

## **ILHAS DE CALOR E FRESCOR NA ÁREA URBANA DA CIDADE DE AQUIDAUANA-MS**

Ana Flávia Avenir Honorato  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
flavinha.honorato@hotmail.com

Vicentina Socorro da Anunciação Andrade  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

### **EIXO TEMÁTICO: CLIMATOLOGIA: POLÍTICA E CIÊNCIA**

#### **RESUMO**

Ao realizar estudos sobre clima urbano e seus atenuantes é preciso levar em consideração toda características em solo, vegetação, recursos hídricos, meios de transportes, processos de uso e ocupação da área em estudo. 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 do Software SPRING 5.3 buscou-se mapear o campo térmico da cidade de Aquidauana-MS no ano de 1990 e 2008, Gerar mapas de temperatura de acordo com (Banda 6 termal) e umidade relativa usando a metodologia (NDVI e NDWI) sobre a área urbana de Aquidauana 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 e frescor na área urbana de Aquidauana. Considera - se como fatores desencadeadores dos padrões de absorção térmica na cidade, os agentes sociais produtores do espaço urbano, reduzido índice de área verde e os tipos de materiais utilizados para construção civil e pavimentação.

**PALAVRAS-CHAVES:** Clima Urbano, Ilhas de Calor e Sensoriamento Remoto.

#### **ABSTRACT**

By performing studies on urban climate and its mitigation is necessary to take into account all characteristics of soil, vegetation, water resources, means of transport, process, use and occupancy of the study area. The changes embodied in the consolidated changes in urban landscape of cities, which associated with an inefficient design enhances the environmental problem, may be emphasized the climate of order, arising from the actions of social agents producers in the use of space and land use in their various segments. Using the software SPRING 5.3 sought to map the thermal field in the city of Aquidauana-MS in 1990 and 2008, generate maps according to temperature (thermal Band 6) and relative humidity using the methodology (NDVI and NDWI) on Aquidauana urban area from LANDSAT 5 TM. Through the images was possible to analyze and interpret the data (Landsat Satellite) and identify the episodes of heat islands in urban areas and freshness of Aquidauana. Considered - as triggers patterns of heat absorption in the city, the social agents producers of urban space, low rate of green area and the types of materials used for construction and paving.

**KEY WORDS:** Climate Urban Heat Islands and Remote Sensing.

#### **JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA**

As cidades no presente 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 aos fatores de ordem climática. As transformações no ambiente urbano, advindas da diferentes atuações dos agentes sociais produtores do espaço, geram

entre outros aspectos, um novo padrão de clima sobre o perímetro urbano, criando assim uma nova atmosfera sobre ele.

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, e formas derivadas, 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. Segundo Christofolletti (1999, p. 131 e 132).

O aquecimento não pode ser atribuído apenas no processo de uso da terra e urbanização, pois também é encontrado nas temperaturas dos oceanos. As mudanças nas condições climáticas em áreas urbanizadas constituem categoria de impactos antropogênicos, com ampla bibliografia, considerando tanto os efeitos na temperatura, gerando as ilhas de calor, como na precipitação.

Referindo-se a cidade de Aquidauana especificamente, já vêm apresentados reflexos da influência exercida pelo ineficiente uso e ocupação do espaço, repercutindo nas manifestações de extremo climático, que aliado a um planejamento urbano ineficaz expõe parcela da população à vulnerabilidade climática.

O clima tropical da cidade apresenta um período chuvoso com altas temperaturas e um período de seca com índices de temperatura amena e rara, apresenta índices baixos. Segundo Joia (2003) “no período chuvoso (de outubro a abril), ocorrem precipitações torrenciais, causando inundações nas áreas ribeirinhas. Na seca (maio a setembro), têm-se até meses com ausência de chuvas. Esta estiagem favorece as queimadas que ocorre todo o ano, bem típico da região do pantanal”. No verão, a temperatura média oscila entre 28°C a 32°C. No inverno em torno de 18°C a 22°C.

Dessa forma, o presente artigo busca uma análise das características de temperatura e umidade relativa intra-urbanas para a cidade em questão, 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.

## **OBJETIVOS**

Configura-se como objetivo do trabalho mapear o campo térmico da cidade de Aquidauana-MS no período de 1985 a 2011, na estação sazonal de inverno/verão. Gerar mapas de temperatura e umidade relativa sobre a área urbana de Aquidauana a partir das imagens LANDSAT 5 TM do ano de (1990 e 2008). Analisar e interpretar os dados obtidos das imagens orbitais (Satélite Landsat) e identificar os episódios de ilhas de calor e frescor na área urbana de Aquidauana.

## MATERIAL E MÉTODO

Para o trabalho ora apresentado, utilizou-se o canal infravermelho termal, cujo 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).

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):

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.

Para o tratamento das imagens foram utilizado software SPRING 5.3.3, o seu suporte LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), para gerar as temperaturas nas imagens orbitais no perímetro urbano da cidade de Aquidauana/MS, o FATIAMENTO, para gerar as cores nas imagens e o PERFIL, para gerar os gráficos de temperatura da cidade. As imagens de satélite foram obtidas do site do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE (de domínio público) no período compreendido entre 1985 a 2011 onde foram trabalhadas no software IMPIMA 5.3.3 para a transformação das imagens de *Tiff*, a partir daí trabalhá-las no software SPRING 5.3.3; criando um banco de dados para serem inseridas. No banco de dados foram criadas as categoria IMAGEM, onde se cria os Planos de Informações e neles são anexado as bandas de cada imagem. Para a transformação dos níveis de cinza da banda 6, do termal, em classes de temperatura aparente de superfície foi utilizado o suporte LEGAL do SPRING, onde criou-se uma nova categoria, como modelo matemático (MNT), para que assim as temperaturas possam ser geradas, onde os valores digitais das imagens, lidos por um SCRIPT, tenham seus dados convertidos em temperatura e distribuídos pela cena. Método utilizado por Camargo (2003) onde:

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

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

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

Onde *L<sub>max</sub>* e *L<sub>min</sub>* representa o valor de máxima e mínima radiância escalonados pelo sensor (encontrado geralmente no arquivo descritor das imagens), *NC<sub>max</sub>* representa o nível de cinza máximo, *NC<sub>min</sub>* 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 – 12,5µm)”.

A geração das cartas foi realizada no Software SCARTA 5.3.3 que é a ferramenta que dá suporte ao SPRING. Para a composição das cores nas imagens estudadas foi utilizado uma classificação adotando intervalos de 2°C para temperatura e 2% para a umidade relativa, para cada classe.

Foram calculados o NDVI e NDWI. O calculo foi baseado em Rouse et al.(1973) e Turcker (1979) segundo estes autores afirmam que o NDVI é um indicador sensível a vegetação e é calculado através da reflectância do infravermelho próximo e do visível, que correspondem as bandas 3 e 4 do sensor TM, ao mesmo tempo. O NDVI foi calculado conforme a equação (3)

O NDWI foi obtido conforme Gao (1996), segundo o autor, o NDWI mede o teor de umidade na vegetação e é calculado através da reflectância do infravermelho próximo e infravermelho médio, que correspondem as bandas 4 e 5 do sensor TM (equação 4), respectivamente.

Equações:

$$NDVI = \frac{PIVP - PV}{PIVP + PV} \quad (3)$$

$$NDWI = \frac{PIVP - PM}{PIVP + PM} \quad (4)$$

Onde: *PIVP* refere-se a reflectância no infavermelho próximo, *PV* no visível e *PM* no infravermelho médio.

A escolha dos anos analisados (1990 e 2008), deveu-se a disponibilidade das imagens LANDSAT 5 TM, contemplando a sazonalidade no período de (1985 a 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As características climáticas da cidade de Aquidauana-MS, apresenta dois períodos sazonais bem definidos, tendo como característica o clima Tropical, sendo inverno seco e o verão chuvoso. O processo de produção do espaço urbano da cidade de Aquidauana 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 da impermeabilização do solo, diminuição da vegetação arbórea, canalização dos leitos d’água que cortam o perímetro urbano são responsáveis pelo aumento dos poluentes dispersos na atmosfera, sendo assim aumentando a superfície de absorção térmica na

cidade. Através das imagens Landsat 5 Tm<sup>3</sup> (Thematic Mapper) banda 6, canal termal utilizado, para fornecer as temperaturas da superfície, identificou-se as seguintes características, conforme as (figuras 1 e 2) abaixo:

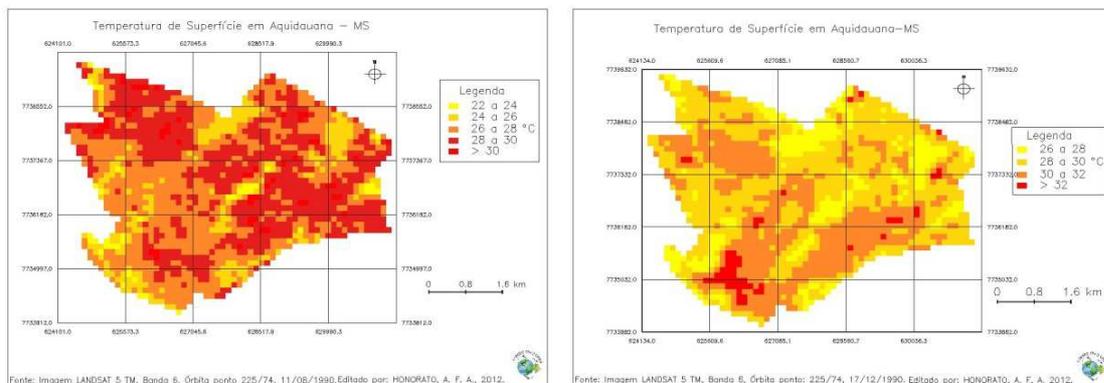


Figura 1: Espacialização das temperaturas sobre a área Urbana de Aquidauana no ano 1990 período de transição: inverno/primavera e primavera/verão (11/08 e 17/12).

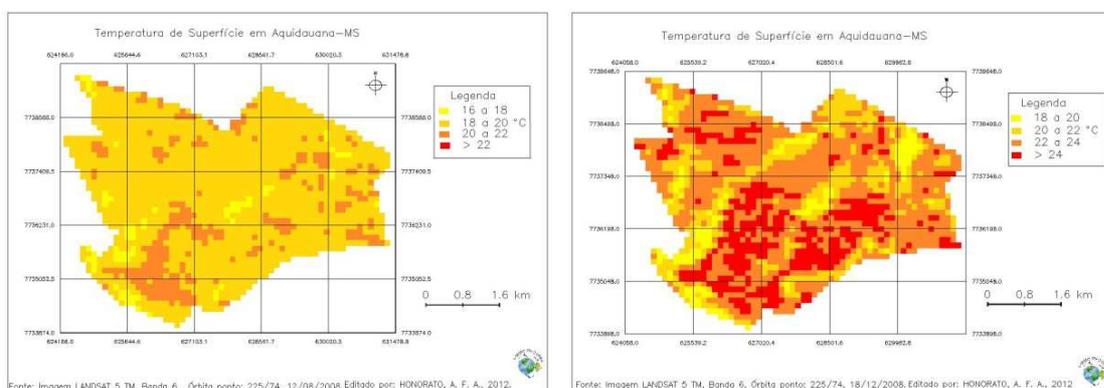


Figura 2: Espacialização das temperaturas sobre a área Urbana de Aquidauana no ano de 2008 períodos de transição: inverno/primavera e primavera/verão (12/08 e 18/12).

Observa-se que no ano de 1990, do dia (11/08) período de transição do inverno/primavera há um grande aquecimento da área urbana de Aquidauana, há registros de temperaturas acima de 22°C e chegando a > 30°C, já no dia (17/12) há registros de temperaturas de 26°C e acima de 32°C. A configuração urbana começa a sofrer transformações. Como representado na (figura 3).

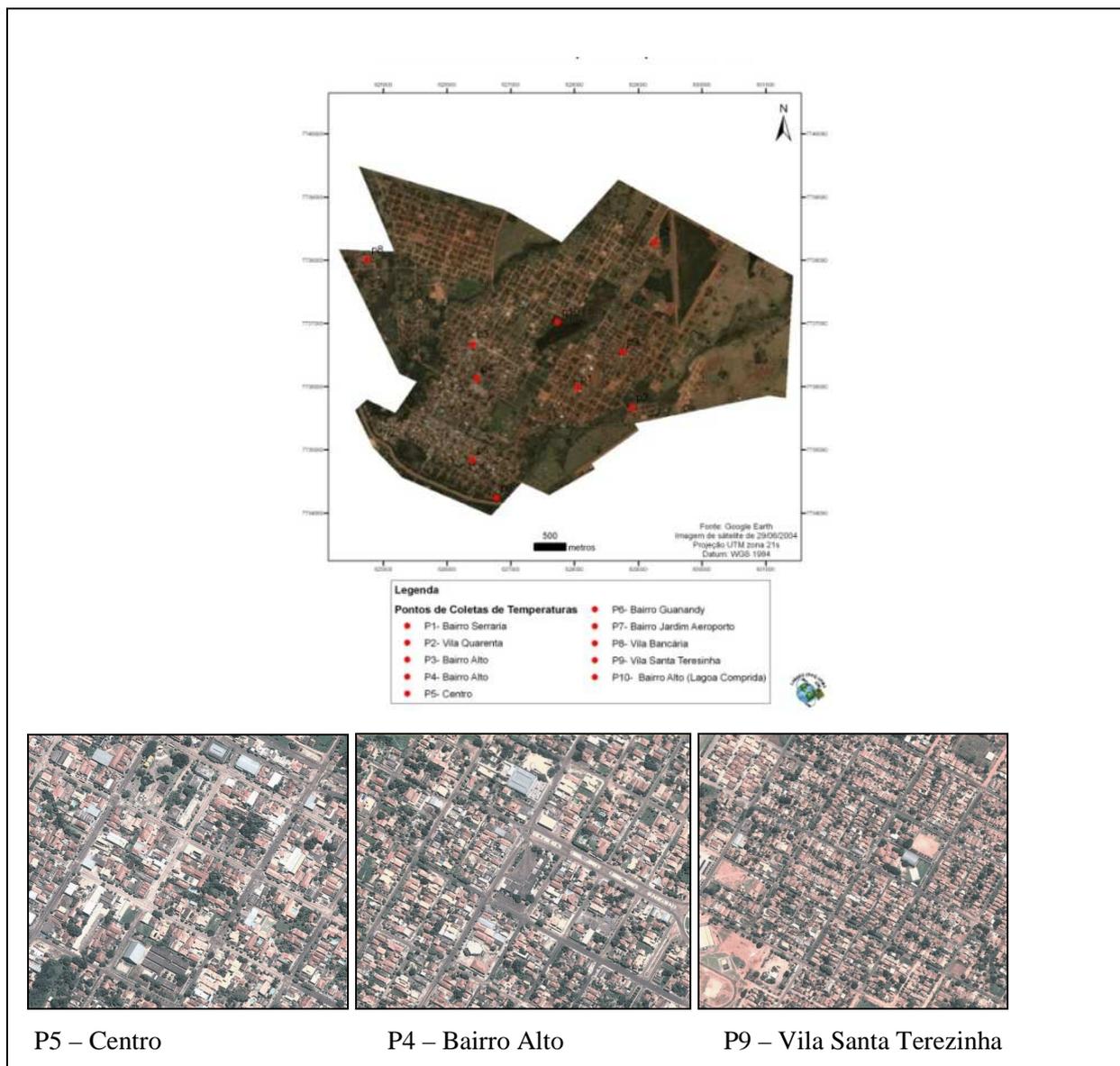


Figura 3: Configuração Urbana de Aquidauana – MS.

Como se pode observar nos pontos (P5, P4 e P9) que corresponde à área P5 – centro, P4 – Bairro Alto e P9 – V. Santa Terezinha na cidade de Aquidauana são áreas densamente ocupadas, Conforme pode ser visualizada na (figura 3) todas as ruas são pavimentadas, e com vegetação rarefeita que associado ao intenso processo de uso e ocupação do solo, tem influenciado na formação do desconforto térmico na área urbana de Aquidauana, como pode ser observado nas imagens acima (figura 1 e 2) espacialização das temperaturas, tanto nos anos de 1990 quanto de 2008, houve registro de temperatura acima de  $> 30^{\circ}\text{C}$ , para o ano de 1990 e para 2008  $> 24^{\circ}\text{C}$ . Fatores que podem ser atribuídos principalmente ao uso e ocupação do espaço local.

No entanto no ano de 2008, no dia da passagem do satélite, (12/08) período de inverno, onde as temperaturas costumam apresentarem-se mais amenas, ocorreu registro de temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$  e acima de  $22^{\circ}\text{C}$ , consideradas relevantes para o mês. E no dia (18/12) em que o satélite capturou a cena,

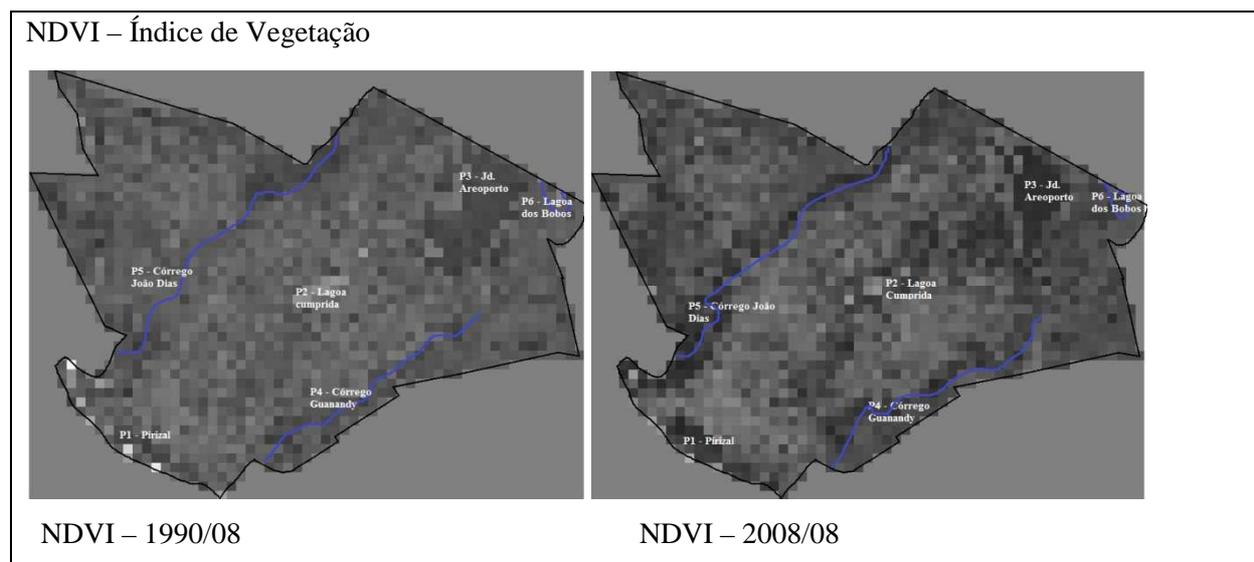
notaram-se registros de temperaturas mínimas de 18°C e acima de 24°C. Índices considerados amenos para a região.

O crescimento descontínuo da cidade de Aquidauana, associados à concentração populacional e 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 e o processo de ocupação e transformação da paisagem urbana somados à condições socioeconômica da população, tem evidenciado impactos negativos no espaço.

Segundo JOIA (2003: 31), “o núcleo urbano de Aquidauana surgiu é definida como a principal área problemática de uso indevido do solo”. ROSS (1991: 70) refere-se às dificuldades de expansão e de equipamentos urbanos ligados às características do meio natural que impõe fortes barreiras físicas.

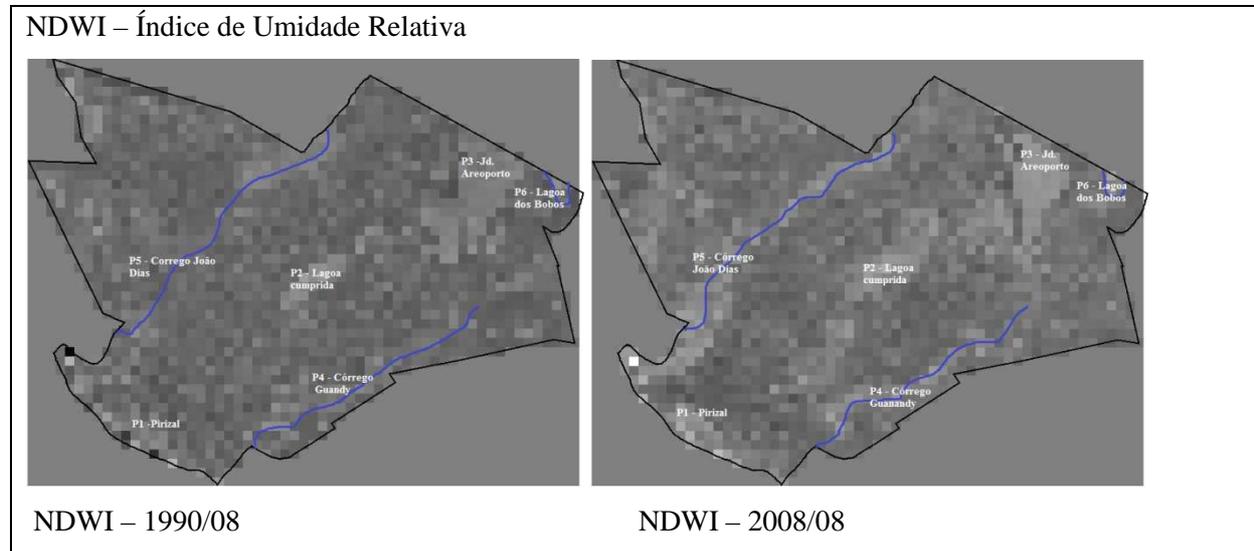
A urbanização, de acordo com Lombardo (1985), Sartori (1986) e Gonçalves (2003) impõe modificações no clima local comprometendo a própria atmosfera da cidade, originando o clima urbano. Que de acordo com (MENDONÇA; MONTEIRO, 2003) “é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização sendo as atividades socioeconômicas urbanas os principais fatores de sua formação”.

Verifica-se que com o processo de evolução da urbanização e dos equipamentos utilizados para atender as necessidades dos cidadãos, promove a redução das áreas verdes, o aumento da superfície de absorção térmica, o crescimento das áreas impermeabilizadas, o adensamento das construções e a pavimentação asfáltica das vias, são fatores que influenciam nos índices de temperatura.



O NDVI – índice de vegetação foi classificado com os tons mais escuros na cena acima. Observa-se que na cena de 1990/08 na região P3 – Jd. Aeroporto há uma expressão bem acentuada de vegetação, porém na cena de 2008/08 da mesma região nota-se que há uma ruptura na expressão de

detalhes, essa ruptura se dá a intensificação do uso e ocupação do espaço na região. É notório também que no entorno do córrego João Dias há índices bem expressivo de vegetação na imagem de 2008/08 do que na imagem de 1990/08.



O NDWI – índice de umidade foi identificado os pontos mais claros na imagem e pode-se observar que no ano de 1990 ocorre baixo índice de umidade em relação à imagem de 2008, que apresenta mais áreas claras. Na imagem de 1990/08 P1- Pirizal apresenta pequenos pontos de umidade, já na mesma área, porém no ano de 2008/08 há uma presença maior de detalhes de umidade. O mesmo procedimento ocorre na região P2- Lagoa cumprida e P3- Jd. Aeroporto respectivamente.

## CONCLUSÃO

Aquidauana é considerada uma cidade de pequeno porte, mas apresenta particularidades nos aspectos do uso e ocupação do espaço que tem influenciado nas características sócio-ambientais no avanço de processo de urbanização. Considera - se os agentes sociais produtores do espaço urbano, a ausência de áreas verdes e os materiais utilizados para construção civil e pavimentação, no decorrer do avanço do processo de urbanização, promotores de transformações, resultando reflexos nos padrões de absorção térmica na cidade.

## REFERENCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 3ª Edição. Editora Bertrand Brasil, 1991, Rio de Janeiro.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª Edição. Editora Blucher, 1999, p. 131 e 132. São Paulo.
- FLORENZANO, Teresa G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2002.

GAO, B. **NDVI – a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space.** Remote Sensing of Environment, 58, 257 – 266, 1996.

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.

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

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.

MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR.** Tese (Doutorado) - FFLCH/USP, 1995. 360p.

MENDONÇA, F. A. **Sistema Ambiental Urbano (SAU): uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade.** IN: Impactos socioambientais Urbanos. Editora UFPR, 2004  
**Teoria e Clima Urbano.** USP/Instituto de Geografia, São Paulo, 1976.  
(Série Teses e monografias, 25)

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

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

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

TURCKER, C. j. (1979) – **red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation.** Remote Sensing of Environment, 8, 127 – 150, 1979.

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