

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

SABRINA POLICARPIO SOUZA CAMPOS

**ANÁLISE DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E A RELAÇÃO COM OS
FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO DA ÁREA URBANA DE AQUIDAUANA (MS)
ENTRE 2013 E 2022, NA ESTAÇÃO DE OUTONO**

AQUIDAUANA, MS
2024

SABRINA POLICARPIO SOUZA CAMPOS

**ANÁLISE DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E A RELAÇÃO COM OS
FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO DA ÁREA URBANA DE AQUIDAUANA (MS)
ENTRE 2013 E 2022, NA ESTAÇÃO DE OUTONO**

Dissertação apresentada como exigência do curso de Mestrado em Geografia, do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geografia, do Campus de Aquidauana da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Gustavo da Silva.

AQUIDAUANA - MS

2024

FOLHA DE APROVAÇÃO

SABRINA POLICARPIO SOUZA CAMPOS

Dissertação de Conclusão de Curso apresentada como exigência do curso de Mestrado em Geografia, do Campus de Aquidauana da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Gustavo da Silva.

Resultado: _____
Aquidauana, MS, ___ de _____ de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Gustavo da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPAQ)

Profª Drª Vicentina Socorro da Anunciação
Universidade Federal da Paraíba (UFPB/Campus de João Pessoa)

Prof. Dr. Elias Rodrigues da Cunha
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPAQ)

AQUIDAUANA, MS
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao senhor Billy Hendior, a quem dei tchau sem saber que seria um adeus assim que embarquei nesta jornada. Foram 15 anos de muito amor.

Agradeço à minha mãe, professora Barbara Miranda, por todo apoio ao longo dessa trajetória que foi cheia de pedras e espinhos, mas que foi amenizada pelos cafunés, abraços, risadas e choros. Minha musa inspiradora!

As minhas irmãs, Samanta e Letícia, ao meu irmão Thiago Felipe, às minhas amigas Janaina, Sara Mariana, Paula, Julia, Lika, Salomão, Jon Poul Webit, Ivania, Dona Zenir, Kauã Moreco e ao enorme Pará (André), que deve estar agora em algum universo ao lado de Goku e Vegeta.

Aos meus bichos, Anabú, Diga, Gordinho, Para Nauê, Menine, Xabú, Naomi e até os “agregatos” Folgato, Cinza, Chica, Mimi, Felipson, Pantaneirinho, Cremily, Joventina e Eloidi Kipchoi, pela companhia e apoio emocional.

Agradeço à UFMS, pela grande oportunidade da minha vida, à CAPES e ao CNPQ, pelo serviço à sociedade, presentes em minha vida nos últimos sete anos. Ao meu pai e ao Dr João Joia, que por vezes me ajudaram financeiramente.

Agradeço ao professor Dr. Gustavo da Silva e à banca examinadora composta pela professora Dr^a Vicentina Socorro da Anunciação e pelo professor Dr. Elias Rodrigues da Cunha, que contribuíram e me auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu amigo João Paulo Coelho, casca de piranha do Pantanal, que me cedeu um quarto, um gato, um caiaque e fez comidas maravilhosas. Ao barulho da fonte do lago, ao mamão, jabuticaba e todas as entidades do quintal.

Agradeço aos Gnomos e plantas do Terreiro e todas entidades de proteção e cura que habitam aquele lugar, onde passei toda minha vida acadêmica em Aquidauana, cidade pra onde quero voltar para morar. Agradeço à professora Bruna, por acreditar no nosso primeiro projeto de Agroecologia. À todos os maracujás, abacaxi, amoras, araçás e amigos, por cada enxadada batida no Espaço Agroecológico.

Agradeço imensamente a todos que fizeram parte desta caminhada, até aos que ficaram na bota.

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Localização do município de Aquidauana, MS..... | 19 |
| Figura 2: Localização da área urbana de Aquidauana- MS..... | 22 |
| Figura 3: Fluxograma dos procedimentos..... | 31 |
| Figura 4: Janelas Atmosféricas no Espectro Eletromagnético..... | 57 |
| Figura 5: Propriedades térmicas..... | 58 |
| Figura 6: Carta de uso e ocupação da área urbana de Aquidauana- MS, ano de 2022..... | 62 |
| Figura 7: Carta de uso e ocupação da área urbana de Aquidauana- MS, ano de 2013..... | 64 |
| Figura 8: Área de Proteção Permanente da área urbana e rural de Aquidauana- MS..... | 65 |
| Figura 9: Hipsometria da área urbana de Aquidauana, MS..... | 67 |
| Figura 10: Setores censitários de Aquidauana, MS..... | 68 |
| Figura 11: Áreas de expansão urbana de Aquidauana, MS..... | 69 |
| Figura 12: Espacialização das áreas de estudo, Aquidauana, MS..... | 71 |
| Figura 13: Uso e ocupação por áreas de estudo, 2013 e 2022..... | 72 |
| Figura 14: Córrego João Dias (área de estudo 1 e 2)..... | 76 |
| Figura 15: Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida (3)..... | 77 |
| Figura 16: PNM Lagoa Comprida e áreas de influência..... | 78 |
| Figura 17: Área úmida (4)..... | 79 |
| Figura 18: Fragmento de vegetação do Pirizal (5)..... | 80 |
| Figura 19: Fragmento de vegetação e lixão do bairro Exposição (6)..... | 81 |
| Figura 20. Lagoa do Bobo..... | 82 |
| Figura 21 - Rede de drenagem urbana e área úmida..... | 83 |
| Figura 22 - APP do Morrinho, zona rural..... | 84 |
| Figura 23 - APP do Morrinho, mirante..... | 84 |
| Figura 24. NDVI da área urbana, 2022..... | 86 |

| | |
|---|----|
| Figura 25 - NDVI da área urbana, 2017 e 2013..... | 88 |
| Figura 26 - Cartas da TS da área urbana de Aquidauana (MS), Outono..... | 90 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Descrição das áreas de estudos..... | 22 |
| Quadro 2 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o Clima Urbano..... | 25 |
| Quadro 3 - Áreas de estudo da área urbana de Aquidauana, MS..... | 74 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Disposição das cartas de NDVI e TS coletadas..... | 28 |
| Tabela 2 - Tamanho das APP das áreas de estudo..... | 29 |
| Tabela 3 - Uso e ocupação da terra Aquidauana- MS, 2022 e 2013..... | 63 |
| Tabela 4 - APP das áreas de estudo..... | 65 |
| Tabela 5 - Uso Ocupação por área de estudo (Km ²)..... | 73 |
| Tabela 6 - Temperatura Superficial da Terra (°C) da área urbana de Aquidauana- MS..... | 85 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------------------|---|
| APP | Área de Proteção Ambiental |
| C | Carbono |
| CO | Monóxido de Carbono |
| CO ₂ | Dióxido de Carbono |
| CH ₄ | Metano |
| IC | Ilha de calor |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| IPCC | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) |
| ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável |
| OLI | <i>Operational Land Imager</i> (Imageador Terrestre Operacional) |
| GEE | Gases de Efeito Estufa |
| NDVI Normalizada) | <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) |
| N ₂ O | Óxido Nitroso |
| PBMC | Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas |
| SEEG | Sistema de Estimativa de Emissões de gases de efeito estufa do Brasil |
| SEMA | Secretaria de Meio Ambiente |
| SCU | Sistema Clima Urbano |
| tCO ₂ e | Estimativa de Dióxido de Carbono por tonelada |
| TIRS | <i>Thermal Infrared Sensor</i> (Sensor Infravermelho Térmico) |
| USGS Unidos) | <i>United States Geological Survey</i> (Levantamento Geológico dos Estados Unidos) |
| UC | Unidade de Conservação |

RESUMO

As alterações climáticas provocadas pelas atividades humanas já afetam as condições meteorológicas e extremos climáticos em todo o planeta e é na área urbana que as mudanças microclimáticas decorrentes das ações antrópicas se apresentam de maneira mais expressiva. Conforme as atividades humanas influenciam diretamente no microclima em grande e pequena escala, as Ilhas de Calor (IC), por exemplo, são consequências da modificação climática urbana e caracterizam-se pela concentração de elementos urbanos que captam e armazenam o calor. No entanto, as árvores possuem o poder natural de regular a temperatura superficial, melhorando a qualidade de vida urbana e diminuindo os impactos ambientais urbanos diretos e indiretos. Desta forma, objetiva-se identificar e mapear 11 áreas de estudo de fragmentos de vegetação predominantemente da área urbana do município de Aquidauana (MS) a fim estabelecer relações com a estrutura térmica quanto aos fenômenos de IC e de frescor urbano entre os períodos de 2013 e 2022 a partir da comparação das cartas de uso e ocupação, índice de vegetação (NDVI) e índice de temperatura superficial (TS). A expansão urbana não foi significativa em termos de extensão, pois não ultrapassou os limites estabelecidos da área urbana definidos no Plano Diretor, porém foram identificadas Ilhas de Calor nos bairros Exposição, Nova Aquidauana e São Francisco, em que conseqüentemente o NDVI apresenta valores muito baixos, entre 0,16 e -0,40 atualmente (2022). As IC identificadas se devem provavelmente às formas de uso e ocupação, como a baixa cobertura vegetal, queimada, circulação de veículos e pavimentação asfáltica.

Palavras-chave: Área Protegida, Geossistema, Ilha de Calor, NDVI, Temperatura Superficial.

ABSTRACT

Climate change caused by human activities already affects adverse conditions and climatic extremes across the planet and it is in urban areas that microclimate changes resulting from human actions are most significant. As human activities directly influence the microclimate on a large and small scale, such as Heat Islands (IC), for example, are consequences of urban climate change and are characterized by the concentration of urban elements that capture and store heat. However, trees have the natural power to regulate surface temperatures, improving the quality of urban life and harming direct and indirect urban environmental impacts. In this way, the objective is to identify and map 11 study areas of cluster fragments predominantly in the urban area of Aquidauana (MS) in order to establish relationships with the thermal structure regarding the characteristics of IC and urban coolness between the periods of 2013 and 2022 based on the comparison of use and occupancy maps, vegetation index (NDVI) and surface temperature index (TS). The urban expansion was not significant in terms of extension, as it did not exceed the established limits of the urban area defined in the Master Plan, however, Heat Islands were identified in the Expoção, Nova Aquidauana and São Francisco neighborhoods, where consequently the NDVI presents very low values, between 0.16 and -0.40 currently (2021). The IC probably identified the forms of use and occupation, such as low vegetation cover, burning, vehicle circulation and asphalt paving.

Keywords: Area Protect, Geosystem, Heat Island, NDVI, Surface Temperature.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 19 |
| 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 25 |
| | 3.1 Metodologia de análise e recorte espacial | 25 |
| | 3.2 Atividade em laboratório e de campo | 27 |
| 4 | REFERENCIAL TEÓRICO | 32 |
| | 4.1 Paisagem, Espaço e Planejamento Urbano: a relação humano-natureza nos conflitos ambientais climáticos | 32 |
| | 4.2 Contribuições dos fragmentos de vegetação em áreas urbanizadas para o equilíbrio climático das cidades | 44 |
| | 4.3 O Sistema Clima Urbano (SCU) na perspectiva Geossistêmica | 51 |
| | 4.4 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo do campo térmico da área urbana | 56 |
| 5 | A RELAÇÃO ENTRE OS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO E A EXPANSÃO URBANA ATRAVÉS DA TEMPERATURA SUPERFICIAL (TS) E DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI) | 62 |
| | 5.1 O uso e ocupação da terra na área urbana de Aquidauana-MS entre 2013 e 2022 | 62 |
| | 5.2 Espacialização e análise das áreas de estudo e das problemáticas socioambientais | 71 |
| | 5.3 Associação da TS e do NDVI: Ilhas de calor e áreas de frescor urbano | 85 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 93 |
| | REFERÊNCIAS | 95 |

1 INTRODUÇÃO

O Antropoceno e a Globalização são fenômenos indissociáveis e expressam-se no tempo e no espaço (contemporaneidade e globo), abarcam, respectivamente, aspectos da dinâmica ambiental e a outra, sociais, econômicos, políticos e culturais. Diante das diversas crises mundiais a partir da metade do século XX, a modernidade mostra que as crises ambientais podem ameaçar a vida na Terra (MENDONÇA et al., 2022).

As alterações climáticas provocadas pelas atividades humanas já afetam as condições meteorológicas e extremos climáticos em todo o planeta, evidenciando variabilidade em extremos, como ondas fortes de calor, fortes precipitações, secas, ciclones tropicais, levando à perda de centenas de espécies locais causadas pelos extremos de calor, gerando mortalidade em massa de espécies em terra e no oceano.

O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, aponta que os impactos em alguns ecossistemas podem ser irreversíveis, como as mudanças hidrológicas, o aumento do nível do mar e reduções regionais na precipitação. A desertificação tem contribuído para a degradação da terra, principalmente em zonas costeiras baixas, delta de rios, zonas áridas e em zonas de permafrost (IPCC, 2023).

O consenso é claro quanto à interferência humana no sistema climático dado à crescente perturbação ambiental, aumentando os impactos graves e irreversíveis, principalmente o aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), conseqüentemente o aumento da temperatura da superfície global, onde o aumento foi de 1, 1°C entre 2011 e 2020.

O relatório indica que a temperatura da superfície global aumentou mais rapidamente desde 1970 do que em outro período nos últimos 2.000 anos e as alterações climáticas são intrínsecas ao uso de energia, uso da terra, estilo de vida e padrões de consumo e produção. As emissões urbanas constituem complexos que incluem o tamanho da população, rendimento per capita, o estado de urbanização e a forma urbana.

Os GEE são componentes gasosos da atmosfera que estão suscetíveis ao aumento devido às atividades antrópicas, principalmente a partir da Revolução Industrial iniciada na Inglaterra no século XVIII, associada ao aumento do uso de combustíveis fósseis e atualmente, associada ao aumento do setor de energia e mudanças do uso e cobertura do solo (PROCLIMA- CETESB, sd.).

As cidades são as principais contribuintes das emissões de GEE, sendo a provável causa do aumento da temperatura, além de abrigar mais da metade da população mundial,

com estimativa de aumento de 64% para 69% até 2050, atingindo uma margem de 7, 1 bilhões da população em área urbana, mostrando uma tendência no aumento da temperatura média da Terra em 2°C até 2100 (PBMC, 2020).

A produção agropecuária no Brasil também é apontada como uma das causas do aquecimento global por conta do alto impacto gerado pelas atividades que geram grandes volumes de resíduos e pelas emissões de gases poluentes. A expansão agrícola insustentável afeta a segurança humana e dos ecossistemas causada pela competição por terra e recursos hídricos.

O Sistema de Estimativas de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Brasil (SEEG, s.d.; AZEVEDO et. al., 2018), desenvolvido pelo Observatório do Clima, aponta que o balanço de emissões líquidas de Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano (CH₄) por estimativa de toneladas, provém da indústria da pecuária, agricultura, energia, mudanças de uso da terra e floresta, processos industriais e resíduos, dentre outros setores de emissão.

As emissões de GEE nas áreas urbanas advém das indústrias, queima de combustíveis, queima de vegetação e de resíduos sólidos, despejo irregular de esgoto e lixões a céu aberto. A grande concentração da população em área urbana aumenta-se a demanda por uso de energia, uso da água e ocupação da terra e pode ultrapassar a capacidade das hidrelétricas, alcançar níveis de racionalização da água potável e altos índices de calor e alagamento por escassos ambientes naturais na área urbana.

As indústrias siderúrgicas, por exemplo, são responsáveis por cerca de 6,5% das emissões totais de carbono (C) e no processo de produção as emissões de GEE são significativas, liberando monóxido de carbono (CO) e CO₂ (CARVALHO et al., 2016). As alternativas de tecnologias para a redução das emissões por meio da produção são caras e exigem interesse de investimento por parte das empresas e fiscalização governamentais.

Conforme as atividades humanas influenciam diretamente no microclima em grande e pequena escala, as Ilhas de Calor (IC), por exemplo, são consequências da modificação climática urbana e caracterizam-se pela concentração de elementos urbanos que captam e armazenam o calor (AMORIM, 2017).

Desta maneira, são componentes naturais e antrópicos que possuem capacidade de modificar a estrutura espacial urbana que influenciará na composição do campo térmico da cidade, podendo resultar em ilhas de calor (MONTEIRO, 2003).

As áreas urbanas tendem a concentrar a maior parcela da população, compondo um dos elementos que caracterizam o sistema do clima da cidade e associam-se a concentração de veículos, a cobertura vegetal, tipo de pavimentação e construções.

Os componentes naturais e antrópicos fazem parte do geossistema, em que compreende a paisagem e seus componentes quanto combinações dialéticas para interpretar a organização do espaço, baseados em observações e dados ecológicos, climáticos, hidrológico e antropológico (MONTEIRO, 2001; JANISE E LEONARDO, 2007).

Muitas cidades apresentam-se sob riscos socioambientais gerados pela ocupação em área irregular, aterramento de áreas úmidas, desmatamento, queimadas, depósito de lixo, dentre outras problemáticas que são o reflexo da desigualdade social, cultural e econômica gerado pela falta de políticas públicas quanto ao ordenamento do espaço urbano.

Um planejamento urbano adequado permite qualidade socioambiental à medida que a relação entre a sociedade e a natureza se torna harmônica, com redução dos impactos negativos sobre o meio (VILLAÇA, 2005).

A urbanização desordenada tem designado muitos fatores de estresse ambiental e conflitos socioeconômicos por conta da densificação populacional e urbana. Ao passo que a expansão urbana ocorre pelo aumento da população, exige-se o aperfeiçoamento da infraestrutura urbana para comportar e garantir segurança, saúde, emprego e lazer.

A disposição dos bairros e setores administrativos necessitam estar de acordo com a dinâmica do espaço, considerando os espaços naturais, diminuindo os riscos de alagamento, precavendo a população das inundações naturais e garantindo boa drenagem superficial e a permeabilidade do solo (NUCCI, 2007).

Sem o devido planejamento que integre as Áreas de Preservação Permanente (APP), Unidade de Conservação (UC) e demais fragmentos de vegetação remanescentes, tornam-se novos campos de concentração de temperatura, agravando o campo térmico da cidade com o aumento da temperatura em áreas densamente construídas, apresentando ilhas de calor.

A preservação das áreas úmidas, mata ciliares de córregos urbanos, arborização urbana, espaços verdes e os fragmentos de vegetação remanescentes contribuem com a manutenção climática, onde as ações humanas influenciam na dinâmica dos elementos naturais e antrópicos, acelerando as mudanças naturais de padrões climáticos (MONTEIRO, 2001).

Um ambiente ecológico e saudável, fornece qualidade de vida para a população e para os seres vivos que necessitam de acesso à abrigo e alimento para o equilíbrio da teia da vida

(FIGUEIRÓ, 2015). Para os humanos, a ecologia de ambientes naturais é essencial para o bem-estar, fornecendo ambientes propícios para esporte e lazer, saúde mental, desenvolvimento ecoturístico e para o fomento de emprego na área ambiental.

As árvores possuem o poder natural de influenciar na dinâmica do calor e dos ventos, melhorando a qualidade de vida urbana e diminuindo os impactos ambientais urbanos diretos e indiretos, como a poluição do ar, além de serem importantes para a regulação do microclima, principalmente nos dias mais quentes.

No entanto, no decorrer do desenvolvimento das cidades, principalmente as mais antigas, pode-se notar a ausência de planejamento e organização do território, que geralmente se desenvolve em torno de corpos hídricos pela disponibilidade de transporte hidroviário, acesso à alimentos por meio da pesca e caça, principalmente, à captação de água para consumo, irrigação agrícola e dessedentação animal.

A morfologia do meio físico de Aquidauana, município de Mato Grosso do Sul, influenciou os primeiros povoados pantaneiros por volta no final do século XIX, na margem direita, providos de fazendas adjacentes, onde foi ocupada em busca de superar os obstáculos naturais associados à sazonalidade climática do Pantanal nas épocas de cheias (JÓIA, 2005).

Por se localizar entre a transição planáltica e a depressão pantaneira, Aquidauana teve a ocupação como refúgio para o povoado nas épocas de cheia e de seca no Pantanal e o contrário ocorria nas épocas de cheia do rio Aquidauana, além da mobilidade hidroviária, que se consagrou com o entreposto comercial de Aquidauana para Corumbá.

Posteriormente, a instalação da estrada de ferro na segunda metade do século XX impulsionou o setor comercial e a expansão urbana na margem direita, entre os córregos João Dias e Guanandy, perímetro sujeito à inundações periódicas, caracterizando uma problemática socioambiental vivida até os dias atuais. A cidade foi expandindo e se desenvolvendo, bem como o município de Anastácio, a cidade vizinha, com a economia baseada no porto, pecuária, agricultura e extração de matéria prima (JÓIA, 2005).

O rio Aquidauana não transporta mais grandes mercadorias, mas tem presença de pequenos barcos de pescadores, barcos turísticos e canoas esportivas e é fonte de abastecimento de água para a cidade (ANUNCIAÇÃO E NETO, 2018).

Investimentos na infraestrutura do crescente sítio urbano foram realizados nas margens do rio Aquidauana e a retificação na foz do córrego João Dias e construção de barragens, com o intuito de controlar as inundações, regulando o volume do córrego e assim, o aproveitamento para lazer e abastecimento domiciliar.

O baixo custo dos terrenos e a topografia plana influenciaram na dinâmica de dispersão espacial de ocupação, logo percebeu-se uma tendência de novas ocupações de áreas além dos córregos da área urbana, demonstrando fortes tendências de expansão ao norte e Oeste da área urbana do município, havendo também áreas vazias (JÓIA, 2005). Atualmente, muitas dessas áreas são ocupadas muitas vezes de forma irregular ou sem planejamento adequado.

A ocupação nas áreas de risco ambiental e humana em áreas de preservação ambiental do perímetro urbano de Aquidauana estão suscetíveis a inundações sazonais do Rio Aquidauana e, em menor escala, do córrego João Dias. As áreas de risco apresentam ocupações diversas, com maior ocupação de pessoas em situação de vulnerabilidade social e econômica e, em pequena parcela, encontram-se casas de altos padrões.

As áreas de risco sob influência da especulação imobiliária merece atenção especial tendo em vista os interesses políticos, econômicos e sociais, pois podem ser destinadas à expansão e adensamento urbano e tendo o risco agravado pela ocupação desordenada, implicando no aterramento de áreas de interesse ambiental, na drenagem urbana, despejo irregular de esgoto, dentre outros fatores que prejudicam a dinâmica do ambiente.

De acordo com Barros et al. (2015) e Paixão et al. (2020) o aumento da população na área urbana se deve a inúmeros fatores, não necessariamente à taxa de natalidade, como a migração da população do campo para a cidade.

Atualmente, a população mais vulnerável economicamente tem ocupado as áreas destinadas à expansão urbana, longe do centro urbano, como construção de conjuntos habitacionais e asfaltamento das ruas. As ocupações mais recentes vem ocorrendo ao Norte da área urbana, causando desmatamento de remanescentes florestais e fragmentação de habitats (DARNIZOT, 2016).

Tais áreas localizam-se nos perímetros de áreas de APP, como córregos, lagoas e áreas úmidas, prejudicando a qualidade do ambiente e intensificando problemáticas ambientais relacionadas à erosão, compactação e contaminações (SANTOS et al., 2021). As atividades agropastoris na área rural também apresentam impactos diretos e indiretos sobre os ecossistemas, já que nestas áreas possuem nascentes e lagoas com ausência de vegetação.

Apesar dos impactos ambientais, as APP da área urbana de Aquidauana demonstram atuação na a qualidade ambiental no sentido do bem estar e saúde, pois permite área de lazer e esportes no Parque Natural Municipal Lagoa Comprida, assim como a arborização urbana

demonstra efeitos positivos na regulação da temperatura local (SANTOS, 2014; HONORATO, 2015).

Desta forma, busca-se compreender a influência dos fragmentos de vegetação predominantemente inseridos na área urbana de Aquidauana (MS) na estrutura térmica urbana comparando índices de vegetação, índices de temperatura superficial e uso e ocupação, abrangendo os aspectos ambientais e sociais, fornecendo dados que possam subsidiar políticas para a expansão urbana sustentável e recuperação de áreas degradadas.

Utilizando técnicas de geoprocessamento de imagens Landsat 8 sensor TIRS para o cálculo de Temperatura Superficial (TS), somando às técnicas de cálculo do índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) a partir do sensor OLI do mesmo satélite, comparando com a carta de uso e ocupação, é possível investigar como as ilhas de calor e frescor urbano se associam com os fragmentos de vegetação da área urbana de áreas de preservação permanente, áreas úmidas, lagoas e remanescente florestal frente à expansão e adensamento urbano ao longo do período de outono de 2013, 2015, 2017, 2018, 2020 e 2022.

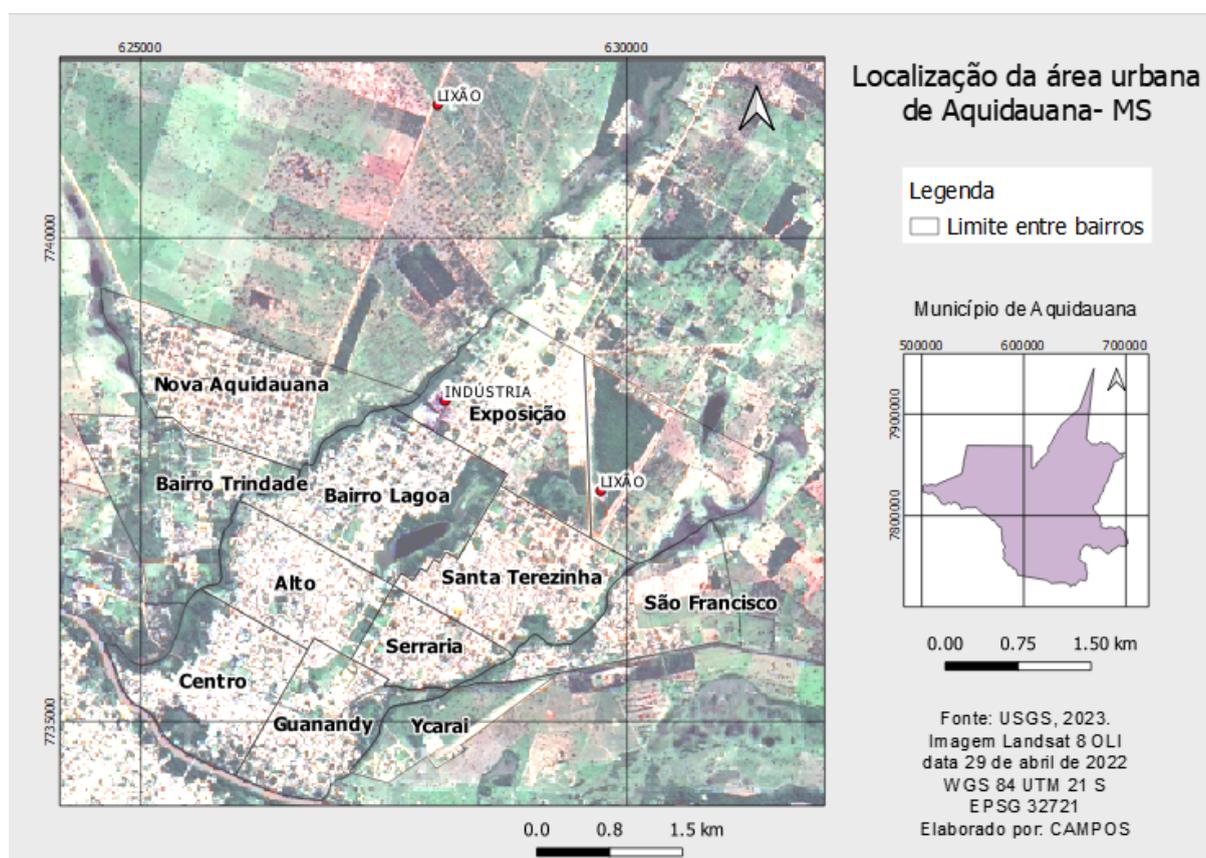
Objetiva-se identificar e mapear 11 áreas de estudo de fragmentação da vegetação a fim estabelecer relações com a estrutura térmica quanto aos fenômenos de Ilhas de Calor (IC) e de frescor urbano entre os períodos de 2013 e 2022.

O objetivo específico é analisar a influência dos fragmentos de vegetação na estrutura térmica urbana, entre os meses de abril e maio, na estação de outono nas datas de 2013, 2015, 2017, 2018, 2020 e 2022, assim comparar a variabilidade da temperatura superficial, a densidade de cobertura vegetal, formas de uso e ocupação da terra e possíveis associações na formação de ilhas de calor e frescor urbano.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Aquidauana, localizado no Estado de Mato Grosso do Sul, possui 17.087, 021 Km², cerca de 46.803 habitantes, 2, 74 habitantes por Km², ocupa área urbanizada de 15, 53 Km² (IBGE, censo 2022). Constitui os distritos de Cipolândia, Camisão, Piraputanga e Taunay. Integra a Sub Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, por sua vez, a Bacia Hidrográfica do rio Paraguai e pertence à mesorregião Pantanaís sul-mato-grossense.

Figura 1 - Localização da área urbana de Aquidauana- MS.



Fonte: A autora.

Mato Grosso do Sul, situada na porção Centro-Oeste do Brasil, possui clima tropical sazonal de inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual em torno de 22-23°C, embora as médias mensais possam atingir mais de 40°C e precipitação média anual entre 1.200 a 1.800 mm.

Por se tratar de uma cidade que possui características tropicais com forte incidência solar, por se localizar em uma transição topográfica mais baixa e cercada pelo Morro do Paxixi, que influencia a circulação dos ventos e nuvens de precipitação.

A economia do município é pautada principalmente no setor agropecuário que ocupa 70% da área, sendo 72,20% dos estabelecimentos relacionados à atividade pecuária e 22,81% são de lavouras temporárias. É o setor mais produtivo do município, com 97,48% do volume financeiro (LEITE et al, 2021).

Segundo Jóia (2005, p.46) a planta urbana é do tipo quadriculada, loteamentos contínuos. O Plano Diretor de Aquidauana (2021) dispõe o novo abairramento que consta a subdivisão de 10 bairros. há interrupções na quadrícula indicando as áreas naturais (rios e córregos) e áreas institucionais (parques, área militar, aeroporto) e, são os tais elementos topográficos responsáveis pela compartimentação da planta, esboçada em um “tronco” que parte do rio Aquidauana sentido ao Norte e “dois membros”, córrego Guanandy ao Leste e João dias ao Oeste

A geomorfologia da região de Aquidauana corresponde a uma topografia plana entre extensões fluviais muito grandes, que contribuiu para a mecanização da agricultura e articulação viária entre a área rural e os centros urbanos (BRASIL, 1982).

A geologia da área urbana do município se situa na porção da Formação Aquidauana, caracterizada pela sedimentação arenosa. A área urbanizada ocupa 10% da pequena mancha de argissolos e 0,6% de latossolo (LEITE et al, 2021).

No município predominam baixas altitudes, entre 80m e 120m, ou seja, 41% da área ou 70% se considerado a planície pantaneira (MENDONÇA et al., 2016). As inclinações variam de 0 a 6% de 72% do município, apresentando baixa fragilidade potencial a erosão e alta fragilidade à inundação (PIRES et al., 2015).

A vegetação é caracterizada pelo mosaico fitogeográfico formado pelo ecótono de Cerrado e Pantanal e pode ser definida como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa) por conta da característica estacional dos períodos de chuva e seca, sendo uma formação comumente encontrada na grande depressão pantaneira sul-mato-grossense ao longo das calhas de rios (IBGE, 2012).

Para Neto (1989), as estações climáticas da região de Aquidauana são bem definidas pelo verão chuvoso e o inverno seco. O verão, de outubro a março, há fortes chuvas de origem convectiva e da massa Equatorial continental (Ec), correspondentes à cerca de 70 a 80% do total anual, as temperaturas médias mensais oscilam entre 26°C e 27°C, com máximas

de até 33°C e médias raramente inferiores a 20°C. No período chuvoso, as precipitações torrenciais provocam inundações e enchentes nas áreas ribeirinhas.

No inverno, de abril a setembro, a massa de ar Tropical atlântica (mTa) prevalece e por conta da morfologia do relevo entre a região da costa oriental do Brasil e o Planalto Brasileiro, perde-se umidade que acaba por influenciar na amplitude térmica diária no Pantanal.

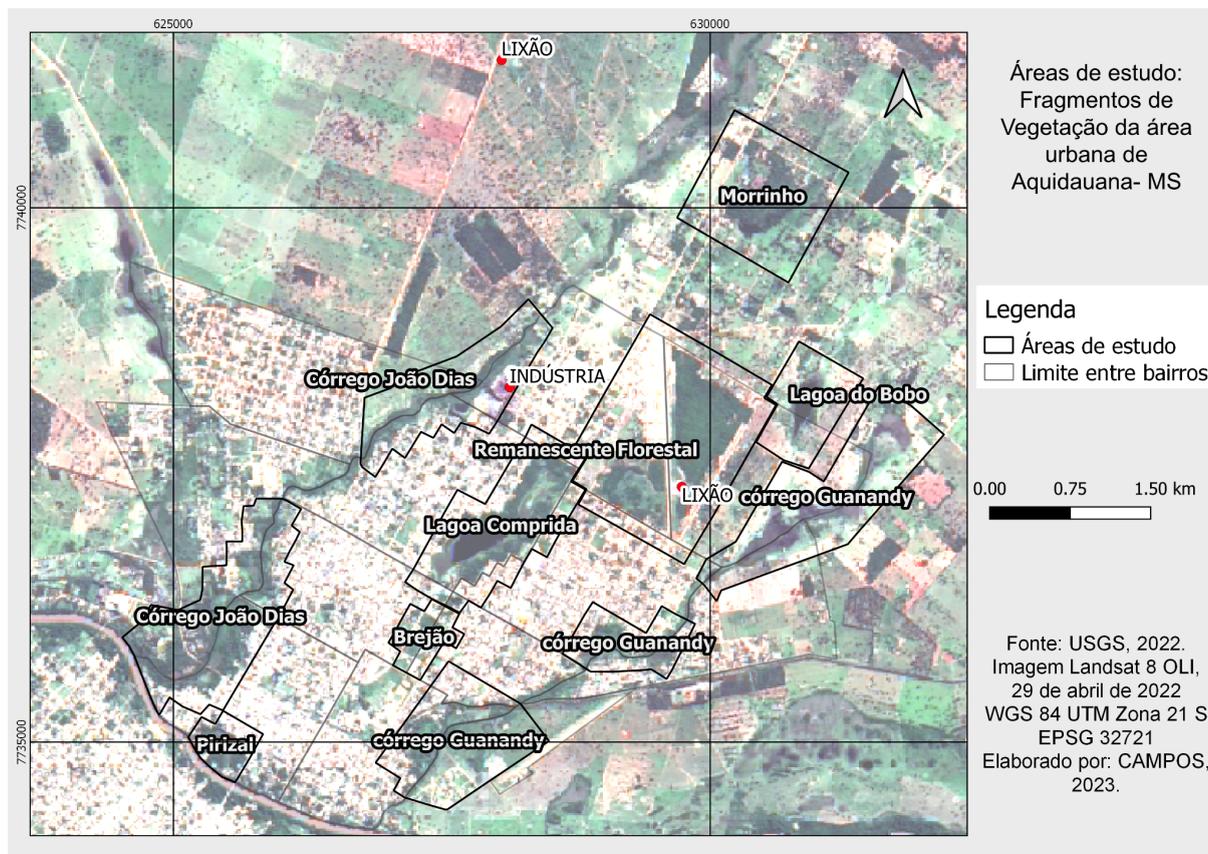
A temperatura média fica em torno dos 22°C a 24°C, onde as máximas ainda podem chegar a 32°C e as mínimas entre 5°C e 15°C (NETO, 1989) e nas épocas de seca, pode haver incidência de queimadas.

Na área urbana há quatro microbacias hidrográficas, afluentes do rio Aquidauana: córrego Mangueirão, ao Oeste do córrego João Dias; córrego João Dias, ao Oeste da área urbana, Lagoa Comprida, no centro da área urbana; córrego Guanandy, ao Leste da área urbana.

Há outras áreas de represamento de águas, formando áreas úmidas intermitentes, onde algumas foram aterradas para a especulação imobiliária. Conta também com três córregos perenes, sendo o Mangueirão, córrego João Dias e o córrego Guanandy.

No presente estudo foram selecionados e analisados 11 fragmentos de vegetação predominantemente presentes na área urbana, sendo 2 matas ciliares do córrego João Dias, 3 do córrego Guanandy e 1 mata ciliar da várzea de inundação do rio Aquidauana, 1 área úmida, 2 lagoas, 1 remanescente florestal e 1 morro (Fig. 2).

Figura 2 - Localização das áreas de estudo.



Fonte: A autora.

A área de estudo 1 e 2 consiste nos fragmentos de vegetação da Área de Proteção Permanente (APP) do córrego João Dias. A área 1 é caracterizada pela área urbana na margem esquerda, no Bairro da Lagoa, com presença da indústria de siderurgia Simasul e na margem direita, pela área rural do bairro Nova Aquidauana, com pastos e presença de fragmentos de vegetação nativa.

Quadro 1 - Descrição das áreas de estudos.

| Áreas de estudo | | Descrição |
|-----------------|--------------------------|--|
| 1 e 2 | Córrego João Dias | APP da porção Norte (1) e Sul (2) da área rural e urbana, respectivamente. |
| 3 | Lagoa Comprida | UC/Parque Natural Municipal, porção central da área urbana, lâmina d'água, escoamento da drenagem superficial urbana, presença abundante de fauna. |
| 4 | Brejão | Área úmida, presença de lâmina d'água, escoamento da drenagem superficial da Lagoa Comprida e urbana. |

| | | |
|-----------|-------------------------------|--|
| 5 | Pirizal | APP e várzea de inundação do Rio Aquidauana, porção Sul da área urbana, lâmina d'água, presença abundante de avifauna e escoamento da drenagem superficial urbana. |
| 6 | Remanescente Florestal | Nordeste da área urbana (porção ocidental), com a porção oriental voltada para a área rural, vegetação característica de Cerradão, |
| 7 | Lagoa do Bobo | Nordeste da área rural, com presença de lâmina d'água e mata ciliar ausente. |
| 8, 9 e 10 | Córrego Guanandy | APP com áreas úmidas, com baixa vazão d'água, se distribui pela área rural (8) e urbana (9 e 10), possui captação do escoamento da drenagem superficial urbana. |
| 11 | Morrinho | APP da área rural, vegetação nativa predominante, ocupada por grupos religiosos e visitantes turísticos e locais. |

Fonte: A autora, 2023.

A área de estudo 2 localiza-se na área urbana densamente construída, entre os bairros Trindade (margem direita), Alto (margem esquerda) e Centro (margem esquerda), na foz do córrego e confluência com o rio Aquidauana. Os fragmentos 1 e 2 apresentam áreas úmidas nas APP e apresentam área densamente construída em volta (IBGE, 2021).

A Lagoa Comprida (3) é um Parque Natural Municipal (PNM) localizado na parte central da área urbana, entre os bairros da Lagoa (margem direita) e Santa Teresinha (margem esquerda). Há um viveiro de árvores nativas dirigido pela Secretaria de Meio Ambiente que integra projetos de educação ambiental com escolas da rede básica de ensino em parceria com as universidades.

A área de estudo 4 se trata do “Brejão”, localiza-se entre os bairros Alto e Serraria, área úmida que atua como um canal de drenagem do PNM da Lagoa Comprida, com lâmina d'água e rede de captação das águas superficiais da drenagem urbana.

O Pirizal (5), localizado na margem direita do rio Aquidauana, no bairro do Centro, é uma planície de inundação que age como uma “válvula de escape” nas épocas de cheia do rio. Possui lâmina de água, predominância da vegetação não nativa por conta de comércios e moradias ao redor.

A área de estudo Remanescente Florestal (6) consiste em um fragmento de vegetação próximo à Lagoa do Bobo e da nascente do córrego Guanandy, na área rural, no bairro Exposição. A área é destinada à expansão urbana (AQUIDAUANA, 2021), onde já se tem um conjunto habitacional na porção Oeste, atualmente, é uma área urbana com baixa densidade

de construção (IBGE, 2021) e na área rural possui poucas moradias, localizadas ao Leste e ao Norte.

A Lagoa do Bobo (7) se localiza na área rural do município, se caracteriza por ser uma lagoa rasa, com grande biodiversidade de plantas aquáticas como macrófitas e zooplânctons (DIAS et al., 2013), a mata ciliar é ausente, com vegetação rasteira, presença de gados e está inserida em uma propriedade privada.

As áreas 8, 9 e 10 correspondem aos fragmentos de vegetação do córrego Guanandy. A área 8 é a APP da nascente do córrego Guanandy localizada na área rural, a área 9 está entre os bairros Santa Teresinha (margem direita) e São Francisco (margem esquerda), na área urbana, bem como a área 10, entre os bairros Guanandy (margem direita) e Ycarai (margem esquerda), na foz do córrego e confluência com o rio Aquidauana.

O Morrinho (11) é uma APP presente na área rural, ao Norte da área urbana, com presença de animais selvagens e introdução de animais domésticos, por se tratar de uma área ocupada por grupos religiosos, visitantes locais e turísticos, dado o mirante em seu topo que possibilita visão panorâmica da Serra de Maracaju e da área urbana.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Metodologia de análise e recorte espacial

A metodologia consiste em analisar dados secundários alicerçados em bibliografias e dados primários, coletados em sites e visitas de campo. Os dados foram comparados em sequência temporal intercalada de 6 anos na estação de outono (20/04/2013; 26/04/2015; 15/04/2017; 20/05/2018; 09/05/2020; 29/04/2022).

Foi adotada a série temporal de 6 anos a fim de equiparar alterações espaciais em uma escala temporal de uma década (10 anos), de 2013 a 2022, a partir da análise de 11 fragmentos de vegetação predominantemente inseridos na área urbana, considerando aqueles de relevância ambiental, cultural, econômica e turística, assegurados pela Lei 12.651/2012 referente ao Código Florestal e pelo Plano Diretor municipal, identificados por imagens de satélite e referências bibliográficas, relacionando as mudanças do uso e ocupação, densidade de vegetação e temperatura superficial.

A metodologia adotada para compreender a dinâmica da estrutura térmica de Aquidauana no período de outono baseia-se no Sistema Clima Urbano (SCU), focando na termodinâmica para a análise e identificação de áreas de conforto térmico e concentração de Ilhas de Calor conforme Monteiro (2003) (Quadro 1).

Quadro 2 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o Clima Urbano.

| UNIDADES DE SUPERFÍCIE | ESCALA CARTOGRÁFICA DE TRATAMENTO | ESPAÇOS CLIMÁTICOS | ESPAÇOS URBANOS | ESTRATÉGIA DE ABORDAGEM | | |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------|---|---|--|---|
| | | | | Meios de observação | Fatores de organizaçãc | Técnicas de análise |
| Dezena de metros | 1:40.000 | Topoclima | Pequena cidade Fâcies de bairro/ suburbio de cidade | (Detalhe) Cartas temáticas Multitemporal Sazonal | Fatores geográficos Urbanismo Estrutura Horizontal | Análise espacial Geoprocessamento Comparativa |
| Subsistema | Termodinâmico | Caracterização | Fonte | Atmosfera Radiação; circulação horizontal | | |
| Canal 1 | Conforto térmico | | Projeção | Interação Núcleo Ambiente | | |
| | | | Produto | Ilha de calor; áreas de frescor | | |

Fonte: adaptado de Monteiro, 2003, p. 29.

O recorte espacial consiste na disposição geográfica dos fragmentos de vegetação, enquanto elemento da paisagem e integrante das condições climáticas locais da área urbana,

considerando até três quadras como áreas de influência dos fragmentos de vegetação, caracterizada por áreas adjacentes altamente construídas e áreas localizadas na porção rural.

Foram escolhidas áreas diferentes entre si, mas que possuem aspectos semelhantes em suas formas de ocupação e problemáticas socioambientais, através de visita de campo e de análise do Plano Diretor e de acervo bibliográfico sobre as áreas.

São áreas localizadas na Área de Proteção Permanente (APP) de córregos, lagoas, morro, áreas úmidas e remanescentes florestais, que vem sendo ocupadas muitas vezes de forma irrestrita, podendo prejudicar a dinâmica da natureza, alterações da paisagem e resultar em alterações da temperatura superficial da área urbana e rural.

As APP deste recorte espacial baseiam-se nas definições estabelecidas pelo Código Florestal (BRASIL, 2012) e pelo Plano Diretor do Município de Aquidauana (2021), que define as APP.

A estação de outono foi escolhida para a análise por se tratar de um período de transição sazonal, com característica de temperaturas mais amenas e de diminuição das chuvas, próximo do período da seca (abril a setembro) (NETO, 1989), com a intenção de se distanciar dos efeitos do calor do verão (outubro a março) que podem influenciar nos resultados da análise de ilhas de calor, tendo em vista que a intensidade de insolação incidente na área urbana é a mesma em todas as estações (SANTOS, 2014).

As imagens obtidas pelo site da USGS foram coletadas conforme a disponibilidade de imagens de nível 1 e 0% de nuvens do satélite Landsat 8 OLI e TIRS, sendo coletadas somente imagens com resolução satisfatória que correspondem aos períodos analisados, onde o mês de março apresentou predominantemente imagens com presença de nuvens e os meses de abril e maio, com menos ou quase zero.

As cartas temáticas foram compostas pelos índices de TS, NDVI e uso e ocupação em uma sequência temporal de 6 anos, a partir do último ano analisado por Honorato (2015), de 2013, complementando as técnicas de análises a partir da ampliação da resolução das imagens de satélite e incluindo enfoque comparativo dos fragmentos de vegetação como objeto de análise através das cartas citadas.

3.2 Atividade no laboratório e de campo

Para as cartas, as imagens foram coletadas do site de Levantamento Geológico dos Estados Unidos (USGS), plataforma Earth Explorer e elaboradas em ambiente SIG do Software QGis 3.10, da seguinte maneira:

- Carta de uso e ocupação 2013 e 2022

Foram processadas as imagens das bandas R-4, G-3, B-2 do satélite Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) nível 1, com correção atmosférica através do menu SCP (*Semi Automatic Classification*), em “Preprocessing”, mescla das bandas para a composição colorida e fusionada com a banda PAN (8), reprojeta para 15 metros, referente às datas de 20 de abril de 2013 e 29 de abril de 2022.

Elaborada através de vetorização manual na escala de 1:40.000, usando a camada de polígonos, realizando visitas técnicas para conferência das classes, observando as dinâmicas locais e registrando em fotografia.

A partir da carta de uso e ocupação das respectivas datas, foi elaborada uma segunda carta de uso e ocupação que soma somente o total das classes de todas as 11 áreas de estudo, por meio da ferramenta “Vetor” do QGis para obter as classes de áreas em relação ao tamanho das áreas de estudo: “Vetor > Geoprocessamento> Recortar”. Parâmetros do recorte: “Camada de entrada> camada_usoeocup_2022” (e camada_usoeocup_2013); Camada de saída: camada_áreasestudo”; “Recortado: usoeocup_areasestudo.

O resultado do recorte consiste no cálculo geral das classes e não em um cálculo de classes para cada uma das áreas de estudo. Assim, é possível observar ao comparar os componentes da paisagem em cada período e estimar a perda e ganho de cada classe entre 2013 e 2022.

- Cartas de NDVI

Foram utilizadas as bandas 4 (vermelha) e 5 (infravermelha) do satélite Landsat 8 nível 1, Sensor OLI, Órbita/Ponto 225/074, foi aplicado a correção atmosférica e Conversão de ND (*Number Digital*) para Reflectância através do menu SCP, em “Preprocessing”, reprojeta para a resolução espacial de 30 metros.

Cartas do NDVI dos principais períodos analisados: referente às datas de 20 de abril de 2013, 15 de abril de 2017 e 29 de abril de 2022 (Tabela 1), todas entre o horário de 13:39h

e 13:40h da tarde, horário de Brasília- DF, com 0% de cobertura de nuvens. Fórmula NDVI (ROUSE et al., 1973):

Fórmula: $NDVI = (\text{infravermelho próximo} - \text{vermelho}) / (\text{infravermelho próximo} + \text{vermelho})$
onde os valores dos pixels varia de -1 (menor índice) a 1 (maior índice)

- Cartas de Temperatura Superficial

As cartas são da mesma data coletadas para o NDVI, de 2013, 2015, 2017, 2018, 2020 e 2022, utilizada a banda 10 (infravermelho termal) do Landsat 8 TIRS.

Optou-se por empregar o cálculo proposto por Correa e Coelho (2013) em que se aplica as equações simultâneas para a correção atmosférica e conversão de Níveis de Cinza da imagem (NC) para Radiância ($L_\lambda = ML * Q_{cal} + AL$), transformado o valor para temperatura Kelvin ($T = K2 / \ln(K1/L_\lambda + 1)$) e depois subtraído pelo seu valor absoluto (273,15), obtendo o raster de temperatura em graus Celsius (°C), aplicado no QGis 3.10, conforme a fórmula obtida do USGS pelos autores e aplicado o seguinte algoritmo na calculadora raster:

$$TC = (1321.08 / \ln(774.89 / (3.3420E-04 * \text{"banda10.tif"} + 0.10000) + 1)) - 273.15$$

Tabela 1 - Disposição das cartas de NDVI e TS coletadas.

| Cartas NDVI e TS da área urbana de Aquidauana 2013 - 2022 | | |
|---|------|------|
| Satélite/Sensor Landsat 8 | OLI | TIRS |
| DATA | NDVI | TS |
| 20/04/2013 | x | x |
| 26/04/2015 | | x |
| 15/04/2017 | x | x |
| 20/05/2018 | | x |
| 09/05/2020 | | x |
| 29/04/2022 | x | x |

Fonte: A autora, 2023.

- Carta hipsométrica

Foi elaborada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), satélite SRTM, coletada da plataforma de dados geomorfométricos USGS, com resolução de 30 metros, data de 23 de setembro de 2014.

- Cartas de localização da área urbana de Aquidauana (MS)

Foi utilizada a composição colorida do Landsat 8 OLI da data de 2022, dados coletados do IBGE (2021), como a delimitação territorial do município e do Estado, além de dados que constituem o Plano Diretor (2021), como a delimitação dos bairros.

- Carta de espacialização das áreas de estudo

Elaborada por vetorização manual das áreas com base na carta de localização (composição colorida) para analisar os fragmentos de vegetação e as áreas de influência, composta pelas áreas construídas e rurais.

- Carta dos setores censitários e da área de expansão urbana

Dados vetoriais coletados através do IBGE (2021) e do Plano Diretor (2021).

- Carta das Áreas de Proteção Permanente (APP)

Assim, destina-se o mínimo de 30 metros para cursos d'água de menos de 10 metros de largura, 100 metros para cursos d'água entre 50 a 200 metros de largura, 50 metros em áreas no entorno de lagoas naturais para corpos d'água com até 20 hectares de superfície e 30 metros em zonas urbanas, além da APP de encostas com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25° (BRASIL, 2012). Conforme o quadro abaixo:

Tabela 2 - Tamanho das APP das áreas de estudo.

| Áreas de estudo | | Largura do curso d'água em metros | Tamanho mínimo da APP conforme o Código Florestal (2012) em metros |
|-----------------|------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 e 2 | Córrego João Dias | 10 | 30 |
| 3 | Lagoa Comprida | 236 a 134 | 30 |
| 4 | Brejão | - | - |
| 5 | Pirizal (Considerado a | 80 | 100 |

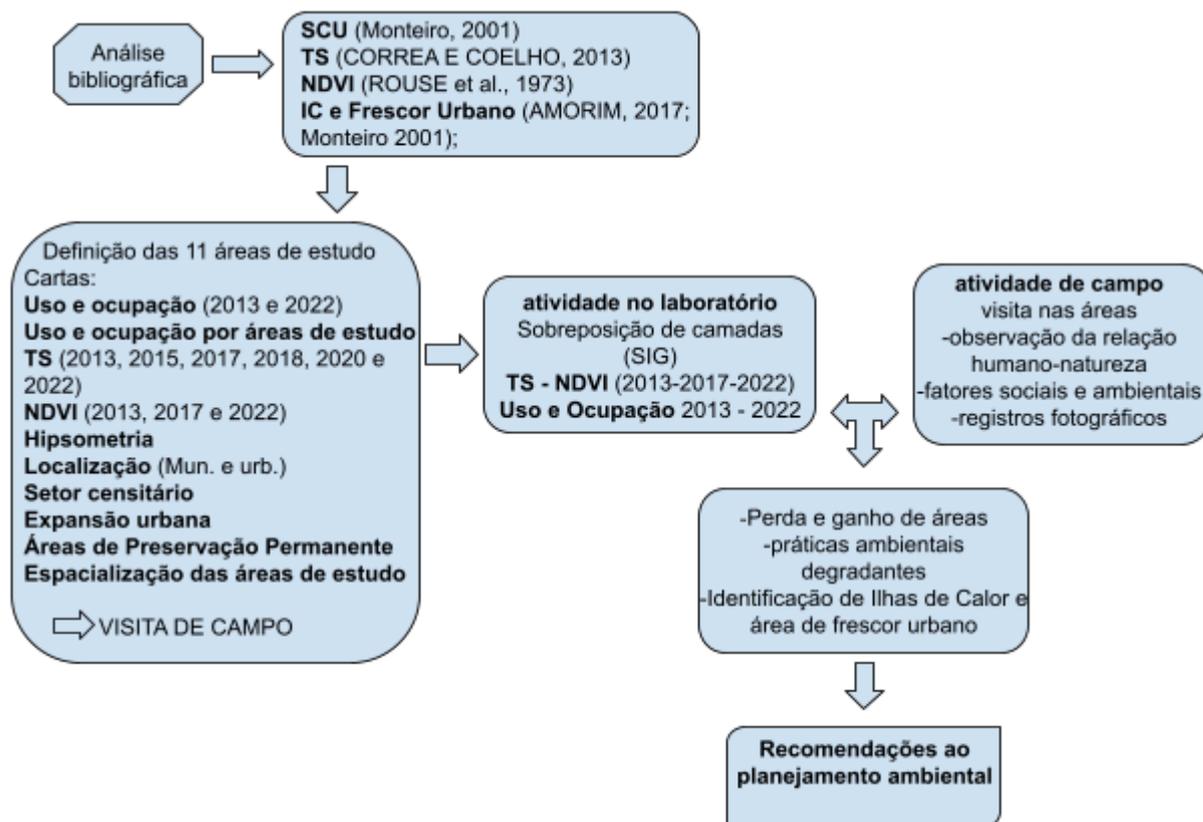
| | | | |
|------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| | largura do rio Aquidauana) | | |
| 6 | Remanescente Florestal | - | - |
| 7 | Lagoa do Bobo | 153 | 50 |
| 8, 9 e 10 | Córrego Guanandy - nascente | 10 - 90 a 187 | 30 - 50 |
| 11 | Morrinho | 284 metros de altura | acima de 25° |

Fonte: A autora, 2023.

A elaboração foi baseada nas APP definidas pelo Código Florestal (BRASIL, 2012) e pelo Plano Diretor de Aquidauana (2021). Em ambiente SIG, foi delimitado os canais de drenagem dos córregos Guanandy, João Dias e rio Aquidauana, estes dois último considerados somente a extensão na área urbana, através de vetorização manual de linhas, calculado a largura do curso d'água e aplicado o buffer da área de proteção de acordo com as regras do Código Florestal (2012).

Delimitou-se o curso d'água da nascente do córrego Guanandy, Lagoa do Bobo e Lagoa Comprida através de polígonos e mediu-se a largura dos cursos d'água, depois aplicado o buffer da área de proteção. Por fim, foi calculada a área total das respectivas APP.

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos.



Fonte: A autora, 2023.

As cartas foram analisadas por meio de sobreposição entre camadas em ambiente SIG, facilitando a comparação das áreas em relação às cartas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Paisagem, Espaço e Planejamento Urbano: a relação humano-natureza nos conflitos ambientais climáticos

Diversos elementos artificiais que constituem a paisagem, explicita as formas de espacialidades e modos de vida. Diferenciam-se entre si as atividades, ritmos e vivências do centro das cidades, das periferias e das áreas rurais, a inserção de novos elementos se instauram gerando novas organizações espaciais – um novo modo de reprodução do espaço se almeja – mas nos mesmos delineamentos da produção que delimita o espaço quanto um produto: exercício da atividade produtiva, as relações de trabalho e formas de consumo (SANTOS, 2009; CARLOS, 1994).

Constituídas nas paisagens, as disparidades socioeconômicas, as desigualdades, o belo e o feio, demonstram a produção espacial condicionada pela contradição das relações ao passo que o espaço apresenta-se como condição e meio, consistindo em uma perspectiva relevante para análise das práticas espaciais urbanas.

O espaço geográfico, por sua vez, formado pelas interações sociais e pelas relações de trabalho, constitui em si o reflexo das ações de domínio da natureza pelo aprimoramento das técnicas. Para Santos (2009), o estabelecimento dos sistemas de objetos e sistemas e ações são indissociáveis, solidários e contraditórios, onde o processo de tecnificação da natureza a substitui por objetos fabricados, técnicos, mecanizados e cibernéticos.

O aperfeiçoamento das técnicas e o aprimoramento dos espaços urbanos e rurais para a facilidade da vida e do trabalho, seja por pontes, rodovias, comércios, escolas e indústrias, permitem o fluxo das pessoas e dos objetos que, por outro lado, interferem no fluxo de energia da natureza.

Santos (2009, p.103) afirma que paisagem designa o conjunto de formas naturais e artificiais que exprime os resultados de sucessivas evoluções (transtemporal) entre a humanidade e a natureza de uma área: “A paisagem existe através de suas formas, criadas em momentos históricos diferentes, porém coexistindo no momento atual.”; uma porção da configuração territorial em que se é possível abarcar o com a visão.

Para o autor, o espaço é uma construção horizontal, que resulta das ações da sociedade. Seu uso forma um conjunto de mercadorias e seu valor individual advém do valor que a sociedade atribui a cada pedaço de matéria, ou seja, a cada fração da paisagem. O

espaço compreende os objetos materiais que formam a paisagem, pelo qual a materialidade dos objetos técnicos perpassa sucessivos modos de produção, atribuindo, substituindo e criando novas funções (SANTOS, 2009, p.107-108):

A paisagem é história congelada, mas participa da história viva. São as suas formas que realizam, no espaço, as funções sociais. Assim, pode-se falar, com toda legitimidade, de um funcionamento da paisagem, como, aliás, foi proposto por C. A. F. Monteiro (1991). [...] A paisagem é testemunha da sucessão dos meios de trabalho, um resultado histórico acumulado. O espaço humano é a síntese, sempre provisória e sempre renovada, das contradições e da dialética social.

A paisagem corresponde aos sentidos da ocupação de um espaço em que se encontram os resultados de modificações ao longo do tempo, moldadas pelas ações naturais dos elementos da natureza ou ao que se levou às ações “naturais” humanas de ocupação milenar dos espaços e os tornando sociais através da tecnificação do meio.

Abarca propriedades como a comunidade territorial delimitada pela composição homogênea que interagem os elementos e suas interações; o caráter sistêmico e complexo de formação que reflete sua unidade; o nível particular de troca e circulação de fluxos (energia) que seu funcionamento e, a homogeneidade relativa da associação espacial das paisagens quanto à subordinação espacial e funcional (RODRIGUEZ et al., 2022, p.20).

Bertrand (2004) define paisagem como certa porção do espaço resultante de combinações dinâmicas de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que por sua vez é instável, promove interações dialéticas agindo uns sobre os outros em sucessivas evoluções, constituindo a paisagem em um conjunto único e indissociável. Se trata não apenas da paisagem “natural”, integra-se os efeitos das ações antrópicas.

Considerando as diferenças e semelhanças entre os diversos elementos que compõem as paisagens podem torná-las homogêneas ou heterogêneas. A identificação e classificação das paisagens através das definições contidas na proposta de Unidades de Paisagens ajudam a diagnosticar e prognosticar ações sob o espaço.

Para o autor, a paisagem é constituída de elementos dinâmicos que se correlacionam e não podem ser percebidos separadamente. Os três conjuntos, geomorfogenético, dinâmica biológica e exploração antrópica, compõem o mecanismo de evolução de uma unidade de paisagem, reúne todas as formas de energia e, a relação dialética entre si influenciará uma na outra - “determinando a evolução geral dessa paisagem” (BERTRAND, 2004).

Monteiro (2001, p.39) afirma que paisagem é um sistema dinâmico e aberto, integrado de dinâmicas resultantes das ações humanas e naturais, portanto, instável, pelos quais os elementos de suporte e cobertura são expressas individualmente e relacionadas entre elas, constituindo assim um todo complexo (sistema).

A paisagem enquanto conjunto solidário e único, é indissociável e em constante evolução. Os elementos básicos de análise da paisagem são baseadas no suporte/cobertura, partes/relações, estrutura/forma e função. Sua delimitação é relativa ao pesquisador quanto aos objetivos centrais de análise. O autor considera a Paisagem como uma unidade de análise e o geossistema abarca maior amplitude de análise dentre as unidades, formando um sistema.

Considera ainda que a dinâmica funcional da paisagem é realizada através do fluxo de energia natural, como o climático e biológico e, energia antro-po-social, como cultura e tecnologia, pertencentes ao estágio econômico.

As práticas culturais se desenvolvem a partir de símbolos, dada a relação humana com o espaço, atribuindo significados, gerando interferência na materialidade do espaço. Cosgrove (2012), considera a cultura como um conjunto de práticas comuns entre grupos, caracterizada pelos aspectos materiais e imateriais, capaz de ser transmitida por gerações.

A cultura e o simbolismo são formas de ocupações do espaço, dinâmico e contínuo. Sob a paisagem, agimos conforme a construção das motivações humanas da qual partimos de bases distintas uns dos outros quanto às condicionantes da moral, dos valores, costumes e tradições. Nossas ações são motivações que influenciam o comportamento diante de lugares e cenas, com a intenção de compor o mundo externo.

Na perspectiva da paisagem humana, indo além das questões demográficas e humanas, busca compreender as razões que motivam a reprodução das formas de ocupações. As relações espaciais podem ser observadas sob as dimensões da ordem e da forma, sendo impostas de maneira intelectual, como as pinturas de paisagens na Europa direcionando a percepção das paisagens, atribuindo novas concepções de expressão popular (COSGROVE, 2012).

Neste sentido, as dimensões que englobam a ordem e a forma, são materializadas de maneiras que perpassam formas de incutir na sociedade ordens sociais que tendem a controlar, modificar, induzir, substituir determinadas práticas culturais. Excluindo e desconsiderando classes sociais e culturais inferiorizadas pela parcela hegemônica, como atos de intolerância religiosa.

A paisagem, segundo Cosgrove (2012), possui estruturas e mecanismos que tornam acessíveis à mente humana, a partir dos sentidos, agindo como guias para as ações humanas capazes de alterar e aperfeiçoar o espaço, atribuindo significados particulares ou coletivos. Sendo assim, as intervenções humanas na natureza são transformações que caracterizam a cultura, introduzindo significados e ressignificando símbolos aos elementos da paisagem um conjunto de valores. Cosgrove (2012, p.225) ressalta:

[...] Dizer que o tomate é um produto cultural não significa dizer que suas propriedades naturais estejam perdidas. Sua cor e peso estão inalterados, uma análise clínica produziria os mesmos resultados antes ou depois do evento cultural. Mas foram acrescentados a essas propriedades atributos culturais que podemos identificar e discutir.

A paisagem planejada, como os parques vitorianos do século XIX, carregam consigo os valores através de símbolos visíveis e empíricos. São códigos interpretados a partir da observação dos aspectos sociais, culturais, econômicos, compostas pela população, objetos, distribuição da natureza, organização do espaço, controle de entrada, transmitindo um específico tipo de valor que consiste imbuir no senso comum a existência de áreas naturais urbanas como refúgio para os trabalhadores (COSGROVE, 2012).

Como forma de controle social para com uma política de bem-estar físico e moral para a classe trabalhadora que frequentam os parques com a família para lazer e para prática esportiva. A motivação foi substituir as práticas culturais comuns pelas práticas de passatempo e diversão em parques públicos, constituídos de regras de conduta que simbolizam os ideais de decência e da propriedade burguesa sobre a paisagem urbana, que persiste por gerações.

O espaço, em constante dinâmica de transformação de acordo com os interesses sociais e econômicos, está pronto para ser consumido ao passo que as ações humanas sob o espaço baseiam-se nas condicionantes do mundo capitalista. Cosgrove (2012) afirma que todas as paisagens são produtos da apropriação e alteração do meio ambiente pelo ser humano, atribuindo-a significados simbólicos e são mais perceptíveis em paisagens mais elaboradas como as cidades, parques e jardins. Inclui-se a percepção das paisagens na pintura, as paisagens rurais e as naturais, principalmente esta última, que frequentemente carrega o símbolo cultural da inconquistabilidade de alguns ambientes, como a paisagem polar.

Atualmente, os parques e áreas protegidas constituem um outro paradigma sobre a preservação da natureza em detrimento das ocupações humanas que acabam por resultar na

degradação ambiental, principalmente nas cidades, pela supressão das áreas naturais para a especulação imobiliária.

Para Corrêa (2014) práticas culturais e sociais urbanas ligadas à ocupação de espaços públicos para rituais e orações, marcam a existência humana e sua organização espacial e em sociedade. São ações dialéticas que constituem a humanidade como produto da sociedade e a sociedade como produto da humanidade. As manifestações culturais urbanas são caracterizadas pela multiplicidade de fragmentação.

Vivenciar situações e espaços fragmentados por elementos e acontecimentos singulares, nos faz parecer que não há relações entre si, porém, são ações que se baseiam na subjetividade coletiva (CORRÊA, 2014). Nada está de fora das ações e consequências das relações urbanas, pois estão presentes no cotidiano, envolvido em um processo dinâmico que inclui a diversidade, simultaneidade e inclusão.

No município de Aquidauana, a população religiosa ocupa lugares para além de centros e igrejas, como a capela na beira da estrada MS-450, no distrito de Camisão, nomeada de Santinha do Distrito de Camisão, bem como a frequência no Parque Natural Municipal (PNM) da Lagoa Comprida, realizando orações e encontros casuais.

O mesmo ocorre, com mais intensidade de frequência e forma de ocupação, com a Área de Proteção Permanente (APP) conhecida popularmente como Morrinho, na área rural. Foi denominada de “Monte da Oração” através da Lei Ordinária nº 2.757/2022 (AQUIDAUANA, 2022a), identificada como locais de manifestação de fé pelo Inventário da oferta turística do município de Aquidauana (AQUIDAUANA, 2022b).

Contudo, as ocupações no Monte da Oração tem gerado conflitos socioambientais na área que deveria ser submetida a um plano de manejo de APPs. A realização das práticas religiosas ocorrem há muitos anos no local, onde os fiéis constroem acampamentos, favorecido pela torre de energia no topo do morro, acesso à internet, pontos de luz, fogueiras e fogões adaptados.

Embora não se tenha pesquisas publicadas sobre as características físicas da área e sobre a frequência religiosa e turística, nos jornais locais é possível observar a insatisfação dos moradores próximos do Morrinho, que denunciam através das reportagens no O Pantaneiro (ALCÂNTARA; LOURENÇO, 2020) e nas redes sociais as problemáticas decorrentes da ocupação e das visitas, como o desmatamento e o descarte de lixo.

O uso de áreas florestadas para fins de ocupações religiosas designam diversos fatores e evidenciam problemáticas acerca das questões ambientais e de intolerância religiosa. Por

um lado, a falta de espaços para suas práticas culturais e a intolerância religiosa, faz com que se dê a ocupação de espaços públicos na busca de proteção e, muitas vezes, pela afinidade com a natureza. Do outro lado, a ocupação desordenada é capaz de causar problemas ambientais associados ao lixo, contaminação do solo e da água e desmatamento (CORRÊA, 2014).

É preciso atenção ao atribuir às práticas culturais as práticas que degradam o ambiente, pois a cultura não justifica a falta de conhecimento e educação das pessoas quanto a degradação da natureza ou do patrimônio público, como “falta de cultura” (NETO; BEZZY, 2008). Todo o espaço da cidade está sob o poder público ou privado e é necessário políticas públicas técnicas para a preservação ambiental e políticas sociais e culturais de acesso à informação.

As políticas que promovam a preservação e manejo das áreas naturais englobando um projeto político sistêmico contínuo, envolvendo a sensibilização, fiscalização, dentre outras formas que geram emprego, movimentam o fluxo econômico da cidade e ressignifica os valores sobre as paisagens através do conhecimento, levando às ações mais conscientes sobre suas ações e responsabilidades.

Um planejamento urbano adequado, que considere os aspectos naturais e culturais da paisagem, permite a organização do espaço de acordo com dinâmicas naturais do ambiente, como o relevo, rios, lagos e vegetação, possibilitando parques lineares para preservação, uso contemplativo da natureza, esporte e lazer, captação e tratamento de efluentes, dentre outras formas de organização urbana que diminua os impactos negativos (NUCCI, 2007).

Visando a diminuição dos conflitos socioeconômico, é capaz de ofertar bem estar, segurança e qualidade de vida para a sociedade, que depende de fatores ambientais (físicos, químicos e biológicos) propícios para manter o equilíbrio climático urbano (NUCCI, 2007).

É na área urbana que as mudanças microclimáticas advindas das ações antrópicas se apresentam de maneira mais expressiva. Como um “ajustamento humano”, a ocorrência de eventos extremos acarretam perigo à população e são elas mesmas consequências do ordenamento espacial, prejudicam as condições de regime e escoamento superficial, a retificação de rios e córregos, a impermeabilização que acarreta no aumento das enchentes e desabamentos de encostas (MONTEIRO, 1991).

Os serviços ecossistêmicos em áreas urbanizadas são afetados a medida que se relativiza sua importância e a falta de informações levam às decisões políticas e ações populares equivocadas, envolvendo a perda de capital natural e o sequestro de carbono por

parte das áreas verdes, onde as ações de restauração de áreas naturais possuem custos mais elevados do que ações de preservação.

A drenagem urbana consiste em um problema à medida que os córregos e rios são canalizados, provocando alterações dos cursos dos corpos hídricos que acabam por não comportar cargas pluviais em ocorrência de fortes tempestades. Os resíduos carregados pelos sistemas de drenagem provocam obstrução das galerias e canais, poluindo e contaminando os corpos hídricos, tornando-se um problema nacional, pois apenas 58,5% dos resíduos totais coletados no Brasil é coletado e disposto de forma adequada em aterros sanitários (PBMC, 2020).

Em 2023 o reflexo de ondas de calor mais intensa foi impacto do fenômeno El Niño, que é uma anomalia atmosférica capaz de aquecer as águas do Oceano Pacífico Equatorial, mas que deve-se levar em consideração outros fatores que contribuem para a ocorrência de eventos extremos, como o aumento da temperatura da superfície da Terra e dos oceanos (INMET, 2024).

A exposição ao calor extremo pode ser atribuída a casos de infarto, derrames, desidratação e óbito, atingindo principalmente crianças abaixo de 5 anos de idade e idosos acima de 65 anos (PBMC, 2020). Arelado ao saneamento básico, os eventos extremos de precipitação podem aumentar as chances de alagamento de estações de tratamento de esgoto, que em contato com humanos e animais, pode acarretar em doenças zoonóticas, como doenças de pele, leptospirose e esquistossomose.

De acordo com as análises dos desvios de temperaturas médias anuais do Brasil de 1961 a 2023 realizadas pelo INMET (2024), verifica-se uma tendência de aumento significativo das temperaturas ao longo dos anos em diversas regiões, atribuindo à mudança do clima fatores como alterações ambientais locais.

As alterações climáticas acarretam em múltiplas alterações das estações, alterando as condições da temperatura, umidade do solo, distúrbios bióticos, como o desequilíbrio de insetos e doenças e abióticos, como ondas de calor e incêndios florestais. Porém, com o manejo adequado das florestas, almeja a regeneração, crescimento produtivo, distribuição e composição de espécies (HALOFSKY et al., 2018)

Ações que condizem com a saúde do ecossistema a partir de metas de gestão, como projetos e plano de manejo, devem incluir a biodiversidade, sequestro de carbono, conservação, áreas de lazer e recreação, segurança pública e fortalecimento dos valores sociais e culturais. Halofsky et al. (2018) destacam que a importância das novas gestões

florestais tenham a percepção das mudanças climáticas para um planejamento abrangente, aplicável em pequenas e grandes áreas.

Ao pensar o planejamento urbano com um microclima equilibrado deve-se considerar os agrupamentos arbóreos, pois exercem maior influência no conforto térmico comparado à uma única árvore. As árvores alinhadas, por exemplo, criam caminhos sombreados pela atenuação da radiação incidente, proporcionando condições de conforto térmico em ambientes adequados para estabelecimento de atividades de lazer e esportes (LÓIS et al., 2011).

A implantação de agrupamento de árvores de espécies com boa atenuação da radiação pode ser compreendido como método eficaz de investir no sombreamento de vias de circulação de pessoas, bicicletas e automóveis. Em áreas grandes, como as de preservação e recuperação ambiental, parques lineares, reservas ecológicas, indica-se espécies com altas taxas de transpiração pela capacidade de regular a temperatura do ar próximo de áreas edificadas.

Indivíduos arbóreos isolados são fundamentais na composição da paisagem e na atenuação da temperatura em microescala, sendo indicados para áreas de baixa circulação, como pátios, fachadas comerciais e quintais, permitindo a redução do consumo de energia para resfriar ambientes internos (LÓIS et al., 2011).

A organização espacial sem um planejamento urbano adequado, acaba por induzir aos moradores a ocupar áreas de risco por questões da desigualdade social, provocando a degradação ambiental, muitas vezes irreversíveis, levando à queda da qualidade de vida por exposição à doenças e risco de vida, agravando-se à medida em que a urbanização é intensificada (MENDONÇA, 2000; JÓIA, 2005).

As cidades médias e pequenas possuem aspectos geográficos singulares, permitindo o melhor detalhamento para a identificação e compreensão da associação sociedade-natureza, principalmente na análise intra-urbana que demonstra a diferenciação climática entre diferentes ambientes citadinos (MENDONÇA, 2000).

A vulnerabilidade dos moradores em áreas de risco é condicionada pelos projetos políticos que não incidem sobre os mais carentes. Muitas vezes pela falta de estrutura financeira e assistência social, famílias ocupam áreas de risco pela falta de opção, sem receber apoio e orientação quanto à forma de ocupação, onde não chega a coleta de resíduos sólidos, captação de esgoto e acesso à água potável.

As áreas de risco também podem ser habitadas por pessoas com boas condições financeiras, porém estruturalmente mais favoráveis do que as pessoas mais carentes. Podem ter recursos para construir taludes para diminuir o risco de deslizamento, vigas para aumentar a altura das casas e evitar perda material em época de inundação ou alagamento, aterramento em áreas úmidas e mesmo, possuir ar condicionado a fim de diminuir a temperatura dentro de casa nas épocas mais quentes.

Braga (2012) aponta a importância de um planejamento urbano baseado na sustentabilidade, pois as cidades são um dos fatores que propiciam as mudanças na paisagem estabelecida demanda energia e função como o deslocamento, exigindo mais ou menos circulação de veículos dependendo da distribuição espacial, o que pode resultar em mais emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera.

Os impactos da morfologia das cidades influenciam nas condições microclimáticas, capazes de alterar o balanço térmico em áreas urbanas, como a redução da temperatura diurna causada pelos altos edifícios e a elevação das temperaturas noturnas pelo armazenamento do calor, diminuindo a velocidade dos ventos e variando de temperatura nas áreas mais e menos adensadas (NOVAES; MONTEIRO, 2020). A variabilidade de altura, espaçamento e forma dos cânions urbanos contribuem para a circulação dos ventos, pois o posicionamento e geometria das edificações alteram as direções e velocidade de circulação.

A diferenciação térmica do tecido urbano pode encontrar diversos padrões de aquecimento em que a relação dos ventos, temperatura do ar, umidade relativa, estação climática, variam de acordo com o clima da região baseado nos elementos naturais e a relação com a sociedade. A adoção de estratégias bioclimáticas visam a diminuição da temperatura, permeabilidade das águas pluviais, sombreamento e resfriamento evaporativo indireto pela vegetação (COSTA et al., 2019).

Um arranjo construtivo disperso e a baixa ocupação do solo, favorece o aproveitamento das massas de ar locais e sombreamento, a permeabilidade reduz o acúmulo de calor entre os conjuntos edificados aumentando o resfriamento e a umidade relativa, estabilizando em horários de maior intensidade de radiação solar. A variação da morfologia do tecido urbano pode contribuir positivamente para com as estratégias bioclimáticas e ser aplicada ao adensamento construtivo da cidade, evitando uniformização das estruturas, potencializando o uso da infraestrutura urbana e promover a integração social (COSTA et al., 2019).

A regulação do uso do solo compreende a importância para as decisões do ordenamento do espaço urbano e planejamento de crescimento econômico, sendo um mecanismo fundamental para planejar a expansão territorial com o objetivo de reduzir os impactos negativos. A perspectiva de que o solo é uma mercadoria remete a especulação imobiliária e, neste sentido, as estruturas legais, administrativas e fiscais necessitam ter controle do uso e deve direcionar os interesses coletivos para uma eficaz função social da cidade, conforme a Constituição Federal e o Estatuto da Cidade (BRAGA, 2012).

Para reduzir os efeitos climáticos da área urbana e promover mitigações deve-se considerar os contextos socioeconômicos e culturais das diferentes cidades brasileiras e cabe aos cidadãos, gestores e pesquisadores a análise da aplicabilidade do Plano Diretor que é inegavelmente importante, mas que traz consigo contradições em sua elaboração (VILLAÇA, 2005), que refletem na discrepância do atendimento dos interesses em relação à distribuição espacial e das atividades potencialmente estressoras em ambientes sensíveis.

Situada na borda da planície Pantaneira, a área urbana de Aquidauana apresenta influências e reflexos da degradação que pode comprometer áreas mais baixas do rio pela falta de monitoramento sistemático pelas autoridades responsáveis, causando o fragmento de muitos habitats pela supressão da vegetação e assoreamento (AYACH, 2014).

Muito se discute sobre os Planos de Manejo e criação de corredores ecológicos para diminuir o efeito de borda considerando fragmentos de vegetação de ecótonos Cerrado e Pantanal em áreas urbanas onde há presença de vida silvestre e vegetação remanescente, no entanto, pouco se tem feito para a preservação, monitoramento e recuperação das áreas naturais do município.

Em Aquidauana a expansão urbana tem ocupado as áreas mais sensíveis ambientalmente, gerando conflitos socioambientais, muitas vezes pela parte mais vulnerável da população, por motivos históricos e econômicos, demonstrando a contradição das legislações que deveriam proteger a população e a natureza (JÓIA; SILVA, 2003, p.32):

Os problemas ambientais das cidades brasileiras parecem ser uma constante, todas elas apresentam problemas semelhantes: drenagem, enchentes, escoamento pluvial, esgotamento sanitário, recolhimento de lixo, aterros sanitários, abastecimento de água, desmoronamento e todo tipo de poluição com suas especificidades.

O adensamento urbano e da população nas últimas décadas (BARROS et al., 2015; PAIXÃO et al., 2020) demonstra a necessidade da gestão municipal em adequar o

direcionamento, controle e fiscalização da expansão urbana em detrimento do bem estar da população e do meio ambiente.

Sobretudo, o adensamento urbano nas margens dos córregos em que se encontram as quatro microbacias hidrográficas no perímetro urbano, agravam a fragmentação das APP e de fragmentos de vegetação remanescente, consideradas de pouca relevância, seja pelos critérios de beleza cênica, escassez de informações e dados que subsidiem políticas ambientais e por questões de interesse político.

A ocupação na área urbana é mais densa na planície fluvial do Rio Aquidauana e dos córregos, nas áreas conhecidas por Ilha dos Pescadores, Baixadão do Guanandy e Pirizal, são áreas suscetíveis aos impactos diretos e indiretos (JÓIA; SILVA, 2003) que foram identificadas e continuam tendo as atividades humanas ativas em áreas sensíveis.

Bezerra e Carvalho (2022) destacam a massiva ocupação nas áreas de APP do córrego Guanandy, que recebe esgoto e descarte de lixo, assim como outros córregos de Anastácio que são afluentes do rio Aquidauana também sofrem com as ações humanas. A área de inundação se insere no perímetro urbano e possui áreas construídas em suas áreas mínimas de proteção permanente (APP) definidas pelo Código Florestal (2012), significando a falta de preservação.

São nessas áreas de inundações sazonais do rio Aquidauana que acometem a vulnerabilidade climática dos ribeirinhos por conta do asfaltamento e impermeabilização do solo, que não permite a infiltração da água e impede a drenagem para as partes mais baixas, bem como a saturação do solo nas épocas de chuvas, causando alagamentos e transtornos em algumas áreas úmidas da área urbana, agravadas pelo loteamento e aterramento (ARTIGAS; ANDRADE, 2011; ANUNCIAÇÃO et al., 2013).

A expansão do agronegócio no município também é notável e se estende nas adjacências da área urbana. Leite et al. (2021, p.12) indicam que a maior parte da área da planície pantaneira tem aptidão para a agropecuária e que conforme os tipos de solos e as formas de ocupações existentes, principalmente para fins de produção, exigem cuidados conservacionistas, pois estão suscetíveis à erosão e contaminação do solo se não tratados corretamente.

A bacia hidrográfica do rio Aquidauana (21.373,85 Km²) abrange 16 municípios do estado de Mato Grosso do Sul e suas diversas regiões morfoclimáticas. As atividades econômicas da região estão baseadas na agricultura, turismo, indústrias e pecuária (ANUNCIAÇÃO; NETO, 2018, p.34):

Neste espaço os objetos nascem com uma vocação mercantil, transformando-se de forma dinâmica, articulando materialidade e ação humana e gradativamente contribuindo para o avanço da vulnerabilidade socioambiental.

As atividades econômicas moldam o processo de transformação do espaço, definindo a produção e a função do espaço e os reflexos dos impactos são resultantes dessas ações. Os impactos associam-se entre fenômenos globais e locais e os eventos climáticos extremos (*hazards*) se manifestam com maior intensidade nas áreas urbanas de Aquidauana (ANUNCIACÃO et al., 2013).

O novo Plano Diretor de Aquidauana (AQUIDAUANA, 2021), apresentado através do Projeto de Lei complementar nº 005/2021, demonstra perspectiva otimista e pouco esclarecedora sobre o desenvolvimento urbano e ambiental no município. A seção II apresenta as Zonas de Interesse Difuso (ZEID) urbano e rural e, no Art. 35 inciso 1º destaca que a sobreposição de zona de interesse, sobressai as zonas especiais de interesse ambiental visando o desenvolvimento sustentável.

O Plano Diretor atribui ao Art. 36 as diversas Zonas de Interesse Ambiental (ZEIAS) na área urbana de Aquidauana e dos distritos, como as APPs dos córregos, lagoas e algumas áreas úmidas. O Art. 37, sobre as Zonas de Interesse Industrial, Turístico e Culturais (ZEIDs) informa a desativação do lixão e o remanejamento das instalações e atividades de indústrias próximas de APP e Parques Municipais em um prazo de dois anos.

As Zonas de Interesse Social (ZEIS) estão dispostas no Art. 39 e 40. São áreas destinadas à acomodação, adequação e readequação da população de baixa renda, recebendo o incentivo de edificações de habitações multifamiliares a fim de contribuir para a infraestrutura, pelo qual a densidade demográfica não ultrapasse a 500 habitantes por hectare e edificações com até quatro pavimentos, conforme as diretrizes de uso e ocupação do solo.

As ZEIS são subdivididas em quatro grupos, onde a prioridade das ZEIS 1 é a instalação da infraestrutura e equipamentos urbanos comunitários, como fossas sépticas, monumentos, reforma de escolas e postos de saúde.

No inciso 2º, o Poder Público Municipal é obrigado a implantar pavimentação prioritária nas ZEIS 1 e assim tem-se mostrado altos investimentos com a pavimentação asfáltica, recapeamento e drenagem de águas pluviais em diversos bairros da área urbana, com orçamentos que chegam à milhões de reais, partindo de licitações municipais e recursos

advindos do Estado (AQUIDAUANA, 2022c; FRANCELENO, 2022; AQUIDAUANA, 2023).

As ZEIS 2 configuram áreas urbanas vazias de interesse para loteamentos sociais para a população de baixa renda. As ZEIS 3 consistem em áreas urbanas de risco e de alagamento, cabendo ao Poder Público Municipal a remoção dos moradores para outros assentamentos prioritariamente em locais próximos à sua moradia, em que contenha instalações mínimas de infraestrutura urbana, acesso à transporte, educação e saúde.

As ZEIS 4 são áreas que, assim como a ZEIS 3, possuem disfunções urbanísticas, em processo de ocupação a ser regularizada conforme as leis urbanísticas ou então removidas do local. Os Planos Locais, na Seção V, são propostas de planejamento para diretrizes as ações do executivo municipal, imbuídas de critérios e prioridades para investimentos públicos e privados, porém não consideram, explicitamente, os aspectos ambientais e culturais.

Analisar o Plano Diretor de Aquidauana conforme as transformações espaciais ao longo do tempo é fundamental para compreender como tem-se planejado a estrutura da área urbana associando à realidade, busca-se identificar as ações que vem modificando a paisagem urbana, focando nas questões pertinentes à relação da expansão urbana e degradação ambiental capazes de modificar o clima urbano.

4.2 Contribuições dos fragmentos de vegetação em áreas urbanizadas para o equilíbrio climático das cidades

As cidades constituem maior população, assim como concentram a maioria dos ativos construídos e atividades econômicas, que provocam constantes alterações espaciais, tornando tais ambientes vulneráveis às mudanças climáticas. Grande parte das cidades brasileiras já apresentam problemáticas associadas aos padrões de desenvolvimento que intensificam os impactos socioambientais, como o aumento das ilhas de calor, disponibilidade de água potável e alteração do ciclo hidrológico (PBMC, 2020, p.11):

Os impactos causados pelas alterações no clima já são sentidos nos centros urbanos e vêm aumentando nos últimos anos. Os principais problemas envolvendo mudanças climáticas e cidades são o aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, escassez de água e alimentos, acidificação dos oceanos e eventos extremos.

O balanço de energia no espaço socialmente construído se agrava, sofre alterações provocadas pelas atividades socioeconômicas, fatores que auxiliam no clima urbano, além da

localização geográfica da cidade e a intensificação do adensamento humano e urbano. É evidente que as cidades médias e pequenas de países tropicais em desenvolvimento, são as mais afetadas (MENDONÇA, 2000, p.168).

As florestas nativas desempenham papel importante tanto para o equilíbrio térmico das cidades quanto para o estoque de carbono, tendo sua importância reconhecida na 13ª Conferência das Partes (COP 13) da Convenção Quadro sobre mudanças climáticas (UNFCCC) a partir da implementação do projeto Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), pelo qual as emissões de carbono por meio do desmatamento não era considerado pelo Protocolo de Quioto (BRASIL, 2011).

O projeto estuda o desmatamento tropical focando na Região Amazônica para a redução das emissões de GEE para a atmosfera por meio do desmatamento, já que é a região que contribui com a maior parte das emissões nacionais, ao passo que é a maior área vegetada tropical remanescente e contínua do mundo, com 60% localizada no território brasileiro. A Amazônia é um grande berço da biodiversidade e é fundamental para o equilíbrio climático regional e global levando chuvas para regiões do Sul da América do Sul (BRASIL, 2011).

O estresse climático tem gerado efeitos perceptíveis e resultam em efeitos quantitativos e qualitativos na modificação dos regimes das chuvas, diminuindo os recursos hídricos, importantes para a infraestrutura das cidades, já que é responsável por 22% do consumo total da vazão de água no Brasil, atrás da irrigação, com quase 55% do consumo captado (PBMC, 2020).

O crescimento urbano desenfreado resulta em diversos problemas que interferem na resiliência das cidades. A supressão dos ecossistemas aprofundam as questões ambientais urbanas, tornando a cidade mais vulnerável aos impactos negativos de curto e longo prazo e agravam as mudanças climáticas locais.

As consequências sobre a infraestrutura urbana podem ser consideradas, quanto à expansão e ao adensamento urbano, a saturação da capacidade dos transportes públicos, falta de saneamento básico em áreas remotas da cidade, canalização e retificação de rios e córregos, comprometimento da drenagem superficial provocando enchentes e alagamentos, comprometimento da saúde humana pela emissão de gases poluentes e falta de áreas naturais para lazer e esportes.

Relacionada à infraestrutura urbana e clima, as edificações tem levantado questões acerca do conforto térmico. Com o aumento das temperaturas nas áreas urbanizadas e forte radiação solar, são capazes de intensificar as reações fotoquímicas que liberam gases e demais

partículas responsáveis por poluir a atmosfera, gerando impactos diretos sobre a saúde da população quanto às doenças cardiorrespiratórias (PBMC, 2020).

Ilha de Calor (IC) é um fenômeno típico causado pela modificação climática gerada pelas ações antrópicas, característica dos processos de expansão urbana que resulta na alteração da superfície, como a impermeabilização, alterando o clima local ao aumentar a absorção de radiação solar pelos componentes espaciais (AMORIM, 2017).

Os estudos ambientais a respeito dos fragmentos de vegetação nas áreas urbanas visam o fortalecimento da arborização de espaços abertos e recuperação da vegetação nativa nas áreas antropizadas próximas ou não de Unidades de Conservação, podendo constituir interconexões e regenerações de paisagens degradadas. Metzger (2001, p. 6) ressalta:

É possível, assim, distinguir paisagens contendo muitos fragmentos grandes [...], ou paisagens formadas por uma infinidade de pequenos fragmentos [...], ou por uma rede de corredores [...], ou por um padrão em tabuleiro de xadrez [...].

Para Metzger (2001), o desenvolvimento das espécies e das comunidades de determinados conjuntos de habitats, suas características biológicas, demanda por área, alimento, refúgio e reprodução, está intimamente correlacionado com o ordenamento territorial e, esta deve buscar aplicações que solucionem problemáticas ambientais advindas das ações antrópicas, abordando diferentes escalas espaço-temporais das unidades de paisagens, assim podendo identificar e compreender os processos estruturais da organização espacial da paisagem sobre os processos ecológicos.

Os principais fatores que auxiliam na distribuição dos seres vivos na Terra estão ligados às condições ambientais dispostas no espaço, como alimento, água, luz e temperatura, capazes de favorecer ou limitar a ocorrência de determinada espécie em uma área. Os recursos disponíveis possibilitam a sobrevivência e efetivam os processos migratórios, fortalecendo a capacidade evolutiva das espécies, inclusive das relações humanas, como parte da natureza e incisiva nas interferências diretas e indiretas (FIGUEIRÓ, 2015).

As áreas vegetadas, rasteiras ou arbóreas, são essenciais para a estabilidade da temperatura por promover uma menor amplitude térmica, ao contrário do solo exposto, onde a menor taxa de albedo reflete menos radiação de pequenos comprimentos de onda, bem como protege o solo das ações naturais de erosão e lixiviação (AMORIM, 2017, p.121).

Apesar da pressão antrópica exercida sobre os fragmentos de vegetação em área urbana, os fragmentos possuem diversas funções sociais importantes e no que diz respeito ao

microclima, fornecendo conforto térmico. Mesmo que os remanescentes de vegetação não tenham conexões entre si, a vegetação densa e estratificada é capaz de amenizar a temperatura no interior de bosques públicos (DACANAL et al., 2010).

Em algumas áreas da cidade fica evidente a diferença das temperaturas entre as áreas construídas e os fragmentos de vegetação. DACANAL et al. (2010) constataram que a diferença térmica da média da temperatura média do ar no verão foi 1,76 °C mais baixa no interior dos bosques analisados em comparação às áreas construídas, no período de outono aumenta para 2,76 °C e no inverno é de 2 °C. Contudo, as áreas se encontravam com problemas socioambientais relacionados à forma de uso e ocupação e ao estado de conservação.

A população considerou que os fragmentos de vegetação em espaços urbanos possibilitam o contato com a natureza, espaço para a prática de esportes, sociabilidade, recreação e permite a conservação da natureza, mas que os problemas socioambientais podem afastar as pessoas do espaço pela baixa permeabilidade visual, falta de segurança e acesso de pessoas em situação de vulnerabilidade social

As matas ciliares promovem o controle, a qualidade ambiental e auxiliam nas condições microclimáticas de uma região, embora o tipo de estrutura influencia na variação da temperatura (LÓIS et al., 2011). A diferença da densidade da cobertura vegetal de corredores fluviais interfere no microclima quanto à capacidade de atenuar a radiação solar.

Foi observado que em áreas de arborização esparsa, mata degradada e em estágio inicial ou intermediária de sucessão, a atenuação solar foi de 83%, 4% a menos do que na estrutura florestal. A temperatura da água em relação à temperatura do ar diminuiu até 3°C em sistemas florestais e aumentou 10,9 °C em áreas de campo, com estrato herbáceo contínuo (LÓIS et al., 2011).

Os fragmentos de vegetação presente na área urbana de Aquidauana são APP, constituído de rio, córregos, lagoas, morros, remanescentes de floresta nativa e áreas úmidas, que dinamizam o fluxo de energia e escoamento superficial. São áreas que atuam como berço da manutenção natural das árvores e plantas nativas, animais silvestres, aves migratórias, fonte de alimento e abrigo.

O solo constitui elemento fundamental para o desenvolvimento vegetal, pois ele age como reservatório de água, pelo qual a planta usa cerca de 98% e posteriormente é lançada para a atmosfera pelo processo de transpiração. A quantidade de armazenamento de água no solo é relativa à recarga natural por meio da chuva.

Um grande volume de chuva pode gerar perda por escoamento superficial, acarretar em erosão e lixiviação em áreas muito úmidas, por outro lado, a escassez de chuva reduz seu armazenamento no solo limita o desenvolvimento e estado das plantas (REICHARDT; TIMM, 2004).

As ondas de calor extremo intensificaram-se nas cidades, agravando problemas de poluição atmosférica e o funcionamento das infraestruturas essenciais, causando impactos adversos sobre a saúde humana e sobre a disposição de água, transporte, sistemas de saneamento e energia, levando à perdas econômicas, perturbações de serviços e impactos no bem-estar da população (IPCC, 2023).

As manchetes dos noticiários ajudam a ter noção das consequências das altas temperaturas, cada ano mais quentes. Os alertas são importantes para a população se preparar para temperaturas de mais de 40 °C, são divulgadas em portais eletrônicos regionais e pelo Ministério da Saúde, fornecendo um guia digital de informações básicas sobre como enfrentar as ondas de calor, em especial, cuidados com os mais vulneráveis (BRASIL, 2023).

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o ano de 2023 foi considerado o ano mais quente da série histórica no Brasil, com médias das temperaturas em torno de 24,92 °C, sendo 0,69 °C acima da média histórica entre 1991 e 2020. Entre os meses de 2023, nove obtiveram médias mensais de temperatura acima da média histórica e no decorrer do ano, foram nove episódios de onda de calor (INMET, 2024).

Com uma tendência de aumento significativo das temperaturas nos últimos anos no Brasil, são diversas regiões geograficamente diferentes que sofrem os impactos dos eventos extremos. Em 2023, as temperaturas mais intensas foram observadas no Sul do Pará, Mato Grosso, Sul de Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco e Ceará.

As ondas de calor no estado de Mato Grosso do Sul vem causando preocupações, com duração de uma semana ou mais em algumas cidades e temperaturas acima de 33 °C e sensação térmica entre 32,1 °C e 41 °C. A falta de chuva atrasou o plantio da soja e as chuvas em excesso ocorreram na época da colheita, atrasando os próximos plantios (EMBRAPA, 2016).

Aquidauana foi uma das cidades que sentiram os efeitos da onda de calor de 2016 por 13 dias (início em 30/03/2016), com temperatura máxima absoluta de 37,8 °C (04/04), em Campo Grande (MS) a temperatura foi de 34,8 °C, com 10 dias de onda de calor (EMBRAPA, 2016). O tempo seco em Mato Grosso do Sul contribuiu com o espalhamento

do fogo no Pantanal e as fumaças atingem as cidades de Ladário, Aquidauana, Miranda e Porto Murtinho (Band News, 2023).

As fumaças dos incêndios na região do Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro atingiram as cidades adjacentes e invadiu a área urbana de Aquidauana, cobrindo as ruas, em novembro de 2023. Ao portal eletrônico do Correio do Estado, moradores relataram se sentir incomodados com a situação e a dificuldade de respirar por conta da fumaça densa e a baixa umidade do ar (VILALBA, 2023)

Aquidauana já foi notícia sobre céu encoberto pela fumaça vinda de incêndios florestais na Amazônia. A fumaça atingiu todo o Brasil por quatro dias, com grandes concentrações sobre o Centro-Oeste, gerou desconforto associado às condições climáticas pelo tempo seco e de baixa umidade do ar, onde os termômetros marcaram máxima de 37 °C (O Pantaneiro, 2022).

São essas áreas que influenciam na dinâmica do microclima da área urbana do município, amenizando as temperaturas locais. Santos (2014) observou que a diferença da temperatura do ar mais amena na área urbana de Aquidauana está associada às formas de ocupação, fluxo de carros, altitude e presença de vegetação e por isso, a temperatura na porção central da cidade são mais elevadas, além da arborização esparsa.

O meio urbano de Aquidauana se desenvolveu ocupando áreas que anteriormente eram naturais, dando novas características à paisagem, construindo campinhos de futebol, ocupando com jardins ornamentais, alterando a dinâmica natural dos fluxos de energia e escoamento hidrológico. A falta de sensibilidade e de políticas públicas ambientais de sensibilização popular contribui para a degradação ambiental.

Rodrigues et al. (2017) analisou as condições ambientais da micro-bacia hidrográfica da Lagoa Comprida e dos córregos Guanandy e João Dias, concluindo que as dimensões dos impactos da antropização e degradação ambiental causam riscos à população e prejudicam os ambientes naturais. Embora a porção urbanizada das microbacias ocorra o processo intenso de interferências humanas, a população relatou presença e circulação de animais silvestres, principalmente aves (RODRIGUES et al., 2017 apud SILVA et al., 2014).

A nascente do córrego Guanandy se localiza em uma propriedade privada rural com pasto, ausência de APP nativa e predominantemente vegetação rasteira. A extensão do córrego é totalmente inserida na área urbana, sujeita às influências da ocupação urbana por conta do despejo de esgoto e lixo (BEZERRA; CARVALHO, 2022).

Considerando a bacia hidrográfica do córrego, pode-se analisar que as áreas de alta fragilidade ambiental estão inseridas desde a nascente à foz, na área urbana e áreas com solo exposto, estas últimas avaliadas como muito alta, quanto que nas áreas com presença da mata ciliar nativa a fragilidade foi baixa, evidenciando problemáticas relacionadas ao uso e ocupação da terra (BARROS et al., 2017).

Estudos sobre a arborização urbana do centro de Aquidauana apontam rica fitogeografia por se localizar próximo da margem do rio Aquidauana, abrangendo parte da planície de inundação do Pirizal (FERNANDES; AYACH, 2013; SÁ et al., 2021).

Constatou-se que a abundância de espécies do mesmo indivíduo encontrado, *Licania Tomentosa* (60,2% das árvores) pode levar à homogeneização da arborização limitando a dispersão das sementes nativas e a disponibilidade de alimentos para determinadas espécies pela prevalência de espécies vegetais não nativas, mesmo que favorecendo outras comunidades de espécies animais pode designar desequilíbrio ecológico nestas áreas (SÁ et al., 2021).

Ao registrar a arborização das praças, Aoki et al. (2020), concluíram o predomínio de mais de 50% de espécies exóticas e identificou problemáticas fitossanitárias como podas inadequadas, presença de parasitos e injúrias (pregos, placas, etc).

Ascencio et al. (2020) analisaram as áreas naturais, cada vez mais suprimidas e degradadas pelas interferências antrópicas, principalmente ao que tange às ocupações nas bacias dos córregos Guanandy e João Dias e das margens do rio Aquidauana, aumentando os processos erosivos e de assoreamentos.

Tais áreas se encontram degradadas por ações criminais de ateamento de fogo, despejo irregular de esgoto, descarte irregular de resíduos sólidos e contaminantes, além da presença da indústria de ferro gusa instalada na APP do córrego João Dias, podendo aumentar as emissões locais de GEE.

Evidenciou-se a presença de contaminantes na água do córrego João Dias no perímetro urbano, provavelmente advindos do despejo de esgoto doméstico, como o aumento da concentração de ferro e perda de oxigênio dissolvido na maioria dos pontos à montante do córrego João Dias e estado de hipereutrofização à jusante, em agosto de 2021 (SANTOS et al., 2021).

Foram identificadas trilhas “alternativas” nas áreas de estudo que cortam o córrego João Dias de um bairro ao outro, com descarte irregular de resíduos sólidos e canais de

captação da água do córrego, presença de moradias irregulares, ponte de acesso danificada causando riscos aos transeuntes e moradores locais.

O remanescente florestal localizado próximo à Lagoa do Bobo, no bairro Exposição, apresenta um lixão a céu aberto, no qual o caminhão da prefeitura e moradores destinam matéria de poda e entulhos.

Na lagoa do Bobo, Dias et al. (2013) identificaram 20 espécies de zooplânctons cladóceros com maior diversidade no período de seca em relação ao período chuvoso, podendo ser associado à entrada de material depositado de fora do ecossistema aquático causando mudanças físicas e químicas da água.

As ocupações irregulares de grupos religiosos na região do Morrinho estabeleceu-se em meados de 2010 quando a Prefeitura Municipal comprou a área que era particular e improdutivo, sendo destinada à Aldeia Urbana Tico Lipu, aos integrantes do “Movimento Sem Teto Indígenas” que ali ocupavam. As áreas ocupadas irregularmente foram regularizadas e transformada no Conjunto Arara Azul e entregues no segundo semestre de 2015 (DARNIZOT, 2016).

A partir das constatações bibliográficas, o presente estudo se dispõe a compreender a espacialização e as condições dos fragmentos de vegetação a partir das formas de uso e ocupação, bem como sua relação entre com a estrutura térmica da área urbana de Aquidauana (MS), buscando analisar a relação dos fragmentos com a concentração de calor e frescor urbano.

4.3 O Sistema Clima Urbano (SCU) na perspectiva Geossistêmica

A teoria Sistema Clima Urbano (SCU) consiste em um sistema complexo, dinâmico, aberto, podendo ser definido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 2003, p.19) e a organização climática da cidade permite compreender os impactos ambientais, essencial para o planejamento urbano.

O SCU tende a compreender e estruturar as diferentes organizações climáticas de uma cidade a partir da teoria dos Geossistemas, onde analisa as diferenças e similaridade entre o espaço geográfico, na tentativa de classificar os subsistemas climáticos considerando a complexidade das alterações da paisagem urbana. Monteiro (2001) foi pioneiro na pesquisa científica brasileira ao relacionar mudanças climáticas com as ações antropogênicas e demais componentes espaciais.

Geossistema compreende uma unidade dimensional entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados, em que considera a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos constituintes da paisagem, compreendendo também combinações dialéticas. Considerada uma base para estudos referente à organização do espaço, trata-se de dados ecológicos relativamente estáveis resultantes da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos.

No geral, o geossistema não necessariamente apresenta uma grande homogeneidade fisionômica, pois se caracteriza por diversos estágios da evolução, ou seja, sucedendo novos potenciais ecológicos e assim em diante. É considerado produção naturalista com poucos ou muitos aspectos sociais, já a paisagem enquanto um produto do tempo, realiza uma análise social histórica dos processos, onde as ações antrópicas empregam forças de alteração, fazendo parte dela e, na maior parte das vezes, acelerando o processo de mudança. (LEONARDO, 2007, p.5).

A abordagem geossistêmica consiste em um aparato teórico e metodológico com a perspectiva de integrar análises dos componentes espaciais relacionando seus elementos de forma dinâmica, envolvendo aspectos ambientais e antropológicos a fim de alcançar uma visão de síntese das complexidades geográficas (MONTEIRO, 2001, p.48).

O enfoque sistêmico integra o conjunto de métodos lógicos do conhecimento da realidade, possui vantagens ao constituir um aparato conceitual diverso com relativa exatidão, permite distinguir o objeto estudado do meio circundante e, assim, dividi-lo em séries de níveis de complexidade, além de facilitar a criação de modelos de análise do objeto baseada em formas de operações de investigação (RODRIGUEZ et al., 2022).

A concepção sistêmica constitui-se por uma abordagem em que as variáveis do objeto de estudo (fenômenos, relações, problemas, situações, etc) são consideradas como um sistema (uma unidade) que se manifesta de acordo com algumas categorias sistêmicas, como estrutura, elemento, meio, intensidade, dentre outros.

A sistematização da ciência geográfica inclui perspectivas holísticas e interdisciplinares. O acúmulo de conhecimento e de investigações possibilitou a evolução da ciência geográfica ampliando o enfoque e os métodos sistêmicos, alcançando novos objetivos de pesquisa e compreendendo as relações entre eles, absorvendo grandes quantidades de variáveis para estipular possíveis regimes, estrutura ou estado, estruturada nos princípios filosóficos dialético-materialistas (RODRIGUEZ et al., 2022).

Considerar áreas urbanizadas como parte de um geossistema permite ampliar a

percepção sobre as atividades humanas e os impactos delas sobre a paisagem. Enquanto parte das alterações da paisagem de forma direta e indireta, significa compreender a relação humana com o espaço (NUCCI, 2007; MONTEIRO, 2001).

Assim, o mundo moderno, o tratamento do clima urbano da cidade não poderia ser deixado de lado, adotado uma visão que busca pelo elo entre humano e natureza, mais apurada na segunda metade do século XX, em que a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) e a Cibernética contribuíram no aprofundamento da análise espacial e biológica (MONTEIRO, 2003).

A relação entre clima e sociedade perpassa a ideia de que o comportamento da atmosfera integra demais elementos e processos naturais e organizam espaços climáticos desde as escalas superiores (global) às inferiores (local), além de que as ações humanas possuem capacidade de alteração da atmosfera de maneira direta e indireta, com efeitos positivos e negativos, alterando a organização das escalas inferiores para as superiores (MONTEIRO, 2001).

Neste sentido, o ser humano possui capacidade de alterar as propriedades extensivas do clima, presentes no espaço geocológico, mas também gera novos estados e sucessões de novos climas em menor escala. Assim compreendendo o clima para além de um comportamento hidrológico e geomorfológico que influem na dinâmica atmosférica, está intrinsecamente conectada com a vida humana, onde o conceito de clima é baseado na percepção humana (MONTEIRO, 1976).

Para o geógrafo, interessado no clima como um dos componentes naturais na organização do espaço, isso representará o início, a revelação genética do comportamento atmosférico, a partir da qual, com as demais associações naturais e, sobretudo, com a atividade humana, os espaços geográficos são organizados.

Monteiro (1976, p.32) defende que a análise do comportamento da atmosfera tende a identificar um ritmo padrão através do tempo, a partir de uma abordagem dinâmica, considerando maior número de elementos que compõe o clima, procurando “sentir as maneiras de indagar” tal comportamento, ampliando o olhar tanto de um meteorologista e um geógrafo de acordo com os objetivos específicos.

O SCU subdivide-se em cinco critérios de escolha de investigação. Dentre elas, o Dinamismo consiste no aparato metodológico sorreano e no dinamismo ligado ao fenômeno urbano, em graus diferentes, a Consistência indica um corpo teórico capaz de orientar a investigação proporcionando amplitude e elasticidade no tempo e no espaço, em qualquer

escala de análise e diferentes graus de complexidade urbana e o Modelismo, que permite a expressão e representação dos elementos e fenômenos analisados, aperfeiçoando a pesquisa através de mapeamento e diagramação.

Os elementos que compõem e caracterizam a associação urbana no sistema do clima da cidade são variados e heterogêneos e podem ser classificados, como a “poluição do ar, ilhas de calor, inundações, dentre outras formas” (MONTEIRO, 2003, p.24). Agrupa-se em subsistemas tríplice, que engloba o complexo energético dos elementos termodinâmicos, físico-químicos e hídricos:

- a) Conforto térmico: relacionado às componentes termodinâmicas (calor, ventilação e umidade);
- b) Qualidade do ar: associada a qualquer tipo de poluição do ar, solo e água.
- c) Meteoros do impacto: referente aos impactos meteóricos, hídricos, mecânicas, elétricas, em grande intensidade capaz de causar impacto na vida da cidade, provocando novas organizações espaciais.

A termodinâmica do clima contribui para o conforto térmico dentro da cidade, fundamental para o balanço de energia líquida que atua no sistema. Essa energia se associa às outras componentes espaciais, como a ocupação da terra e a morfologia urbana, implicando no processo de transformação e produção. A captação do campo térmico da cidade contribui com informações básicas aos arquitetos e urbanistas, como a projeção de áreas de conforto térmico associada à umidade (MONTEIRO, 2003).

Ilha de Calor (IC) é um fenômeno típico causado pela modificação climática gerada pelas ações antrópicas, característica dos processos de expansão urbana que resulta na alteração da superfície, como a impermeabilização, alterando o clima local ao aumentar a absorção de radiação solar pelos componentes espaciais (AMORIM, 2017).

Há três tipos de ilhas de calor: 1- ilha de calor superficial mapeadas através de sensoriamento remoto; 2- ilha de calor atmosférica inferior; 3- ilha de calor da atmosfera urbana superior (AMORIM, 2017).

A identificação de IC busca compreender e diagnosticar a relação da concentração das temperaturas entre os fatores espaciais, como a concentração de veículos, a cobertura vegetal, os componentes da pavimentação e da construção civil, são estudos que vem sendo aprimorados a partir do desenvolvimento das técnicas de sensoriamento remoto e

geoprocessamento ao passo dos novos satélites de alta resolução espacial com sensores termais instalados (AMORIM, 2017).

As análises a cerca de IC tem ganhado cada vez mais notoriedade pela capacidade de evolução dos equipamentos de monitoramento e das técnicas de análise, como o aperfeiçoamento de satélites e sensores termais, principalmente as imagens do Landsat 8 TIRS, podendo associar à temperatura superficial, do ar, precipitação, radiação, índice de vegetação, dentre outras aplicabilidade.

Em Maceió, capital de Alagoas, as ilhas de calor concentraram temperaturas acima de 27 °C em áreas de asfalto e concreto, enquanto que as áreas com temperaturas inferiores a 27 °C correspondem às áreas de vegetação densa (ALMEIDA et al., 2015).

A cidade caracteriza-se pela intensa insolação o ano todo pelo fator da latitude e o trajeto do sol, interferindo na temperatura superficial. Foi observado que a temperatura aumenta a partir da periferia para as áreas intra urbanas por conta da concentração de residências, ruas estreitas e pouca cobertura vegetal.

A partir do critério de total populacional entre 83.431 a 551.098 habitantes em que a população estimada na a área urbana variou entre 75.921 (Tangará da Serra- MT) e 540.814 (Cuiabá- MT) em algumas cidades inseridas na bacia hidrográfica do Alto Paraguai (BAP) em 2015, foi analisado o uso e ocupação da terra e identificado ilhas de calor (SILVA et al., 2016).

Silva et. al. (2016) analisaram que as áreas de maiores e menores temperaturas possuem mais de 10 °C de diferença, cuja característica entre essas áreas é a curta extensão da cobertura vegetal e a longa extensão de solo exposto. Com pouca massa d'água, as áreas mais quentes situam-se nas áreas urbanas, com baixo índice de vegetação.

Quanto à dinâmica climática urbana de Aquidauana- MS, Santos (2014) identificou e espacializou a dinâmica da temperatura do ar de Aquidauana e Anastácio, nas estações de verão, outono, inverno e primavera, nos horários de 7h e 21h, do ano de 2013, através de estações meteorológicas de transecto móvel em 6 pontos de medidas fixas.

No inverno, foram registradas temperaturas do ar amenas nos fundos de vale em relação às áreas mais altas, com temperatura bem amena no horário das 7h. Às 21h as amplitudes térmicas foram acima de 3°C entre os pontos da área urbana e rural, com maiores amplitudes térmicas na área urbana pelas construções.

Os autores constataram que as vertentes N e NE da área urbana de Aquidauana possuem maior incidência solar por serem áreas densamente construídas, localizadas nas

próximas ao fundo de vale do córrego João Dias, com maior capacidade de armazenar calor e capacidade de dissipar o calor durante a noite é consideravelmente maior do que em outros pontos, em todos os períodos sazonais.

Honorato (2015) identificou Ilhas de Calor por meio da Temperatura Superficial em Aquidauana e Anastácio, na estação de outono, maio de 2000 e abril de 2010 e notou que as Ilhas de Calor manteve a concentração no bairro do Centro, Guanandi, Santa Terezinha, Nova Aquidauana, Bancária (Trindade) e Bairro Alto.

Em 2010 a temperatura registrada foi de 17 °C a 29 °C. Em áreas de baixos índices de vegetação a temperatura marcou de 25 °C a 29 °C e onde há maior índice, as temperaturas foram de 19 °C a 23 °C. Uma diferença de 6 °C que caracterizou áreas de frescor urbano.

A concentração da temperatura principalmente na região central caracteriza-se por ser uma área plana e mais baixa que favorece um ambiente quente e abafado pelo baixo índice de vegetação, tipo de pavimentação, alto fluxo de veículos, concentração de setores públicos, residenciais, comércios e até mesmo a possibilidade de queimadas no dia registrado pelo satélite, fatores que pode ter influenciado no processamento dos dados (HONORATO, 2015).

A variação da temperatura de superfície nos bairros periféricos no ano de 2010 pode ter representado o processo de expansão e adensamento urbano no qual as médias das temperaturas superficiais podem ter aumentado gradativamente nessas áreas pontuais, bem representado pelo baixo índice de vegetação em 2000 e aumento da temperatura em 2010.

4.4 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo do campo térmico da área urbana

O uso de Sensoriamento Remoto consiste em uma tecnologia capaz de obter dados da superfície terrestre por meio de registro foto-aéreo, onde o registro das interações das radiações eletromagnéticas da superfície da terra pode ser medida quantitativamente e analisada qualitativamente.

É utilizada na aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos, fundamental para os estudos na área ambiental e urbana, principalmente para planejamentos e monitoramentos, possibilitando distinguir os variados tipos de cobertura e uso da terra (FLORENZANO, 2002).

O uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e as técnicas de geoprocessamento são bases essenciais para o planejamento adequado dos espaços urbanos e

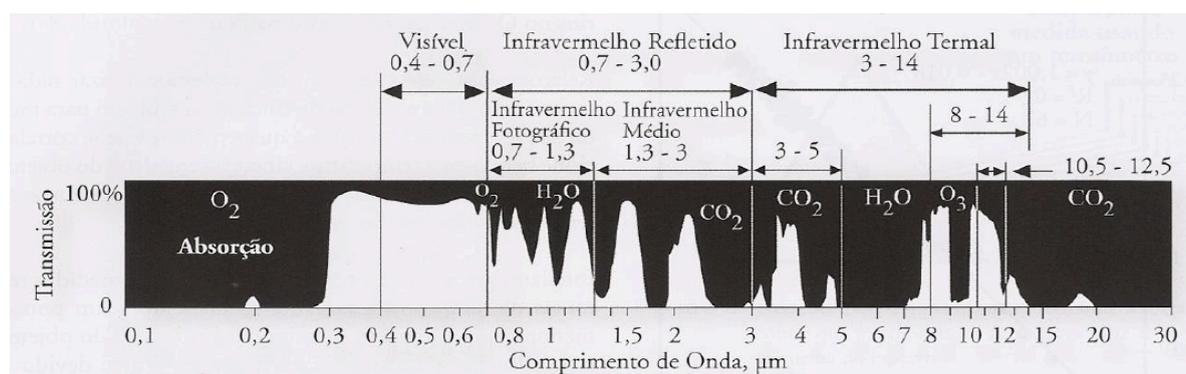
áreas protegidas ao promover a representação espacial e manipular dados para análises espaciais através da visualização, condição, predição, localização e medição, podendo ser representados em mapas, considerando a conciliação da visita ao local, coleta de informações, contato com o meio e com a população Gamarra et al. (2021, p. 331) reiteram:

O mapeamento desses padrões pelo sensoriamento remoto e a análise de suas relações espaciais permite caracterizar diferentes paisagens e entender os processos de que resultam. Assim, o sensoriamento remoto deve estar presente em qualquer projeto de controle da fragmentação ambiental e conservação da diversidade biológica e é uma das técnicas que mais vem sendo empregadas em diferentes escalas, épocas e amplitudes espectrais.

Os sensores de infravermelho podem registrar energia nas regiões do espectro eletromagnético de 0,7 - 14 μm , entre 3 - 5 μm os registros são mais utilizados para alvos quentes, como incêndios e atividades geotermiais. Entre 8 - 14 μm as coletas são acerca da vegetação, solo e rocha e entre 10,5 - 12,5 μm é quando a imagem termal é captada por sensores acima da camada de ozônio da Terra (JENSEN, 2009, p.256).

Parte da luz visível de comprimentos de ondas curtos produzida pelo Sol que penetra na atmosfera é absorvida pelos componentes da superfície da Terra e depois é emitida em comprimentos de ondas longos. Parte dessas ondas atravessa a atmosfera denovo e podem ser captadas na região do infravermelho termal de 3 -14 μm no espectro eletromagnético, através das janelas atmosféricas, por onde a energia passa e pode ser captada pelos sensores (JENSEN, 2009, p.255).

Figura 4 - Janelas Atmosféricas no Espectro Eletromagnético.



Fonte: JENSEN, 2009, p.256.

Segundo Jensen (2009), capacidade térmica (*c*) ou *calor* é a “medida da capacidade de um material para absorver energia calórica”. A água é o material que possui maior capacidade

térmica de 1,0 c em comparação a outros materiais a uma temperatura de 20 °C conforme a Figura X, como o arenito (0, 19 c), solo arenoso (0, 24 c) e solo argiloso úmido (0, 35 c). Assim, a temperatura de um lago pode variar pouco entre o dia e a noite, porém os materiais geológicos não armazenam a temperatura, variando mais a temperatura entre os períodos (JENSEN, 2009, p.262)

Figura 5 - Propriedades térmicas.

| | Condutividade térmica, k | Densidade térmica ρ | Capacidade térmica c | Inércia termal P |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Materiais | | | | |
| vidro | 0,0021 | 2,6 | 0,16 | 0,029 |
| água | 0,0013 | 1,0 | 1,0 | 0,036 |
| madeira | 0,0050 | 0,5 | 0,327 | 0,009 |
| Materiais Geológicos | | | | |
| basalto | 0,0050 | 2,8 | 0,20 | 0,053 |
| dolomito | 0,0120 | 2,6 | 0,18 | 0,075 |
| granito | 0,0075 | 2,6 | 0,16 | 0,056 |
| cascalho, arcia | 0,0060 | 2,1 | 0,20 | 0,050 |
| calcáreo | 0,0048 | 2,5 | 0,17 | 0,045 |
| obsidiana | 0,0030 | 2,4 | 0,17 | 0,035 |
| arenito | 0,0120 | 2,5 | 0,19 | 0,075 |
| folhelho | 0,0042 | 2,3 | 0,17 | 0,041 |
| ardósia | 0,0050 | 2,8 | 0,17 | 0,049 |
| solo arenoso | 0,0014 | 1,8 | 0,24 | 0,024 |
| solo argiloso úmido | 0,0030 | 1,7 | 0,35 | 0,042 |

Fonte: JENSEN, 2009, p.262.

A manipulação dos dados para uma aplicação ambiental permite a formulação de mapas de declividade, uso e ocupação, clima, hidrografia, áreas de preservação permanente, assim podendo distinguir as possíveis similaridades e diferenças entre as áreas, bem como sinalizar a distribuição predominante de fauna e flora, áreas prioritárias para recuperação ambiental e o monitoramento, classificar as unidades de paisagens, seus estados de antropismo e possíveis interconexões entre áreas (corredores ecológicos).

Para a identificação das ICs, atualmente o avanço das tecnologias de sensores de satélites permitem a manipulação dos dados sobre calor superficial através de sensores infravermelho, as imagens processadas e interpretadas e identificadas a distribuição do campo térmico, atualmente consolidados variados estudos a respeito das cidades pequenas e

médias (AMORIM, 2017; MONTEIRO, 2003; MENDONÇA, 2000; CORREA E COELHO, 2013; HONORATO, 2015).

O satélite Landsat 8 foi o oitavo satélite da agência espacial estadunidense a ser lançado no espaço, em fevereiro de 2013 sob a gerência da Space Administration (NASA) e pela U.S. Geological Survey (USGS), carrega consigo dois sensores importantes para a observação dos recursos naturais (USGS, s.d.), sendo o Operational Land Imager (OLI) e o Sensor Infravermelho Térmico (TIRS).

O sensor OLI possui ótima precisão radiométrica em uma faixa dinâmica de 12 bits, melhorando a relação sinal-ruído geral, melhorando o aspecto da resolução, com maior detalhe do estado e condição da cobertura do solo (USGS, 2019), mede a faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas (VNIR, NIR e SWIR). São 9 bandas espectrais contando com uma pancromática:

- Banda 1 Aerossol Costeiro 0,43 - 0,45 μm 30 m
- Banda 2 (B) : 0,450 - 0,51 μm 30 m
- Banda 3 (G) : 0,53 - 0,59 μm 30 m
- Banda 4 (R) : 0,64 - 0,67 μm 30 m
- Banda 5 (Infravermelho próximo): 0,85 - 0,88 μm 30 m
- Banda 6 (SWIR 1): - 1,57 - 1,65 μm 30 m
- Banda 7 (SWIR) 2 2,11 - 2,29 μm 30 m
- Banda 8 (Pancromática- PAN) 0,50 - 0,68 μm 15 m
- Banda 9 (Cirrus) 1,36 - 1,38 μm 30 m

O TIR é voltado para a medição da temperatura da superfície terrestre nas bandas térmicas que detectam o calor, com resolução multiespectrais de 100m e 30 metros ao longo de uma faixa de 190 Km e possui duas bandas espectrais sendo a Banda 10 TIRS 1 (10, 6 - 11, 19 μm) de 100 metros e a Banda 11 TIRS 2 (11, 5 - 12, 51 μm) de 100 metros (USGS, 2019).

O sensor possui aspectos específicos, como a uniformidade espectral transversal; desempenho radiométrico, polarização sensível e estabilidade; distância da amostra terrestre apresentando bons resultados da resposta de borda, além de imagem geométrica e

geolocalização. Diferente da relação sinal-ruído sensor OLI, os limites do ruído TIRS são conforme das mudanças de temperatura, equivalente ao ruído.

A reprojeção das Bandas 10 e 11 são fornecidas no nível 1, fazendo-se necessário o processamento de tratamento das imagens, possibilitando resolução espacial de pixels de 100 metros para pixels de 30 metros, ampliando as possibilidades de análise na escala de detalhes. O acesso é gratuito pelo site oficial da USGS e do INPE (Brasil) (CORREA E COELHO, 2013).

No Brasil, o uso é diversificado, utilizado para mapeamento temático de recursos naturais, agricultura, pedologia, queimadas, proteção e conservação, monitoramento ambiental, elaboração de mapas geomorfológicos, aptidão agrícola, mudanças climáticas, planejamento urbano, indicadores sociais, dentre outras aplicações (EMBRAPA, s.d.).

O uso do satélite Landsat 8 também é muito utilizado nas pesquisas de uso e ocupação da terra, áreas queimadas pelo MapBiomass, em que seus dados são base para pesquisas de estimativa de estoque e remoção de carbono na América Latina no período de 1990 a 2020, (SEEG, 2021).

Correa e Coelho (2013) analisou o perfil do campo térmico de superfície do município de Vitória, Espírito Santo, aplicando as técnicas de tratamento do raster e parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza (NC) para radiância, obtendo os valores e calculando a temperatura Kelvin e subtraindo-o pelo valor absoluto (273, 15) para chegar aos valores da temperatura de superfície em graus Célsius, aplicado em ambiente SIG ArcGis.

Desta forma, foi capaz de analisar as diferenças de temperatura superficial comparando com o mapa de uso e ocupação, identificando amplitudes de 6 °C, identificando relações topográficas nas diferenças morfológicas que dinamizam o microclima.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é usado como ferramenta para a construção de perfis sazonais e temporais, além de analisar a condição da vegetação (ROUSE et al., 1973).

Interessante para as comparações tempo-espaciais, atualmente muito utilizado no acompanhamento da produção agrícola e estudos climáticos e merece atenção quanto à interpretação dos dados, pois os fatores limitantes podem influenciar nos resultados, como os pontos de saturação nas respostas das faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo, interferências atmosféricas, largura e posicionamento de cada banda dos distintos sensores remotos (GUEDES e SILVA, 2018).

Com uso de imagens de satélite do Landsat 8 para quantificar uso e ocupação e

cálculo do NDVI e da Temperatura Superficial das principais cidades inseridas na bacia hidrográfica do Alto Paraguai (BAP), Silva et al. (2016) identificaram ilhas de calor entre os meses de abril, julho, agosto e setembro de 2015 das cidades com maiores índices populacionais que variam entre 83.431 (Tangará da Serra- MT), 103.703 (Corumbá- MS) e 551.098 (Cuiabá- MT).

Honorato (2015) utilizou o satélite Landsat 5 do sensor TM para os cálculos de NDVI e Temperatura Superficial a fim de analisar ilhas de calor na área urbana de Aquidauana e Anastácio, no período de outono de 2000 e de 2013 e aplicado no SIG Spring e LEGAL. Obteve resultados satisfatórios demonstrando as diferenças de temperatura entre as formas de ocupação da terra, identificando ilhas de calor em áreas de baixa densidade de cobertura vegetal.

O sensor TM possui resolução de 30 metros nas demais bandas e a banda 6, referente ao canal infravermelho distante possui resolução de 120 metros, submetidas ao tratamento de imagens, gerou resultados satisfatórios na análise das ilhas de calor da área urbana.

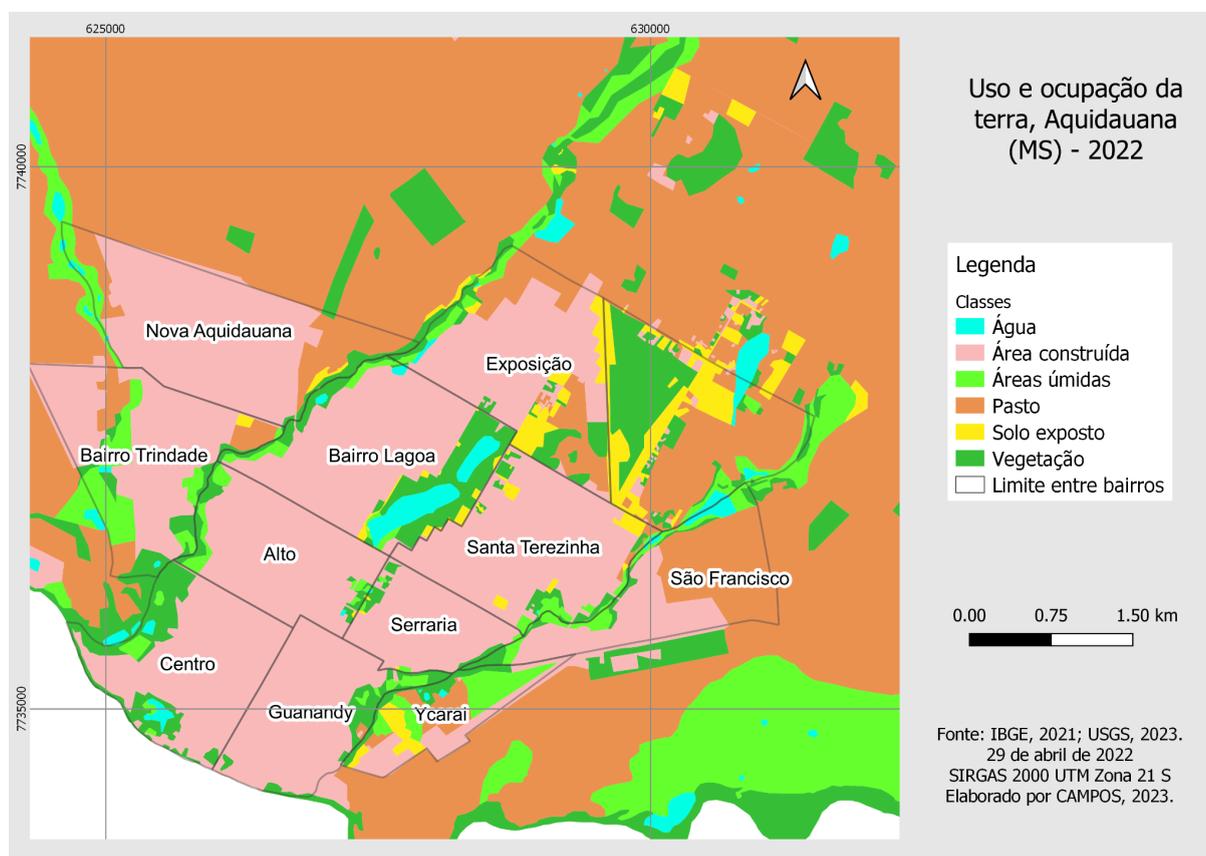
O emprego da tecnologia atualizada do Landsat 8 TIRS e OLI podem designar resultados significativos para a análise geoespacial e da temperatura da superfície terrestre através da comparação entre NDVI e TS. O uso de uma resolução espectral de 30 metros fornecido pela banda 10 do Landsat 8 TIRS, pode ser esperado melhores resultados diante de uma maior escala de detalhes, importantes para fundamentar a percepção da estrutura térmica da área urbana de Aquidauana.

5 A RELAÇÃO ENTRE OS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO E A EXPANSÃO URBANA ATRAVÉS DA TEMPERATURA SUPERFICIAL (TS) E DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI)

5.1 O uso e ocupação da terra na área urbana de Aquidauana-MS entre 2013 e 2022

A partir da carta de uso e ocupação da terra de 2022 pode-se compreender a espacialização da ocupação e dos aspectos naturais dos 11 fragmentos de vegetação analisados.

Figura 6 - Carta de uso e ocupação da área urbana de Aquidauana, 2022.



Fonte: A autora.

A carta de uso e ocupação do período de 2022 mostra que a vegetação corresponde a aproximadamente 10, 2%; água 1, 2%; área úmida 7, 6%; pasto 56, 4%, área construída 22, 9% e solo exposto 1, 8%. Conforme a carta de uso e ocupação da área urbana para o ano de 2013 (FIGURA 7), não houveram perdas significativas em 2022 de áreas vegetadas e nem um

expressivo aumento da área construída, em geral, houve pelo menos 1% de aumento entre as categorias (Tabela 2).

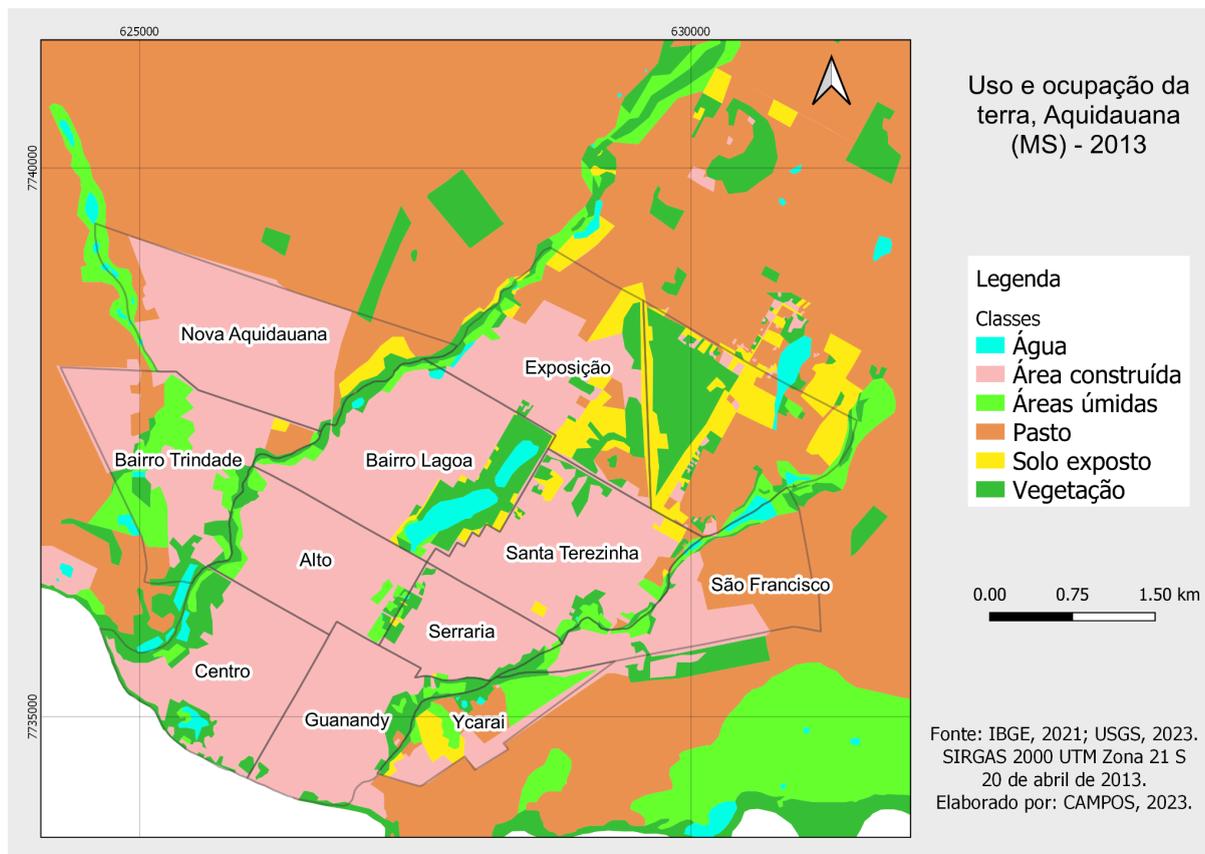
Tabela 3 - Uso e ocupação da terra Aquidauana- MS, 2022 e 2013.

| Classes | 2013 | | 2022 | |
|------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Km ² | % | Km ² | % |
| Vegetação | 7,06 | 10, 2 | 7,03 | 10, 2 |
| Água | 0,84 | 1, 2 | 0,82 | 1, 2 |
| Áreas úmidas | 5, 34 | 7, 7 | 5, 24 | 7, 6 |
| Pasto | 39, 02 | 56, 5 | 38, 89 | 56, 4 |
| Área construída | 15, 22 | 22,0 | 15, 82 | 22, 9 |
| Solo exposto | 1, 95 | 2, 8 | 1, 27 | 1, 8 |

Fonte: A autora, 2022.

A carta de uso e ocupação do período de 2013 foi registrada: vegetação: 10, 2%; água: 1, 2%; áreas úmidas 7, 7%; pasto 56, 5%; área construída 22, 0%; solo exposto 2, 8%. Em nove anos o aumento da população também não foi expressivo, com 45.614 em 2010, aumentou apenas 1.189 habitantes (46.803), podendo indicar que há mais pessoas morando na área urbana.

Figura 7 - Carta de uso e ocupação da área urbana de Aquidauana, 2013.

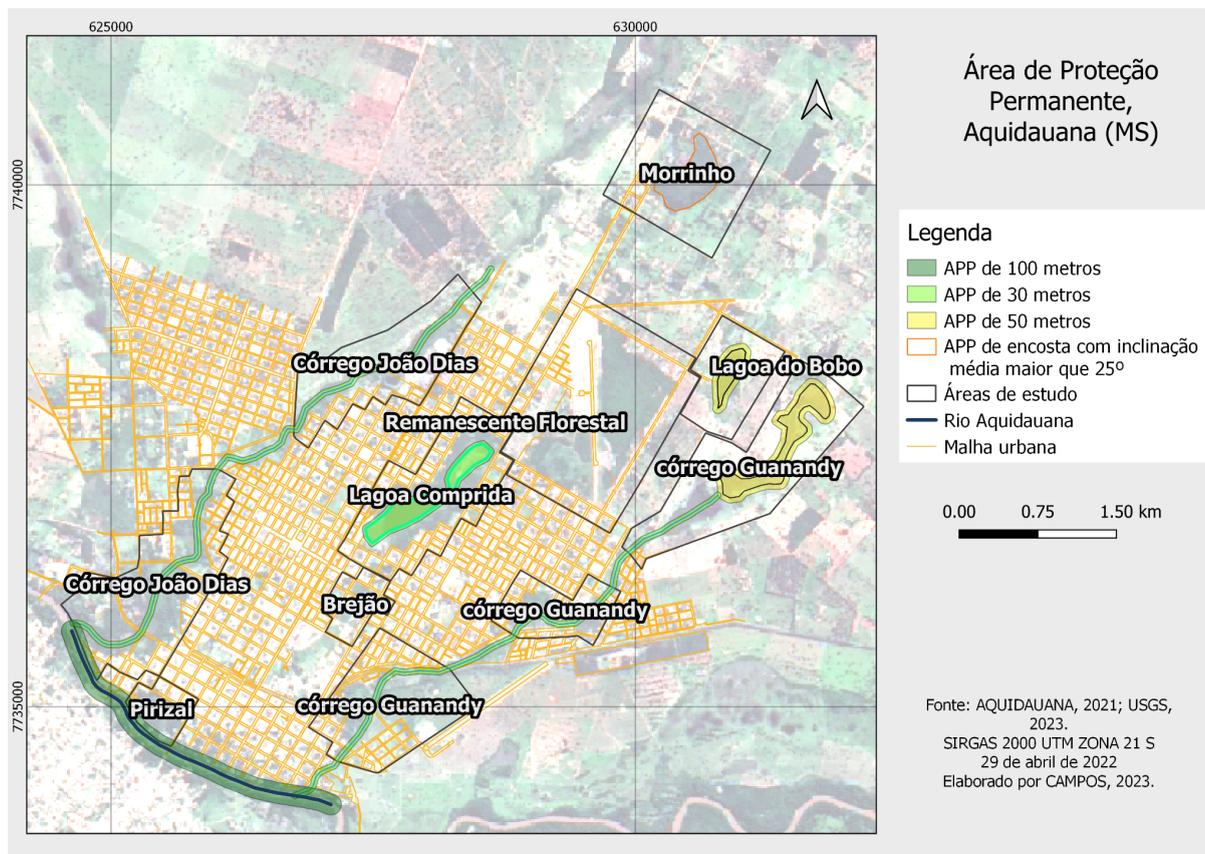


Fonte: A autora.

A maior parte das ruas da área urbana são de pavimentação asfáltica devido aos investimentos em infraestrutura urbana ao passo de sua expansão e adensamento, contando atualmente com 10 bairros, principalmente bairros ao Norte e ao Leste de Aquidauana-MS, ocupada por uma população mais vulnerável economicamente.

Aquidauana é uma cidade que possui cobertura vegetal significativa, com presença de corpos hídricos e áreas úmidas intra urbanas, atribuindo-lhe uma paisagem biodiversa, embora parte da APP esteja comprometida pela urbanização e impactos das ações antrópicas.

Figura 8 - Área de Proteção Permanente da área urbana e rural de Aquidauana- MS.



Fonte: A autora.

Quanto ao tamanho das APP em relação à disposição da malha urbana, encontra-se satisfatória, conforme o que estabelece o Código Florestal, mas não garante que realmente a área esteja preservada das ações antrópicas urbanas.

Ao se trata o PNM Lagoa Comprida e alguns trechos do córrego João Dias, a jusante, possui vegetação significativa. Porém, é possível notar áreas de fragmentação da vegetação dos córregos João Dias e Guanandy causada pela construção de pontes e estradas que interligam os bairros.

Tabela 4 - APP das áreas de estudo.

| Áreas de estudo | | Tamanho mínimo da APP conforme o Código Florestal (2012) em metros | APP | |
|-----------------|-------------------|--|----------------|-----------------|
| | | | m ² | Km ² |
| 1 e 2 | Córrego João Dias | 30 | 367.939 | 0,368 |

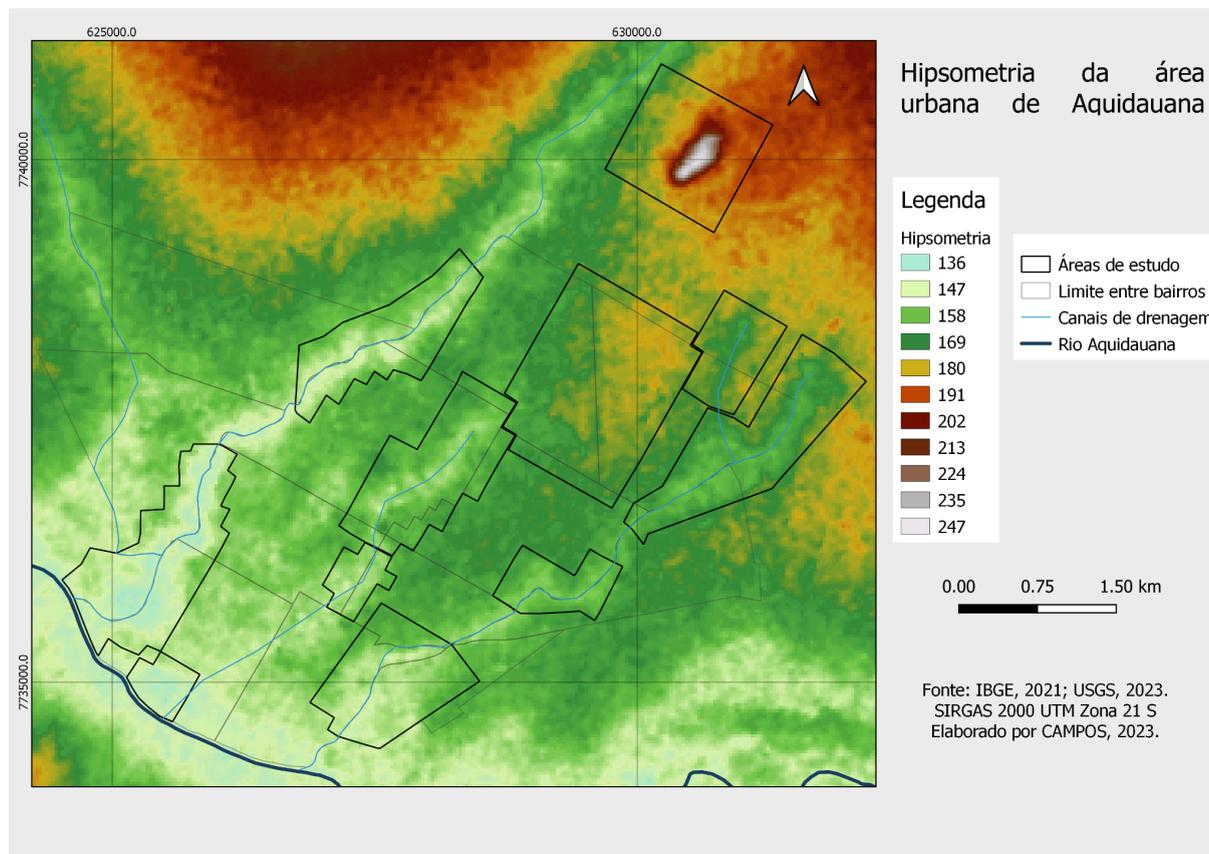
| | | | | |
|------------------|--|--------------|-------------------|---------------|
| 3 | Lagoa Comprida | 30 | 306.270 | 0,306 |
| 4 | Brejão | - | - | - |
| 5 | Pirizal (Considerado a largura do rio Aquidauana) | 100 | 664.993 | 0,665 |
| 6 | Remanescente Florestal | - | - | - |
| 7 | Lagoa do Bobo | 50 | 142.628 | 0,143 |
| 8, 9 e 10 | Córrego Guanandy - nascente | 30 - 50 | 328.970 - 441.287 | 0,329 - 0,441 |
| 11 | Morrinho | acima de 45° | 238.873 | 0,239 |

Fonte: A autora, 2023.

A APP do Pirizal, na margem entre a várzea e o rio, é ocupada por moradias e comércios e encontra-se degradada, embora o fragmento de vegetação da várzea em si possui vegetação significativa, mas não natural. As APP da Lagoa do Bobo e a nascente do córrego Guanandy carecem de vegetação e não estão em conformidade com o Código Florestal e nem com o Plano Diretor.

Ocupando as áreas mais baixas da área urbana que variam entre 136m a 169m (Fig. 9), a forma urbana se dispõe organizadamente em quadriculas uniformes, ocupando toda área em volta dos corpos hídricos, onde o bairro do Centro está localizado próximo do rio Aquidauana.

Figura 9 - Hipsometria da área urbana de Aquidauana, MS.

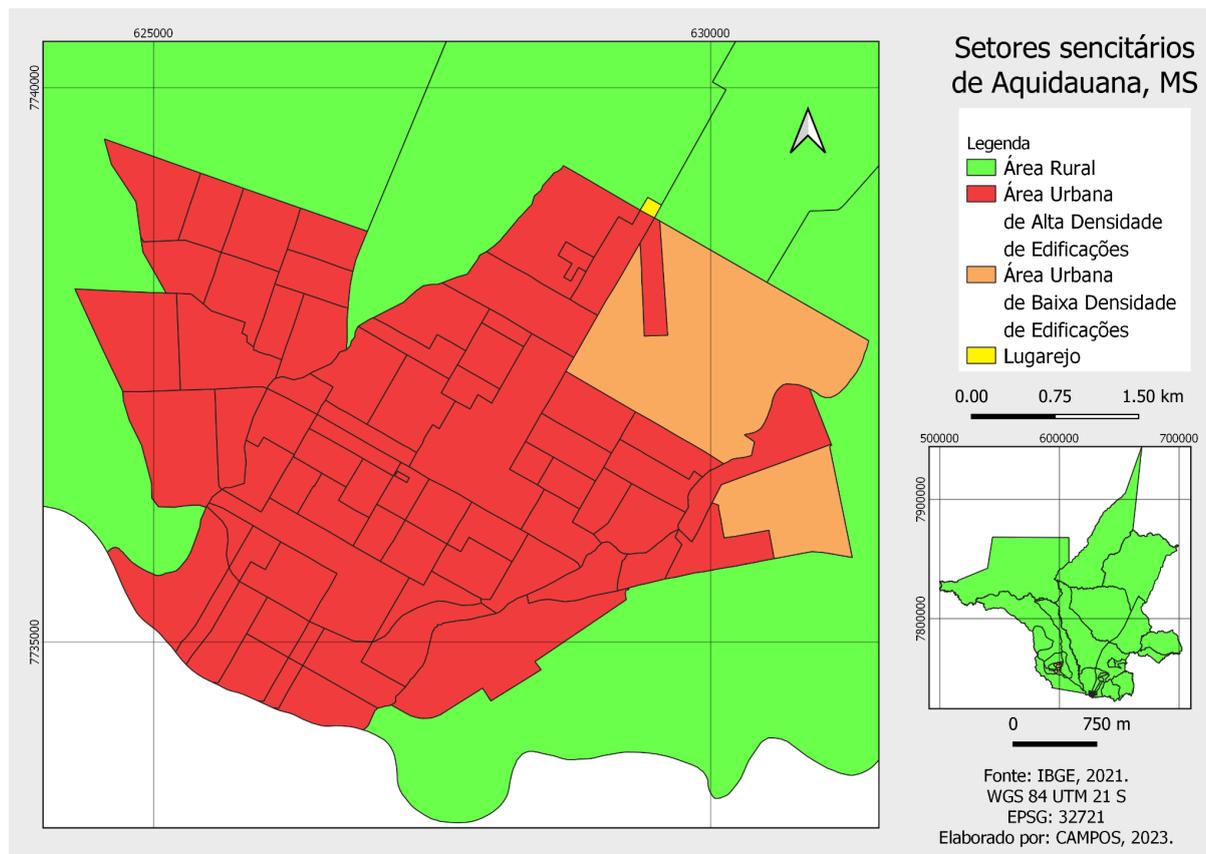


Fonte: A autora.

A maior parte da área urbana é densamente construída, com área rural adjacente e lugarejos, definidos por aglomerado rural isolado sem disposição de infraestrutura urbana (Fig. 10).

Conforme as áreas de alta densidade de edificações se intensificam, as ocupações mais recentes se desenvolvem nas áreas mais altas, de 169m a 180m, opostas à direção da parte central, como as ocupações nas áreas de baixa densidade de edificações.

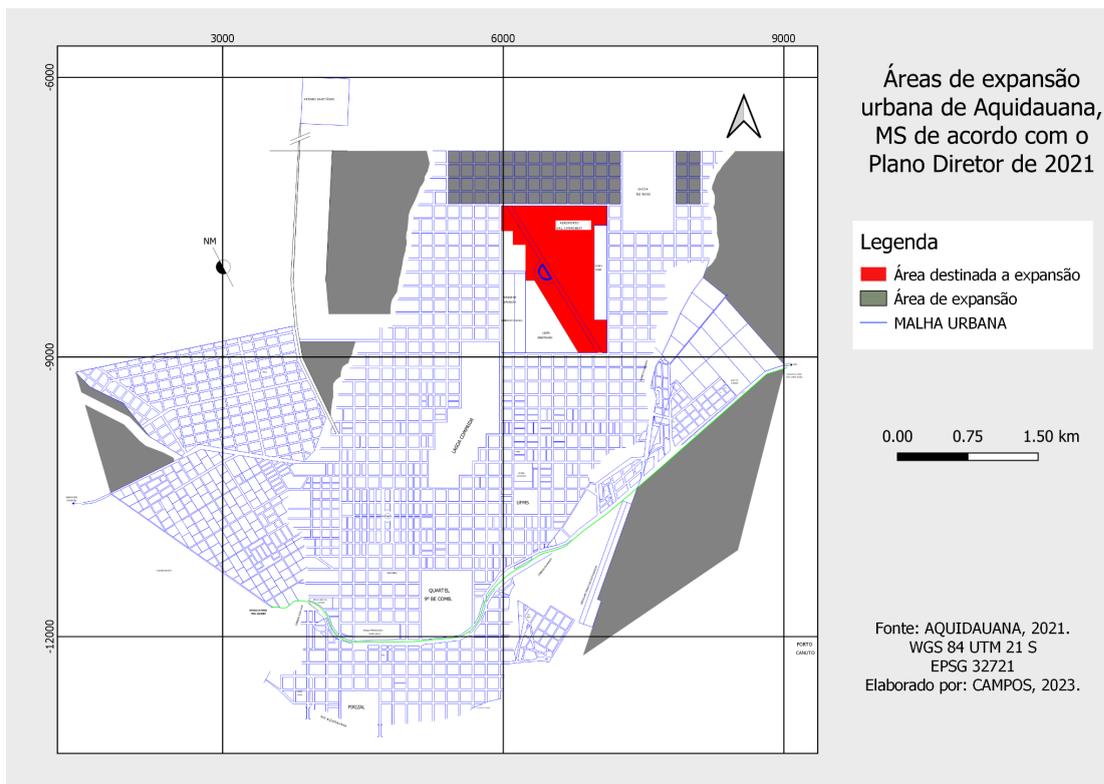
Figura 10 - Setores censitários de Aquidauana, MS.



Fonte: A autora.

As áreas de baixa densidade de edificações estão localizadas ao Norte e Nordeste. As áreas de expansão urbana determinadas pelo Plano Diretor delimitam-se às regiões Nordeste, Sudoeste, Noroeste e Oeste, já em processo de desenvolvimento urbano. A área destinada para a expansão urbana ocupa toda a área de um remanescente de vegetação florestal ao Norte, no bairro da Exposição (Fig. 11).

Figura 11 - Áreas de expansão urbana de Aquidauana, MS.



Fonte: A autora.

O processo de expansão urbana tem sido direcionado para as laterais, apresentando uma dinâmica de adensamento urbano ao longo de 2013 e 2022, pela intensificação das ocupações em áreas que já vinham sendo ocupadas antes de 2013. O novo direcionamento da expansão urbana, que conta com a remoção de um fragmento de vegetação, implica na contradição com a ideia de preservar as áreas naturais e de relevância ambiental para a área urbana intencionadas no Plano Diretor.

O Plano Diretor compreende a porção Sul da área destinada à expansão urbana, como área degradada e não se prevê planejamento de recuperação de áreas naturais, parques, que necessitam de recuperação e preservação. Assim como define as áreas de APP como parques lineares, não há direcionamento político para tal finalidade.

Em poucos momentos o documento explicita questões pertinentes ao clima e a organização do espaço, apenas no que diz respeito às APP e áreas de inundação do Rio Aquidauana, alegando a transponibilidade das famílias carentes pertencentes à área ribeirinha para conjuntos habitacionais.

Os conjuntos habitacionais ocupam as áreas de expansão urbana ao Norte e Nordeste.

Localizados nas partes de topografia mais elevada, os conjuntos habitacionais se dispõem em uma distância de dois a três quilômetros da área central. Alguns bairros não possuem postos de saúde, poucas escolas, algumas ruas de areia e sem captação e tratamento de efluentes domésticos. Há mercadinhos, campos de futebol, praças e parques construídos pela própria população, porém sem manutenção e reposição de equipamentos velhos e quebrados.

Devido aos problemas de locomoção e dentre outras questões pessoais e familiares das comunidades ribeirinhas estabelecidas em áreas de risco de inundação do rio Aquidauana, os moradores se recusam a sair de suas propriedades mesmo que contemplados com uma nova moradia por conta da localização das casas populares, em bairros distantes do centro, que pode dificultar o traslado de seus afazeres, como o acesso ao trabalho, escola e aos setores administrativos.

A limitação na locomoção da população é dificultada pela ausência de transporte público, pelo qual a população se locomove de moto e carro, principalmente de bicicleta. No entanto, as ruas asfaltadas são realizadas constantes remendos porque diversos caminhões de transporte de gado passam pelas ruas da área urbana para atender as atividades pecuárias que é o carro chefe da economia do município e do Estado.

As reformas de recapeamento e asfaltamento das vias públicas que vem ocorrendo massivamente, o que parece ser a pauta prioritária para o desenvolvimento local, sem considerar a mobilidade urbana no sentido da implantação de ciclovias, incentivo ao exercício físico, implantação de transporte público para a redução das emissões de GEE, sem considerar as formações de ilhas de calor causadas pelo aquecimento do asfalto.

Os parques lineares definidos no Plano Diretor constituem capacidade de implantação de pistas para caminhada e ciclovias, importante para a preservação ambiental, lazer, esportes, saúde da população em área aberta e redução das temperaturas superficiais na dinâmica do microclima urbano, principalmente nas áreas de alta densidade de edificação.

É necessário considerar que a educação ambiental deve fazer parte dos desenvolvimentos urbanísticos, principalmente para o bom funcionamento dos parques, bem como eles sejam implantados de maneira sustentável visando diminuir os impactos negativos, como o PNM Lagoa Comprida, que é uma Unidade de Conservação sem Plano de Manejo, parcialmente cercada, com ações sustentáveis pontuais, mas não contínua e que possui grandes problemas ambientais de impactos diretos e indiretos relacionados à drenagem urbana.

O cercamento da planície de inundação Pirizal intencionou a preservação e

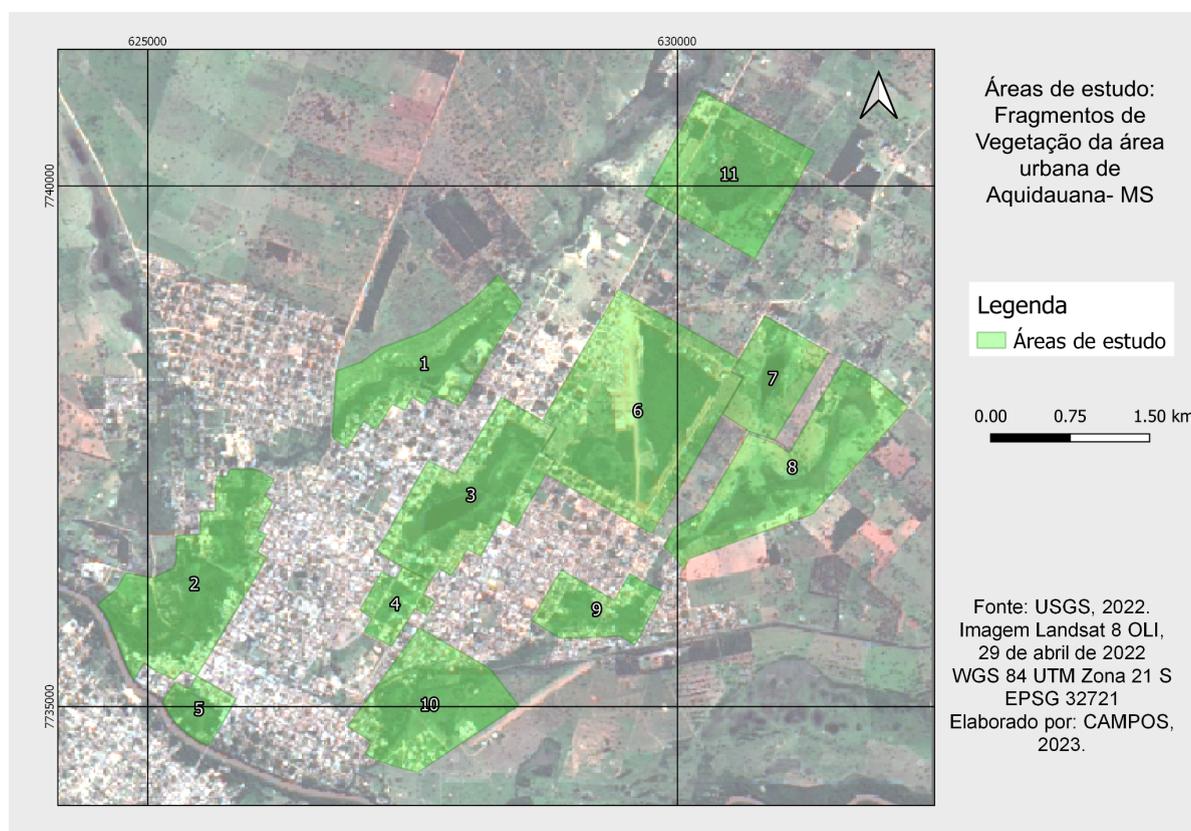
recuperação da área, mas não foi apresentado plano de recuperação que incluísse a remoção dos comércios e moradias da APP.

A área de expansão urbana nas margens do córrego Mangueirão, ao Oeste da área urbana pode designar futuros problemas ambientais se não for incorporado no planejamento urbano formas sustentáveis de ocupação e pavimentação, pois a vazão do córrego é baixa e a bacia hidrográfica é muito reduzida.

5.2 Espacialização e análise das áreas de estudo e das problemáticas socioambientais

Foram selecionadas 11 (Fig. 12) áreas de estudo que compreendem os fragmentos de vegetação das APP urbanas e até três quadras consideradas áreas de influência, para analisar as formas de uso e ocupação e as mudanças da configuração da paisagem entre o ano de 2013 e 2022, assim comparar as áreas estudadas, identificar sua relação com a temperatura superficial e o índice de vegetação.

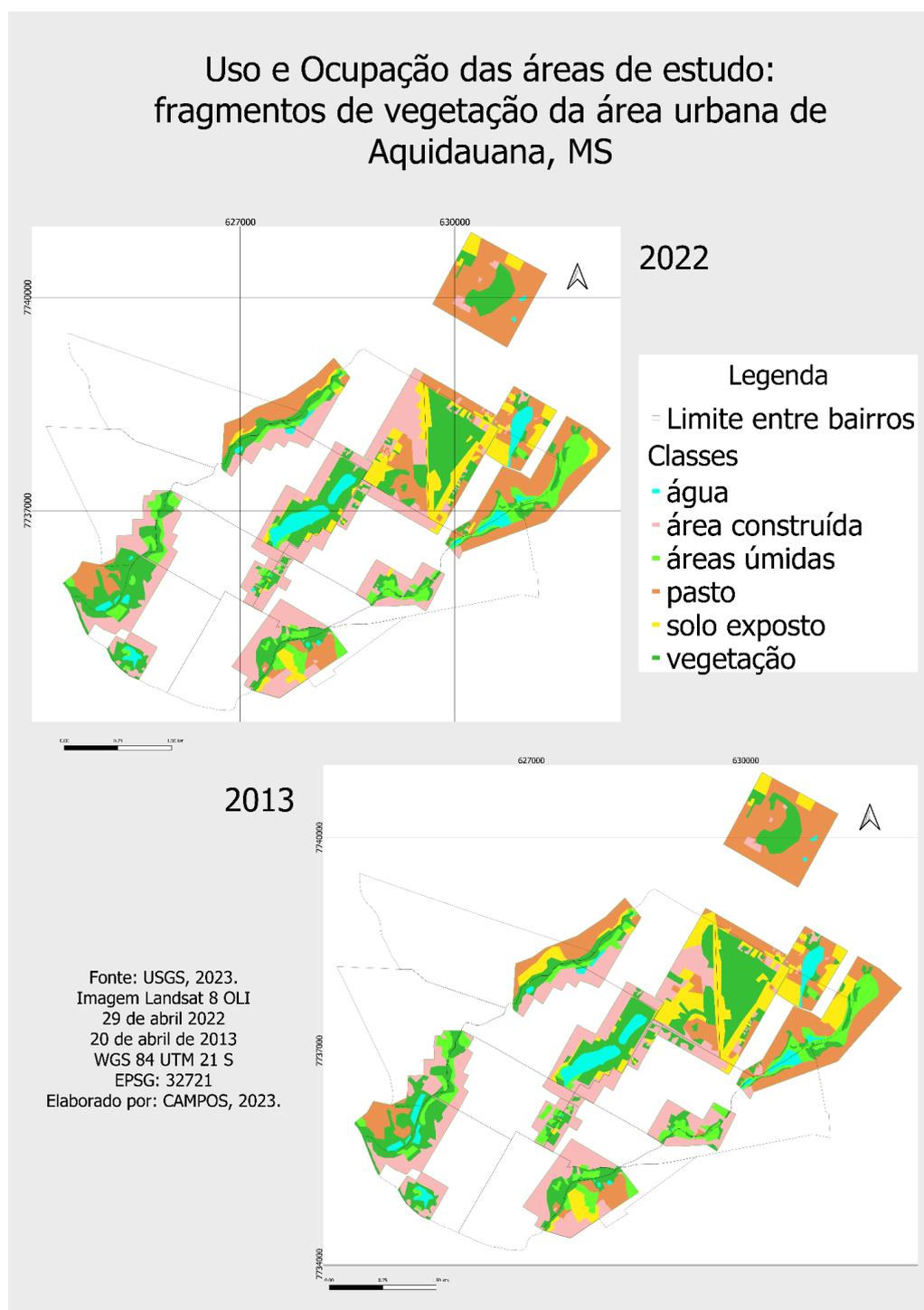
Figura 12 - Espacialização das áreas de estudo, Aquidauana, MS.



Fonte: A autora.

Comparando as mudanças do uso e ocupação por áreas de estudo do ano de 2022 e 2013, foi constatado que as alterações foram mínimas em relação à perda e ganho de área, mas que demonstra aspectos significativos sobre a importância desses fragmentos de vegetação para o meio urbano.

Figura 13 - Uso e ocupação por áreas de estudo, 2022 e 2013.



Fonte: Autora, 2023.

Com base na área total de todas as áreas estudadas foi possível observar que algumas classes mantiveram-se na medida entre os anos, como as áreas de pasto e áreas úmidas, havendo redução das áreas de solo exposto em 2022, ao que se pode associar o mantimento das áreas úmidas, com maior perda mínima entre as classes.

Tabela 5 - Uso Ocupação por área de estudo (Km²).

| Uso e Ocupação por áreas de estudo (Km ²) | | | | |
|---|------|-----------------|------|-----------------|
| classes | 2022 | área total 2022 | 2013 | Área total 2013 |
| Água | 0,57 | 7,03 | 0,59 | 7,06 |
| Área construída | 3,43 | 0,82 | 3,17 | 0,84 |
| Áreas úmidas | 1,02 | 5,24 | 1,03 | 5,34 |
| Pasto | 3,59 | 38,89 | 3,59 | 39,02 |
| Solo exposto | 1,16 | 15,82 | 1,60 | 15,22 |
| Vegetação | 3,23 | 1,27 | 3,28 | 1,95 |

Fonte: A autora.

As áreas de pastos constituem parte significativa das áreas de estudo, com a maior Km² e, embora a redução do solo exposto aparente ser positiva nas áreas, sua presença é altamente associada ao pasto e assoreamento dos córregos. As áreas construídas nas áreas de estudo aumentaram, o que pode-se associar à perda de vegetação (2022).

As áreas de estudos possuem características singulares quanto às características fisionômicas das paisagens e, semelhantes ao que designa os fatores de uso e ocupação e formas de degradação (Quadro 3). As paisagens apresentam-se heterogêneas quando se trata da beleza cênica singular de cada uma delas, muitas vezes sendo o motivo de algumas estarem bem mais preservadas do que outras.

Quadro 3 - Áreas de estudo da área urbana de Aquidauana, MS.

| Áreas de estudo | | Características da área construída | Características da vegetação | Fatores de degradação ambiental |
|-----------------|-------------------------------|---|---|--|
| 1 e 2 | Córrego João Dias | Pontes, ruas asfaltadas, alta dens. de edif. na área urbana e baixa dens. na área rural, indústria siderúrgica. | Presença de vegetação nativa densa, vegetação não nativa e rasteira nos pastos. | Solo exposto nos pastos, erosão, despejo de esgoto e descarte de resíduos sólidos. |
| 3 | Lagoa Comprida | Área de lazer, viveiro de mudas nativas, casas, comércios, campos de futebol, ruas de areia e asfalto. | Vegetação nativa densa, predomínio de vegetação não nativa aquática. | Pontos de queimadas, descarte de resíduo sólido, caça irregular e solo exposto. |
| 4 | Brejão | Alta densidade de edificações e ruas de areia. | Vegetação não nativa, predomínio de vegetação arbustiva e presença de vegetação intra urbana. | Aterramento, loteamento, queimada e descarte de resíduos sólidos. |
| 5 | Pirizal | Residências, rua asfaltada, comércios, ponte de acesso à Anastácio. | vegetação aquática de várzea de inundação, predomínio de vegetação não nativa na adjacência, baixa vegetação intra urbana. | Aterramento, desmatamento, residências irregulares, despejo de esgoto e erosão. |
| 6 | Remanescente Florestal | Residências urbanas e rurais, antigo aeroporto, ruas asfaltadas e lixão. | Predomínio de vegetação nativa de cerradão, arbórea e arbustiva, rasteira nos pastos e baixa densidade de vegetação intra urbana. | Presença de lixão a céu aberto, queimada e solo exposto. |
| 7 | Lagoa do Bobo | Baixa densidade de edif. rurais, predomínio de pastos em torno. | predomínio de vegetação rasteira e arbustiva esparsa nos pastos. | Ausência de APP nativa e predomínio de solo exposto. |
| 8, 9 e 10 | Córrego Guanandy | Baixa dens. de edif. rurais (8); alta dens. de edif.s, comércios e instituições de ensino (9 e 10) | Déficit de APP, predomínio de vegetação rasteira e arbustiva esparsa nos pastos (8); baixa densidade de APP, áreas úmidas com vegetação remanescente. | Desmatamento, solo exposto, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de esgoto, queimada e ocupação irregular. |
| 11 | Morrinho | Baixa dens. de edif., com presença de uma escola, pastos e chácaras em volta. | Área de morro com rochas afloradas e vegetação nativa do Cerrado. | Uso e ocupação irregular para cultos religiosos, sem monitoria de visitas contemplativas, desmatamento, lixo e animais domésticos. |

Fonte: A autora, 2023.

À medida que a degradação dos ambientes aumentam, aumentam consigo o desinteresse da população, tornando comum que práticas sociais prejudiquem o ambiente sem considerar que prejudica a si e ao coletivo. Agravada pelo pouco conhecimento das questões ambientais da dinâmica natural, das questões culturais, baseadas no preconceito e desmerecimento de certos grupos e, conseqüentemente, das áreas que os grupos ocupam.

As práticas desrespeitosas, criminosas e degradantes, “normalizadas” pelo desinteresse político e da população, geram paisagens homogêneas, caracterizadas pelo desequilíbrio ecológico e perda da diversidade de espécies vegetais e animais nativos.

A poucas variedades de plantas e prevalência de espécies espontâneas interfere na sucessão de espécies nativas, reduzindo a biodiversidade de fauna e implicando na introdução de outras espécies de fauna e flora que pode ser conflituosa entre si.

A desvalorização das áreas pelos próprios grupos que as ocupam são perceptíveis, pois a perspectiva do senso comum quanto à natureza é enraizada na educação ou pela ausência dela. Frequentadores das áreas com crianças, corredores, visitantes, religiosos, dentre outros grupos, muitas vezes não se percebem como parte da natureza e motor de transformação da paisagem, agindo conforme sua construção pessoal e coletiva, desconsiderando e fugindo da responsabilidade das próprias ações.

As áreas 3, 4 e 5 localizam-se no meio da área urbana e estão mais sujeitas à depredações uma vez que há ocupação irregular, queimada provocada, desmatamento e cultivo de plantas não nativas em áreas “adotadas” pelos moradores locais com intuito de sensibilizar a população. Por um lado, esta iniciativa demonstra a preocupação dos moradores com cuidado com a natureza, mas evidencia o despreparo para com o manejo de áreas de importância ecológica.

As queimadas geralmente ocorrem nas áreas rurais como manutenção da terra para plantio e nas áreas urbanas, ocorrem em detrimento do descarte de resíduos e incineração que por vezes são jogados nas APP. Ocorrem principalmente nas áreas de lixão a céu aberto, liberando GEE para a atmosfera, poluindo o ar e agravando doenças respiratórias.

As paisagens apresentam-se homogêneas e heterogêneas ao passo da forma como se ocupam as áreas de influência dos fragmentos de vegetação e as atividades exercidas pelos moradores nesses espaços, muitas vezes, em pontos específicos, assim como seus impactos interferem na dinâmica do todo. A seguir, as características de cada área estudada.

- Áreas de estudo 1 e 2 - APP do córrego João Dias:

A partir dos resultados da análise da qualidade da água em ambientes aquáticos, onde foram submetidos 6 pontos de coleta e análise da água do córrego João Dias no perímetro urbano, entre maio e agosto de 2022, indicam que as alterações dos regimes das chuvas no período de maio (diminuição) e agosto (aumento) de 2022, influenciando na carga e diluição de materiais contaminantes.

Figura 14 - Córrego João Dias (área de estudo 1 e 2).



Fonte: A autora, 2022.

A alteração hidrológica configura uma questão que ultrapassa a área urbana, mas que influenciará na qualidade do ar e da água dos córregos urbanos. Conforme há redução das chuvas, limita-se a entrada de oxigênio na água e, somado à forte irradiação solar, as águas paradas contaminadas por esgoto fermentam a matéria orgânica liberando gases poluentes como o CH₄ e N₂O.

Além do incômodo do odor e da poluição atmosférica, o armazenamento do calor nas águas contaminadas, no solo exposto e no asfalto são capazes de alterar o microclima local, impedindo moradores de se refrescar no curso d'água, obrigados a conviver com o calor excessivo em áreas que poderiam ser destinados ao lazer e saúde.

A condição da paisagem da APP se apresenta alterada e prejudicada pelas ações naturais e antrópicas para fins de acesso do gado ao córrego. A paisagem configura área de pasto, vegetação rasteira e arbustiva esparsa típica do Cerrado, aspecto seco e com solo exposto em torno do córrego, algumas áreas em processos avançados de erosão e ravinamento.

Na margem direita do córrego há uma indústria siderúrgica de ferro gusa que atua na área desde a década de 70, mas que desde 2005 vem sendo operada pela empresa Simasul, orgulhosamente em anunciar sua capacidade de produção diária de 600 toneladas de gusa e de toneladas de gases tóxicos como CO e CO₂.

Veze e outra moradores reclamam das sujeiras de fuligem que penetram nas paredes e móveis das residências, vindas pelo ar pela liberação das chaminés da empresa. No plano diretor de 2021, foi instaurado a realocação da empresa e demais indústrias presentes em áreas de preservação permanente, no entanto, não explicita o local a ser destinado.

- Área de estudo 3 - PNM Lagoa Comprida:

O Parque Natural Municipal Lagoa Comprida apresenta áreas de supressão causadas pelas ações antrópicas, como o desmatamento e a queimada. O desmatamento geralmente ocorre para abertura de área para campos de futebol, às vezes sendo aterrado e em outro ponto, manutenção da gramínea, favorecida por ser próximo da lâmina d'água.

Figura 15 - Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida (3).



Fonte: imagens de DRONE/SENAR, novembro de 2022.

A estrutura da UC encontra-se em constante transformação para o lazer da população que procura a área para caminhar, jogar vôlei, recreação infantil e equipamentos de exercícios físicos, aulas de caiaque, bancos, bebedouro e banheiros. Possui apenas esta área cercada e monitorada por segurança, quanto que o entorno do parque é aberto e de fácil acesso.

Figura 16 - PNM Lagoa Comprida e áreas de influência.



Fonte: Imagens de DRONE/SENAR, novembro de 2022.

Há também trilhas “alternativas” feitas pelos moradores, até mesmo por caçadores em busca de jacarés, animais encontrados em abundância assim como muitas espécies de aves e insetos, indicando uma boa função ecológica pela capacidade de proporcionar um ambiente adequado para regulação da vida, mas também evidencia o quão suscetível está sob às ações humanas. A supressão e fragmentação das áreas naturais dificulta essa troca de energias e capacidade de ciclo das funções ecológicas, como na dispersão de sementes de árvores nativas.

Alguns pontos da UC estão sendo reflorestados por meio do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, conduzido pela SEMA (Secretaria de Meio Ambiente) e com apoio das universidades públicas. O fragmento de vegetação é sempre o exemplo máximo de “natureza” e “cuidado ambiental” pela facilidade de acesso e possibilidade de lazer para a população,

contudo, as queimadas, o acúmulo de lixo, despejo de esgoto e canalização das águas pluviais sem tratamento, promove a compactação do solo, perda de vegetação nativa, assoreamento da lâmina d'água e sua contaminação.

- Área de estudo 4 - Brejão:

A área úmida localiza-se entre o Exército e a Lagoa Comprida (Figura 6), onde atualmente está sendo construído um supermercado em uma das quadras desta área úmida com aterro de rejeito de minério provindo da siderúrgica.

Figura 17 - Área úmida (4).



Fonte: A autora, 2022.

Visitas foram feitas durante o processo de aterramento e os moradores já mostravam descontentamento com a nova construção causada pelos barulhos dos mais de 60 caminhões por dia para despejar o rejeito até alcançar cerca de 2,5m de altura, além da poeira dos rejeitos e da rua que não é pavimentada. Há também moradias na adjacência, descarte de resíduos sólidos e canalização de esgoto, poda irregular e resquícios de queimada.

Em diálogo com moradores e transeuntes, muitos catadores de materiais recicláveis passam por este local à procura de peças de eletrodomésticos para a retirada de cobre, alumínio e ferro.

- Área de estudo 5 - Várzea de Inundação do Pirizal:

A área úmida do Pirizal encontra-se com cercamento de arame, impedindo o acesso direto dos moradores e transeuntes, embora tenha um portão lateral. Mesmo dificultando o acesso ao interior do fragmento de vegetação a área não possui plano de recuperação ambiental e desta forma, continuam havendo abandono de animais, alimentação destes animais por parte das “protetoras” que não recebem auxílio dos órgãos públicos, inclusive de castração. Há ainda acúmulo irregular de resíduos sólidos e despejo de águas pluviais de bueiros sem contenção de resíduos, carregando tudo para o interior e causando a contaminação da água.

Figura 18 - Fragmento de vegetação do Pirizal (5).



Fonte: A autora, 2022.

Erosões provocadas pelo solo exposto podem provocar queda de árvores na parte de declive entre a calçada e a lâmina d’água. A árvore predominante nesta área é a Leucena (*Leucaena leucocephala*), não nativa do Cerrado, primária característica de remanescentes, podendo alcançar até 5 metros de altura, porém apresenta fragilidade aos ventos fortes e raízes não muito profundas, dificultando sua resiliência na área úmida e provocando estragos

como a quebra de uma parte do cercamento de arame e causando riscos de acidentes aos transeuntes.

Como demonstrado nos registros fotográficos de 2022, as semelhanças nas relações entre a população e o espaço nas áreas estudadas, são muitas, desde os descartes de resíduos, poda irregular, desmatamento, queimada, criação de animais, ocupação de jardins e área de lazer, loteamentos cercados, moradias e comércios irregulares e presença de indústria de siderurgia.

- Área de estudo 6 - Remanescente Florestal (6):

Alguns moradores também utilizam a área para despejo irregular de lixo doméstico, despejo de animais mortos e abandonados e incineração irregular.

Figura 19 - Fragmento de vegetação e lixão do bairro Exposição (6).



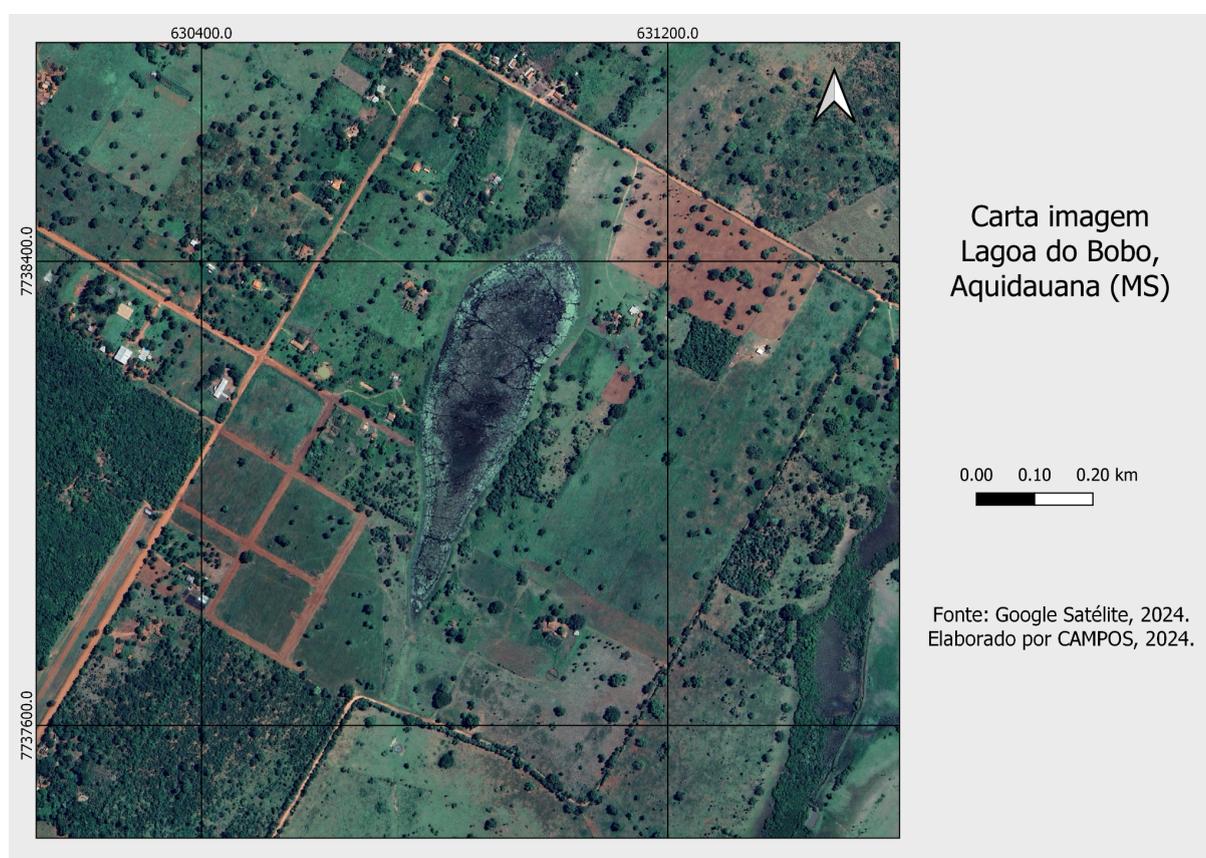
Fonte: A autora, 2022.

Foi registrado a presença de moradores coletando madeira para fogão a lenha, presença de crianças e animais domésticos brincando nas pilhas de lixo e entulho, odor forte, moscas e urubus, indicando uma área insalubre usada para descartes de resíduos.

- Área de estudo 7 - Lagoa do Bobo:

Por se tratar de uma área privada, a lagoa se encontra sob influência da atividade pastoril na área rural de Aquidauana, com presença de gados e poucas residências. Devido a esta característica, faz-se necessário compreender melhor sobre a dinâmica da área, sua contribuição para a bacia hidrográfica do córrego Guanandy, já que a lagoa está inserida na bacia hidrográfica e próxima à nascente do córrego.

Figura 20. Lagoa do Bobo.



Fonte: A autora, 2023.

A área necessita de recuperação ambiental da mata ciliar para auxiliar no armazenamento do corpo hídrico a longo prazo, pois se trata de uma lagoa rasa sob os impactos diretos da compactação e das intempéries. Novos estudos sobre limnologia podem contribuir para o entendimento da qualidade da água associada à entrada de materiais

externos no período da seca a fim de identificar se há entrada de materiais contaminantes e poluentes.

- Área de estudo 8, 9 e 10 - APP do córrego Guanandy:

Os canais de drenagem do córrego Guanandy no perímetro urbano não possuem grades que impeça a chegada de resíduos sólidos e matéria orgânica nos corpos d'água, possibilitando a contaminação e a poluição das águas.

Figura 21 - Rede de drenagem urbana e área úmida.



Fonte: A autora, 2022.

A dinâmica do escoamento superficial comprometida impede a chegada da água nas áreas mais baixas e úmidas, diminuindo o armazenamento de água e, em áreas com acesso de animais, acelera o processo de compactação do solo e contaminação da água.

- Área de estudo 11 - Morrinho:

Mesmo com uma placa de identificação de Área de Proteção Ambiental do Morrinho, na zona rural, os impactos são diversos. Não houve perda de vegetação em sua adjacência, porém, o topo sofre com os impactos gerados pela visitação e acampamento de religiosos, necessitando de grande atenção pelo indicativo da presença de animais domésticos, como já havia percebido nos fragmentos da área urbana, como o Pirizal.

Figura 22 - APP do Morrinho, zona rural.



Fonte: A autora, 2022.

O mirante do Morrinho é muito visitado pela população, bem como é frequentado por um grupo religioso que realiza rituais e acampamentos no topo. Pela ocasião, a área se apresenta cada vez mais desmatada, com solo exposto, resíduos sólidos abandonados e resíduos de lixo queimado.

Figura 23 - APP do Morrinho, mirante.



Fonte: A autora, 2022.

A área carece de atenção de fiscalização e controle das estadias no topo do morro por ser proibido ocupar e construir em uma APP. É necessário conciliar as visitas de todos os grupos a fim de recuperar e preservar o ambiente.

5.3 Associação da TS e do NDVI: Ilhas de calor e áreas de frescor urbano

Nos anos de 2013, 2015, 2017, 2018, 2020 e 2022 a temperatura superficial aparente apresentou baixo índice de variabilidade entre as datas, apresentando uma série temporal com média temporal de 29 a 21 °C (Tabela 4). A amplitude térmica foi alta em 2022, de 11 °C e baixa em 2017, de 5 °C.

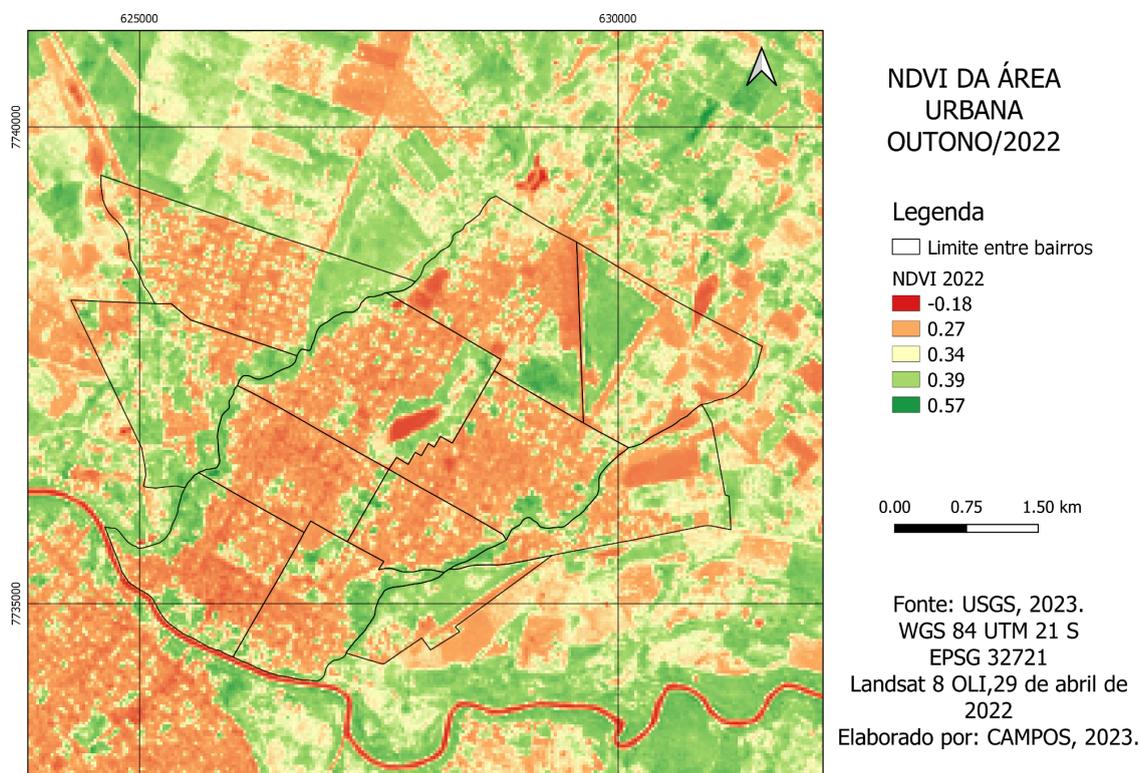
Tabela 6 - Temperatura Superficial da Terra (°C) da área urbana de Aquidauana- MS.

| Temperatura Superficial (°C) | | |
|------------------------------|---------|---------|
| data | Máximas | Mínimas |
| 20/04/2013 | 32 | 22 |
| 26/04/2015 | 28 | 22 |
| 15/04/2017 | 29 | 24 |
| 20/05/2018 | 22 | 16 |
| 09/05/2020 | 27 | 22 |
| 29/04/2022 | 36 | 25 |
| Média temporal | 29 | 21 |

Fonte: A autora, 2023.

As temperaturas mínimas representadas nas cartas de TS estão localizadas nas áreas próximas de lâmina d'água, com maior densidade de cobertura vegetal arbórea e rasteiras, caracterizam-se por Áreas de Proteção Permanente, áreas úmidas intraurbanas e algumas áreas rurais com pastos e presença de vegetação arbórea e rasteira (Fig. 23).

Figura 24. NDVI da área urbana, 2022.



Fonte: A autora.

A classe de área construída possui maior densidade na porção Sul, Centro e Leste, com menor densidade de cobertura vegetal, mesmo nas áreas de APP do rio Aquidauana, onde a vegetação da foz do córrego Guanandy é inferior à da foz do córrego João Dias. Este último, possui todo o contorno da APP na área urbana bem vegetada, quanto que a APP do córrego Guanandy é visivelmente mais prejudicada, desde a nascente, assim como a Lagoa do Bobo.

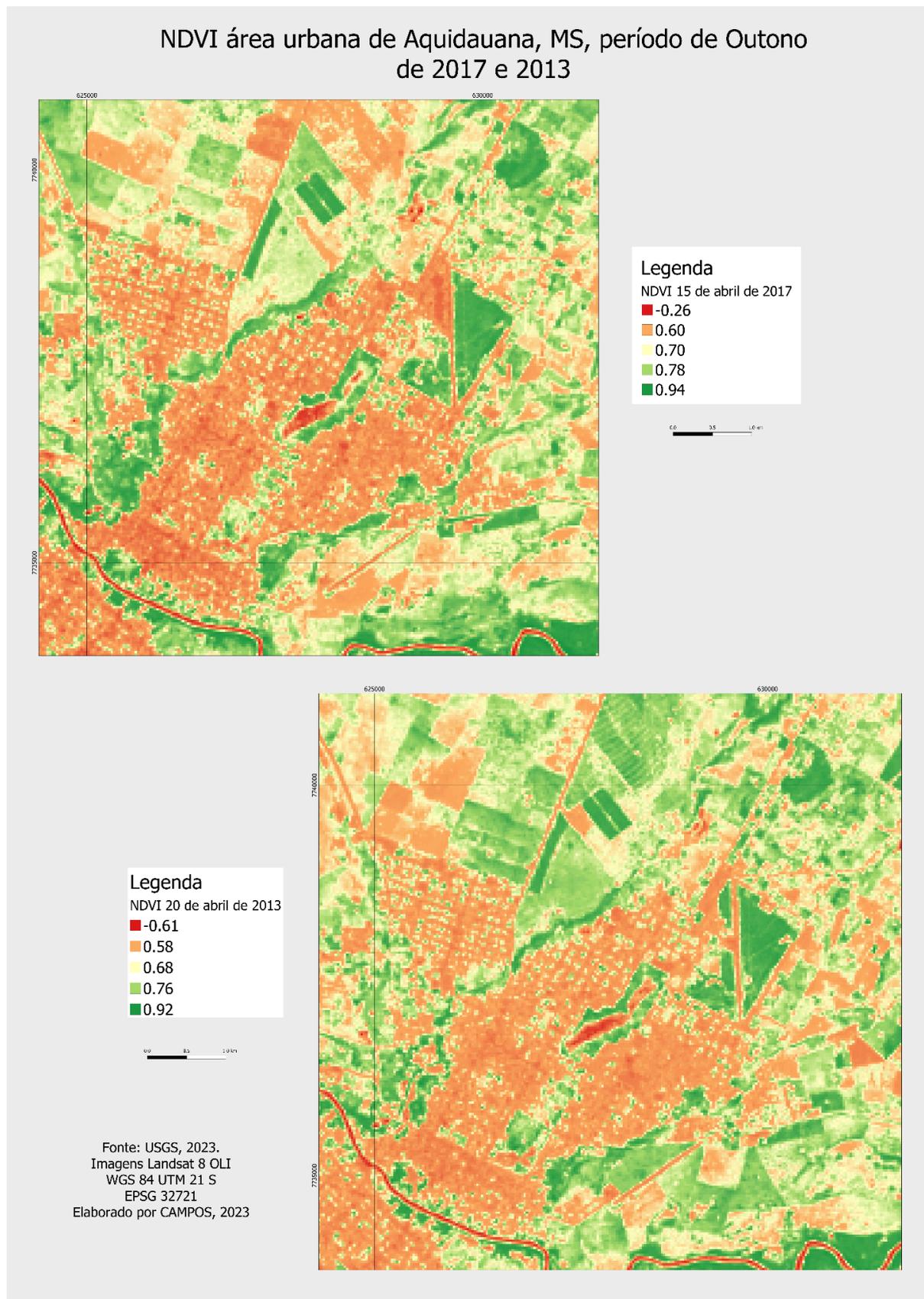
O perímetro urbano da cidade é cercada por corpos d'água, alguns pontos há densa cobertura vegetal e outros apresentam áreas desmatadas, onde foi possível acompanhar o aumento da temperatura superficial em alguns pontos à medida em que a área urbanizada se expande e adensa, alterando e intensificando o tipo de uso e cobertura da terra, remetendo à carta de uso e ocupação da área urbana por áreas de estudo (Fig. 13).

O bairro Exposição demonstrou maiores alterações entre os anos de 2013 e 2017 (Fig.24), com perda de área vegetada na porção Oeste da área de estudo 6 (Remanescente Florestal) para o adensamento populacional dos conjuntos habitacionais e presença de solo

exposto nos pastos ao Norte (Fig. 13). Na área construída a temperatura aumentou, onde a amplitude foi de 25°C a 30°C (TS 2022, 2017 e 2013).

Nas datas analisadas de 2013 a 2022, os bairros do Centro, Santa Terezinha, Nova Aquidauana, Trindade (Bancária) e Bairro Alto, que já registravam temperaturas mais elevadas e formação de Ilhas de Calor em 2000 e 2010, tiveram sua dinâmica prevalecida e com aumento da temperatura superficial nas áreas entre 2015, 2017 e 2020 (Fig. 27 b, c, e).

Figura 25 - NDVI da área urbana, 2017 e 2013.



Fonte: A autora.

Nas áreas com maior índice NDVI as TS marcaram média entre 22 °C e 25 °C em todos os períodos analisados e, 28 °C na data mais quente (2022). Nas áreas dos fragmentos de vegetação, representando NDVI de 0,76 a 0,94 em 2013, indica um decréscimo em 2022, de 0,39 a 0,57 associado à TS como a maior temperatura aparente registrada, pode-se considerar que foi um dia extremamente quente e seco (Fig. 25).

Conforme as imagens foram capturadas em um período do dia que não condiz com o horário de maior fluxo de carros, pode-se considerar que as altas temperaturas são provocadas pelas áreas construídas associadas ao baixo índice de vegetação.

Foram observadas possíveis focos de queimadas nos períodos de 2013, dentro da área de influência 6 (30 a 32 °C), de 2017 na área rural longe das áreas de estudo (>29 °C) e na data de 2022, com três possíveis focos sendo um na área rural ao Norte, um na porção Leste e Sul da área 8 (Córrego Guanandy).

As áreas pontuais de maior temperatura possivelmente ligadas à queimada podem ter influenciado no cálculo da temperatura superficial, indicando áreas de maior incidência de calor, principalmente nas áreas rurais, podendo corresponder às atividades agropastoris de queima controlada, já que em comparação com as cartas de NDVI demonstra áreas de solo exposto ou de pouca vegetação.

A pavimentação asfáltica das vias públicas e o solo exposto, são fatores que contribuem para o armazenamento de calor, que formam as ilhas de calor entre alguns bairros. Pela falta de transporte público, há mais trânsito de veículos particulares, aumentando a emissão de gases poluentes e calor na área urbana.

Na maioria das datas analisadas, compreende-se que a indústria influencia diretamente na variação da temperatura local, formando uma bolha de calor que chegou a 28 a 30 °C na data mais quente (2022) e 20 a 21 °C na data mais amena (2018).

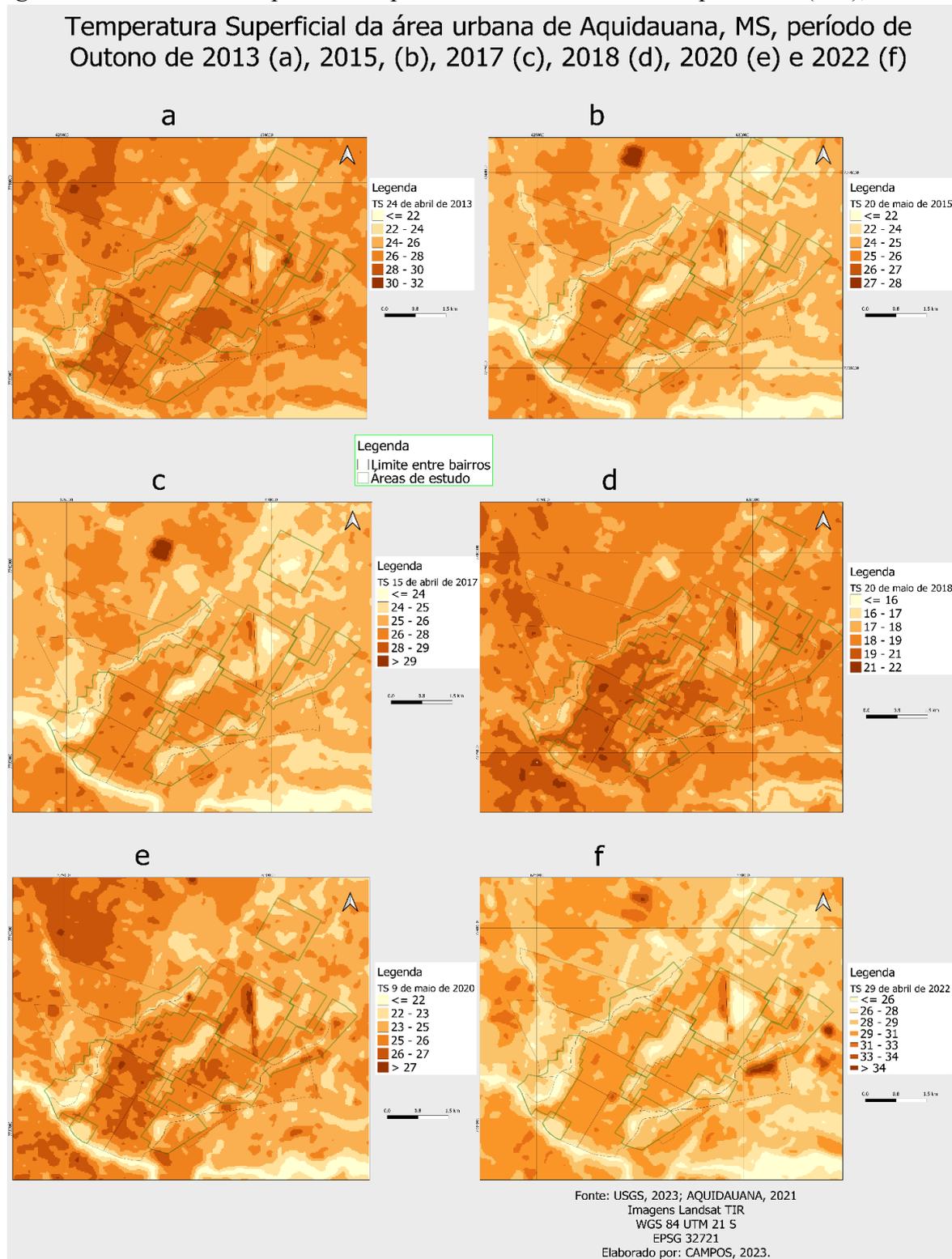
Comparando a área urbana e rural é possível analisar que os locais ao Norte e Noroeste com maior incidência e armazenamento de radiação. São as áreas de solo exposto, na área rural, em seguida das áreas construídas e das áreas onde se localizam a indústria siderúrgica e o lixão a céu aberto.

A associação entre esses três elementos da paisagem consiste na temperatura superficial alta que se iguala nos períodos mais quentes (2022 e 2013) e nos períodos mais amenos (2020, 2015, 2017 e 2018).

Com a maior variação principalmente nas datas mais quentes, demonstra a influência do frescor urbano gradual entre o topo da vegetação e áreas de influência densamente

construídas. Tal variação é muito expressiva nas áreas em direção ao bairro do Centro, com temperaturas amenas nos fundos de vale dos córregos Guanandy (margem direita) e João Dias (margem esquerda).

Figura 26 - Cartas da Temperatura Superficial da área urbana de Aquidauana (MS), Outono.



Fonte: A autora.

Interessante notar que a maior variação da temperatura superficial entre o topo da vegetação e as áreas construídas, são semelhantes ao fenômeno da baixa temperatura nas áreas mais úmidas e com lâmina d'água aparente.

Ou seja, nessas áreas mais amenas com alto índice NDVI, definidas em áreas de vegetação arbórea e rasteira, contribuiu com a estabilidade da temperatura como nas áreas com presença de água ou em partes de vegetação de mata ciliar com alto índice NDVI, onde no decorrer dos córregos são áreas pontuais que apresentam tais amplitudes entre topo e o entorno.

Nos períodos de 2015, 2018, 2020 e 2022 a TS foi mais homogênea em toda área urbana fora das áreas de estudo. Na porção central a média da amplitude térmica nos topos de vegetação entre as datas foi de 16 a 22 °C, as áreas de influência variaram entre 22 a 24 °C e fora das áreas de estudo, 25 a 30 °C. Com destaques para os bairros do Centro, Alto, Lagoa, Serraria, Guanandy, Santa Terezinha, Nova Aquidauana e Exposição.

O córrego do Mangueirão deságua no córrego João Dias pela margem direita. Mesmo não fazendo parte do estudo, foi possível analisar que a temperatura mais amena na mata ciliar e nas áreas úmidas no bairro Trindade contribuiu com a estabilidade da temperatura ao longo dos anos analisados, exceto na porção Noroeste (conhecida como Vila Bancária), com temperaturas altas e Leste do bairro, mais próximo do Centro.

Na área de estudo 1 e 2 (APP do córrego João Dias) a variação da TS só ocorreu em contraste à indústria e área construída, respectivamente. Com maior variabilidade de amplitude da temperatura na margem esquerda do córrego, próximo ao Centro.

Assim, demonstrando a influência do frescor urbano gradual entre o topo da vegetação e áreas densamente construídas. Tal variação é muito expressiva nos pontos mais baixos em direção ao bairro do Centro, com temperaturas amenas nos fundos de vale e na porção da margem direita do córrego Guanandy, onde há vegetação rasteira e baixa densidade de áreas construídas.

Localizada em uma área baixa e plana, na área de estudo 3 (Lagoa Comprida) e 4 (Brejão), a temperatura superficial manteve-se gradual do topo para o entorno, tanto nos dias mais quentes, quanto nos dias mais amenos.

Conforme a carta hipsométrica (Fig. 10), em relação às áreas 3, 4 e 5 (Pirizal), as águas da Lagoa Comprida escoam até o Brejão, contribuindo para o frescor urbano já que o as

áreas de influência são área úmida em que o NDVI registrou 0,68 a 0,86 em 2013 e 0,39 a 0,53 em 2022.

Através das cartas de temperatura superficial foi observado um descontínuo da temperatura mais amena no que deveria ser a mata ciliar do córrego Guanandy na transição da área de estudos 8 e 9, entre o bairro Santa Terezinha na margem direita e São Francisco na margem esquerda.

As áreas 9 e 10 demonstraram a influência da proporção da área central (margem direita) no armazenamento de calor em contraste com a porção rural (margem esquerda, bairro Ycarai), onde a temperatura na margem direita variou entre 16 a 22 °C no topo e 24 a 37 °C na área urbana e 22 a 23 °C na área rural, exceto nas áreas de solo exposto, com a mesma medida da área urbana.

A área de estudo 11 foi a que menos houve variação na amplitude térmica entre o topo de 16 a 23°C e a área de influência entre 24 a 26 °C, exceto em alguns pontos de construção, solo exposto e pasto, entre 25 e 26 °C.

A perda de vegetação do fragmento não refletiu significativamente nas amplitudes térmicas e na variação da TS entre os anos dentro da área de estudo, porém o NDVI indica valores reduzidos nas porções Oeste do fragmento, em que as temperaturas foram altas em relação ao solo exposto e área construída (Fig. 23 e Fig. 24).

As áreas construídas, pavimentação asfáltica, baixa cobertura vegetal intra urbana e de solo exposto, são fatores que contribuem para a formação de IC nas áreas altas e baixas. O bairro Centro concentra mais calor em todas as datas analisadas, mesmo localizando-se próximo do rio Aquidauana, da área úmida Pirizal (5) e entre os córregos Guanandy (8 e 9) e João Dias (2).

Outra área que demonstra esta relação ocorre no bairro da Exposição, no qual a TS foi alta durante os períodos analisados, mesmo entre os fragmentos de vegetação 1, 3, 6 e área rural ao Norte.

A variação de temperatura superficial foi bem marcante nos bairros localizados nas áreas mais baixas, tanto das datas mais e menos quentes. O tipo de ocupação na margem direita do córrego Guanandy demonstra na série temporal a interferência na vegetação e, por sua vez, na dinâmica do calor.

Os fragmentos de vegetação propiciaram estabilidade da temperatura superficial fornecendo conforto térmico e, atrelado às áreas úmidas, eficientes para a drenagem urbana superficial e subterrânea, além da manutenção do microclima, alimento e abrigo de fauna.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na estação de outono dos períodos analisados, as temperaturas superficiais aparentes apresentaram alta variabilidade de amplitude térmica entre as datas, evidenciando a diferença térmica entre os pontos de estudo. As temperaturas mais elevadas foram caracterizadas por áreas de maior densidade de áreas construídas e de menor índice de vegetação.

A expansão urbana não foi significativa em termos de extensão, pois não ultrapassou os limites estabelecidos da área urbana definidos no Plano Diretor que pode ser observado nas cartas de uso e ocupação dos períodos de 2013 e 2022 e as cartas de NDVI dos períodos de 2013, 2017 e 2022.

Foram identificadas Ilhas de Calor nos bairros Exposição, Nova Aquidauana e São Francisco, em que conseqüentemente o NDVI apresenta valores muito baixos, entre 0, 16 e -0, 40 atualmente (2022). As IC identificadas se devem provavelmente às formas de uso e ocupação, como a baixa cobertura vegetal, queimada, circulação de veículos e pavimentação asfáltica.

Os novos limites da expansão urbana estabelecidos no Plano Diretor configuram ocupações em áreas mais elevadas e frescas, antes ocupadas por pastos e solo exposto. São áreas consideradas aptas para novos assentamentos desde que a organização do espaço inclua áreas verdes para reduzir os efeitos do calor. A área destinada para expansão urbana consiste em um equívoco retirar todo o fragmento de vegetação remanescente, podendo resultar no aumento da temperatura superficial adensada às áreas construídas ao redor.

Mesmo diante de um pequeno aumento da população no município entre os períodos analisados, o processo de adensamento populacional requer políticas públicas para a gestão do espaço a fim de garantir o bem estar da população e equilíbrio ecológico, além de uma infraestrutura urbana sustentável de permeabilidade e escoamento das águas pluviais, captação e tratamento de esgoto.

Fica claro que a área urbana do município é altamente sensível à água, com capacidade de armazenamento e drenagem de córregos, lagoas e áreas úmidas. Por estes motivos, a pavimentação mais adequada deve ser repensada e considerada maneiras sustentáveis, como o lajotamento, implantação de gramados, calçadas permeáveis e arborização.

Aquidauana tem capacidade de incluir no Plano de Desenvolvimento Ambiental um centro de coleta seletiva de resíduos sólidos, formalizando planos de trabalho com os

moradores e catadores de materiais recicláveis. É urgente e importante que se adote medidas de redução de GEE e incluir o fechamento dos lixões a céu aberto.

A implantação de infraestrutura para os parques lineares, como citado no Plano Diretor, significa promover uma política que pense no clima da cidade para a saúde da população ao estimular a redução da circulação de veículos que emitem gases poluentes e estímulo ao esporte e lazer em um ar de qualidade.

Uma vez que o Plano Diretor prevê a realocação da indústria siderúrgica e comércios da APP do córrego João Dias, é necessário o cumprimento dessa diretriz que perdura há três anos desde a divulgação da nova versão, em 2021.

Faz-se necessário o incentivo para o aprofundamento de pesquisas ambientais, culturais e econômicas nas áreas de relevância ecológica para subsidiar as políticas de expansão urbana, de proteção ecológica e de mitigação de conflitos socioambientais. É necessário o comprometimento dos órgãos executores e fiscalizadores de promover atividades e projetos não tão somente em áreas de Unidade de Conservação, mas também nas áreas mais “esquecidas” pela população, para incentivar ações de preservação através do conhecimento e vivência.

As universidades públicas tem demonstrado interesse e participação com a comunidade externa e com as escolas públicas e privadas a partir de projetos. São essas instituições que promovem pesquisas que possibilitam fomentar políticas públicas,

A Educação Ambiental com as comunidades e escolas, muitas vezes em parceria com órgãos públicos, enseja novas percepções e formas de lidar com a natureza a partir do respeito, coexistência e cobranças por políticas públicas, principalmente no âmbito das mudanças climáticas.

O município abriga grande biodiversidade que contribui para a manutenção ecológica dos ecótonos de Cerrado e Pantanal e precisa ser incluída nas propostas de planejamento urbano e ambiental, principalmente as APP da área urbana que contribuem para a estabilidade térmica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Antonio José Pereira de. JUNIOR, Sinval Autran Mendes Guimarães. ANDRADE, Lima de Esdras. NETO, José Vicente Ferreira. **Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió- AL**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. João Pessoa, 2015.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Detecção remota de ilhas de calor superficiais: exemplos de cidades de pequeno e médio porte de ambiente tropical, Brasil. **Finisterra**. p.111-133. 2017.

ANUNCIAÇÃO, Vicentina Socorro da. NETO, João Lima Sant'Anna. Prevenção da severidade na planície de inundação do Rio Aquidauana na cidade de Aquidauana MS/Brasil: ações com a comunidade local. **Revista Territorium**, n.25, 2018.

ANUNCIAÇÃO. Vicentina Socorro da. SILVA, Jaime Ferreira. FERNANDES, Elvira Fátima de Lima. **Ordenamento e gestão do espaço: risco e vulnerabilidade climática na cidade de Aquidauana/MS Brasil**. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina. 14°. Lima, 2013.

_____. Espacialização dos hazards climáticos no urbano do prelúdio do Pantanal sul-mato-grossense. In: **Riscos naturais antrópicos e mistos**. Coimbra: Editora Simões & Linhares, 2013. p. 351-365.

AOKI, Camila. OLIVEIRA, K. Rocha de; FIGUEIREDO, P. Alonso de; SÁ, Jéssica dos S. Silveiro de. OLIVEIRA, K. Morinigo; CHAVES, J. Análise da arborização das praças de Aquidauana (MS- Brasil). **Brasilian Journal of Development**. ISSN 2525-8761. Curitiba. V. 6, n. 12, 2020.

AQUIDAUANA. Lei Ordinária nº 2.757 de 11 de março de 2022, 2022a. Disponível em: <https://legis.cmaquidauana.ms.gov.br/cp/itens/arqs/19042022105108.pdf> . Acesso em março de 2024.

AQUIDAUANA. Inventário da oferta turística do município de Aquidauana, 2022b. Disponível em: http://aquidauana.ms.gov.br/anexos/invtur_2022.pdf . Acesso em março de 2024.

AQUIDAUANA. Diário Oficial Eletrônico. Lei Ordinária nº 2.307/2013. Ano IX. Ed. 2.013. Quarta-feira, 19 de outubro de 2022. 2022c Disponível em

http://aquidauana.ms.gov.br/DOEM/DOEM_AQUIDAUANA-2013-20221019.pdf . Acesso em março de 2024.

AQUIDAUANA. Plano Diretor. Projeto de Lei complementar nº 005/2021. dia 18 de outubro de 2021. Disponível em:
<https://drive.google.com/drive/folders/1-BYaUPlg1ya8RDdgK-rpo7Mm9PMzlAg4> . Acesso em março de 2024.

ARTIGAS, E. F.; ANUNCIACÃO, Vicentina Socorro da. A vulnerabilidade espacial climática na cidade de Aquidauana - MS/Brasil. **Revista Geografica de America Central**, v. 2, p. 1-19, 2011.

AYACH, L. R; BACANI, V. M. Unidades de Conservação no Pantanal do município de Aquidauana- MS: uma análise da evolução do uso da terra e cobertura vegetal e suas implicações. **Caderno de Geografia**. ISSN 2318-2962. V. 24, n. 42, 2014.

AZEVEDO, Tasso Rezende. JÚNIOR, Ciriro Costa. Et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emission from 1970 to 2015. **Cientific Data**. 2018. Disponível em <https://www.nature.com/articles/sdata201845> . Acesso em fev de 2024.

Band News. Onda de calor provoca série de queimadas no Pantanal. Publicado em 17/11/2023, às 13:48h. Disponível <https://bandnewstv.uol.com.br/conteudo/onda-de-calor-provoca-serie-de-queimadas-no-pantanal> em Acesso em fev de 2024.

BARROS, Adriana de; AYACH, L. R. PEREIRA, R. G. P. Biogeografia e paisagem urbana: Uma análise das bacias hidrográficas da área urbana de Aquidauana- MS. *In: I Simpósio Brasileiro de Biogeografia*, 2020.

BARROS, Adriana de. BACANI, Vitor Matheus. BORGES, Tatiane Aparecida. Análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Guanandy, Aquidauana- MS. **Revista AGB Seção Três Lagoas**. n. 26, ano 14, Três Lagoas, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/5284/4002>. Acesso em fev de 2023.

BARROS, Waleria Menezes. GOMES, Ronaldo Lisboa. JUNIOR, José Marcato. Análise dos Contingentes Populacionais e Habitacionais da cidade de Aquidauana- MS: Atualização e perspectiva. **Revista GeoPantanal**. UFMS/AGB. n.19, p.59-69. Corumbá, 2015.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. Tradução: Olga Cruz. N.8. Curitiba: Editora UFPR, 2004.

BEZERRA, Eveline Terra. CARVALHO, Elisângela Martins de. Áreas de Preservação Permanente nos perímetros urbanos de Aquidauana e Anastácio - MS. **Geofronter**. v. 8, Campo Grande, 2022.

BRAGA, Roberto. **Mudanças Climáticas e Planejamento Urbano: uma análise do Estatuto da Cidade**. In: VI Encontro Nacional da ANNPAS 18 a 21 de setembro de 2012. Belém- PA. Disponível em chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/planejamentoterritorialegeoprocessamento640/md_roberto_artigos_artig_anppas.pdf. Acesso em nov. de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: jan/2022.

_____. Ministério da Saúde: onda de calor. Disponível em <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/onda-de-calor> . Acesso em fev 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm . Acesso em nov de 2022.

BRASIL. Centro de Estudos Estratégicos. **REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal - REDD**. Brasília, 2011. 153 p. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/645#:~:text=Cita%C3%A7%C3%A3o%3A,Desmatamento%20e%20Degrada%C3%A7%C3%A3o%20Florestal%20%E2%80%93%20REDD> . Acess em fevereiro de 2024.

CAMPOS, Sabrina Policarpo Souza Campos. SILVA, Kassia Raylene Sousa da. JESUS, Vitória de. VIÉDES, Breno de Arruda. **Ensino de Geografia e uso da Tecnologia de Realidade Aumentada: ações que transcendem o ensino formal**. In: Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia. 15º, 2022, Salvador, Bahia. Jussara Fraga Portugal; Simone Ribeiro Santos (coords.) Universidade do Estado da Bahia: 2022. p. 230.

CARLOS, A. Fani Alessandro. **A (re)produção do espaço urbano**. Ed.: Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

CARVALHO, Pedro Sergio Landim de. MESQUITA, Pedro Paulo Dias. MELO, Luciane. **Panoramas Setoriais Mudanças Climáticas: Siderurgia**. BNDES. 2016. Disponível em https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7210/2/Siderurgia_P.pdf . Acesso em fev de 2024.

COELHO, André L. Nascentes. CORREA, Wesley de Souza Campos. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat 8: metodologia e aplicações. **Revista Geografia Acadêmica**, V.7, n.1, 2013.

CORRÊA, Aureanice de Mello. **A cidade, a floresta e a criação do espaço sagrado em unidades de conservação: o caso da curva do S no Parque Nacional da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro**. In: Geografia Urbana: ciência e ação política. OLIVEIRA, F. G. FREIRE, D. G. JESUS, G. M. OLIVEIRA, L. D. (orgs). Ed. Consequência, 2014, p. 263-284.

COSGROVE, Denis. A Geografia está em toda parte: cultura e simbolismo nas paisagens humanas. P. 219- 237. In: CORRÊA, Roberto Lobato. ROSENDAHL, Zeny. (Orgs). **Paisagem, Tempo e Cultura**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012, 344 p.

COSTA, M. V. S. OLIVEIRA, R. V. A. SANTOS, A. L. O. TORRES, S. C. **Morfologia urbana, adensamento construtivo e microclima: análise do desempenho climático de tecidos urbanos na região Agreste de Alagoas**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2019. Disponível em <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/3962/3002> . Acesso em fev de 2024.

DACANAL, Cristiane. LABAKI, Lucila Chebel. SILVA, Talita Meulman Leite da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**. v. 10. n. 2. Porto Alegre, 2010. Acesso em fev de 2024.

DARNIZOT, Cristiana. **A expansão urbana de Aquidauana como incentivo na reorganização da produção econômica nas propriedades rurais no Morrinho**. Dissertação. Programa de pós-graduação - Mestrado em Geografia CPAQ/UFMS. Aquidauana. 137 p., 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/3397/1/A%20expans%C3%A3o%20urbana%20de%20Aquidauana%20como%20incentivo%20na%20reorganiza%C3%A7%C3%A3o%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20econ%C3%B4mica%20nas%20propriedades%20rurais%20no%20morrinho.pdf> . Acesso em nov de 2023.

EMBRAPA. **Satélites de monitoramento: LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat> Acesso em fev de 2024.

EMBRAPA. **Notícias: onda de calor e ausência de chuva em abril causam preocupação em MS.** Publicado em 11/04/2016. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/11481314/onda-de-calor-e-ausencia-de-chuva-em-abril-causam-preocupacao-em-ms> . Acesso em fev de 2024.

FERNANDES, E. Fátima de L. Diagnóstico das Unidades de Conservação da área urbana do município de Aquidauana (MS) e as possibilidades de aproveitamento turístico. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Aquidauana. **Relatório Final – PIBIC**, 2013.

FIGUEIRÓ, S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza.** Oficina de Textos. São Paulo, 2015.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de textos, 2002.

FRANCELINO, Joilson. Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos de Mato Grosso do Sul. infraestrutura: Aquidauana e Anastácio recebem mais de R\$15 milhões para pavimentação e restauração de ruas. Disponível em <https://www.agesul.ms.gov.br/aquidauana-e-anastacio-recebem-mais-de-r-15-milhoes-para-pavimentacao-e-restauracao-de-ruas/> . Acesso em março de 2024.

GAMARRA, R. M. OLIVEIRA, A. P. G; FILHO, A. C. P. Ecologia da Paisagem Utilizando Geotecnologias. In: FILHO, A. C. P. et al. (orgs) **Geotecnologias para aplicações ambientais.** Maringá, PR, Uniedusul, 2021. Disponível em: file:///C:/Users/Sabrina/Downloads/GEOTECNOLOGIAS-PARA-APLICACOES-AMBIENTAIS.pdf . Acesso em jan/2022.

GUEDES, Jânio Carlos Fernandes. SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação: princípios físicos, sensores e métodos. **ACTA Geográfica.** v.12, n.29. Boa Vista, 2018.

HALOFSKY, J. E. ANDREWS-KEY, S. A. EDWARDS, J. E. JOHNSTON, M. H. NELSON, H. W. PETERSON, D. L. SCHIMITT, K. M. SWANTON, C. W. WILLIAMSON, T. B. Adapting forest management to climate change: The state of science and applications in Canada and the United States. **Forest Ecology and Management**, v. 421, p. 84-97, 2018. Disponível em: https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/jrnl/2018/nrs_2018_halofsky_001.pdf . Acesso em fev 2024.

IBGE. Cidades: população, território e ambiente, 2022. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/aquidauana/panorama>. Acesso em 2023.

_____. Cidades: território e ambiente, 2020. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/aquidauana/panorama>. Acesso em jan. de 2022.

_____. Cidades: população no último censo, 2010. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/aquidauana/panorama>. Acesso em jan. de 2022.

INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Portal INMET: Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil. Publicado em 09/01/2024, às 16:20h. Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=Fonte%3A%20Inmet>. HYPERLINK
["https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=Fonte%3A%20Inmet.&text=De%20acordo%20com%20a%20vers%C3%A3o,at%C3%A9%20outubro%20do%20ano%20passado"&](https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=Fonte%3A%20Inmet.&text=De%20acordo%20com%20a%20vers%C3%A3o,at%C3%A9%20outubro%20do%20ano%20passado) HYPERLINK
["https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=Fonte%3A%20Inmet.&text=De%20acordo%20com%20a%20vers%C3%A3o,at%C3%A9%20outubro%20do%20ano%20passado" text=De%20acordo%20com%20a%20vers%C3%A3o,at%C3%A9%20outubro%20do%20ano%20passado](https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=Fonte%3A%20Inmet.&text=De%20acordo%20com%20a%20vers%C3%A3o,at%C3%A9%20outubro%20do%20ano%20passado). Acesso em fevereiro de 2024.

JANISE, Dias. LEONARDO, Santos. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço socio-ambiental rural. **Revista franco-brasileira de Geografia Confins**. n.1, p.1-19, 2007. Acesso em maio de 2023. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/10> .

JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução da 2a ed. por (pesquisadores do INPE): José Carlos N. Epiphanyo (coordenador); Antonio R. Formaggio; Athos R. Santos; Bernardo F. T. Rudorff; Cláudia M. Almeida; Lênio S. Galvão. São José dos Campos: **Parêntese**. 2009. 672 p.

JÓIA, Paulo Roberto. Origem e Evolução da Cidade de Aquidauana- MS. **Revista Pantaneira**. v.7, p. 34-49, Aquidauana, 2005.

JÓIA, Paulo Roberto. SILVA, Ronald Luiz Oliveira. Ocupação do solo e meio ambiente na cidade de Aquidauana. **Revista Pantaneira**. v. 5, p.1-75, Aquidauana, 2003.

LEITE, Emerson Figueiredo. CARVALHO, Elisângela Martins de. MORAES, Eloise Mello Viana de. FARIAS, Fernando Rodrigo. Uso e ocupação da terra, aspectos físicos e econômicos do município de Aquidauana-MS. **Revista Pantaneira**, V. 19, UFMS, Aquidauana-MS, 2021.

LÒIS, Érica. LABAKI, Lúcia Chebel. SANTOS, Rosely Ferreira. Efeitos de diferentes estruturas de vegetação ciliar sobre as variáveis de microclima e a sensação de conforto térmico. **Revista Inst. Flor.** v. 23, n.1. p.117-136. 2011. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF23-1/RIF23-1_117-136.pdf . Acesso em fev de 2024.

MENDONÇA, Francisco. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso. *In*: NETO, J. L. S. ZAVATINI, J. A. Variabilidade e Mudanças Climáticas. Maringá: **Eduem**, 2000. p.167-191.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?**. Biota Neotropica, 2001, p.6.

Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília, 2007.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e Clima Urbano. *In*: MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. Clima Urbano. São Paulo: **Contexto**, 2003. p.9-67.

_____. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2001.

_____. **Teoria e Clima Urbano**. (Tese) Curso de Livre Docência junto ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo: 1976. 181 p.

_____. **Clima e Excepcionalismo: conjecturas sobre o Desempenho da Atmosfera como Fenômeno Geográfico**. Florianópolis: UFSC, 1991.

NETO, João Lima Sant'anna. Algumas considerações sobre a dinâmica climática da porção sudeste do pantanal mato-grossense. **Boletim Paulista de Geografia**. n.67, p.75-88, São Paulo: 1989.

NETO, Helena Brum. BEZZI, Meri Lourdes. A materialização da cultura no espaço: os códigos culturais e os processos de identificação. **Geografia**. vol. 33, p. 253-267. Rio Claro, 2008.

NOVAES, Gabriel Bonansea de Alencar. MONTEIRO, Leonardo Marques. Impactos da morfologia da cidade nas condições microclimáticas de áreas urbanas consolidadas de São

Paulo em dias quentes. **PósFAUUSP**, v. 27, n.51, 2020. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/168232/168026>. Acesso em fev de 2024.

NUCCI, João Carlos. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Geografar**. v.2, n.1, p.77-99. Curitiba, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/7722>. Acesso em maio de 2022.

O Pantaneiro. Dia Cinza: fumaça de queimadas da Amazônia encobre Mato Grosso do Sul. Publicado em 08/09/2022, às 15:53h. Disponível em <https://www.opantaneiro.com.br/aquidauana/dia-cinza-fumaca-de-queimadas-da-amazonia-en-cobre-mato-grosso-do-sul/186110/> . Acesso em fev de 2024.

PAIXÃO, Alfredo Aguirre da. RODRIGUES, Lidiane Perbelin. JÓIA, Paulo Roberto. Expansão da área urbana da cidade de Aquidauana/MS: 1966 a 2018. **Revista Pantaneira**. V.17, 2020.

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Bases Científicas das Mudanças Climáticas. V. 1. 2020. Disponível em: <http://pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/item/base-cientifica-das-mudancas-climaticas-volume-1-completo> . Acesso em fev de 2024.

RODRIGUES, L. P.; CARVALHO, E. M.; SILVA, J. F. **Unidades de Conservação no Ecótono entre Pantanal e Cerrado: o caso do Município de Aquidauana (MS)**. I Congresso Nacional de Geografia Física. P. 1070-1081. Campinas, 2017.

REICHARDT, Klaus e TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. SILVA, Edson Vicente da. CAVALCANTI, Agostinho de Paula Brito. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Ed. 6. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; Schell, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *In*: Proceedings of the Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium; 1973; Washington: NASA; 1973. Acesso em jul de 2023. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614> .

SÁ, Jéssica dos S. de. Silvério de. RABELLO, R. J. M. AOKI, C. Diagnóstico da arborização urbana do centro de Aquidauana, MS. **Brazilian Journal of Development**. Vol. 7, n. 1, 2021.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. Ed. 4. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009.

SANTOS, C. A.; PEREIRA, R. H. G.; AYACH, L. R.; BARROS, A.; FONTES, A. F. Aspectos limnológicos e sanitários do trecho urbano do Córrego João Dias em Aquidauana – Mato Grosso do Sul. **Revista Pantaneira**, V. 20, UFMS, Aquidauana-MS, dezembro de 2021. p. 14-28.

SANTOS, Flávio Cabreira dos. **Estudo da temperatura do ar nas cidades de Aquidauana e Anastácio- MS**. Dissertação. Programa de pós-graduação - Mestrado em Geografia CPTL/UFMS. Três Lagoas. 158 p., 2014. Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/2299> . Acesso em fev de 2022.

SEEG- Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa. Nota Metodológica: setor de Mudanças de Uso da Terra e Florestas. Vol.1. 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Metodologicas/SEEG_9%20%282021%29/Nota_Metodologica_SEEG_9_MUT_v3.docx.pdf . Acesso em fev de 2024.

SILVA, Gêssica de Jesus Oliveira. CAIONE, Charles. RAMOS, Alexander Webber Perlandim. NEVES, Sandra Mara Alves Da Silva. GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos. Ilhas de Calor nas cidades contidas na Bacia do Alto Paraguai, Brasil. Anais 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Cuiabá, MT, 22 a 26 de outubro de 2016. **Embrapa Informática Agropecuária/INPE**, 2016, p. 434 434 -441. Disponível em: <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2016/cd/pdf/p95.pdf> . Acesso em fev de 2024.

USGS - Geological Survey. Landsat 8 (L8): Data User Handbook. Vers. 5.0. 2019. Disponível em <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook> . Acesso em fev 2024.

VILLAÇA, Flávio José Guimarães. **As ilusões do Plano Diretor**. Ed. São Paulo. 1ª edição, 2005. Acesso em nov. de 2022. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3158493-Flavio-villaca-as-ilusoes-do-plano-diretor.html>.

VILALBA, João Gabriel. Fumaça de incêndios que atinge o pantanal invade bairros de Aquidauana. Correio do Estado. Publicado em novembro de 2023, às 18:23h. Disponível em <https://correiodoestado.com.br/cidades/fumaca-de-incendios-que-atinge-o-pantanal-invade-bairros-de-aquidauana/422571/> . Acesso em fev de 2024.