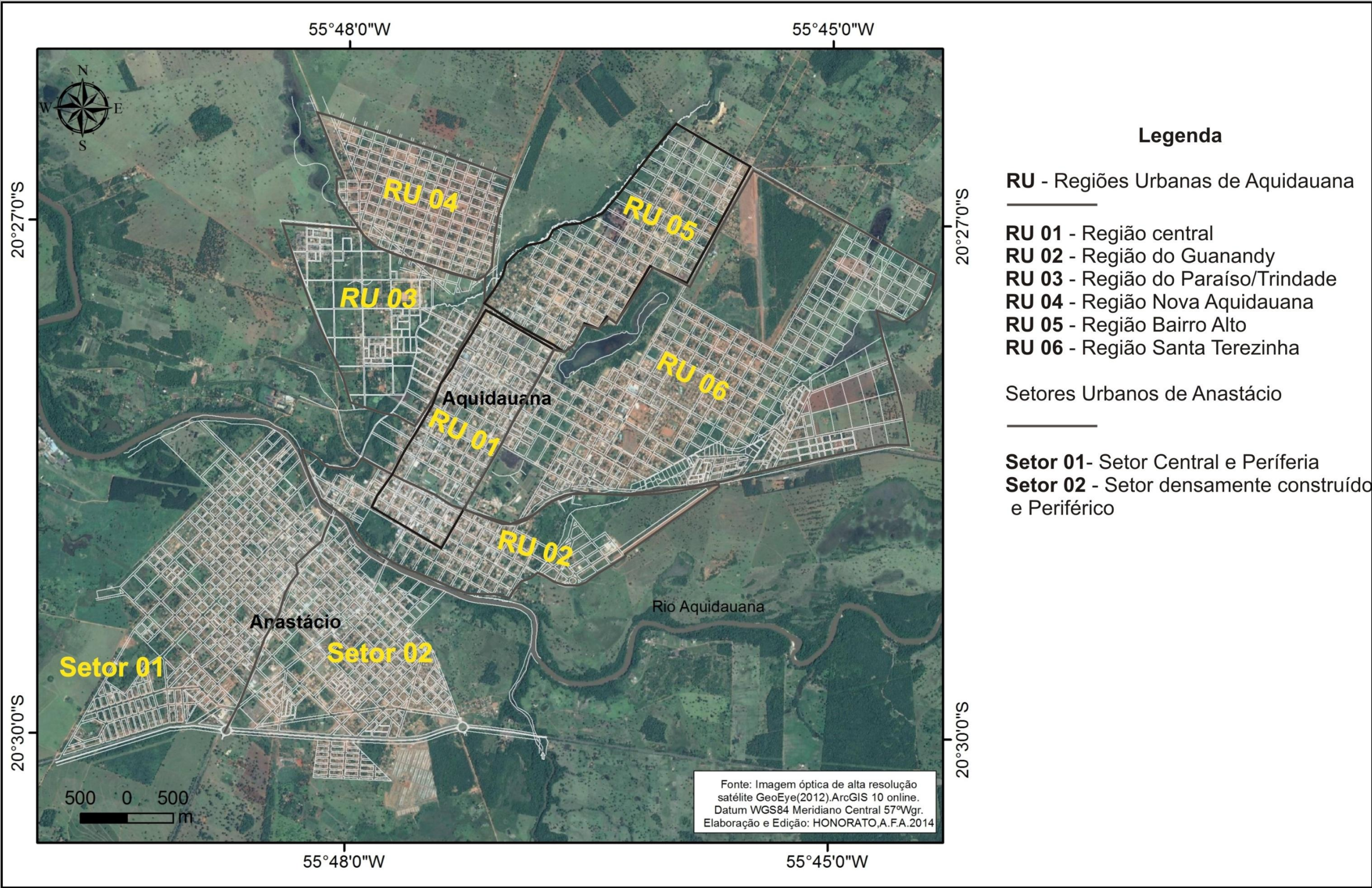


Figura 9. Morfologia urbana de Aquidauana e Anastácio-MS.
Editado por. HONORATO. A. F. A. 2015.

A linha férrea passa por dentro da área urbana de Aquidauana.

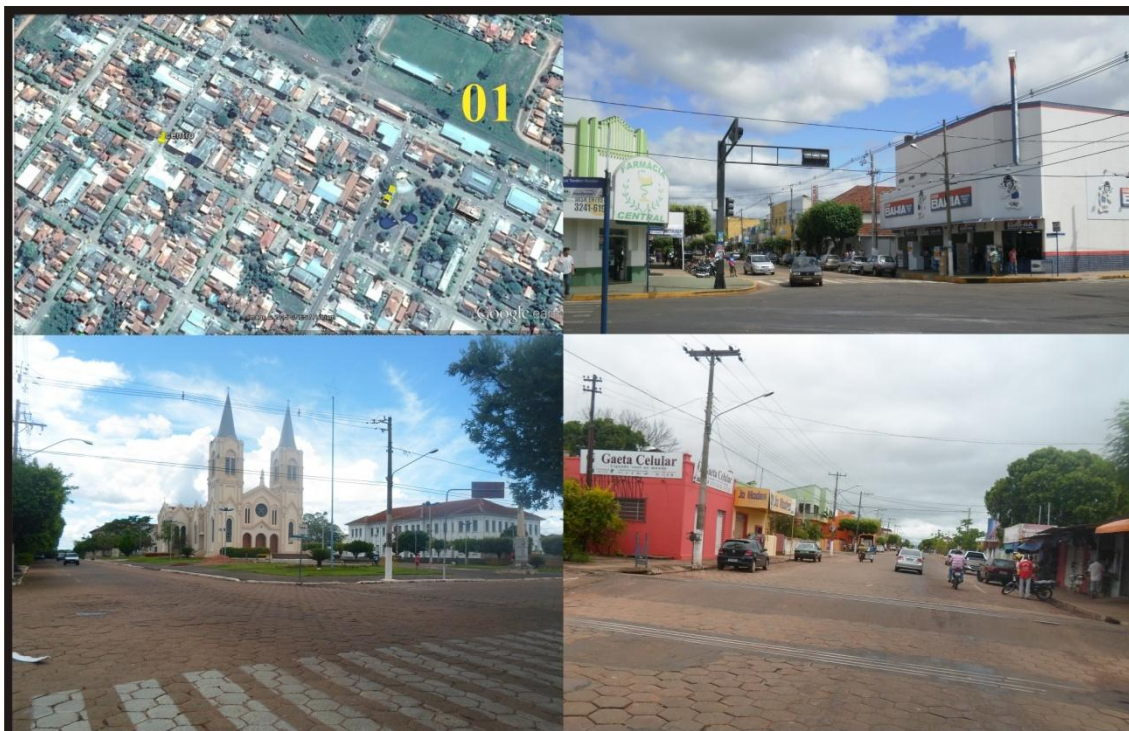


Foto 1. Região central de Aquidauana
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

- A região Guanandy (02) – região de área construída é uma área de risco, pois é uma região sujeita às inundações, no período da cheia do rio Aquidauana, as residências mesclam de classe média baixa e alta. A região é arborizada parcialmente, possui pavimentação asfáltica em quase toda a região. Limite urbano com a área rural (fazenda Guanandy), onde está localizado o IFMS (Instituto Federal de Mato Grosso do Sul), sendo que nessa área inicia-se um processo de desenvolvimento urbano (**Foto 2**).
- A região Paraíso/Trindade (03) – região de conjuntos residenciais mescla-se classe média e baixa, limite urbano com áreas rurais, região onde se localiza o “bairro” vila Bancária, que é a parte mais alta da cidade, a região possui pavimentação asfáltica parcialmente, casas muito próximas umas das outras (**Foto 3**).



Foto 2. Região Guanandy
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015



Foto 3. Região Paraíso/Trindade
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

- Região Nova Aquidauana (04) - região espaçadamente habitada, possui pavimentação asfáltica, somente na entrada do “bairro”, sendo que a maioria da região não possui pavimentação (**Foto 4**) região considerada

periférica de Aquidauana. Moradias de classe média baixa há muitos terrenos a serem ocupados.



Foto 4. Região Nova Aquidauana
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

- Região Bairro Alto (05) – região densamente construída, área de comércio, a pavimentação asfáltica não é total, é uma região de circulação densa, no sentido bairro – centro (em direção a região central de Aquidauana). Mesclam-se moradias, de classe média alta, média e baixa. Seguindo em direção ao aeroporto, observamos chácaras ao redor, ruas sem asfalto, sem cascalho, influência da siderurgia, área do antigo lixão somente a pista do aeroporto é asfaltada. Classe residencial baixa, casa de Eternit, vegetação rarefeita, existem áreas desocupadas, (terrenos vazios). **(Foto 5).**
- Santa Terezinha (06) – região densamente ocupada é um conjunto habitacional, residências muito próximas umas das outras, o material utilizado nas construções são de telha e Eternit, região de classe média, com fundo de quintais na sua maioria concretados, apenas uma parte do “bairro” possui pavimentação asfáltica, é uma região bastante arborizada. O uso e ocupação são bastante densos. Os terrenos são grandes, fundo de vale, possui poucas áreas desocupadas. **(Foto 6).**



Foto 5. Região Bairro Alto
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015



Foto 6. Santa Terezinha
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

Parque da Lagoa Cumprida – classe média, possui asfalto, a influência da mata é apenas entorno de aproximadamente 200m (frescor).

Anastácio por sua vez é dividido em dois setores, De acordo com a planta cadastral da cidade de Anastácio. No setor 01 as características gerais desse setor, é que, possuem 23 vilas, 14 jardins e 2 áreas residenciais. Por ser um número muito alto, é quase que impossível caracterizar todas elas. Porém analisando-as através da imagem de alta resolução (**Figura 10**), podemos observar que é uma região de que possui muitos lotes vazios, as construções civis são mais especializadas, há uma grande presença de vegetação, a classe social varia, entre, baixa, média e alta.

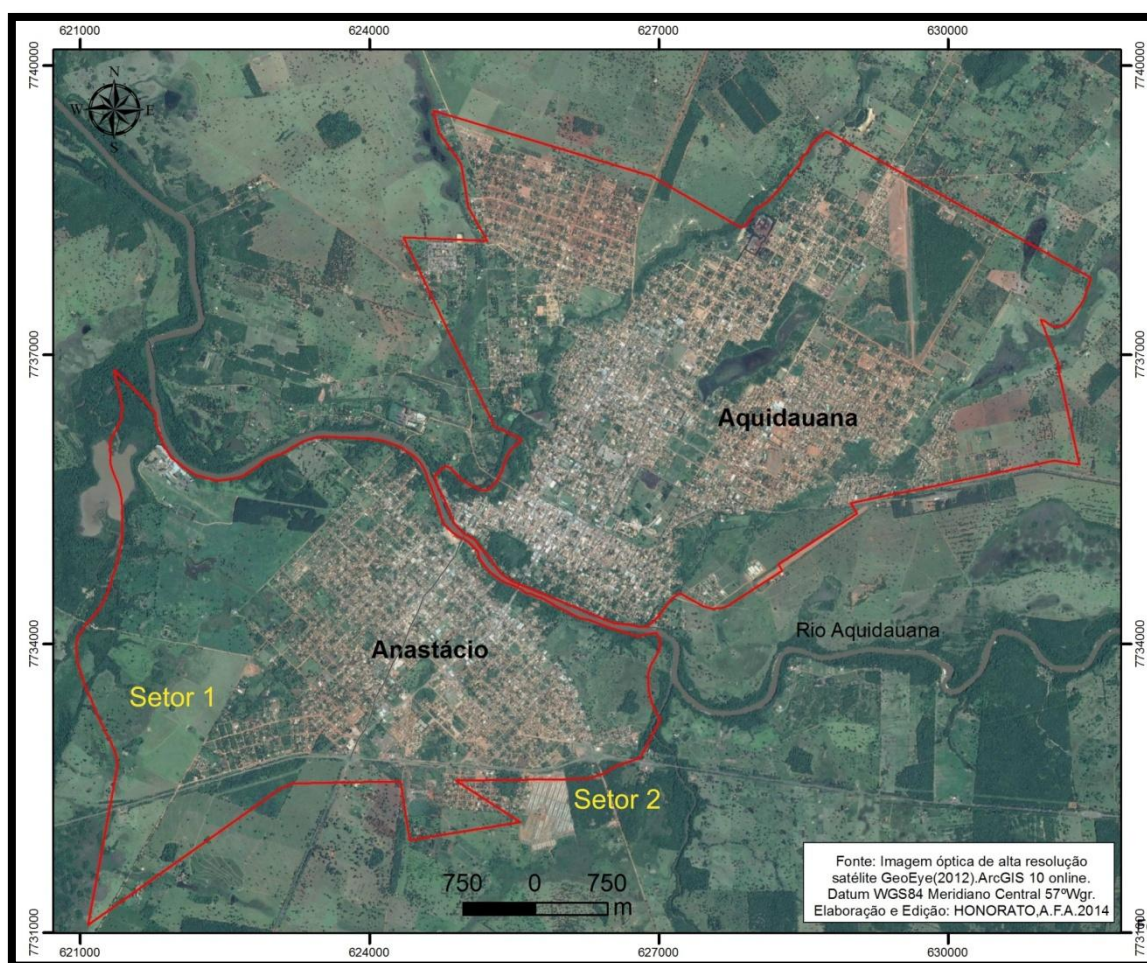


Figura 10. Imagem de Satélite de Alta Resolução de Aquidauana e Anastácio
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

No setor 1 está localizada uma parte da área central da cidade (**Foto 7**). Na área central encontram-se, casas comerciais, serviços públicos como correio, prefeitura, a rodoviária municipal de Anastácio. Os serviços bancários são oferecidos na cidade vizinha, Aquidauana.



Foto 7. Centro de Anastácio
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

Uma das avenidas principais de Anastácio é a av. Porto Geral. (**Foto 8-A**). É uma região que mescla vários outros “bairros”. Sendo de classe média (próxima da área central) e baixa nas regiões mais afastadas do centro (**Foto 8-B**). Possui pavimentação asfáltica. E um dos pontos onde a área é densamente construída.



Foto 8. Av. Porto Geral de Anastácio (A) representa moradias mais luxuosas, classe média alta. Região próxima a área central. (B) representa moradias menos luxuosas, classe média baixa. **Org.;** HONORATO. A. F. A. 2015

O setor 2 da área urbana de Anastácio, possuem 9 vilas, 9 jardins e 3 conjuntos habitacionais. Visualmente o setor 2 é a região mais densamente

construído, possui baixo índice de vegetação arbórea (segundo cálculo NDVI-comentado no capítulo 4 deste estudo), há pavimentação asfáltica, porém não é total. Há grandes probabilidades de crescimento urbano nessa região (foram construídas mais de 300 casas populares na região). (**Foto 9**).



Foto 9. Conjunto habitacional Jardim Independência II
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

Ao lado do novo conjunto habitacional Jardim Independência II, existe o Jardim Independência I (**Foto 10**), que por sua vez, apresenta características rurais, área de ocupação esparsa, residências de classe baixa, não possui pavimentação asfáltica, o material utilizado nas construções civis, são de telhas e Eternit, ao invés de murros, á cercados de madeira ou arames. É um “bairro” que se encontra depois da BR 262, e que carece de algumas necessidades básicas.

Logo ao adentrar na cidade pela rodovia 262, vindo de Campo Grande, podemos observar um aglomerado de residências, onde se localiza o Jardim Campanário. Área densamente construída, mas que possui alguns lotes vazios, ruas parcialmente pavimentada, classe média e baixa, o tipo de material usado nas construções, na sua maioria são de telha, casas com murros de médio porte (**Foto 11**).



Foto 10. Conjunto habitacional Jardim Independência I
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015



Foto 11. Jardim Campanário
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

4. O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DE ILHAS DE CALOR E NDVI

4.1. Sensoriamento Remoto e SIG aplicados nos Estudos de Ilhas de Calor

Florenzano (2007) descreve que o Sensoriamento Remoto trata-se de uma ferramenta que tem como base a obtenção de imagens por meio de equipamentos que captam a reflexão das radiações eletromagnéticas de alvos localizados na superfície terrestre. Essa ferramenta permite a realização de diversas análises sem o contato direto do pesquisador com a área de estudo, pois a radiação eletromagnética coletada pelos sensores eletro-ópticos⁶ localizados nas bandas espectrais do satélite é transformada em dados que podem ser imagens, gráficos ou números.

Nas últimas décadas, estudos relacionados às de ilhas de calor vem se destacando e ganhando muita importância na área do sensoriamento remoto, pois oferece visões de diferentes escalas e permite a transformação de dados obtidos através do canal infravermelho termal em temperatura de superfície aparente. Obtendo como resultado a temperatura superficial da cidade.

O sensoriamento remoto pode ser compreendido como a “forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo” (ROSA, 2001, p.1), visto que diferentes objetos refletem/emitem diferentes quantidades de energia, em comprimentos de ondas distintos, que são registradas pelos sensores remotos na forma de valores radiométricos associados a cada pixel da imagem, e traduzidos como variações tonais de cinza.

Jensen (2007) destaca os satélites pioneiros na aplicação de dados do infravermelho termal, apontando como pioneiro o satélite *U.S. Television IR Operation Satellite* (TIROS), desenvolvido na década de 1960, com resolução grosseira, usado no monitoramento de padrões regionais de nuvens e movimentos de frentes. Segundo este mesmo autor, os primeiros estudos dedicados especificamente ao levantamento de valores de temperatura da

⁶ Os sensores eletro-ópticos normalmente são pastilhas produzidas de uma liga metálica, que tem como função transformar o fluxo incidente em valores de voltagem e posteriormente em valores de radiância ($W/(cm^2 \cdot sr \cdot 1 \mu m^{-1})$).

superfície em escala regional e local valeram-se de satélites de baixa resolução espacial, como os NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration* (Sensor AVHRR, com 1 km de resolução espacial), utilizados, por exemplo, nos trabalhos de Lombardo (1985), Paiva (2005) e Gusso, Fontana e Gonçalves (2007).

Contudo, nas últimas décadas verificaram uma enorme evolução do sensoriamento remoto, consubstanciado pela evolução dos sistemas orbitais, essencialmente no que diz respeito à resolução espacial e/ou espectral, e também na disponibilidade de imagens. Esse enriquecimento tecnológico possibilitou um maior emprego de dados obtidos em estudos sobre as características térmicas superficiais, por diferentes sensores remotos, como, por exemplo, os sensores CBERS – *Chinese-Brazilian Earth Resources Satellite* (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), e Landsat – *Land Remote Sensing Satellite* (Satélite de Sensoriamento Remoto Terrestre), disponíveis no acervo do INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. A evolução tecnológica possibilitou um maior emprego de dados obtidos, por diferentes sensores remotos em estudos de ilhas de calor, como por exemplo, o sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), e ASTER (*Advanced SpaceBorne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), ambos a bordo do satélite TERRA; o IRMSS, a bordo do CBERS; e os sensores TM e ETM+, ambos dos satélites da série Landsat.

Os diferentes sensores apresentam distintas características espectrais, radiométricas e, principalmente, resoluções espaciais, que resultam em diferentes aplicabilidades. Com base na característica da resolução espacial, a definição do sensor determinará a escala de análise que poderá ser realizada, partindo desde escalas pequenas (pelo uso de sensores de baixa resolução espacial, como os dos satélites NOAA e MODIS), que propiciam análises continentais/regionais; passando por escalas médias, que auxiliam na análise regionais/locais; até as escalas grandes, que possibilitam análises locais (espaços urbanos), a exemplo do sensor ASTER, com 90 metros de resolução.

Considerando a possibilidade de imagens de média resolução espacial em estudos de ilhas de calor, por possibilitarem análises de semi-detalle (escala empregada em estudos urbanos), destaca-se o uso de dados orbitais provenientes dos sensores TM e ETM+, a bordo dos satélites Landsat 5 e 7,

respectivamente, cujas imagens registradas na faixa do infravermelho termal apresentam resolução de 120m para o sensor TM e 60m para o ETM+.

Lombardo (1985) elaborou um trabalho pioneiro no início dos anos 80, versando sobre a formação de ilhas de calor da cidade de São Paulo. Utilizou a imagem de satélite Landsat NOAA para o tratamento das condições térmicas e de imagens Landsat para a identificação do uso do solo. A análise da termografia da superfície urbana paulistana permaneceu bastante genérica naquele estudo, pois que a resolução espacial das imagens NOAA não permite o detalhamento necessário que o estudo da geografia intra-urbana demanda. As imagens Landsat permitiram, todavia, bons resultados na identificação por memorizada dos atributos do fato urbano estudado.

Utilizando-se do Sensoriamento Remoto que é uma ferramenta que permite estudos desta natureza e oferece um suporte de diagnóstico ao tema analisado, revelando as características oriundas, no clima urbano local pelos diferentes e intensos usos do espaço no ambiente citadino. Por ser dotado de recurso tecnológico os dados produzidos torna possível, acompanhar e diagnosticar a variabilidade climática nas mais diferentes escalas, dentre elas, as variações no clima urbano.

Segundo Novo (1992, p.1 e 2), o (SR) Sensoriamento Remoto, pode ser definido como:

O Sensoriamento Remoto de Sensores para aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles. SR pode ser definido como sendo a utilização de modernos sensores, equipamentos para processamentos de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética (REM) e as substâncias componentes no planeta Terra em suas mais diversas manifestações.

O processo de aquisição das imagens no Sensoriamento Remoto é adquirido através de sistema sensores instalado nos satélites orbitais, em meios de sobrevôo como: aviões, espaçonaves, balões e radares; a resposta emitida ou refletida dos alvos da superfície terrestre forma a seguinte imagem. **(Figura 11).**

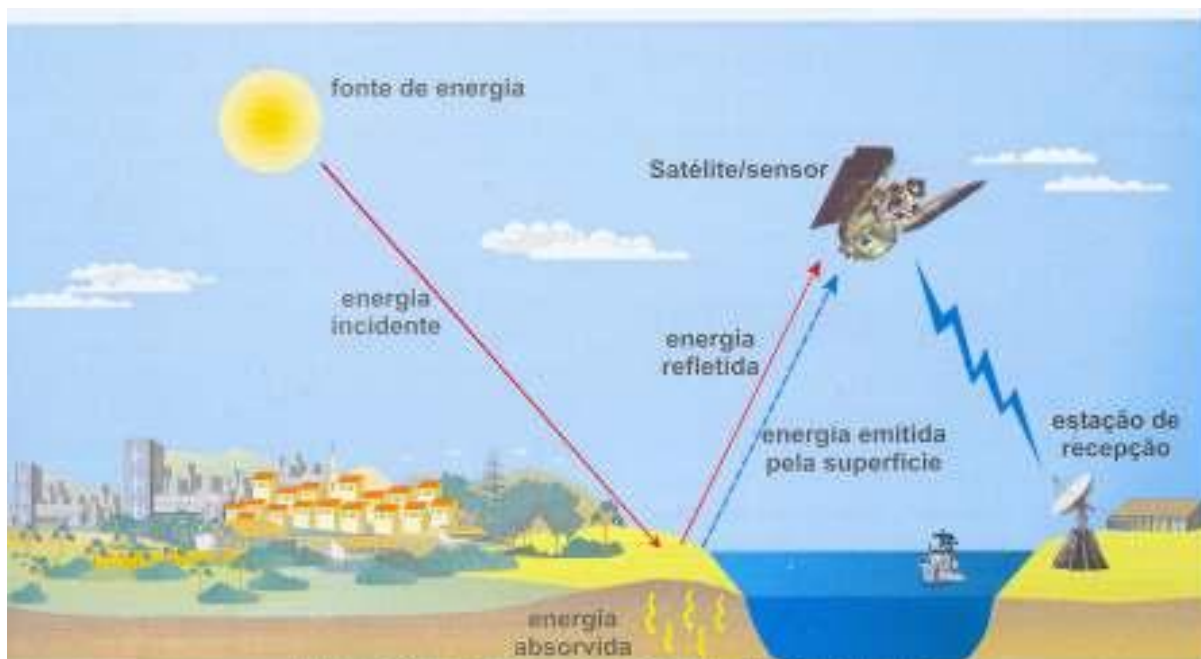


Figura 11. Processo de Aquisição de Imagens. Fonte: Florenzano (2002, p.9).

A fonte de energia utilizada no Sensoriamento Remoto é a (REM) Radiação Eletromagnética, que é adquirida pelo sensor através de duas formas: a energia emitida da terra e/ou da energia dela refletida e emitida pelo sensor; ambas em formas de ondas. Como afirma Florenzano (2002, p.11).

“A REM é emitida em frequência (em unidade de Hertz – Hz) e comprimento de onda (em unidades de metros). A frequência de onda é o número de vezes que uma onda se repete por unidade de tempo... O comprimento de onda é a distância entre dois picos de ondas sucessivas: quanto mais distantes, maior é o comprimento e, quando menos distantes, menor será o comprimento de onda. A frequência de onda é diretamente proporcional à velocidade da propagação e inversamente proporcional ao comprimento da onda.”

Os espectros eletromagnéticos são onde se encontra todos os tipos de radiações eletromagnéticas, sendo que cada tipo de energia tem seu comprimento de onda e obtêm características diferentes em cada região, onde se divide em três regiões, De acordo Florenzano (2002, p.11).

A distribuição da radiação eletromagnética, por regiões, segundo o comprimento de onda e a frequência... Na região do espectro visível, o olho humano enxerga a energia (luz) eletromagnética, sendo capaz de distinguir as cores violeta ao

vermelho. A radiação infravermelha (aquela do calor) é subdividida em três regiões: infravermelho próximo (0,7 – 1,3 μm) médio (1,3 – 6,0 μm) e distante ou termal (6,0 – 1000 μm).

Existem alguns tipos de satélite em órbita, para os diversos fins, tanto para os usos científicos, os de espionagem para fins militares, previsão do tempo (meteorológico) e os de uso do SR – Sensoriamento Remoto, que segundo Forenzano (2002, p.25) são denominados por serem instalados com o objetivo de servir de plataforma para coleta de dados dos recursos da terra.

Podemos destacar o satélite Landsat, que é um satélite americano, um dos mais utilizados em nosso país, pois através de suas imagens que são de domínio público sendo disponibilizado no site pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Embora o satélite LANDSAT 5 tenha sido utilizado freqüentemente para o monitoramento dos recursos terrestres é possível usá-lo também como ferramenta para a análise climática, pois seus dados digitais inseridos na imagem são possíveis de serem convertidos em valores de temperatura de superfície, através de um modelo matemático gerado pelo software de SIG, como é o caso do SPRING, que segundo Mendonça (2003, p.188):

É precisamente em relação a este aspecto que o emprego das imagens de satélite contribui de maneira significativa ao estudo mais detalhado do clima urbano, pois conduz a elaboração de documentos que mostram a distribuição espacial e a grandeza de alguns de seus elementos. Uma vez correlacionados aos dados levantados de maneira tradicional, estes documentos tornam possível um conhecimento mais detalhado do fluxo de energia urbano.

Para a realização deste trabalho, buscou-se trabalhar com seu respectivo canal infravermelho termal, a banda 6 do Landsat 5 TM, podendo assim medir o calor emitido e o transformado em temperatura de superfície, sendo possível, desta forma espacializá-lo sobre a cena. De acordo com Mendonça (2003, p. 88).

Para o estudo do campo térmico das cidades pode-se utilizar imagens de satélite de baixa e alta resolução. As

imagens Landsat TM (canal 6 – infravermelho térmico; resolução de 120m) podem ser utilizadas, por exemplo, no estudo da variação térmica infravermelha intra-urbana através da superfície urbana.

Entretanto, com o uso destes recursos tecnológicos, aplicado a climatologia moderna, serve de base para aprimorar e desenvolver novas técnicas de análise do comportamento dos fenômenos climáticos decorrentes nas áreas urbanas, sendo seu principal objeto de estudo.

O sensor TM possui 7 bandas as bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7 são as bandas do infravermelho próximo e tem uma resolução de 30x30m no terreno, a banda 6 é a do canal do termal ou infravermelho distante e tem resolução de 120x120m no terreno. Segundo Florenzano (2002, p.27):

O sensor TM, registra dados em sete canais ou bandas espectrais (3 no visível, 1 no infravermelho próximo, 2 no infravermelho médio e 1 no infravermelho termal) com uma resolução espectral de 30 metros (exceto para o canal termal, que é de 120 metros).

As bandas 3B, 4R e 5G foram utilizadas somente para o georreferenciamento das imagens orbitais dos anos de 2000 e 2010 e tendo a imagem de 2000 GLCF como base, cedida pela Universidade de Maryland nos Estados Unidos, que já é corrigida cartograficamente.

A banda utilizada para gerar as temperaturas de superfície na cidade de Aquidauana, foi a Banda 6 é a do termal, com o auxílio do suporte SPRING e do LEGAL, no qual foi gerado um modelo matemático para que as temperaturas pudessem ser medidas com correlação dos níveis de radiância, para que não houvesse confusão entre alvos da cena.

As temperaturas obtidas tanto na área urbana como em seu entorno, permiti realizar uma análise comparativa das temperaturas entre as duas áreas, da qual esse tipo de estudo pode chamar-se de Ilhas de Calor.

Visando contribuir com os dados concernentes ao clima urbano de Aquidauana e Anastácio, este estudo propõe através de técnicas de sensoriamento remoto utilizar-se de imagens do satélite Landsat 5 para

avaliação das temperaturas da superfície terrestre que possibilitará análise das ilhas de calor.

4.2. NDVI - O Índice de Vegetação

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é um indicador de vegetação utilizado para destacar a vegetação ocorrente em uma área, este IV é dado pela razão entre as bandas de alta correlação entre si e serve para realçando os alvos de interesse, a biomassa vegetal (FREIRE; PACHECO, 2005). É uma ferramenta que, também pode ser utilizada para auxiliar estudos de desertificação, pois a partir das imagens geradas é possível observar áreas que se apresentam de níveis baixos ou ausentes de NDVI, característica de áreas que estejam sob processo de desertificação, ou seja, potencialmente susceptíveis ao processo de degradação ambiental.

Para este estudo foram utilizadas as bandas 3 e 4 dos satélite LANDSAT 5 do Sensor TM, que correspondem ao infravermelho e vermelho respectivamente.

Este estudo teve como objetivo realizar o calculo de NDVI a partir de mosaico Landsat 5 TM da cidade de Aquidauana e Anastácio, utilizando técnicas de Geoprocessamento.

O NDVI é representativo de vários índices de vegetação espectrais, este índice é uma técnica bastante importante utilizada para melhor visualizar os alvos no que diz respeito à variação da vegetação, ele é a razão entre as bandas de alta correlação entre si e serve para realçar os alvos de interesse, a biomassa vegetal (FREIRE; PACHECO, 2005 p.06).

Segundo Silva (2009. P25). “O NDVI tem, portanto, uma relação direta com a vigor da vegetação, sendo assim, é possível o mapeamento de áreas com diferentes índices de cobertura vegetal e vigor de biomassa”.

A equação do NDVI é: $NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)$, onde TM representa uma determinada banda espectral do sistema Landsat. Para a banda TM 3 (região do vermelho), a vegetação verde, densa e uniforme fica de cor escura. Por outro lado, para a banda TM 4, os corpos d'água ficam escuros e a vegetação verde, densa e uniforme fica clara. Sendo assim, o resultado é uma nova banda espectral, representando a razão entre as bandas originais,

onde as áreas claras indicam a presença de vegetação e as áreas escuras, sua ausência. Como por exemplo, a imagem NDVI (**Figura 12**) em tons de cinzas de Aquidauana e Anastácio.

4.2.1 Índice de Vegetação na Cidade de Aquidauana e Anastácio.

O NDVI é dado pela equação gerada a partir da diferença banda espectral 3 e 4 (Landsat 5 TM) pela soma das mesmas provenientes do sistema LANDSAT. Esta ferramenta de contraste faz com que as áreas com uma composição vegetal mais densa e uniforme se apresentem mais escura e as regiões desnudas sem a presença de vegetação apresentem-se claras. Para a realização do cálculo do NDVI na cidade de Aquidauana e Anastácio foram utilizadas as imagens do satélite Landsat 5 com passagem em 02/05/2000 (**Figura 13**) e 12/04/2010 (**Figura 14**) – processadas no software ArcGis 10. Onde montou-se um banco de dados.

A imagem em NDVI - *Normalized Difference vegetation Index*, representa de forma temática, esta imagem da cidade de Aquidauana e Anastácio para o ano de 2000. O NDVI é representado pela faixa que vai de -1 a 1 e quanto mais próximo de -1 menor o Índice de Vegetação e quanto mais próximo de 1 maior o Índice de Vegetação. Diante disso, a imagem Landsat 5 TM possui os pixels com valores compreendidos entre 0,75 a -0,77 (**Figura 13**). Recebeu a cor de tom avermelhado os valores de pixels de -0,77, representando os corpos d'água, e grande parte da área urbana, e regiões onde não há presença de vegetação. A cor de tom esverdeado representa os valores de vegetação dentro da área de estudo que na imagem é dado pelo valor do pixel de 0,75.

A imagem que representa o ano de 2010 (**Figura 14**), os pixels com valores compreendidos são entre 0,77 a -0,83. De acordo com a imagem analisada os valores representativos a -0,83 indicam as regiões que não possui presença de vegetação. E os valores correspondentes a 0,77 indicam na imagem, há presença de vegetação.

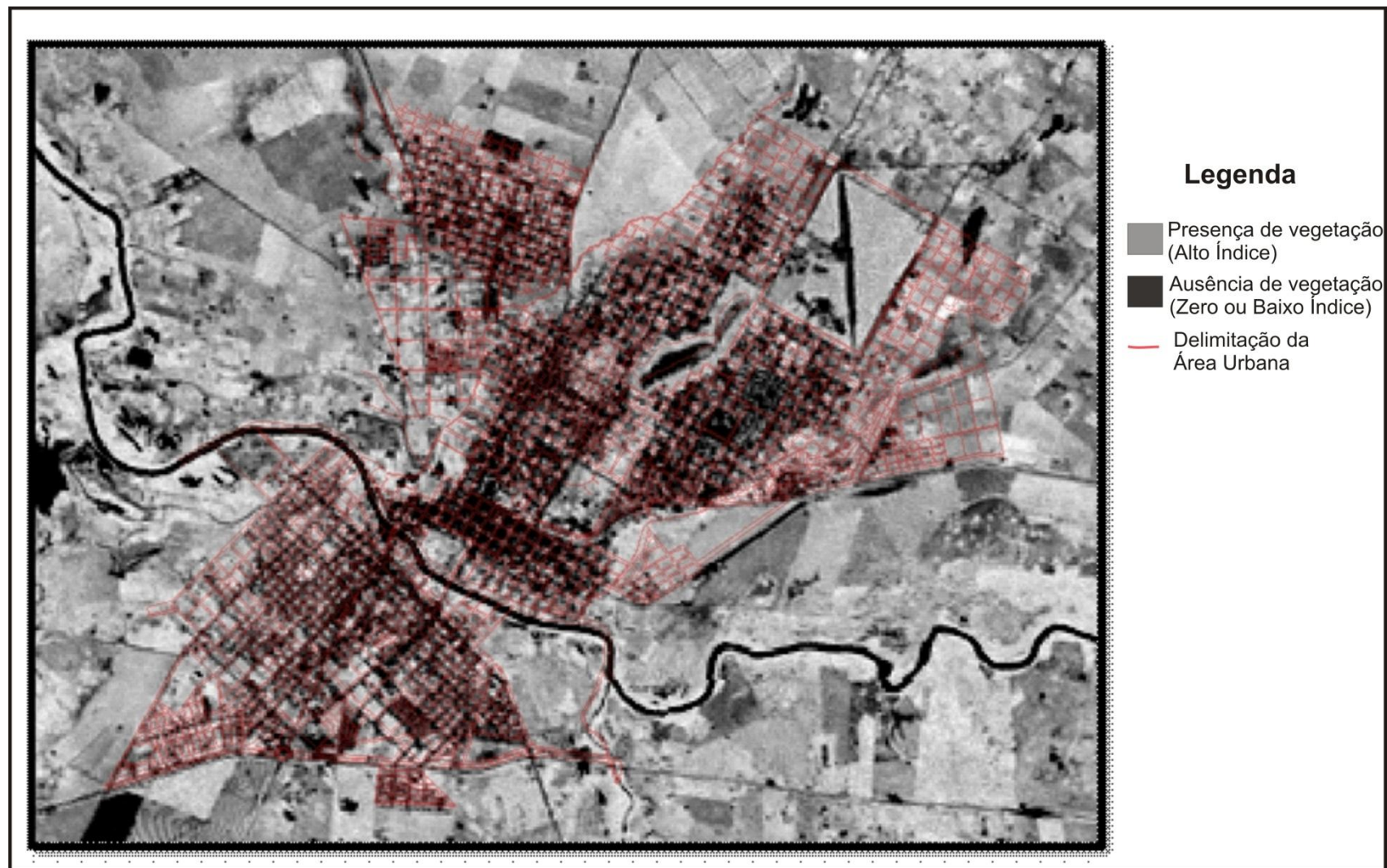


Figura 12. Imagem Landsat 5 TM (02/05/2000) – NDVI
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015

Por meio da avaliação das imagens com suas respectivas correções radiométricas, foi possível perceber através das imagens em NDVI e identificar com maior clareza as áreas degradadas que se localizam próximas aos corpos hídricos e em meio à região central onde o índice de vegetação por diferença normatizada apresentou-se menos elevado. Esta degradação do solo pode ser explicada através das atividades exercidas nessas regiões, como a pastagem, que desenvolvida próxima as margens dos corpos hídricos e por serem desenvolvidas sem o devido cuidado com os recursos naturais, fator esse propício a desencadear o processo de degradação do solo.



Figura 13. NDVI de Aquidauana e Anastácio (02/05/2000) **Org.;** HONORATO. A. F. A. 2015.

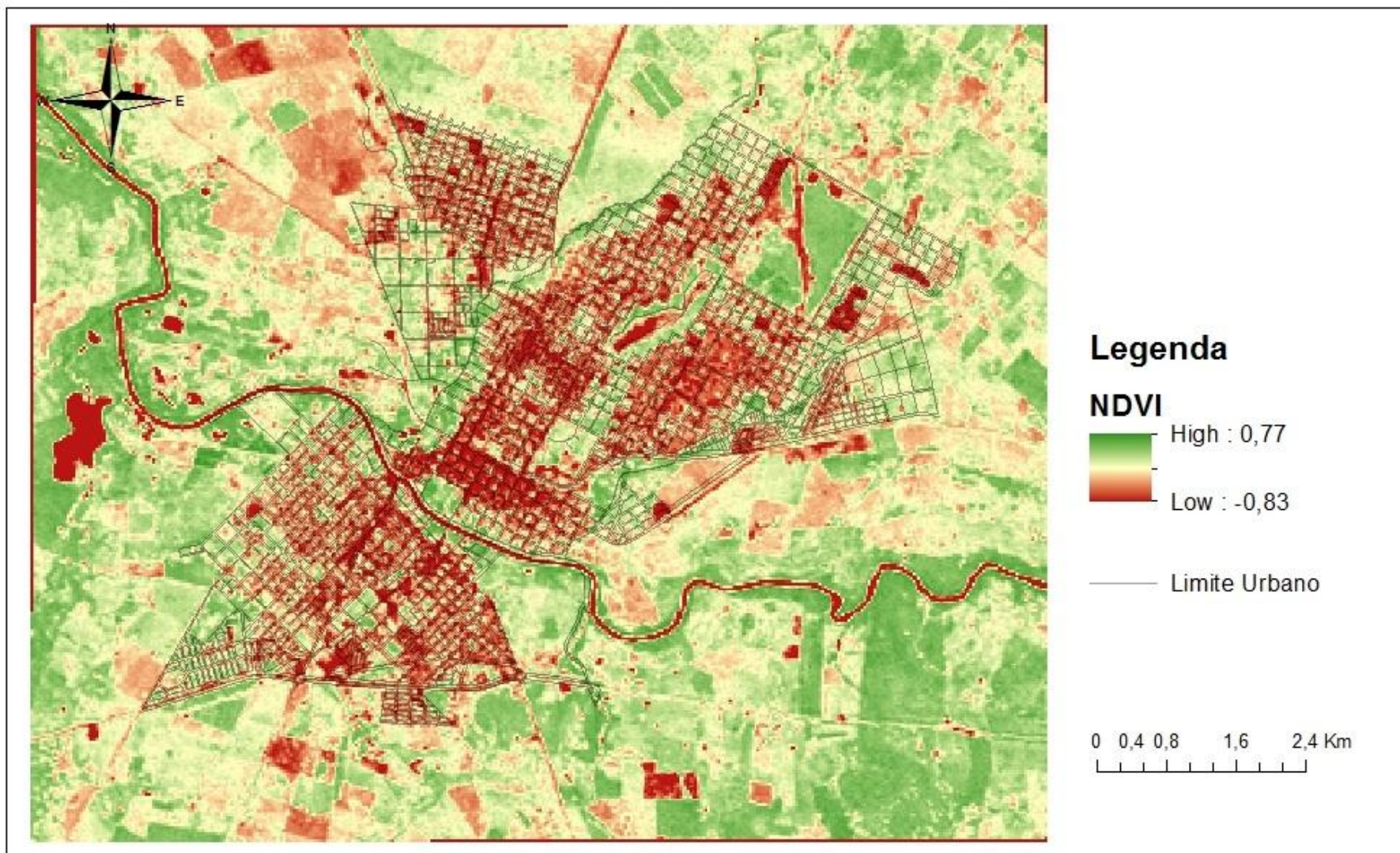


Figura 14. NDVI de Aquidauana e Anastácio (12/04/2010) Org.; HONORATO. A. F. A. 2015.

5. RESULTADOS SOBRE AS IC ENCONTRADAS NAS ÁREAS DE ESTUDOS

Ao realizar estudos sobre clima urbano e seus atenuantes é preciso levar em consideração todas as características da área de estudo, tais como, solo, vegetação, recursos hídricos, meios de transportes, processos de uso e ocupação da área, e formas derivadas, ou seja, tudo o que evidencia as transformações no meio geográfico influenciando sua estrutura e organização, com reflexos no espaço de vivência cotidiana das pessoas, sendo que algumas absorvem em maior ou menor grau a gravidade dos efeitos. Christofolletti (1999).

O termo Ilhas de calor é um fenômeno térmico onde a temperatura urbana é superior à área de seu entorno, cujo pode ser a área de expansão da cidade ou do seu entorno. Assim como afirma OKE (1982):

O fenômeno ilha de calor é formado através das diferenças do balanço de energia entre a cidade e o campo, sendo uma anomalia térmica, com dimensões horizontais, verticais e temporais. Suas características estão relacionadas com a natureza da cidade (tamanho, densidade, tempo e estações).

As ilhas de calor devido às altas temperaturas provocam alterações na umidade relativa do ar e interfere no comportamento dos ventos, ocasionando elevadas temperaturas que acarreta o “desconforto térmico” na área urbana. Fatores originários das ações antrópicas, como a diminuição das áreas verdes, a pavimentação, as construções civis (casas populares), liberando o calor latente à atmosfera com maior intensidade.

As cidades de Aquidauana e Anastácio estão inseridas em uma área de transição entre o planalto de Maracaju – Campo Grande e a planície sedimentar do Pantanal.

Segundo Sant’anna Neto (1989) a cidade de Aquidauana está localizada entre as cuestas areníticas do planalto Maracaju – Campo Grande e a planície Pantaneira, nas áreas de domínio das massas Equatoriais e Tropicais e as

influência das Tropicais polares, em plena área transicional das grandes faixas zonais do clima, compreendida num estreito patamar geológico entre o antigo embasamento cristalino e extensa área de cobertura sedimentar que se prolonga de norte a sul e coberta por um complexo conjunto biótipo.

As características climáticas da cidade de Aquidauana e Anastácio apresentam dois períodos sazonais bem definidos, tendo como característica o clima Tropical, sendo o inverno seco, verão chuvoso. O processo de produção do espaço urbano das duas cidades tem gerado transformações no meio natural, que já merecem ser considerados nos aspectos relativos ao clima. O fenômeno identificado como ilha de calor, desencadeado em função do uso e ocupação do solo, diminuição de vegetação arbórea, impermeabilização do solo, canalização dos leitos d'água que cortam a área urbana são uma das principais características pelo aumento da superfície de absorção térmica das cidades. Segundo Christofolletti (1999, p. 131 e 132).

As mudanças nas condições climáticas em áreas urbanizadas constituem categoria de impactos antropogenéticos, com ampla bibliografia, considerando tanto os efeitos na temperatura, gerando as ilhas de calor, como na precipitação.

O desenvolvimento desordenado das cidades de Aquidauana e Anastácio, associados ao planejamento frágil, tem, no entanto, provocado uma variedade de mudanças no ambiente urbano. As condições específicas de padrões de uso do solo e os aspectos geológicos e geomorfológicos do sítio urbano e o processo de uso e ocupação do solo e transformação da paisagem urbana somada às condições socioeconômicas da população, tem evidenciado impactos negativos no espaço.

Com base nas informações geradas através das imagens Landsat 5 TM, banda 6 canal termal, utilizada para fornecer índices de temperatura de superfície das cidades de Aquidauana e Anastácio, foi possível identificar as ilhas de calor na área urbana.

O fenômeno ilha de calor foi localizado na imagem analisada representada no período representativo à estação outono no ano de 2000, com a passagem do satélite Landsat em 02/05/2000. As regiões onde foram

encontradas as ilhas de calor em Aquidauana foram: a região Central, Santa Terezinha, Guanandy, Nova Aquidauana, Bancária e Bairro Alto. Em Anastácio as ilhas de calor se concentraram praticamente em todo setor 02 (de acordo com a planta cadastral da cidade de Anastácio), da cidade. **(Figura 15).**

A temperatura aparente de superfície de Aquidauana e Anastácio obteve o índice de 21°C a 29°C, sendo que na região central, esse índice foi de 25°C a 29°C, porém, no meio da região central foi identificado o índice de temperatura de 27°C a 29°C. Onde se tem os maiores índices de construções, a impermeabilização do solo é total, por ser uma área com aspectos de planície o que torna o ambiente quente e muito abafado, associado ao fluxo de veículos, grande concentração de serviços públicos da cidade, casas comerciais. Nas regiões do Guanandy, os índices de temperatura foram de 25°C a 27°C, o fator que pode ter contribuído para esses índices elevados, pode estar relacionado, com as características da região, sendo, uma região de fundo de vale, e por apresentar baixo índice de vegetação. Claro que outros fatores também podem ter contribuído, para essas elevadas temperaturas, como a pavimentação, o tipo de material construído, são fatores que contribuem para retenção de calor. A região do Santa Terezinha, os índices foram de 25°C a 27°C, isso pode ser explicado, devido a grande concentração de área construída próximas umas das outras, a pavimentação, são características que contribui para esse fenômeno. Já as regiões do Nova Aquidauana, Bancária e Bairro Alto, consideradas periféricas, o que se espera é que seriam regiões de índices amenos de temperatura, porém isso não aconteceu, pelo menos, não na região como um todo, mas em pontos isolados dessas regiões os índices temperatura foi de 25°C e 27°C. Se analisarmos comparando com os dados do NDVI **(Figura 13. Pag. 70)**, iremos observar, que nessas regiões onde há presença de vegetação, mesmo que de forma esparsa, que ali existem e a não impermeabilização do solo, os índices de temperatura foram de 23°C a 25°C, ou seja, temperaturas mais amenas. Já onde não há indícios de vegetação, os índices foram de 25°C a 27°C.

Em Anastácio também foram identificadas as ilhas de calor, onde os índices de temperatura ali analisados foram de 25°C a 27°C. Concentrado quase que totalmente no setor 02 (de acordo com a planta cadastral de Anastácio).

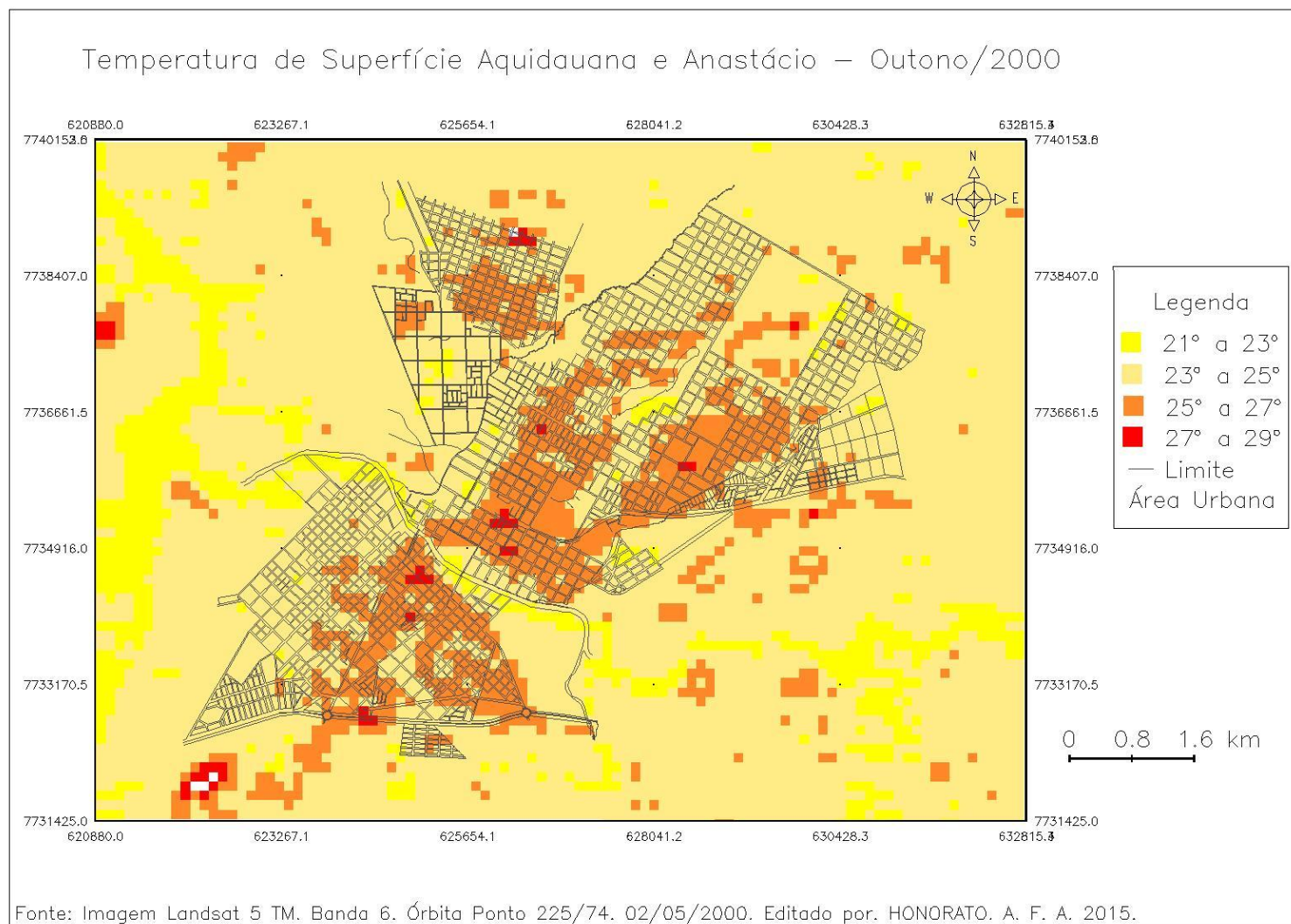


Figura 15. Espacialização das Temperaturas sobre Aquidauana e Anastácio no ano de 2000.
Org.; HONORATO, A. F. A. 2015.

cio), por ali existir grande adensamento populacional, grande concentração de área construída, a impermeabilização do solo em boa parte da região, a vegetação arbórea esparsa, por ser também a porta de entrada para a cidade irmã Aquidauana, faz com que o fluxo de veículos ali seja intenso, são fatores que contribui para a retenção de calor no local. Já no setor 01 (de acordo com a planta cadastral de Anastácio) os índices de temperaturas foram de 23°C a 25°C, é uma região que possui loteamentos vazios, às construções civis são de forma mais espacializadas, ou seja, não são muito próximas umas das outras, e por ali haver índices de vegetação arbórea, mesmo que de forma esparsa, esses fatores, fazem com que a temperatura aparente da superfície seja considerada amena, em relação ao setor 02 da cidade.

Ao avaliar o relatório de dados da imagem Landsat 5 do ano de 2000, (**Figura 16**), observa que sobre um total de 115632 pontos analisados considerados válidos os índices de temperatura variaram entre 21°C e 29°C.



Figura 16. Dados estatísticos da Temperatura de Superfície do ano de 2000
Fonte: Banco de dados da imagem Landsat 5 TM de 02/05/2000 Spring 5.1.8
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015.

A área classificada da temperatura do ano de 2000 corresponde a um total de 103.233.60 km total de área classificadas na imagem (**Figura 17**) sendo que a área que corresponde à maior temperatura com intervalos de 23°C a 25°C correspondem a 78.192 km. O intervalo de 27°C a 29°C correspondem os menores índices de temperatura espacializados pela área de estudo com 0,5328 km.

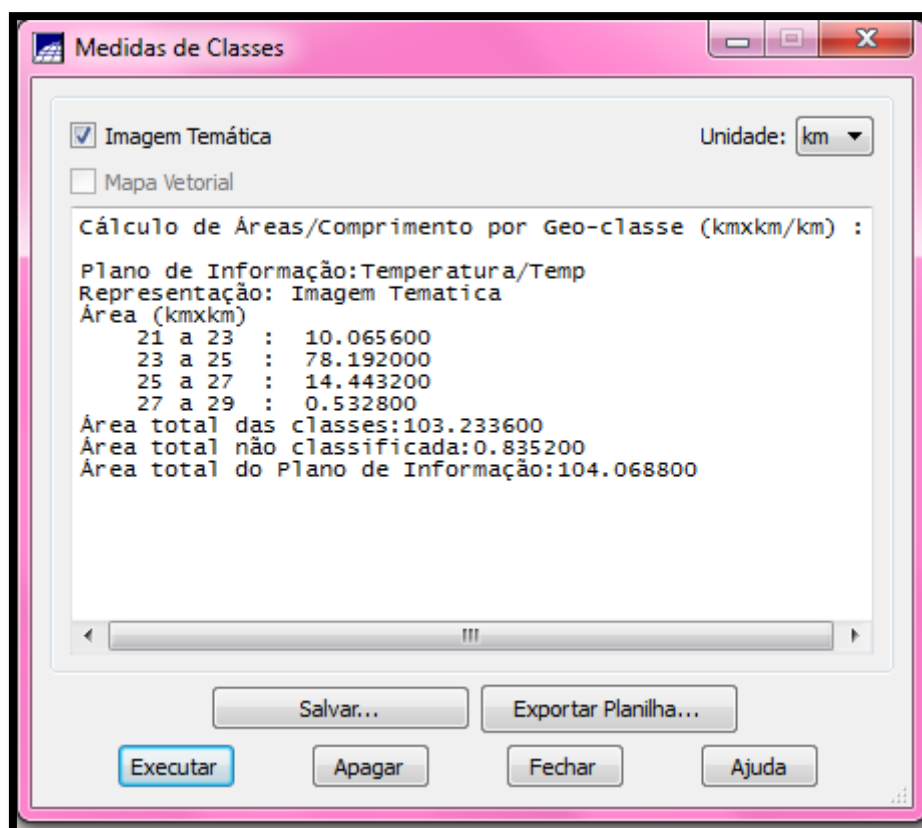


Figura 17. Medidas de Classes da Temperatura de Superfície (km) do ano de 2000
Fonte: Banco de dados da imagem Landsat 5 TM de 02/05/2000 Spring 5.1.8
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015.

Na imagem Landsat 5 TM do ano de 2000 foi possível caracterizar o fenômeno ilha de calor, pois, as temperaturas analisadas foram no intervalo de 25° a 29°C em boa parte da região urbana de Aquidauana e Anastácio, sendo mais aquecida que sua área circunvizinha (rural), onde os índices foram de 21°C a 23°C.

Para análise feita na imagem Landsat 5 TM de 2010 concebida no período representativo à estação outono no ano de 2010, período em que o satélite Landsat 5 TM capturou essa cena é de 12/04/2010.

A imagem que representa a estação do outono de 2010 pode ser observada, que há um aquecimento na área urbana de Aquidauana e Anastácio, sendo que em Aquidauana essas regiões são: região Central, Guanandy, Santa Terezinha, Bairro, Alto, Nova Aquidauana e Bancária. Em Anastácio o setor 02 (de acordo com a planta cadastral da cidade de Anastácio), foi o ponto em que foi identificada a ilha de calor. (**Figura 18**).

A temperatura aparente de superfície de Aquidauana e Anastácio obteve o índice de 17°C a 29°C. Sendo que na região Central, Guanandy, Santa Terezinha, Bairro, Alto, Nova Aquidauana e Bancária, os índices de temperatura aparente de superfície foram de 25°C a 29°C. Observa-se que nas áreas onde há indícios de NDVI, as temperaturas de superfície foram de 19°C a 23°C, ou seja, temperaturas agradáveis (fresco).

Um fato intrigante, em relação à região da bancária e do Nova Aquidauana, ambas regiões fazem divisa com a área rural, porém na imagem analisada e interpretada referente ao ano de 2010, observamos que na área circunvizinha a elas, área rural, há um aquecimento acentuado, onde os índices de temperatura apontam de 25°C a 29°C, há então, uma probabilidade, ou seja, uma hipótese de que nessa região, que se encontra hoje, uma área de pastagem, a possibilidade de que, na época analisada, essa região tenha sido supostamente haver sido queimada, ou até mesmo, gradeada (processo feito pelos fazendeiros, para a formação de pastagem). Sendo assim, isso é uma hipótese, já que o período estudado através das imagens é de 2010.

Com relação a Anastácio, os índices de temperatura aparente mais uma vez se caracterizou na região 02 (de acordo com a planta cadastral da cidade de Anastácio), com índices de 25°C a 29°C. No setor 01 abrangendo uma área um maior da região Central de Anastácio, também foi caracterizado o índice de 25°C a 29°C.

Analisando o relatório de dados da imagem do ano de 2010 (**Figura 19**), observa que sobre um total de 123872 pontos analisados considerados válidos os índices de temperatura variam entre 17°C a 29°C.

A área classificada da temperatura aparente de superfície do ano de 2010 corresponde a um total de 111.1824 km total de áreas classificadas na imagem (**Figura 20**) sendo que a área que corresponde à maior temperatura

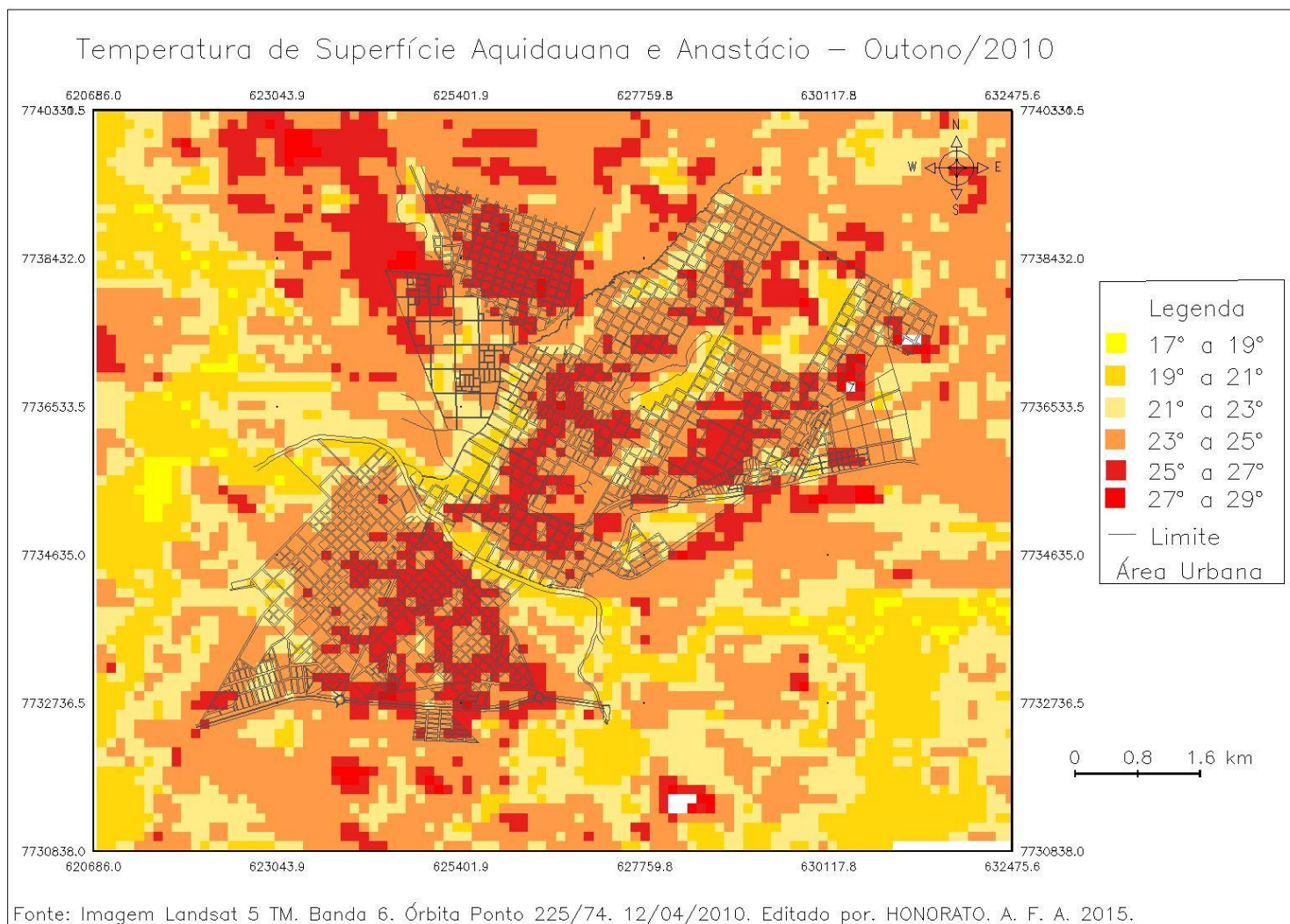


Figura 18. Espacialização das Temperaturas sobre Aquidauana e Anastácio no ano de 2010
Org.; HONORATO, A. F. A. 2015.



Figura 19. Dados estatísticos da Temperatura de Superfície do ano de 2010
Fonte: Banco de dados da imagem Landsat 5 TM de 12/04/2010 Spring 5.1.8
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015.

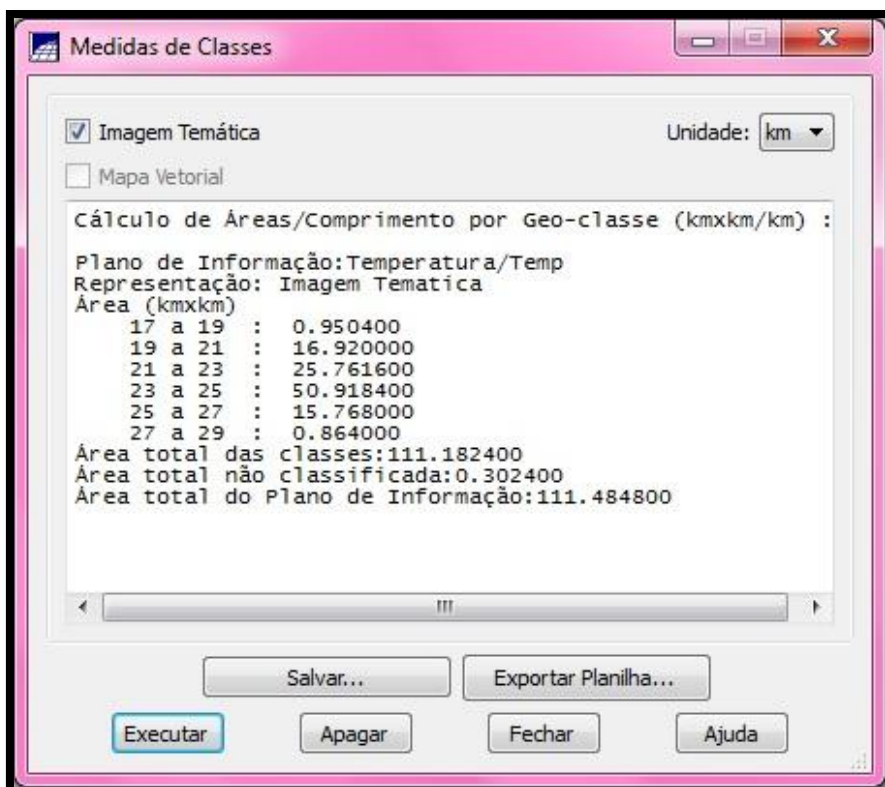


Figura 20. Medidas de Classes da Temperatura de Superfície (km) do ano de 2010
Fonte: Banco de dados da imagem Landsat 5 TM de 12/04/2010 Spring 5.1.8
Org.; HONORATO. A. F. A. 2015.

Com intervalos de 23°C a 25°C, correspondendo uma área de 50.9184 (km). O intervalo que corresponde de 27°C a 29°C (km) corresponde os menores índices de temperatura espacializados pela área de estudo com 0, 864 (km).

Diante das análises feitas através das imagens Landsat 5 TM, do sensor TM Banda 6 do canal termal, podemos concluir que, na imagem Landsat 5 TM de 2010 não podemos caracterizar presença de ilhas de calor na cidade de Aquidauana e Anastácio.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Aquidauana e Anastácio atua como um modificador do clima local e cria atmosferas específicas nas áreas de sua influência, estas mudanças são definidas como clima urbano, ou seja, toda área de influência que a cidade tem, capaz de modificar e criar condições adversas na atmosfera local.

Aquidauana e Anastácio são uma cidade que estão posicionadas entre o planalto de Maracaju e a Planície Sedimentar do Pantanal. As condições do uso e ocupação do solo e os aspectos geológicos e geomorfológicos associado com as transformações na paisagem urbana têm evidenciados impactos negativos no espaço urbano.

Aquidauana e Anastácio, por exemplo, apresentam reflexos da ação antrópicas, que associado com as manifestações de extremos climáticos, expõe a população à vulnerabilidade climática. (as enchentes, por exemplo).

A falta de planejamento urbano adequado é o principal fator que interfere na incidência do problema, onde a ocupação de lugares impróprios para moradia e habitação, a diminuição das áreas verdes, a impermeabilização do solo, tanto de concreto, quanto asfalto são responsáveis pela formação do fenômeno ilha de calor.

A evolução histórica das temperaturas de Aquidauana e Anastácio pode ser analisada de acordo com as imagens, nas quais nota-se que o aquecimento tem se concentrado no período de 2000 a 2010, nas regiões centrais de ambas as cidades, em Aquidauana, nas regiões do Guanandy, Santa Terezinha, Bairro Alto, Nova Aquidauana e Bancária. Já em Anastácio, a parte que corresponde todo o setor 02 principalmente.

No ano de 2000 as temperaturas aparentes de superfície sobre a área urbana, notam-se um aquecimento sobre a cidade, onde as temperaturas variam de 21°C a 29°C. No ano de 2010 as temperaturas de superfície aparente sobre a área urbana, notam-se um aquecimento ainda maior sobre a cidade, onde os índices de temperatura variam de 17°C a 29°C.

Na comparação com as duas imagens analisadas, podemos notar que a área urbana se mantém mais aquecida que a área do seu entorno, principalmente na imagem de 2010, sobretudo nas regiões Centrais das duas

cidades, Santa Terezinha, Bairro, Alto, Guanandy, Nova Aquidauana e Bancária, na cidade de Aquidauana. Entretanto na cidade co-irmã Anastácio, a região do setor 02 da cidade principalmente. Onde os índices de temperatura ficaram entorno de 25°C a 29°C. Porém as áreas circunvizinhas no período de 2000, os índices não ultrapassaram os 23°C.

Em virtude do uso do solo e ocupação do espaço, dos materiais utilizados nas construções, como o concreto, Eternit que absorve a radiação e se mantém aquecido por muito mais tempo, assim também como no asfalto, os vidros das lojas no comércio e em algumas residências que serve de refletores de energia e faz com que o vento circule mais aquecido, o fluxo de veículos que libera a disposição de gases poluentes na atmosfera, e a diminuição das áreas verdes, que servem para amenizar as temperaturas nos centros urbanos.

Em relação às imagens NDVI, quando comparadas com as imagens termais, é visível que as regiões onde o índice de vegetação é mais acentuado, as mesmas obtiveram um índice de temperatura aparente menor, em relação às regiões onde o índice de vegetação é inexistente.

Assim como grande maioria das cidades, Aquidauana e Anastácio vêm crescendo, de forma lenta, mas em desenvolvimento, sem levar em consideração seu contexto climático. Sendo assim, podemos concluir que a ilha de calor é responsável pelo “desconforto térmico” nas cidades, o processo de uso e ocupação do espaço, do solo, as mudanças na paisagem natural, aliado com o processo das ações antrópicas do homem, são fatores que ocasionam o fenômeno identificado como ilha de calor, tendo como sensação o desconforto térmico.

Como método para mitigar a sensação de desconforto térmico, sugere-se uma política de planejamento urbano que vise o desenvolvimento de forma integrada e sustentada. Visando assim diminuir ou até mesmo, minimizar os transtornos causados pelas ilhas de calor, sugere-se a criação de novas áreas verde, e principalmente a revitalização da mata ciliar dos córregos Guanandy e João Dias, assim melhorando a qualidade ambiental urbana.

Referências Bibliográficas

ALCOFORADO, M. J. O clima na região de Lisboa – contraste e ritmos térmicos. Lisboa: Tipografia Guerra – Viseu, 1993. 347 p.

AMORIM, M. C. C. T. Clima Urbano: estrutura térmica e ilhas de calor. In TRINDADE, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (orgs). Climatologia urbana regional: questões teóricas e estudos de casos. p. 191 – 220. Outras Expressões: São Paulo, 2013.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os Trópicos. 3ª Edição. Editora Bertrand Brasil, 1991, Rio de Janeiro.

BIAS, Edilson de Souza; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello.; LOMBARDO, Magda Adelaide. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio de combinação de dados landsat e ikonos, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 11., 2003, Belo Horizonte. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, 2003. p. 1741 – 1748.

BRASIL, A. E. e ALVARENGA, S. M. Relevo: In: Geografia do Brasil – região Centro-oeste. Fundação IBGE, Rio de Janeiro, vol. I. 1989.

BRISTOW, R. S.; MULLEN, J. B. Environmental geography education heat islands. Geography and Regional Planning, westfield, 1995, 128 p.

CAMARGO, F. P.; OLIVIRA, G.; GUERRA, J.B. **Análise temporal do revestimento do solo e suas implicações na modificação do campo térmico da área urbana do município de Campo Grande/MS no período de 1988 a 2003.** 2007

CARNAHAN, W. H.; LARSON, R.C. An analysis of an urban heat sink. **Remote Sensing of Environment**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 65 – 71, 1990.

CHANDLER, T. J. London's urban climate. **The Geographycal Journal**, London, v. 128, n. 3. p. 279 – 298, 1965.

CORREA, Roberto L. **O espaço urbano**, 2 ed. São Paulo: Ática, 1993.

COX, Elisa Paglianini. **Interação entre clima e superfície urbanizada: o caso da cidade de Várzea Grande / MT**. 2008. 157f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – UFMT, Cuiabá, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª Edição. Editora Blucher, 1999, p. 131 e 132. São Paulo.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG / UNICAMP; 1999, 170 p.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. Aspectos conceituais do sistema clima urbano: uma breve revisão bibliográfica sobre ilhas de calor. **Caderno de Geociências**. nº 15, p. 13 – 26, jul/set, 1995.

FERREIRA, Yoshiya Nakagawawa. MetrÓpole Sustentavel? Não é uma questão urbana. São Paulo em Perspectiva, vol. 14, nº4, p. 139-144, out-dez 2000.

FLORENZANO, Teresa G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2002.

FLORENZANO, T, G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

FREIRE, N. C.F, PACHECO, A. P. Aspectos da detecção de áreas de risco à desertificação na região de Xingó. XII. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais**, Goiânia, Brasil, abril 2005, INPE.

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

GUSSO, A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR / NOAA – **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 42, n.2, p. 231 – 237, fev. 2007.

HONORATO, A. F. A. **Identificação de ilhas de calor frescor na cidade de Aquidauana/MS**. (monografia), UFMS/CPAQ, 2012.

IMAMURA-BORNSTEIN, I.R. Observation studies of urban heat island characteristic in different climate zones. Tsukuba, 1991. 156p. PhD Tese – University of Tsukuba.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Anuário estatístico do Brasil** – 1993, vol. 53, Rio de Janeiro, 1993

JENSEN, John R. **Remote sensing of the environmet na earth resource perspective** 2. ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 2007, 592 p.

JOIA, P. R. Origem e evolução da cidade de Aquidauana-MS. **Revista Pantaneira**, Aquidauana-MS, v.7, p. 34-49, 2005.

JOIA, P. R., SILVA, R. L. O. Ocupação do solo e meio ambiente na cidade de Aquidauana. **Revista Pantaneira**, Aquidauana-MS, v. 5, p. 25-43, 2003.

KIM, Y-H; BAIK, J-J. Spatial and temporal structure of urban heat island in seoul. American Meteorological Society, v. 44, p. 591 – 605, aceito em 2004 (publicado em may, 2005).

LANDSBERG, H. E. The urban climate. International Geophysics series, v. 28. New York: Academic Press, 1981. 275 p.

LANDSBERG, Helmut. Erich. O clima das cidades. Tradução: Prof. Dr. Tarik Rezende de Azevedo, DG, FFLCH, USP. Revisão. Profa. Dra. Maria Eliza Siqueira. DG, FFLCH. USP. **Revista do Departamento de Geografia**, 2006 n. 18, p. 95 – 111.

LOMBARDO, A. M. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

MARCONDES, J. F. **Densidade Demográfica e Domiciliares da Área Urbana de Aquidauana** – MS: UFMS – Departamento de Geociências, 2005. Monografia 22 p.

MENDONÇA, F. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MENDONÇA, F. & MONTEIRO, C. A. F. **Clima Urbano**. São Paulo: oficina de texto, 2003, 175-192p.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. F., MENDONÇA, F. Clima urbano: Teoria e a cidade brasileira. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas**: a história de uma procura. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2001. 127 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2º ed. Viçosa, UFV, 2003, 307 p.

NEVES, J. **Um porto para o Pantanal**: a fundação de Aquidauana: civilização e Dependência. Campo Grande-MS: Ed. UFMS, 2007.

NIMER, EDSON. **Climatologia do Brasil**. Edição Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente – SUPREN / IBGE, Rio de Janeiro, 1979.

NOVO Evlyn M. L. de M **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher, 1988. 308p.

NOVO, Evlyn M.L. de M. **Sensoriamento remoto - princípios e aplicações**. Ed. Edgard Blücher LTDA, São Paulo, 1992.

OKE, T. R. (1982) - The energetic basis of the urban heat island. Quart. Journ. Roy. Met. Soc., 108, p. 1 – 24.

PAIVA, Célia Maria. Estimativa do Balanço de Energia e da temperatura da superfície via Satélite NOAA – AVHRR, Rio de Janeiro, 2005 Tese (Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PARRA, M. A. T.; TROPPEMAIR, H. Regiões bioclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul. In: GERARDI, L.H.O.; MENDES, I.A. **Do natural, do social e de suas interações**: visões geográficas. p. 19-26, Ageteo, Rio Claro, 2002.

PARRA, MARIA Ap^a. Estudos climáticos no estado de Mato Grosso do Sul: as médias e a dinâmica atmosféricas; In: **Rev. de Geografia**. Ano VI, nº 11, jan/jun de 2000, 41 – 46 p.

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

PINHO, O. S.; MANSO ORGAZ, M. D. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. **International Journal of biometeorology**. London, v. 44, n. 4, p. 198 – 203, 2000.

POLIZEL. J. L. Geotecnologia e clima urbanp: aplicação dos recursos de sensoriamento remoto e sistema de informação geográficas na cidade de Piracicaba, SP/ Tese - São Paulo-SP, 2009.

PRICE, J. C. Assessment of the urban island effect through the satellite data. Monthly Weather Review, Boston, v. 107, n. 11, p. 1554 – 1557, 1979.

ROBBA, C. **Aquidauana Ontem e Hoje**. Campo Grande: Tribunal de Justiça de Mato Grosso do sul, 1992. 147p.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, 4º ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 210 p.

ROUSE, J.W. R.H. HAAS, J.A. SCHELL, D.W. DEERING, J.C. HARLAN. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenware effect) of natural vegetation**. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD, 1973, 371 p.

SANT'ANNA NETO, J.L. Algumas considerações sobre a dinâmica climática na porção sudeste do Pantanal Sul-Matogrossense. **Boletim Paulista de Geografia**, nº67 p. 75-88, São Paulo, 1989.

SANTOS, Flávio C. **Estudo da temperatura do ar nas cidades de Aquidauana e Anastácio – MS**. Dissertação (Mestrado) – UFMS/CPTL Três Lagoas, 2014.

SANTOS, M. A Urbanização Brasileira. São Paulo: Hucitec, 1993, 157 p.

SARTORI, M. G. B. O clima de Santa Maria, RS: do regional ao urbano. 1979. 166f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia / FFCLH / USP, São Paulo 1979.

SILVA, H. D. B., **Estudo do Índice de Vegetação no Município de Floresta - PE, utilizando técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Universidade Federal de Rural de Pernambuco – UFRPE. Recife-PE, 2009.

TARIFA, J. R. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 15 – 28, 1994.

TAVARES, A. C.; PROCHNOW, C. A. C. Atlas climáticos de Rio Claro – SP 1996. Rio Claro: (s.n), 1997. 78 p.

TAVARES. Antonio Carlos. O clima local de Campinas: introdução ao estudo ao estudo do clima urbano. 1975. 180f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

TEZA, C. T. U.; BAPTISTA, G. M. de M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005. 16 – 21 abril, Goiânia. **Anais**. Goiânia; INPE, 2005. p. 3911 – 3918. tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos 2010.

VOOGT, James A.; OKE, Tim R. Complete Urban Surface Temperatures. **Journal Of Applied Meteorology**. v. 36, sep. 1997. p. 1117 – 1132.

WENG, Q. A remote sensing – GIS evolution of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, china. **Internacional Journal of Remote Sensing**, oxford, v. 22, n. 10, p. 1999 – 2014, 2001.

WENG, Q. Fractal analysis of satellite – detected urban heat island effect. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v, 69, n. 5, p. 555 – 566, may, 2003.

ZAMPARONI, C. A. G. P. **Ilhas de calor em Barra do Bugres e Tangará da Serra – MT**: uma contribuição ao estudo do clima urbano em cidades de pequeno porte em área tropical. 1995. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia. Letras e Ciências Humanas Programa de Pós- Graduação em Geografia Física, USP. 1995.

ZAVATINI, J. A. **A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. Tese (Doutorado) - USP/FFLCH São Paulo, 1990.

ANEXO 1

Primavera	Verão	Outono	Inverno
19/10/1992	18/01/1991	20/04/1984	12/07/1985
26/09/1995	08/03/1993	22/05/1984	13/08/1985
20/10/1998		10/06/1985	21/08/1988
21/11/1998		28/05/1986	07/07/1989
23/10/1999		13/04/1993	23/07/1989
04/10/2004		29/04/1993	11/08/1990
10/10/2006		16/04/1994	29/07/1991
11/11/2006		18/05/1994	21/07/1994
15/10/2008		03/06/1994	06/08/1994
18/12/2008		03/04/1995	24/07/1995
02/10/2009		06/06/1995	09/08/1995
05/10/2010		05/04/1996	25/08/1995
21/10/2010		21/04/1996	07/05/1996
		08/06/1996	26/07/1996
		08/04/1997	11/08/1996
		14/06/1998	13/07/1997
		16/05/1999	04/08/1999
		01/06/1999	20/08/1999
		11/07/1999	05/07/2000
		02/05/2000	22/08/2000
		26/03/2004	09/08/2001
		14/04/2005	31/08/2003
		16/05/2005	30/06/2004
		23/06/1996	17/08/2004
		12/04/2010	04/08/2005
		15/06/2010	20/08/2005
			06/07/2006
			22/07/2006
			07/08/2006
			26/07/1996
			11/08/1996
			28/06/2009
			30/07/2009
			22/09/2011

Dados das imagens Landsat 5 TM Disponíveis Órbita Ponto 225/74 (0% de nuvens).