

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
AMBIENTAL

ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE
AMBIENTAL EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA NA
CIDADE DE CUIABÁ-MT ENTRE OS ANOS DE 2005
E 2021

PAULINE DA MATA MARQUES

Prof.^a Dr.^a FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE
AMBIENTAL EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA NA
CIDADE DE CUIABÁ-MT ENTRE OS ANOS DE 2005 E
2021**

PAULINE DA MATA MARQUES

*Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Física Ambiental da
Universidade Federal de Mato
Grosso, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Física Ambiental.*

Prof.^a Dr.^a FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2023

**Dados Internacionais de Catalogação
na Fonte.**

--

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

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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, obrigada por todas as bençãos, por me conceder saúde e força. A Nossa Senhora, minha mãe do céu, por toda interceção e proteção. Dedico a minha mãe e minha madrinha-avó que são meus exemplos e inspiração de mulheres fortes, ao meu pai, que é minha estrela mais linda no céu, meu orgulho e inspiração, e em vida sempre me apoiou na realização dos meus sonhos. Aos meus pets por sempre me darem alegria e amor. Obrigada mãe e pai, por mesmo com tantas dificuldades nunca me deixar faltar nada, por não medirem esforços para me ver bem, feliz, podendo estudar e alcançar meus sonhos e objetivos.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos às pessoas e instituições que foram fundamentais para realização deste trabalho, entre elas:

- A Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moura Santos por sua orientação e sua amizade, e por ser um exemplo para mim desde a graduação em Arquitetura e Urbanismo, como profissional e ser humano. Obrigada por partilhar seus conhecimentos e pelos ensinamentos, que foram base fundamental para esse trabalho.
- A Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira por todos os ensinamentos desde a graduação em Arquitetura e Urbanismo, especialmente na matéria de Metodologia Científica, lecionada juntamente com a Prof.^a Dr.^a Flávia Maria Santos de Moura, e que também é inspiração como profissional e ser humano para mim.
- A todo o corpo docente, coordenação e servidores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, pelo auxílio essencial no mestrado, e aos professores por lecionarem as matérias que contribuíram nessa etapa. Também aos funcionários responsáveis pela limpeza, pela organização do bloco, tornando o ambiente físico do PPGFA propício e agradável aos estudos.
- A biblioteca da Universidade Federal de Mato Grosso e servidores desta, por disporem livros fundamentais aos meus estudos.
- A todos os colegas do mestrado e do doutorado, que muito me ensinaram e auxiliaram.
- A todos que de alguma forma me auxiliaram neste trabalho, em especial ao Luís Leite pelo auxílio com os mapas, e ao Thiago Ventura e Gabriela Nunes pelo auxílio com as análises estatísticas.
- Ao CNPQ por proporcionar a bolsa de estudos de mestrado, apoio financeiro que foi essencial para a elaboração desta pesquisa e permanência no mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS.....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. URBANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DA PAISAGEM.....	5
2.1.1. ASPECTOS GERAIS.....	5
2.1.2. A EVOLUÇÃO URBANA DE CUIABÁ.....	8
2.2. BREVE HISTÓRICO DAS CONFERÊNCIAS DAS PARTES DA ONU.....	13
2.3. ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA.....	16
2.4. A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA.....	20
2.4.1. Histórico e Definição de Indicadores Ambientais.....	20
2.4.2. Sistemas de Indicadores Ambientais.....	23
2.4.3. Indicadores Ambientais.....	28
2.4.3.1. Clima Urbano e Poluição Atmosférica.....	29
2.4.3.2. Cobertura Vegetal.....	31
2.4.3.3. Espaços Livres e Áreas Verdes.....	32
2.4.3.4. Enchentes.....	33
2.4.3.5. Verticalidade e Densidade demográfica.....	34
2.4.3.6. Uso do Solo.....	35
2.4.4. Qualidade Ambiental Urbana: abordagens práticas.....	36
2.4.5. A Metodologia de Liberti & Nucci (2018)	39

3. ÁREA DE ESTUDO.....	45
3.1. EVOLUÇÃO URBANA DA ÁREA DE ESTUDO.....	46
3.2. DENSIDADE DEMOGRÁFICA.....	48
3.3. PERFIL SOCIOECONÔMICO.....	49
3.4. ZONEAMENTO DOS BAIRROS.....	51
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
4.1. Procedimento de coleta de dados e mapeamento.....	54
4.2. Procedimento de análise estatística.....	61
4.3. Procedimento de comparação entre 2005 e 2021.....	63
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	64
5.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	64
5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	88
5.2.1. Análise dos quadrantes.....	88
5.2.1.1. Quadrante I.....	90
5.2.1.2. Quadrante II.....	93
5.2.1.3. Quadrante III.....	95
5.2.1.4. Quadrante IV.....	97
5.2.2. Análise Estatística Descritiva Unidimensional.....	99
5.2.3. Análise de Cluster.....	104
5.2.3.1. K-Means Clustering.....	105
5.2.3.2. Cluster 1.....	109
5.2.3.3. Cluster 2.....	111
5.2.3.4. Cluster 3.....	112
5.2.3.5. Cluster 4.....	114
5.2.3.6. Considerações finais análises estatísticas.....	115
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	120
8. BIBLIOGRAFIAS.....	121
8.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS.....	121
8.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	131
9. ANEXOS.....	134

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Planta de Cuiabá.....	10
FIGURA 2 – Evolução do perímetro urbano de Cuiabá (1938-2007).....	11
FIGURA 3 – Síntese da evolução do perímetro urbano de Cuiabá.....	12
FIGURA 4 – Breve histórico das principais COPs.....	15
FIGURA 5 – Síntese dos estudos.....	37
FIGURA 6 – Proposta de legenda para a correlação entre usos da terra e qualidade ambiental.....	41
FIGURA 7 – Proposta de legenda para cobertura da terra.....	43
FIGURA 8 – Mapa esquemático da metodologia de Liberti & Nucci (2018).....	44
FIGURA 9 – Localização da área de estudo.....	46
FIGURA 10 – Evolução da área de estudo entre os anos de 2002 a 2021.....	47
FIGURA 11 – Densidade demográfica da área de estudo – Ano 2010.....	49
FIGURA 12 – Classe de renda da área de estudo – Ano 2000.....	50
FIGURA 13 – Evolução populacional de Cuiabá (1980 – 2020)	51
FIGURA 14 – Zoneamento dos bairros.....	52
FIGURA 15 – Proposta de legenda para cobertura da terra (gradiente)	55
FIGURA 16 – Pesos atribuídos para as classes de uso e cobertura da terra e o resultado da somatória.....	56
FIGURA 17 – Pesos dos espaços não edificados com vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta) versus classes de uso do solo.....	57
FIGURA 18 – Pesos dos espaços não edificados com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea versus classes de uso do solo.....	58

FIGURA 19 – Pesos dos espaços não edificadas com vegetação arbórea, arbustiva e/ou herbácea versus classes de uso do solo.....	58
FIGURA 20 – Pesos dos espaços não edificadas com solo exposto versus classes de uso do solo.....	59
FIGURA 21 – Pesos dos espaços não edificadas com solo bastante impermeabilizado versus classes de uso do solo.....	59
FIGURA 22 – Pesos das edificações de até 4 pavimentos e área adjacente com vegetação versus classes de uso do solo.....	60
FIGURA 23 – Pesos das edificações de até 4 pavimentos e área adjacente sem vegetação versus classes de uso do solo.....	61
FIGURA 24 – Carta temática de uso do solo do ano de 2005.....	65
FIGURA 25 – Percentual por classe de uso em 2005.....	66
FIGURA 26 – Comparação das cartas temáticas de uso do solo dos anos de 2005 e 2021.....	68
FIGURA 27 – Comparativo do percentual por classe de uso entre 2005 e 2021.....	69
FIGURA 28 – Carta temática de cobertura da terra do ano de 2005.....	73
FIGURA 29 – Percentual por classe de cobertura da terra em 2005.....	74
FIGURA 30 – Comparação das cartas temáticas de cobertura da terra dos anos de 2005 e 2021.....	76
FIGURA 31 – Comparativo do percentual por classe de cobertura da terra entre 2005 e 2021.....	78
FIGURA 32 – Carta de qualidade ambiental do ano de 2005.....	81
FIGURA 33 – Percentual da área de cada classe de qualidade ambiental em 2005.....	83
FIGURA 34 – Comparação das cartas de qualidade ambiental dos anos de 2005 e 2021.....	84

FIGURA 35 – Comparativo do percentual de cada área de classe de qualidade ambiental entre 2005 e 2021.....	86
FIGURA 36 – Carta de qualidade ambiental de 2005 dividida em quadrantes.....	89
FIGURA 37 – Primeiro quadrante em 2005 e 2021.....	90
FIGURA 38 – Segundo quadrante em 2005 e 2021.....	93
FIGURA 39 – Terceiro quadrante em 2005 e 2021.....	95
FIGURA 40 – Quarto quadrante em 2005 e 2021.....	97
FIGURA 41 – Distribuição de usos do solo no ano de 2005.....	99
FIGURA 42 – Reclassificação da variável cobertura da terra.....	100
FIGURA 43 – Reclassificação da variável uso do solo.....	101
FIGURA 44 – Distribuição de usos do solo no ano de 2005.....	102
FIGURA 45 – Distribuição de usos do solo no ano de 2021.....	102
FIGURA 46 – Frequências relativas das categorias de uso do solo no ano de 2021.....	104
FIGURA 47 – Gráfico cotovelo no ano de 2021.....	104
FIGURA 48 - Distribuição dos lotes em relação ao uso do solo e cobertura da terra no ano de 2005.....	107
FIGURA 49 – Distribuição dos lotes em relação ao uso do solo e cobertura da terra no ano de 2021.....	107
FIGURA 50 – Distribuição dos lotes e seus respectivos clusters no ano de 2021.....	108
FIGURA 51 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do cluster 1 em 2021.....	111
FIGURA 52 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do cluster 2 em 2021.....	112

FIGURA 53 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do cluster 3 em 2021.....	114
---	-----

FIGURA 54 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do cluster 4.....	115
---	-----

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Uso do solo em 2005.....	66
TABELA 02 – Comparação dos índices de uso do solo da região de estudo entre 2005 e 2021.....	69
TABELA 03 – Cobertura da terra em 2005.....	74
TABELA 04 – Comparação dos índices de qualidade ambiental da região de estudo entre 2005 e 2021.....	77
TABELA 05 – Frequência relativa das categorias de uso do solo em 2005.....	103
TABELA 06 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do <i>cluster</i> 1 em 2005.....	110
TABELA 07 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do <i>cluster</i> 2 em 2005.....	112
TABELA 08 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do <i>cluster</i> 3 em 2005.....	113

LISTA DE ABREVIACÕES E/OU SÍMBOLOS

APP	Área de Preservação Permanente
CNMUAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
COP	Conferência das Partes
CTR 2	Zonas de Corredor de tráfego 2
CTR 3	Zonas de Corredor de tráfego 3
DPI	Diretoria de Pesquisa e Informação
EPR	Revisão de Performance Ambiental (Environmental Performance Review)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPDU	Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento Urbano
LUOS	Lei de Uso e Ocupação do Solo
OECD	Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento Ambiental (Organization for Economic Cooperation and Development)
ONU	Organização das Nações Unidas
ONU-Habitat	Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos
PDDM	Plano Diretor de Desenvolvimento do Município
QA	Qualidade Ambiental
QAU	Qualidade Ambiental Urbana
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SMDU	Sistema Municipal de Informações para o planejamento urbano

UMT	Unidades Morfológicas (urban morphology units and types)
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
ZIA 1	Zona de Interesse Ambiental 1
ZUM	Zona de Uso Múltiplo

RESUMO

MARQUES, P. M. Análise comparativa da qualidade ambiental em área de expansão urbana na cidade de Cuiabá-MT entre os anos de 2005 e 2021.

Cuiabá, 2022, 155f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

O objetivo deste trabalho consiste na análise e comparação da qualidade ambiental de uma região de expansão urbana da cidade de Cuiabá-MT entre os anos de 2005 e 2021. Esta região de estudo sofreu um intenso processo de urbanização nos últimos anos, desprovido de planejamento e de análises no campo do uso do solo, cobertura da terra e qualidade ambiental. Toda a área e cada lote foi mapeado e classificado, com a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), para elaborar as cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra, posteriormente cruzadas, tendo como resultado a carta de qualidade ambiental urbana do ano de 2005, comparando aos resultados obtidos no ano de 2021. Esta comparação entre os anos de 2005 e 2021 visa identificar os problemas e pontos a serem melhorados, e o que resultou na piora dos índices de qualidade ambiental, podendo assim subsidiar o estudo e desenvolvimento de políticas públicas e orientação de ações municipais para um planejamento urbano eficiente, visando a melhoria da qualidade ambiental urbana e qualidade de vida da população. Como resultado, observou-se que a qualidade ambiental da região, apesar de ainda apresentar predominantemente bons índices no decorrer dos anos, foi demasiadamente prejudicada em um curto período de tempo, possuindo também áreas com índices de qualidade ruins e usos incompatíveis. Para melhor análise, é recomendado que se use a carta de qualidade ambiental urbana juntamente com as demais cartas temáticas.

Palavras-chave: Planejamento da Paisagem, Uso e Cobertura da terra, Ecologia da Paisagem.

ABSTRACT

MARQUES, P. M. **Comparative analysis of environmental quality in an urban expansion area in the city of Cuiabá-MT between the years 2005 and 2021.** Cuiabá, 2022, 155f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

The objective of this work consists in analyze and compare the environmental quality of a region of urban expansion in the city of Cuiabá-MT between the years 2005 and 2021. This study region has undergone an intense process of urbanization in recent years, devoid of planning and analyzes in the field of land use, land cover and environmental quality. The entire area and each lot was mapped and classified, using Geographic Information Systems (GIS), to prepare thematic maps of land use and land cover, which were later cross-referenced, resulting in the urban environmental quality chart of the year 2005, and comparing the results obtained with the year 2021. This comparison between the years 2005 and 2021 aims to identify the problems and points to be improved, and what resulted in the worsening of the environmental quality indices, thus being able to subsidize the study and development of public policies and orientation of municipal actions for efficient urban planning, aiming at improving the urban environmental quality and quality of life of the population. As a result, it was observed that the environmental quality of the region, despite still having predominantly good rates over the years, was greatly impaired in a short period of time, also having areas with poor quality rates and incompatible uses. For a better analysis, it is recommended to use the urban environmental quality chart together with the other thematic charts.

Keywords: Landscape Planning, Land Use and Cover, Landscape Ecology.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A Revolução Industrial ocorrida no século XVII foi um divisor de águas na dinâmica urbana e industrial em todo o mundo. Junto ao êxodo rural, este processo resultou em um crescimento urbano acelerado, sem planejamento e infraestrutura adequados, gerando até o século atual, por todo o globo, diversos problemas urbanos que estão interligados aos problemas ambientais. Este rápido e constante crescimento urbano e populacional mundial acarreta em consequências climáticas, urbano-ambientais, sociais e de saúde pública.

O Relatório Mundial das Cidades, lançado pelo Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-Habitat) em 2022, relata que o processo de urbanização tem sido menor em nível global. A desaceleração foi devido à pandemia de COVID-19, com a migração de parte da população para regiões mais afastadas por questões de segurança sanitária, entretanto, isto não altera os rumos da urbanização global, estima-se que a população urbana continuará crescendo gradativamente.

No Brasil, o processo de urbanização se iniciou principalmente no século XX, com um intenso êxodo rural proveniente da mecanização do campo e industrialização, as cidades foram se expandindo, e hoje a população é majoritariamente urbana. Este processo de urbanização brasileira foi rápido, acelerado, com ausência de planejamento urbano e políticas habitacionais.

Com isto, áreas inapropriadas foram sendo ocupadas, sem infraestrutura, sem tratamento de esgoto, com produção excessiva e sem reciclagem de lixo, intensa impermeabilização do solo, mistura de usos inadequados, alta densidade demográfica, desenvolvimento de vetores de doenças que afetam a saúde pública (como a dengue), escassez de áreas cobertas por vegetação, entre outros problemas encontrados na maioria das cidades.

O estado de Mato Grosso, mesmo com a imagem vinculada ao campo e à produção agrária, possui alta taxa de urbanização. Sua urbanização foi tardia em comparação a outros estados do país, e deu-se principalmente após a década de 1970 com as políticas públicas incentivando a ocupação dos espaços vazios no Centro-Oeste

e no Norte do Brasil. As áreas urbanas do estado foram surgindo, majoritariamente, para apoio às áreas agrícolas e rurais, desprovidas de qualquer planejamento e não sendo necessariamente devido à industrialização.

A capital do estado de Mato Grosso, Cuiabá, fundada em 08 de abril de 1719, sendo atualmente o município mais populoso do estado, teve a expansão urbana de forma desordenada, irregular e ausente de políticas públicas para proteção ambiental. Somente em 24/12/1992 foi aprovada a Lei Complementar Municipal nº 003, Lei do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Cuiabá, para ordenar o crescimento urbano com diretrizes de desenvolvimento social integrado e ecologicamente sustentável. Mesmo com as Leis vigentes, surgem loteamentos clandestinos, grilos, invasões, os quais desrespeitam as normas urbanísticas e a legislação em vigor.

O planejamento a longo prazo e os investimentos em infraestrutura urbana são escassos, agravando problemas urbanos e ambientais, como o aumento da temperatura média, as ilhas de calor, poluição do ar, da água, do solo, inundações, inversão térmica, redução da umidade do ar, além dos problemas que atingem a saúde psicológica e física da população, que pode sofrer com estresse, insônia, ansiedade, problemas respiratórios, alérgicos, entre outros.

A área de expansão urbana em estudo sofreu demasiada degradação ambiental neste curto período de tempo analisado (de 2005 a 2021), com modificações negativas para a qualidade ambiental. Houve alta impermeabilização e compactação do solo com o aumento das construções, asfaltamento e toda a infraestrutura relacionada a estes, propiciando o escoamento superficial, inundações e prejudicando o abastecimento do lençol freático. A incompatibilidade de usos também está presente na área, não sendo recomendado a proximidade de atividades industriais a habitações, por exemplo, causando desconforto e maior exposição das pessoas à poluição.

A urbanização é inevitável, portanto, é importante alinhar este processo a um planejamento com respeito ambiental, com políticas públicas, fiscalização às novas construções, construções ecologicamente sustentáveis, participação da população na tomada das decisões, e principalmente com estudos e mapeamentos de qualidade ambiental.

1.2. JUSTIFICATIVA

Diante da problemática apresentada, observando a maneira como o processo de urbanização foi surgindo ao longo dos séculos e nos problemas enfrentados na atualidade, é de suma importância se pensar no presente e principalmente no futuro, avaliando a qualidade ambiental urbana e baseando o planejamento urbano nesta.

A comparação da qualidade ambiental atual de uma região com anos anteriores é importante, pois serve de estudo e levantamento de pontos positivos e negativos, o que pode ser melhorado, para então serem elaboradas leis de zoneamento, leis de uso e ocupação do solo (LUOS), com o controle de usos e cobertura do solo, estabelecendo padrões a serem seguidos e a fiscalização destes, fundamentais para a melhoria da qualidade ambiental urbana.

Outro ponto importante é a acessibilidade dos estudos, mapeamentos, resultados e leis pela população, que muitas vezes é leiga nesses assuntos. Tornar o conteúdo destas leis simples e didático, acessível para todos, auxiliaria no entendimento geral sobre as questões de qualidade ambiental urbana e a participação popular na tomada de decisões para o lugar em que vivem.

A urbanização da Vila Real do Bom Jesus de Cuiabá, antigo nome da cidade de Cuiabá, iniciou-se às margens do córrego da Prainha, na região central da capital. Cuiabá foi rapidamente se expandindo, e somente a partir da Lei n.º 2.023, de 9 de novembro de 1982, lei que dispunha sobre o uso e a ocupação do solo urbano no município, que a área de expansão urbana objeto deste estudo passou a integrar a zona urbana da capital.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a qualidade ambiental de uma região de expansão urbana da cidade de Cuiabá-MT no ano de 2005 e comparar com o ano de 2021, por meio da elaboração da carta temática de uso do solo de 2005, da carta temática da cobertura da terra de 2005 e do cruzamento destas, a carta de qualidade ambiental do ano de 2005, e comparar cada uma com os resultados obtidos do ano de 2021.

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- a) Delimitar cada lote com base na consulta do SIG Cuiabá (Navegador Público da Prefeitura de Cuiabá) mapeando o uso e a cobertura da terra de cada um;
- b) Elaborar a carta temática de uso do solo;
- c) Elaborar a carta temática de cobertura da terra;
- d) Cruzar as cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra para obter a carta de qualidade ambiental urbana do ano de 2005;
- e) Comparar e analisar as cartas temáticas de uso do solo, cobertura da terra e a carta de qualidade ambiental do ano de 2005 com as cartas temáticas e de qualidade ambiental do ano de 2021, discutir os resultados, separar a área em quadrantes menores para melhor análise, realizar uma análise descritiva e análise estatística dos dados obtidos;
- f) Apresentar a parte teórica e conceitual da urbanização, planejamento da paisagem, qualidade ambiental urbana, juntamente com os indicadores ambientais.

Com os resultados desta pesquisa é esperado que os estudos de qualidade ambiental se intensifiquem e norteiem o processo de urbanização junto a planejamentos urbanos eficazes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. URBANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DA PAISAGEM

2.1.1. Aspectos Gerais

O processo de urbanização consiste na concentração de pessoas advindas do meio rural em um espaço delimitado, sendo um dos principais motivos a substituição das atividades primárias pelas atividades secundárias e terciárias como meio de trabalho e sobrevivência destas, as quais, em sua maioria, saíram do campo para o meio urbano em busca de uma vida melhor.

Nem toda cidade é totalmente urbana, portanto, deve-se ter cautela com os termos “urbanização” e “cidade”, pois segundo Silva (2022), as funções da cidade podem se relacionar ao extrativismo e agropecuária, já a área “urbana” seria uma grande aglomeração de pessoas vinculadas principalmente à industrialização, circulação de mercadorias, pessoas e fluxos de capitais.

A urbanização, enquanto processo que exprime um fenômeno de concentração de pessoas em espaço delimitado, com o estabelecimento de relações sociais, econômicas, políticas, entre outras, tem como marco inicial a Revolução Industrial, que segundo Hobsbawm (1989, p. 47), é a história que mostra o triunfo e a escalada planetária da economia capitalista industrial, e da sociedade que acreditava que o crescimento econômico estava alinhado à competição da livre iniciativa privada, num mundo com o progresso material e moral contínuo e acelerado.

Mundialmente, este processo de urbanização é um fato recente e crescente. Por volta do século XIX, a população urbana era 1,7% da população total do planeta, em 1960 atingiu 25%, em 1980 passou para 41,1% (SANTOS, 1981), em 1995 a população urbana mundial atingiu 46% do total, de acordo com a ONU, em 2000 cerca de metade da população do planeta era urbana. O Relatório Mundial das Cidades, lançado pelo Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-Habitat) em 2022, aponta que a população mundial será 68% urbana até 2050.

A urbanização no mundo envolveu questões socioeconômicas desde o princípio, pouco priorizando o planejamento agregado às questões ambientais. No Brasil, como destacam Nucci et al. (2014), a carência de um planejamento urbano que

considere a natureza como princípio norteador da gestão e planejamento, fez com que os desenhos urbanos fossem traçados de forma a não respeitar os limites e aptidões da natureza. Santos (2004), diz que no planejamento público urbano brasileiro, a exemplo dos Planos Diretores, pouca ou nenhuma importância é dada às paisagens em sua totalidade.

Quanto ao surgimento dos centros urbanos e ao processo de urbanização brasileiro, segundo Guimarães (2004), os primeiros centros urbanos surgiram no século XVI pelo litoral, com a produção do açúcar que se intensificou nos séculos XVII e XVIII. A descoberta de ouro e a produção de café culminaram no surgimento de vários núcleos urbanos pelo país no século XIX, e em 1872 a população urbana era de 6%. A indústria fomentou o intenso êxodo rural a partir da década de 1930, elevando o número de pessoas nos centros urbanos. Atualmente 80% da população brasileira vive nas cidades, e o país é considerado urbano, industrial e agrícola.

Azevedo (2005) aborda o processo de urbanização do estado de Mato Grosso, definindo-o como tardio em relação ao restante do Brasil. Esse processo deu-se principalmente após a implantação de políticas públicas para integração dos espaços vazios do Centro-Oeste e Norte do país na década de 1970, que incentivaram a produção agroexportadora (ABREU, 2001).

Não houveram muitas ações de planejamento urbano ou ambiental no estado de Mato Grosso desde que se iniciou seu processo de ocupação no período colonial – da Coroa Portuguesa até os dias atuais. Mas, foi pelos programas de desenvolvimento implementados pelos governos militares, através de suas Superintendências de Desenvolvimento, que Mato Grosso deu início ao seu processo acelerado de urbanização (ABREU, 2001; SOUZA&BONFANTI, 2003).

A estrutura da paisagem das regiões urbanas afeta o funcionamento do ecossistema, a produtividade primária, a ciclagem de nutrientes, a função hidrológica e as dinâmicas ecossistêmicas, por conta das mudanças nos processos climáticos, hidrológicos, geomorfológicos e bioquímicos, bem como as interações bióticas. O tipo de utilização do solo, a impermeabilização da terra e seus impactos ecológicos são uma função dos padrões espaciais das atividades humanas e dos habitats naturais, que

afetam os processos ecológicos e socioeconômicos em várias escalas (ALBERTI, 2008).

McHarg (1971) propôs um método para a incorporação de dados ambientais ao processo de planejamento em seu livro “Design with Nature”, batizado com o nome de “Método de Planejamento Ecológico”, sua maior pretensão era a apresentação de um caráter abrangente e planejar áreas com dominância humana, diferentemente da pesquisa ecológica tradicional, que seleciona ambientes com o mínimo de influência humana.

As atividades econômicas envolvidas no processo de urbanização deixaram o papel da natureza nos espaços urbanos de lado, e os danos causados no âmbito ambiental e social podem ser minimizados por meio da teoria intitulada “Planejamento da Paisagem”, onde o meio natural e o meio urbano possam coexistir, respeitando ao máximo a dinâmica entre os dois.

O “Planejamento da Paisagem” originou-se na Alemanha no início do século XIX, como um eficiente instrumento de planejamento espacial. Nele, os aspectos estéticos da paisagem inicialmente possuíam destaque, entretanto, com o crescimento urbano rápido e sem planejamento no decorrer dos anos, e com o comprometimento da natureza, o Planejamento da Paisagem passou a voltar-se para as questões ambientais, em áreas urbanizadas ou não. Consolidado sob influências da “Ecologia da Paisagem”, o Planejamento da Paisagem “passa a considerar, além das questões estéticas, as inter-relações ecológicas entre os elementos do ambiente” (NUCCI, 2008, p. 8).

Os estudos que tratam da qualidade ambiental urbana relacionados com o Planejamento da Paisagem, apresentam como um dos seus objetivos a definição de recomendações sobre metas de qualidade ambiental e sobre critérios para Avaliação de Impacto Ambiental (HAAREN, et al., 2008).

O Planejamento da Paisagem representa um instrumento central de planejamento visando a conservação da natureza, em áreas urbanizadas ou não, tendo o “objetivo de salvaguardar a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem como partes fundamentais para a vida humana” (NUCCI, 2008, p.9).

Em suma, o Planejamento da Paisagem é uma teoria com o intuito de tentar ordenar os usos da terra com a prioridade de “compatibilizar a apropriação do espaço com a conservação dos recursos naturais” (ESTÊVEZ et al, 2011, p. 430). Visando manter o equilíbrio entre as necessidades da sociedade e a qualidade do meio ambiente, um dos principais propósitos desse planejamento é a diminuição da poluição ambiental e do consumo de energia (NUCCI, 2008; VALASKI, 2013).

Desse modo, a efetivação dos princípios contidos no Planejamento da Paisagem visa possibilitar ao meio ambiente urbano um planejamento e uma gestão com o propósito de conservação da natureza, garantindo um desenvolvimento urbano sustentável.

Portanto, a teoria do Planejamento da Paisagem surge como uma alternativa à degradação ambiental nos centros urbanos, de pequenas a grandes cidades, com o propósito de melhoria da qualidade ambiental urbana. Sua implementação nas políticas públicas e no planejamento urbano nortearia um crescimento das cidades com melhor qualidade ambiental e qualidade de vida da população.

2.1.2. A Evolução Urbana de Cuiabá

Para explicitar o processo de desenvolvimento e expansão urbana da cidade de Cuiabá, que ocorreu de forma desordenada e desprovida de planejamento, é importante tratar de como se deu seu surgimento e os motivos por trás de sua ocupação. Com as políticas públicas para ocupação das regiões vazias no Centro-Oeste e no Norte do Brasil visando conquistas territoriais, e também com o intuito de capturar índios para trabalho escravo e explorar riquezas da região, bandeirantes paulistas, chefiados por Pascoal Moreira Cabral, fixaram-se na região, fundando o Arraial da Forquilha, datado em 08 de abril de 1719 (AZEVEDO, 2005).

Após o descobrimento de minas auríferas nas Larvas do Sutil, no ano de 1722, houve uma intensa migração na região, devido aos aventureiros que abandonaram o Arraial da Forquilha e foram para a região em busca de ouro. Com isto, o capitão general Rodrigo César de Menezes veio para a atual Cuiabá, para a coleta do “quinto”, que era a quinta parte de todo ouro recolhido como imposto à Coroa portuguesa.

Com a vinda do capitão general, o então Arraial subiu para a categoria de Vila no dia 01 de janeiro de 1727, passando a se chamar “Vila Real do Bom Jesus de Cuiabá”. Assim, iniciou-se a formação da cidade: descendo o morro, à margem direita do córrego da Prainha, começou o povoamento, graças à topografia menos acidentada, com declínios suaves (FACCHINETTO, 2008).

O povoamento teve como limites naturais, à esquerda, o morro do Rosário e, à direita, como ponto mais distante, o morro da Boa Morte. A evolução urbana no município de Cuiabá se desenvolveu às margens do rio Cuiabá com o crescimento ao longo do córrego da Prainha que hoje se encontra com seu leito canalizado em 75% (CUIABÁ, 2010).

No decorrer do século XVIII, as diversas crises pelas quais passou Cuiabá fizeram que se alternassem fases de fluxo e de refluxo populacional, tendo por consequência a expansão descontínua do espaço urbano. Entretanto, a área central da cidade já se encontrava definida por volta do ano de 1775 (CUIABÁ, 2010).

Em 1818 a vila passou para a categoria de cidade, e Cuiabá seria logo depois, em 28 de agosto de 1836, declarada oficialmente capital provincial de Mato Grosso, fato decisivo na configuração e fixação de suas características urbanísticas: a construção de edifícios públicos diversificou e enriqueceu o repertório arquitetônico, tornando o desenho urbano mais nítido (CUIABÁ, 2010). Nesse período, a expansão urbana ocorria do morro do Rosário em direção ao Rio Cuiabá. No encontro do córrego com o rio, criou-se o Porto de Cuiabá e a Capitania dos Portos (FACCHINETTO, 2008).

Em meado do século XIX, o povoado de Cuiabá ligou-se ao povoado do Porto, e a malha viária central ganhou contornos claros com a definição das Ruas de Baixo, do Meio e de Cima (atuais Ruas Galdino Pimentel, Ricardo Franco e Pedro Celestino, respectivamente). O movimento urbanístico decorrente da transferência da capital para Cuiabá contribuiu para que, no início do século XX, a cidade começasse a ganhar as características de metrópole que tem hoje (CUIABÁ, 2010). A Figura 1 mostra a Planta de Cuiabá, possivelmente atribuída a Gronsfeld, no ano de 1770. O manuscrito original consta no Arquivo Histórico do Exército, no Rio de Janeiro.



FIGURA 1 - Planta de Cuiabá

FONTE: FACCHINETTO, 2008

Na Figura 1, observa-se a urbanização concentrada em torno do rio. A consolidação da urbanização nas margens do rio Cuiabá ocorreu entre os séculos XVIII e XIX, sendo que a primeira delimitação do perímetro urbano de Cuiabá foi reconhecida legalmente no Ato nº 176 de 25/07/1938 (CUIABÁ, 2008). Desde o ano de 1938 Cuiabá já contou com 10 (dez) regulamentações definindo o seu perímetro urbano, as quais estão apresentadas na Figura 2.

Ano	Lei nº	Área (km²)	Acréscimo (km²)	Variação %	População Urbana	Variação %	Densidade hab/ha
jul/1938	Ato 176	2,59	—	—	—	—	—
jul/1960	534	4,50	1,91	73,75	45.875	—	101,94
mar/1974	1.346	48,45	43,95	976,67	122.284	166,56	25,24
abr/1978	1.537	104,98	56,53	116,68	164.896	34,85	15,71
nov/1982	2.023	153,06	48,08	45,80	222.303	34,81	14,52
dez/1994	3.412	251,94	98,88	64,60	420.044	88,95	16,67
dez/2003	4.485	256,31	4,37	1,73	517.193	23,13	20,18
jul/2004	4.598	252,58	-3,73	-1,46	531.504	2,77	21,04
dez/2004	4.719	254,57	1,99	0,79	531.504	0,00	20,88
jan/2007	150*	254,57	0,00	0,00	576.855	8,53	22,66

* Lei Complementar nº. 150/2007.

FIGURA 2 – Evolução do perímetro urbano de Cuiabá (1938-2007)

FONTE: Adaptado de Leis Municipais. Organização IPDU/DPI; IPDU/DPI com base nos Censos Demográficos/IBGE.

Cabe mencionar que a partir da Lei n. ° 2.023 de 9 de novembro de 1982, que dispunha sobre o uso e a ocupação do solo urbano em Cuiabá, a área objeto deste estudo passou a fazer parte da zona urbana da cidade de Cuiabá. A Figura 3 apresenta a síntese da evolução do perímetro urbano de Cuiabá.

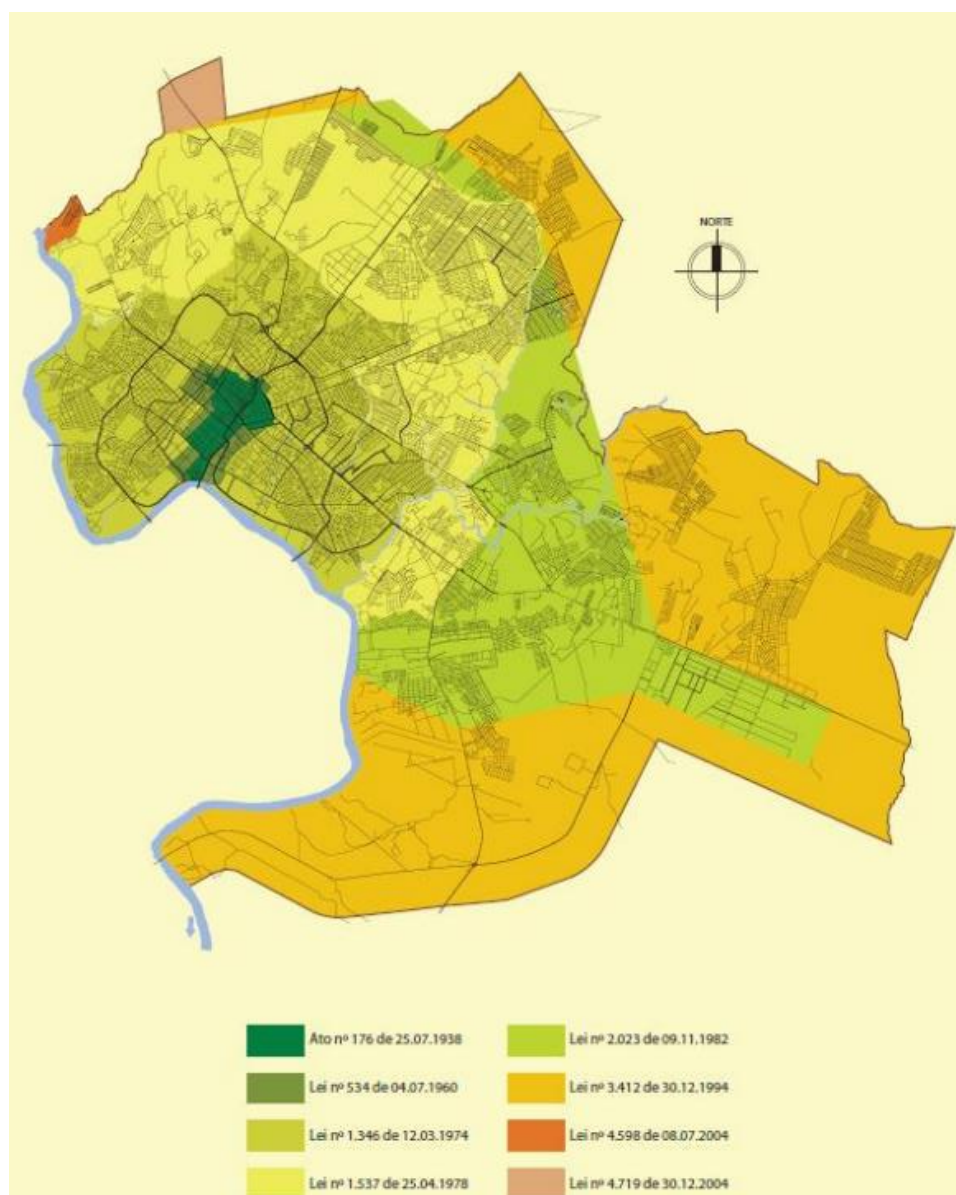


FIGURA 3 – Síntese da evolução do perímetro urbano de Cuiabá

FONTE: Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá (2007)

A figura acima mostra a evolução do perímetro urbano de Cuiabá a partir do Ato nº 176 de 25 de julho de 1938, até a Lei nº 4.719 de 30 de dezembro de 2004. Posteriormente, em 29 de janeiro de 2007, foi sancionada a Lei Complementar nº. 150/2007.

Após várias alterações na Lei de Uso do Solo, foi aprovada a Lei Complementar nº 389, de 03 de novembro de 2015, que dispõe sobre o uso, a ocupação e a urbanização do solo urbano na cidade de Cuiabá, sendo esta a lei em vigência

atualmente. Pelo mapa, observa-se um intenso crescimento inicialmente em torno dos acessos fluviais da cidade. Posteriormente, a urbanização foi se expandindo para outras áreas, atualmente ultrapassando as áreas de expansão urbana na capital.

2.2. BREVE HISTÓRICO DAS CONFERÊNCIAS DAS PARTES DA ONU

Com os danos ambientais e as mudanças climáticas, provocados principalmente pela ação humana, pelo processo de urbanização, industrialização e desenvolvimento econômico, foi surgindo uma preocupação mundial acerca desta desestabilização do meio ambiente e de todo o sistema climático.

Ações de caráter urgente foram sendo demandadas para tratar destes problemas, e a mudança climática passou a ser pauta e preocupação global. Para isso, a Organização das Nações Unidas (ONU) passou a reunir boa parte dos países em conferências realizadas para discutir esta temática.

A primeira conferência ocorreu em 1972, intitulada Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano ou Conferência de Estocolmo, na cidade de Estocolmo na Suécia, que contou com a participação de 114 países. Esta primeira conferência buscou estabelecer princípios voltados à preservação e melhoria do meio ambiente, dando origem à Declaração de Estocolmo (PNIA, 2012).

No ano de 1992, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNMUAD), conhecida também como Eco-92. Essa conferência ocorreu no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, e representou um marco histórico na conscientização sobre as questões ambientais globais. Com as práticas determinadas na Agenda 21, buscou-se promover a proteção do meio ambiente, da biodiversidade e o equilíbrio do clima global (ANIS, 2022).

Em 1997 realizou-se o Protocolo de Quioto, um acordo internacional com o objetivo de conter as emissões de gases do efeito estufa, principalmente o CO₂. No ano de 2015 ocorreu a Conferência das Partes (COP) 21 na cidade de Paris, onde foi definido o Acordo de Paris, sucessor do Protocolo de Quioto, visando conter o aumento na temperatura média global a menos de 2°C, ou preferencialmente 1,5°C.

A Conferência das Partes, em inglês *Conference of the Parties* (COP), é o órgão supremo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, uma associação de todos os países signatários da Convenção-Quadro que, desde a entrada em vigor da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), passou a se reunir anualmente.

Nestas reuniões, são avaliados os progressos e as dificuldades das Partes em lidarem com a mudança do clima e seus impactos nos âmbitos econômico, ambiental e social (TORRES, 2021). A Figura 4 apresenta um breve histórico das principais COPs com seus respectivos assuntos e decisões.

Ano	Evento/Local	Discussões/Decisões
1992	UNFCCC – Rio de Janeiro	Tratado firmado por quase todos os países, o qual estabeleceu a discussão anual por meio de COP acerca das questões sobre as mudanças climáticas.
1997	COP 3 – Quioto	Foi firmado o Protocolo de Quioto (2008-2012), que objetivou a redução das emissões de GEEs e criação dos créditos de carbono por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)
2007	COP 13 – Bali	Definiu um roteiro para guiar as negociações de um acordo sucessor ao Protocolo de Quioto.
2009	COP 15 – Copenhague	Foi firmado o Acordo de Copenhague, no qual os países apresentaram metas de redução de emissões de GEE, estabelecendo o objetivo de se limitar o aumento de temperatura da superfície da terra em 2°C.
2010	COP 16 – Cancún	Criação do Fundo Verde para o Clima no valor de 100 bilhões anuais (a partir de 2020) como ajuda dos países desenvolvidos aos países em desenvolvimento.
2011	COP 17 – Durban	Plataforma de Durban – novo roteiro traçado, até 2015, pela União Europeia, para um novo Acordo Climático.
2012	COP 18 – Doha	Conclusão das metas que orientem as medidas de reduções de emissão de GEEs para o segundo período do Protocolo de Quioto (2013-2020).
2013	COP 19 – Varsóvia	Criação do regime de compensação por perdas e danos e pagamento por emissão reduzida a partir de esforço de combate ao desmatamento e à degradação florestal (REDD+).
2014	COP 20 – Lima	Criação do documento “Rascunho Zero”, objetivando compromissos para redução das emissões globais entre 40% e 70%, até 2050.
2015	COP 21 – Paris	Definiu o Acordo de Paris como sucessor do Protocolo de Quioto, com o objetivo central de manter a temperatura média global em 2°C abaixo dos níveis pré-industriais, com esforços para contê-lo a 1,5°C.
2016	COP 22 – Marrakech	Discussão sobre a precificação do carbono, com o setor empresarial, para o alcance das metas das NDCs.
2017	COP 23 – Bonn	Discussão sobre a implantação das obrigações previamente estabelecidas e a presença do setor empresarial para precificação do carbono.
2018	COP 24 – Katowice	Encerra o ciclo de debate das normas e obrigações para implantação do Acordo de Paris.
2019	COP 25 – Madri	Início das discussões para implantação de um Mercado de Carbono Internacional.
2021	COP 26 – Glasgow	Espera-se a regulamentação do Mercado de Carbono, incluindo o setor agrícola. Nessa conferência, será discutida a redução de CO ₂ , em escala planetária, por meio da adoção de energias renováveis, e o Brasil mostrará que a energia renovável do país vem da agricultura.

FIGURA 4 – Breve histórico das principais COPs

FONTE: MARTINS, 2022

A última Conferência, a COP 27, que não consta na imagem acima, ocorreu Sharm El Sheikh no Egito, no ano de 2022, e teve o objetivo de reforçar o cumprimento dos acordos já tratados nas outras COPs, além de propor o fundo de perdas e danos para ajudar financeiramente os países mais vulneráveis a se recuperarem de possíveis desastres climáticos.

Nas COPs, os países entram em comum acordo quanto as deliberações entre os países signatários da UNFCCC, sendo os únicos com poder de voto os delegados governamentais dos países signatários da UNFCCC. Jornalistas e integrantes de organizações não governamentais também participam das reuniões como membros observadores.

No final de cada reunião da COP, uma série de decisões são adotadas para conduzir as atividades das Partes durante o período que a sucede. As COPs atualmente são feitas no final de cada ano e são conhecidas pelo nome da cidade que a sedia (TORRES, 2021).

As COPs são de suma importância para o norteamento e o comum acordo mundial quanto às questões climáticas e ambientais, mas cabe aos governantes e à população de cada país, cada cidade, cada região, adotar as práticas em cada local, elas rendem importantes pautas e avanços, mas nem tudo é cumprido pelos países.

2.3. ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

As avaliações e os estudos da qualidade ambiental urbana são recentes e também escassos. Com os impactos causados pelo processo de urbanização no mundo e toda a sua problemática, aos poucos foram surgindo estes estudos, que seriam um antídoto às consequências advindas deste processo, por proporcionarem entendimentos importantes dos problemas urbanos e ambientais, resultantes do rápido processo de urbanização desprovido de planejamento.

Estêvez e Nucci (2015, p. 27) afirmam que, com base nas avaliações da qualidade ambiental urbana, pode-se tomar decisões de planejamento e de gestão que

procurem diminuir ou até mesmo evitar os impactos ocasionados por ações antrópicas sobre o ambiente urbano.

Segundo os autores Kiemstedt et al. (1998), o Planejamento da Paisagem é um importante instrumento que possui relações diretas com a qualidade ambiental urbana, e tem por objetivo garantir de maneira sustentável e contínua a capacidade funcional dos ecossistemas e a forma das paisagens, podendo contribuir para a qualidade da vida nas cidades, assim como os estudos na área da qualidade ambiental.

Machado (1997) ressalta que os padrões de qualidade ambiental urbana são variáveis. Podem variar, por exemplo, entre a cidade e o campo, entre cidades de diferentes países ou até do mesmo país, variam entre áreas de uma mesma cidade, e assim por diante.

Segundo a autora Machado (1997), isso ocorre, pois, a qualidade do meio ambiente depende de processos nacionais, a nível urbano e rural, e também de políticas em escala federal, estadual, municipal, pública ou privada. Portanto, é importante a realização de estudos individualizados, para cada região, e o melhor planejamento e tomada de decisões para cada lugar. O Planejamento da Paisagem e os estudos de qualidade ambiental urbana não são os mesmos para todos os lugares, eles são individuais.

Machado (1997) ainda reforça que a qualidade ambiental está intimamente ligada à qualidade de vida, pois vida e meio ambiente são dois quesitos inseparáveis. Porém, isso não significa que o meio ambiente determina as várias formas e atividades de vida, ou o contrário, que a vida determina o meio ambiente, o que existe é interação e equilíbrio entre os dois, variando em tempo e em lugar.

O conceito de qualidade ambiental vai muito além de questões como salubridade, segurança, saúde, bem-estar, ou características morfológicas no geral, mas também incorpora os conceitos de funcionamento da cidade, fazendo referência ao desempenho das diversas atividades urbanas, da funcionalidade e às possibilidades de atendimento aos anseios dos indivíduos que a buscam. Cada elemento da arquitetura, da infraestrutura, dos equipamentos, das informações urbanas e do seu

funcionamento afetam o detalhe e, frequentemente, o todo da imagem coletiva (VARGAS, 1999). No ambiente urbano, tudo está interligado.

Lima (2011) define qualidade ambiental urbana como padrão de satisfação ambiental, relativo aos fatores naturais e antrópicos. Os fatores naturais exprimem o meio físico e biológico, e os antrópicos a cultura, economia e as relações sociais em geral. A qualidade do meio ambiente é fator determinante para o alcance de uma melhor qualidade de vida.

Portanto, a qualidade ambiental urbana, constantemente relacionada à qualidade de vida é também subjetiva, um objeto da percepção humana. A organização de elementos naturais e elementos artificiais na paisagem, por meio do arranjo de diferentes composições e experiências pessoais, definem a afeição ou o repúdio pelo ambiente, seja pelo gosto pessoal, pela estética ou por lembranças. A questão de funcionalidade passa necessariamente pela organicidade do espaço urbano, por sua forma, composição e arquitetura.

Das diversas definições de qualidade ambiental dadas acima, um ponto importante a ser citado é a preservação dos aspectos naturais: fauna, flora, recursos hídricos, solos, entre outros. Todavia, especialmente no cenário urbano, não se pode ignorar as necessidades da população e as transformações que elas levam ao ambiente. A necessidade de conciliar desenvolvimento com preservação do ambiente é prevista pela Constituição Federal Brasileira em seu artigo nº 255, determinando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (DIAS et al, 2011).

No Brasil, ainda há poucos estudos na área de qualidade ambiental urbana, ou estudos que se propõem a descrever de forma integrada os componentes do ambiente com o objetivo de diagnosticar e propor melhorias. Segundo Rufino (2022), praticamente não se encontra notícias a respeito de trabalhos de avaliação da qualidade ambiental de cidades, e tão menos à incorporação ou utilização destes trabalhos em ações públicas ou no planejamento urbano.

Quanto ao conceito de qualidade ambiental, numa abordagem inicial, ela se refere às condições ambientais do meio urbano (natural e cultural), sendo resultante da

ação do homem e repercutindo na sua qualidade de vida. A qualidade ambiental é percebida de forma diferenciada por indivíduos e grupos de indivíduos em função de aspectos socioculturais, assim, cada grupo social tem demandas específicas em relação ao meio ambiente urbano, respaldadas em concepções de vida, desejos e necessidades culturalmente construídos.

Para Alva (1994), que vem desenvolvendo a ideia de QAU, esta resulta das interações entre sociedade e natureza, o que inclui questões sociais, religiosas, econômicas e políticas, as quais sempre se alteram e estão em constante mudança. Em contrapartida, os fatores naturais são mais ou menos permanentes (como o clima, o relevo, e os solos). A qualidade ambiental é percebida e qualificada primeiramente na dimensão pessoal, com base nas preferências individuais e familiares, a qual é pressionada a se compor com valores sociais pelo comportamento do coletivo e da organização geral da comunidade.

Alva (1994) ainda ressalta a existência de uma transação contínua entre interesses e preferências pessoais, de grupos e das instituições locais, observando que a qualidade ambiental é resultado de uma negociação, a qual nem sempre é explícita, de opções impostas pela supra estrutura socioeconômica.

A qualidade ambiental urbana está intimamente ligada à saúde física e mental das pessoas. A piora neste quesito pode levar a problemas como estresse, insônia, ansiedade, aumento de tensões, ocasionados por problemas como ruídos, aumento de temperatura, poluição do ar, trânsito, enchente, e outros diversos problemas urbanos. A falta de espaços verdes aumenta o estresse urbano (ULRICH, 1984) e a fadiga, o que indiretamente tem como consequência o aumento da agressividade e violência (KUO & SULLIVAN, 2001).

Por outro lado, um urbanismo que prioriza espaços verdes, por exemplo, contribui para a melhora da qualidade ambiental urbana, proporcionando melhora na qualidade do ar, reduzindo os efeitos das poluições, além de proporcionarem à população um ambiente físico que estimula a prática da atividade física, favorecendo benefícios para a saúde física e consequentemente mental da população (WHITFORD et al., 2001). A qualidade ambiental urbana influencia, de forma positiva ou negativa, na saúde física e mental de cada indivíduo (SANTANA et al., 2007).

A qualidade ambiental urbana é algo complexo, mutável e variável. Varia de pessoa para pessoa, lugar para lugar, portanto, é importante destacar novamente a necessidade da individualidade nos estudos para cada região. Cada estudo é diferente, cada planejamento urbano será também diferente e único.

É importante destacar a participação popular neste processo e na tomada de decisões para o local onde residem e toda a sua dinâmica ocorre, e jamais esquecer o papel e a importância da presença da natureza no planejamento urbano, como aspecto primordial na melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida das pessoas.

2.4. A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

2.4.1. Histórico e Definição de Indicadores Ambientais

Os conceitos e o desenvolvimento acerca dos indicadores ambientais se iniciaram no Canadá e na Holanda, no ano de 1987. Como anteriormente citado, os indicadores e tudo que envolve estudos na área de qualidade ambiental urbana são considerados recentes.

Na Cúpula Econômica do Grupo dos Sete, que reúne os países mais ricos de todo o globo, solicitou-se à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) o início dos trabalhos acerca da elaboração dos indicadores ambientais (OECD, 1997).

Em 1992, realizou-se na cidade do Rio de Janeiro a Segunda Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, denominada ECO-92, a qual visou desenvolver propostas acerca do desenvolvimento de indicadores ambientais e outros importantes desdobramentos (OECD, 1997).

A legislação brasileira está de acordo com as boas práticas internacionais no que diz respeito ao acesso público a informações ambientais. Todavia, faltam relatórios ambientais periódicos, há má sistematização de indicadores, má integração entre bancos de dados, má fiscalização e informações limitadas sobre o desempenho ambiental de empresas, mostrando a necessidade de melhorar as informações ambientais para se adequar aos instrumentos legais da OECD sobre este assunto (OECD, 2021).

A OECD espera avanços nos indicadores ambientais, como a uniformidade nos indicadores publicados, melhorias na qualidade e comparabilidade dos indicadores existentes, preenchimento dos vazios existentes, e desenvolvimento com mais detalhes, indicadores que sejam orientados para resultados e desempenho (OECD, 1996 apud RUFINO, 2002).

Merico (1996) afirma a importância desses avanços, visto que se utilizam indicadores ambientais para retratar a qualidade ambiental, os recursos naturais, e para avaliar as condições ambientais visando sustentabilidade. Portanto, é relevante que sejam baseados em informações fidedignas, também dando acesso à população, visto que esses estudos acerca dos indicadores ambientais surgem como forma de instrumentalizar o processo de planejamento ambiental urbano, e o processo de projetos sustentáveis para a cidade, na etapa correspondente a problematização das questões urbanas e ambientais.

Na avaliação da qualidade ambiental urbana, o mapeamento do uso do solo e da cobertura da terra são indispensáveis. A avaliação deve alinhar e levar em consideração todas as cartas temáticas, avaliadas individualmente e em conjunto. Pauleit e Breuste (2011) afirmam que o uso do solo e a cobertura da terra são componentes importantes que compõem a estrutura das paisagens, interferindo em todas as suas dinâmicas e suas qualidades. Portanto, conhecer como se distribui os tipos de uso do solo e cobertura da terra e suas dinâmicas são essenciais para guiar a utilização do ambiente e o planejamento (VALASKI; NUCCI, 2018).

Sewell (1978) reitera que para determinar a qualidade do meio ambiente e estipular as metas a serem alcançadas, é preciso definir padrões de qualidade, estabelecendo os objetivos desejados a serem alcançados. O planejamento é algo importante, ter metas já definidas desde a concepção dos estudos é indispensável.

Diante disso, é importante realizar estudos e investigações sobre o meio urbano, junto a mapeamentos, de preferência com dados de vários anos, para que seja realizado o planejamento de forma eficiente e assertiva. Portanto, é fundamental que os gestores, os governantes, junto à população, considerem os aspectos ambientais durante a implementação do planejamento urbano.

De acordo com Pauleit e Breuste (2011, p. 20), deve ser dada uma especial atenção para as dinâmicas de uso do solo e de cobertura da terra, por conta de seus impactos ambientais, salientando seus papéis como indicadores-chave dos processos ecossistêmicos no meio urbano. O termo “uso da terra” pode ser definido conforme a utilização de acordo com os aspectos socioeconômicos e o termo “cobertura da terra” de acordo com o padrão físico com base na heterogeneidade estrutural (CADENASSO, et al., 2007).

Alguns exemplos de uso da terra seriam: o uso residencial, o comercial, o industrial, em suas várias dimensões. E alguns exemplos de cobertura da terra seriam os diferentes tipos de vegetação, solo exposto, construções criadas pelo homem, entre outros. No meio urbano, há tipos estruturais (urban structural types), ou unidades morfológicas (urban morphology units and types - UMTs), que são produtos do passado e produtos do presente causados pelo uso da terra, podendo ser distinguidos por padrões característicos de edificações e de espaços livres (PAULEIT; DUHME, 2000, p. 2).

Cada UMT apresenta feições físicas características e distinguíveis de acordo com as atividades humanas que elas acomodam, que seria o uso da terra. Propriedades físicas e as atividades humanas são assumidas como fatores chave que determinam as propriedades ecológicas das áreas urbanas, e estudos sugerem que a distinção dos UMTs seja na escala entre o nível de cidade e o nível dos lotes, que fornece uma base adequada para a análise espacial das cidades (GILL et al., 2008, p. 211).

Sobre estudos com o uso da terra, Berke, et al. (2006) abordam que modelos urbanísticos têm surgido na tentativa de conter os impactos, principalmente do crescimento urbano. Esses modelos buscam promover um desenvolvimento compacto (aumento das densidades populacionais e de edificação nos centros urbanos), com mistura de usos e com caminhos amigáveis para os pedestres, o que estimularia uma mudança no modo de locomoção (a troca dos automóveis pelo caminhar, pela bicicleta e pelo transporte coletivo), favorecendo também um espírito de comunidade com o aumento das possibilidades de interação entre as pessoas (BERKE, et al., 2006).

Segundo Merico (1997), a palavra “indicador” é proveniente do Latim *indicare*, cujo significado é destacar, mostrar, anunciar, apontar, tornar público,

estimar. Assim, os indicadores nos transmitem informações que nos esclarecem uma série de fenômenos que não são imediatamente observáveis.

De acordo com a OECD (1993) um indicador pode ser definido como um parâmetro ou um valor derivado de parâmetros que fornece informações sobre fenômenos. O indicador tem significância que vai além das propriedades diretamente associadas com os valores do parâmetro. Os indicadores possuem um significado sintético e são desenvolvidos para um propósito específico.

2.4.2. Sistemas de Indicadores Ambientais

Os estudos sobre qualidade ambiental frequentemente encontram dificuldades perante a incerteza e a carência de informações sistematizadas, portanto, ele deve se basear em indicadores ambientais. A dificuldade nesta etapa consiste em escolher os indicadores corretos, que possam produzir um retrato do ambiente de maneira simples e confiável, apesar da complexidade da análise (BRAGA et al., 2004 apud DIAS et al., 2011).

Os indicadores ambientais são utilizados visando ter um retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais, além de avaliar as condições e as tendências ambientais rumo ao desenvolvimento sustentável. Portanto, os indicadores ambientais deverão possuir capacidade de síntese, estando baseados em informações confiáveis, possíveis de serem comparadas e acessíveis a população (MERICO, 1997).

Segundo Santos (2020), a utilização de indicadores para a análise do grau de QAU visa averiguar se o ambiente urbano construído promove o bem-estar dos habitantes e se as soluções de projeto de requalificação de sistema viário estão em equilíbrio ecossistêmico. Os indicadores são instrumentos de planejamento ambiental urbano inseridos no conceito de projeto sustentável para a cidade, procurando reconhecer o papel de cada sistema que a compõe, por meio da leitura individual em camadas isoladas, e posteriormente do todo, por intermédio das sínteses obtidas após a interpolação de todas as camadas.

A questão acerca da qualidade de vida é complexa e multifacetada, que abrange tanto a distribuição dos bens e direitos que uma sociedade, em um dado momento,

julga serem essenciais, quanto a de uma série de bens coletivos de natureza menos tangível e nem por isso menos reais em suas repercussões. (GUIMARÃES, 1982 apud FORESTI e HAMBURGUER, 1997, p. 208).

Alguns temas e parâmetros prioritários utilizados na realização de avaliação de desempenho ambiental podem ser definidos por um sistema de indicadores ambientais. Atualmente, a considerável quantidade de informações ambientais e a demanda por dados confiáveis como base na tomada de decisões urbanas, faz com que a criação de um sistema para controle e difusão seja indispensável. A identificação de indicadores como instrumento capaz de agregar informações não é suficiente, tal informação deve ser organizada de forma a responder requisitos concretos, sendo necessária a criação de sistemas de indicadores ambientais (MANTEIGA, 2000).

De acordo com a OECD, a construção de um sistema de indicadores ambientais possui duas justificativas, sendo elas:

- a) reduzir a informação estatística a uns poucos parâmetros;
- b) melhorar a informação sobre o estado do meio ambiente.

Existe um paradoxo de se ter muitas informações, apesar de haver uma alta demanda de dados acerca do meio ambiente e um grande avanço tecnológico para coleta destes dados, tais informações carecem de sistematização, o que dificulta a utilização pelos agentes interessados no assunto e sua utilização. A criação de um Sistema de Indicadores Ambientais busca melhorar informações e torná-las simples, possibilitando que cientistas, instituições públicas, bem como as pessoas em geral possam utilizar (DÍAZ-MORENO, 1999).

Os indicadores ambientais integram um valor relativo a um fenômeno, com a capacidade de dispor mais informações do que aquela que pode ser inferida da simples configuração de parâmetros. Um sistema de indicadores ambientais deve ofertar um conceito mais abrangente do que aquele associado a cada um dos indicadores, pois tais indicadores são células de um sistema de indicadores, sendo fundamental precisar com clareza as ligações necessárias para dar funcionalidade ao todo (MANTEIGA, 2000).

Atualmente, a metodologia mais utilizada na seleção e na aplicação de indicadores ambientais é o modelo criado pela OECD, “pressão-estado-resposta”, no

qual a estrutura afirma que as atividades humanas realizam pressões sobre o ambiente, as quais podem provocar mudanças no estado deste, como por exemplo, alterações nos níveis de poluentes no ambiente. As emissões de poluentes ou a maneira de como se utiliza a terra, são exemplos de pressões sobre o meio ambiente. A sociedade responde às alterações nas pressões com políticas ambientais para prevenção, redução ou moderação das pressões e dos danos ambientais (OECD, 1997).

O método pressão-estado-resposta proposto pela OECD tem sido muito utilizado para avaliar a qualidade ambiental de modo a organizar indicadores de maneira categorizada, servindo como uma ferramenta de avaliação da qualidade ambiental. Entretanto, considerando o elevado número de abordagens que a temática da qualidade ambiental é capaz de abranger e a ausência de um padrão metodológico aplicável a todos os casos, faz-se necessário procurar uma metodologia que melhor atenda às particularidades do objeto em estudo (RIBEIRO et al., 2017).

De acordo com Dias et al. (2011), os métodos, os parâmetros e atributos utilizados, e as demais fontes de informações bases à decisão no estudo ambiental, podem sofrer variação de relevância a depender do estudo. O grau de importância pode ser elevado em um estudo, como pode também apresentar uma baixa relevância em outro, sendo, portanto, algo variável e individualizado para cada estudo.

O sistema Pressão-Estado-Resposta está inserido nos sistemas de informação ambiental e baseia-se no armazenamento de informação ambiental de diversas fontes, possibilitando a tomada de medidas políticas no âmbito da gestão ambiental (RUFINO, 2002).

Winograd (1996) considera o modelo pressão-estado-resposta como um modelo fácil e simples de se utilizar, além de possibilitar a aplicação a diversos níveis, escalas e atividades humanas. Por esses motivos, o autor justifica o amplo uso deste marco conceitual.

Em contrapartida, em 1998, João Carlos Nucci propôs uma outra metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana. A metodologia foi fundamentada no “Planejamento da Paisagem”, que contribui para o planejamento do espaço urbano, na busca por uma regulamentação dos usos do solo e dos recursos ambientais, de

maneira a preservar o potencial de recreação da paisagem, obtendo-se o maior aproveitamento que a vegetação pode proporcionar para a melhoria da qualidade ambiental.

Monteiro (1987) afirma que é um grande desafio elaborar um trabalho de espacialização da qualidade ambiental, uma vez que não há uma receita técnica baseada em uma concepção teórico-metodológica definida. Por isso, a busca de Nucci por uma determinação de metodologia é uma maneira de contribuir ao trazer mais alternativas para a análise do meio ambiente urbanizado (MARTINS, 2022).

A metodologia proposta por Nucci consiste em buscar a espacialização dos atributos ambientais e em seguida realizar uma análise sistêmica. Para esta metodologia, é importante que se reúna o maior número de informações cartografáveis da região de estudo para que, posteriormente, os dados sejam cruzados, e a partir disso, seja elaborado um diagnóstico ambiental de maneira espacializada. Por fim, a proposta da metodologia é chegar a uma síntese (NUCCI, 1998).

Martinelli (1991) aborda que, quando se elabora uma síntese, se perde a participação dos elementos considerados no nível analítico, obtendo apenas a união deles em conjuntos espaciais característicos. Portanto, os mapas ambientais gerados deverão evidenciar agrupamentos de locais determinados por conjuntos de atributos ou variáveis.

As variáveis ambientais como uso do solo, poluição, densidade populacional, verticalidade das edificações, déficit de espaços livres públicos, deserto florístico e enchentes, serão espacializadas e analisadas a nível analítico. A partir dessas cartas, obtém-se uma síntese, sendo esta a carta de Qualidade Ambiental (NUCCI, 1998).

Considerando a escassez de informações e de critérios que são vastamente aceitos e que são fundamentais para avaliar a qualidade ambiental, há a possibilidade de trabalhar com pressupostos baseados em variados autores. Todavia, é recomendada certa cautela em considerar limites que não sejam demasiadamente restritivos.

Assim, os parâmetros abordados por Nucci devem ser considerados como sugestões e não como regras e imposições. Esses parâmetros devem servir como ponto

de origem para discussão e, posteriormente, para uma seleção dos critérios considerados mais corretos (NUCCI, 1998).

Há certa dificuldade em encontrar processos de planejamento urbano que considerem as características da natureza para que o ambiente criado não interfira de maneira negativa na qualidade de vida das pessoas, em parte, pela falta de capacitação dos gestores públicos para inserir nos processos de planejamento os indicadores ambientais. Além da falta de preocupação com tais indicadores, há também com os impactos ambientais gerados pelas ocupações desordenadas no meio urbano.

Todavia, muitas vezes faltam nos processos de planejamento metodologias adequadas e aplicáveis, capazes de considerar objetivamente as características ambientais. Existem diversas metodologias, sendo uma delas a proposta pelo planejamento da paisagem, onde se busca a compreensão da melhor forma de atuação em relação aos indicadores ambientais, considerando a capacidade natural de suporte dos lugares (UGEDA JUNIOR & AMORIM, 2009).

2.4.3. Indicadores Ambientais

Deve-se ter a clareza de que os indicadores ambientais utilizados são característicos de cada área a ser estudada. Portanto, a definição de quais serão os indicadores a serem considerados depende de quais são os problemas presentes em cada área. Esta definição pode ser alcançada mediante análises através de fotografias aéreas, imagens de satélites ou trabalhos de campo (UGEDA JUNIOR, 2007).

Medir e avaliar essa dimensão, que considera as relações entre sociedade e natureza, através de indicadores, é um problema complexo. Tradicionalmente empregados na área econômica e social, onde há indicadores clássicos e consolidados, o processo de escolha de indicadores ambientais ideais e aplicáveis às cidades, ainda se encontra muito distante de consensos na maioria dos casos (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2008).

Martins (2022) aborda que inúmeras organizações apoiadoras de causas ambientais utilizam indicadores para a realização de mapeamento, avaliação ambiental, monitoramento do estado do meio ambiente com relação ao

desenvolvimento sustentável, entre outros. Estes indicadores podem ser utilizados para determinar a qualidade ambiental urbana do meio, bem como para elaborar a avaliação de políticas ambientais, tanto no planejamento urbano, quanto em organizações e empresas.

A preparação de informações ambientais necessita que vários elementos comuns sejam analisados, sendo também necessário que haja um processo de prioridade, resultando na definição de uma estruturação de diversas fontes de dados. Esta estruturação é feita visando a melhoria do acesso às informações que se encontram dispersas, e além disso, possibilitar a integração dos dados de maneira a interpretar essas informações. Dessa forma, torna-se possível identificar as inter-relações, conexões e efeitos sinérgicos entre adversidades (WINOGRAD, 1995).

Há discordância entre os autores quanto a definição da qualidade ambiental de um ambiente urbano em dois tópicos principais, alguns conceituam a qualidade ambiental a partir de características socioeconômicas (como transporte, segurança pública, educação), e outros autores associam a qualidade ambiental com o meio físico, o estado do ambiente natural transformado (BUCCHERI FILHO & TONETTI, 2021).

A tentativa de se associar os aspectos socioeconômicos aos aspectos ambientais físicos do meio pode resultar em uma análise imprópria da qualidade, visto que determinada região pode possuir uma boa infraestrutura (água, energia elétrica, entre outros), mas ser deficiente em áreas verdes e em arborização. Em suma, a qualidade da região seria boa no que se refere aos aspectos socioeconômicos, mas seria ruim quanto aos aspectos físicos. Portanto, para este trabalho, é definido que ambiente urbano faz referência aos aspectos físicos (BUCCHERI FILHO & TONETTI, 2021).

Visto que o presente trabalho consiste em uma comparação da qualidade ambiental urbana entre os anos de 2005 e 2021, sendo complementar ao trabalho realizado por Martins (2022) acerca da qualidade ambiental urbana do ano de 2021, foram utilizados os mesmos indicadores que a autora, que serão mostrados a seguir, com base na explicação da mesma.

2.4.3.1. Clima Urbano e Poluição Atmosférica

Com o aumento das áreas urbanizadas desprovidas de planejamento, o aumento da população, pela ação humana e usos poluidores, como as indústrias, as mudanças climáticas têm aumentado. As diversas atividades humanas em espaços internos de uma área urbana, somada com a distribuição destes espaços, podem colaborar nas alterações climáticas, gerando variados microclimas (MARTINS, 2022).

Cada cidade possui seus diversos microclimas, diferentes uns dos outros e originados pelos processos que abrangem uma escala total da cidade. Por toda a área urbana, em menor escala, há os mesmos fenômenos que definem o mesoclima urbano, por exemplo, pequenas ilhas de calor, bolsões de intensa poluição do ar, micro inversões, entre outros.

Segundo Lombardo (1985), as condições do clima de uma grande área urbana e de construção densa, são totalmente diferentes das condições climáticas dos espaços abertos circundantes, podendo possuir prováveis diferenças de temperatura, velocidade do vento, umidade, pureza do ar, entre outros (SPIRN, 1995).

O clima urbano é determinado em várias escalas da urbanização. Numa parte menor da cidade, no microclima, numa parte mediana, o mesoclima, e no macroclima, em parte urbana mais vasta. O clima urbano não é contínuo, ele está em constante mudança, movimento, sendo conhecido como um sistema aberto, com muitas variáveis.

Os conceitos de elementos e fatores climáticos não podem ser confundidos, pois os fatores climáticos podem ser globais ou locais. Os fatores climáticos globais são aqueles que determinam e dão origem ao macroclima, sendo alguns deles, a altitude, latitude, a longitude, a radiação solar, os ventos e as massas de água e terra.

Os fatores climáticos locais são aqueles que determinam o microclima, como a vegetação, a topografia e a superfície do solo natural ou construído. Os elementos climáticos são aqueles que caracterizam cada tipo de clima com os valores, como a umidade do ar, a temperatura, as precipitações e os movimentos do ar (ROMERO, 2001).

A temperatura tem uma relação direta com a urbanização. As ruas pavimentadas absorvem calor durante o dia e o liberam à noite, por exemplo, elevando

a temperatura. A pavimentação também proporciona um escoamento superficial mais rápido da água, diminuindo a água no solo que seria evaporada e que contribuiria para resfriar a superfície terrestre (MOTA, 1999).

O clima urbano, portanto, é definido pelos usos, e também pela cobertura da terra. O revestimento do solo impacta diretamente no clima da cidade, quanto mais impermeabilizado, maior a temperatura, além do aumento de diversos problemas, como enchentes e escoamento superficial.

O fenômeno da ilha de calor é outra questão relacionada ao clima em áreas urbanas, e também a impermeabilização do solo. Além disso, pesquisas mostram que as cidades estão quase sempre mais aquecidas do que seus arredores. A ilha de calor causa muitos impactos que podem ser notados, por exemplo: na floração das plantas, que ocorre mais cedo em áreas urbanas; no aumento dos gastos com refrigeração e diminuição dos gastos com aquecedores; no aumento de estresse devido ao aumento do calor no verão; na redução das neblinas; e no aumento na taxa de reações químicas favoráveis ao surgimento de nevoeiros com fumaça (OKE et al., 2017).

Ademais, este fenômeno da ilha de calor urbana é considerado uma anomalia térmica, com dimensões verticais, horizontais e temporais, cujas características se relacionam à natureza intrínseca da cidade, como seu tamanho, sua densidade da construção, a distribuição do uso do solo, a ocupação, bem como com as influências externas, como por exemplo, clima predominante e estações do ano (OKE, 1982).

Outrossim, de acordo com Nucci (2008), a ilha de calor urbana culmina na formação de uma circulação de ar padrão, onde o ar da localidade central, cuja temperatura é mais elevada, portanto menos denso, se esquentando e se eleva, e o ar da periferia vai em direção ao centro da cidade, havendo a formação de uma cúpula de poluição sobre a cidade como consequência de todo esse processo.

Deve-se também levar em consideração na avaliação do clima urbano e da poluição, os veículos automotores. Nucci (2008), Branco (1995), Drew (1989), Margulis (1996), Spirn (1995), entre outros autores, discutem sobre os poluentes que os automóveis emitem, bem como as consequências à saúde que podem acarretar (MARTINS, 2022).

A existência de vegetação e áreas verdes pode diminuir o nível de poluentes, atuando como um filtro. As áreas verdes e permeáveis, além de contribuírem na diminuição da temperatura, fornecem sombreamento para as pessoas e edificações. A manutenção de áreas verdes urbanas é primordial para a qualidade ambiental e qualidade de vida das pessoas.

Hough (1998) ainda afirma que estas áreas verdes com vegetação podem atuar como um isolante térmico, reduzindo gastos com energia, já que, segundo o autor, as copas das árvores podem reter energia, diminuindo a temperatura em até seis graus em relação a ruas sem sombras (NUCCI, 2008).

O clima urbano e a poluição têm o poder de interferir diretamente na vida das pessoas, podendo causar desconforto, doenças, danos à saúde física e mental, com a piora, e qualidade de vida, melhorias físicas e psíquicas, bem-estar, entre outros, com sua melhora.

2.4.3.2. Cobertura Vegetal

Segundo Mascaró (2002), a cobertura vegetal possui incontáveis funções que constituem o espaço urbano, pois é uma das variáveis responsáveis pela amenização do microclima das cidades, e serve como delimitador de espaços, o qual absorve ruídos, purifica o ar, diminui o albedo dos objetos, entre outros, promovendo um ambiente adequado à moradia.

A cobertura vegetal, especialmente a vegetação arbórea inserida nas áreas urbanas, é de extrema importância, pois proporciona inúmeros benefícios ao ser humano e à fauna, como: redução da poluição atmosférica, equilíbrio psicossocial do homem, sombra e proteção contra os ventos, melhoria do ciclo hidrológico, redução das despesas com condicionamento térmico e ventilação artificial, promove a diversidade de espécies, qualificação ambiental e paisagística dos imóveis, valorizando-os economicamente, é estabilizador climático, barreira acústica, melhora a qualidade ambiental e paisagística, entre outros (NUCCI, 2008).

Todavia, a cobertura vegetal no meio urbano vai muito além das questões estéticas e paisagísticas, que são importantes fatores na arquitetura, ela é uma

necessidade humana e ambiental, questão de saúde e bem-estar. Os benefícios ambientais que a vegetação proporciona ao meio urbano são citados por diversos autores, dentre os quais se destacam, principalmente: Dalbem & Nucci (2006); Hough (1998); Kiemstedt et al. (1998); Mascaró & Mascaró (2003); Moura & Nucci (2008); Nucci (2008); Spirn (1995); entre outros.

2.4.3.3. *Espaços Livres e Áreas Verdes*

Os espaços livres podem ser definidos como espaços no meio urbano que se encontram ao ar livre, com seu uso ligado ao descanso, ao passeio, aos esportes, à recreação, entre outros (CAVALHEIRO et al., 1999). Estes espaços livres devem ser destinados aos pedestres, podendo ser públicos ou privados, no primeiro podem pertencer praças, parques, coletivos, e privados, clubes esportivos, entre outros (LLARDENT, 1982).

Espaços livres são espaços descobertos, públicos ou privados, vegetados ou não, urbanos ou não, sendo qualquer espaço livre de edificação. Eles podem ser destinados ao lazer, atividades físicas, espaços de convivência, entre outros. Estes espaços são essenciais nos meios urbanos, e na melhoria do bem-estar das pessoas.

Os espaços livres e as áreas verdes precisam ser não somente analisados, mas entendidos e estudados de acordo com a função que eles exercem, para que sejam implementados em praças, corredores viários, bosques, parques, canteiros, calçadas, favorecendo a criação de um ambiente favorável a um melhor modo de se viver no meio urbano, sendo fundamental para o equilíbrio do ecossistema deste, visto que a cidade é um local de abrigo de várias espécies que se interagem para sobreviverem e oferecerem vida (BORGES et al., 2010).

A qualidade de vida das pessoas está ligada à interferência da obra humana no meio natural urbano, o bem-estar do meio ambiente é necessário para o bem-estar das pessoas, visto que estes dois componentes se integram em uma escala mais abrangente, que é definida como ecossistema (BORGES et al., 2010).

Ademais, a área verde seria definida como um tipo específico de espaço livre, possuindo a vegetação como principal elemento, onde as principais funções a serem

cumpridas seriam as funções ecológicas, estéticas e recreativas. A função ecológica está relacionada com a proteção do meio físico, como por exemplo, filtrar o ar, reduzir os ruídos, suporte para a fauna ou estabilizar determinadas áreas de superfícies. Já a função estética se relaciona com os sentimentos e as emoções que a área verde proporciona (CAVALHEIRO et al., 1999).

A presença de árvores e vegetações nas praças inibe o acúmulo de calor no solo e nas fachadas, o que gera um microclima uniforme e bem definido, diminuindo a temperatura e aumentando a umidade. Portanto, a vegetação em praças e locais com a temperatura elevada, pode auxiliar na diminuição desta (MASCARÓ, 1996).

Visto que os espaços livres e as áreas verdes são fundamentais para a qualidade ambiental e para a saúde humana, é preciso haver um planejamento adequado da distribuição dessas áreas, e determinar o número e tamanho desses espaços na área urbana para atender toda a população (BUCCHERI FILHO & TONETTI, 2021).

Os espaços livres e as áreas verdes podem ser utilizados em conjunto para a melhoria do ambiente urbano. Associados, estes espaços podem promover áreas permeáveis, de socialização, que melhoram o microclima e trazem benefícios para o clima e a vida das pessoas.

2.4.3.4. Enchentes

As enchentes estão relacionadas à impermeabilização do solo e seu uso indevido, reflexo do mau planejamento urbano, ou até da falta deste. A impermeabilização provoca a redução da absorção da água no solo e eleva ao escoamento na superfície (NUCCI, 2008). Somada à canalização dos córregos, a quantidade de água nos canais de escoamento aumenta, e quando o aumento do volume é demasiado, o sistema torna-se insuficiente e ocorre o transbordamento da água (BUCCHERI FILHO & TONETTI, 2021).

A cobertura da terra pode diminuir ou intensificar estes transbordamentos de água, também conhecidos como enchentes, sendo algo natural, mas que tem sido potencializado pela ação humana e pela falta de planejamento urbano. Este problema afeta a saúde da população, e a vida nas cidades.

De acordo com Monteiro (1980) apud Buccheri Filho & Tonetti (2021), os alagamentos estão relacionados com questões fluviais, escoamento superficial e uso do solo. Todavia, Lombardo (1985) também associa o fenômeno da ilha de calor a uma das causas das enchentes nas cidades, visto que, os elementos poluentes que se encontram concentrados contribuem para a formação de condensação, ocasionando enchentes nas áreas urbanas centrais.

Em Cuiabá, há predominância de solo residual de baixa permeabilidade, em ensaios de infiltração realizados com amostras de solo da Baixada Cuiabana, concluiu-se que o coeficiente de permeabilidade (k) do solo apresentou valores muito baixos, consequentemente, o processo de infiltração da água nos poros do solo da cidade de Cuiabá, é lenta. Tal característica do solo da cidade na qual a área de estudo pertence, somada à ausência de um sistema de drenagem eficiente, torna propício ocorrer enchentes (ROSA ET AL., 2017).

Portanto, deve-se entender o processo de enchentes, e além disso, o local de estudo, o tipo de solo, seu coeficiente de permeabilidade, o tipo de cobertura da terra na área, pois são fatores que interferem no transbordamento de água. A individualidade dos estudos é primordial.

2.4.3.5. Verticalidade e densidade demográfica

De acordo com os autores Nucci et al. (2005), as edificações superiores a 4 pavimentos intensificam o uso e ocupação do solo, causando impactos negativos na água, ar e solo. Com a expansão urbana, a paisagem horizontal das residências com jardins passa a dar lugar aos novos e altos prédios com ocupação de todo o lote (BUCCHERI FILHO & TONETTI, 2021) e impermeabilização total do solo na maioria dos casos.

Essa substituição dos espaços horizontais livres de edificação, com áreas verdes, por edifícios de diversos pavimentos, pode ser uma causa da redução da qualidade do meio ambiente (MARTINS, 2022). Há inúmeros problemas que são consequências da verticalização, como a sobrecarga da rede de esgoto, da rede viária e de água, e variações causadas no meio físico, como a variação climática, causada

devido à formação de corredores de edifícios (OKE,1981), bloqueio solar, dos ventos, entre outros.

Ademais, o desenvolvimento de estresse térmico no núcleo de grandes edificações e o acúmulo de calor, também conhecido como ilha de calor, gera desconforto térmico nas cidades em regiões de clima tropical, acima do limite tolerado pela população (LOMBARDO,1985).

O aumento da quantidade de pessoas por metro quadrado, ou seja, da densidade demográfica, promovido pela verticalidade, pode provocar problemas como a sobrecarga dos sistemas, trânsito, problemas que afetam a saúde das pessoas, como o estresse, além do aumento da poluição.

2.4.3.6. *Uso do Solo*

Segundo Martins (2022) o uso de informações relativas ao uso do solo é um dos indicadores ambientais para se avaliar a qualidade ambiental, visto que, este representa a maneira como a cidade se organiza no espaço.

Nucci (1996) aborda o uso das cartas temáticas, cartas de uso do solo são uma ferramenta importante para estudos da área e para a delimitação de unidades de paisagem, essa análise possibilita realizar inferências, visto que grande parte da qualidade ambiental se relaciona com o tipo de uso do solo.

De acordo com Nucci (1998), os estudos que analisam a qualidade ambiental urbana, baseados no Planejamento da Paisagem, embasam e contribuem com propostas de melhoria da qualidade de vida da população no meio urbano, o autor reforça também a importância da escala espacial de acordo com a dimensão da área de estudo, e o nível de percepção que se busca. Segundo o autor, o nível da percepção que se pretende, deve ser o do lote, uma vez que se acredita que a cidade em sua totalidade é a consequência da utilização que cada cidadão faz de seu lote.

A análise do uso do solo em áreas urbanas é essencial, visto que há usos com mais potencial de poluição que outros, e usos incompatíveis, como por exemplo, usos

industriais e usos residenciais. Deve-se estabelecer distância dos usos que podem causar desconforto às pessoas e maior poluição ao meio.

2.4.4. *Qualidade Ambiental Urbana: abordagens práticas*

Segundo Martins (2022), devido à complexidade de toda a temática acerca da qualidade ambiental, há uma escassez de informações sistematizadas ao utilizar os indicadores ambientais para avaliar a qualidade do meio ambiente. Ribeiro et al. (2017) compilaram por meio de uma síntese, diversos estudos acerca da qualidade ambiental, apresentando cada autor, ano, título da publicação, quais indicadores ambientais foram utilizados por cada um para determinar a qualidade ambiental e o sistema de classificação que foi aplicado.

Dos 25 estudos selecionados por Ribeiro et al. (2017), sete deles, a maioria, utilizaram o “Sistema de Pressão-Estado-Resposta”, e três utilizaram o “Sistema de Espacialização” dos atributos ambientais por meio de cartas temáticas, que foi a metodologia proposta por Nucci em 1998, e a metodologia adotada neste trabalho. Ribeiro et al. (2017), apresentam uma síntese dos estudos, conforme mostrado na Figura 5 abaixo.

	TÍTULO	INDICADORES UTILIZADOS	SISTEMA DE DEFINIÇÃO DE INDICADORES
NUCCI (1998)	Metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana.	Ocupação e uso do solo	Espacialização dos atributos ambientais por meio de cartas temáticas.
YOUNG (2000)	Análise comparativa da qualidade e zoneamento Ambiental de duas microbacias urbano - Rurais: Uma contribuição metodológica.	Ocupação e uso do solo, declividade e relevo, tipos de solo, capacidade de uso das terras, cobertura vegetal, hidrografia, sistema viário, atividades socioeconômicas, paisagem, adequabilidade do uso da terra, fragilidade	Aplicação de cartas temáticas para uso em um Sistema de Informações Geográficas - SIG
BADANHAN (2001)	Indicadores e padrões de qualidade ambiental na construção de dutovias para o transporte de gás natural.	Assoreamento, danos à infraestrutura, Disposição de resíduos, entulhos, conduta Imprópria.	Levantamento junto à comunidade, aos órgãos ambientais e recomendações dos empreendedores.
BRAGA (2002)	Índice de sustentabilidade urbana.	Qualidade da água, qualidade da habitação, conforto ambiental, condições de vida, renda, redução da pressão antrópica, políticas públicas ambientais.	Indicadores selecionados a partir de revisão bibliográfica, tendo como balizador a concepção de sustentabilidade
RUFINO (2002)	Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais.	Disposição de Resíduos, qualidade do ar, qualidade da água, cobertura florestal.	Pressão-Estado-Resposta
MATTOS (2005)	Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas-SP).	Densidade Demográfica, domicílios localizados em aglomerados subnormais, serviço de coleta de lixo domiciliar e domicílios ligados à rede geral de esgoto; Declividade, densidade de drenagem, impermeabilização e exposição do solo e presença de cobertura vegetal e renda dos responsáveis por domicílios; Participação popular no Orçamento Participativo, prioridades definidas no Orçamento Participativo ligadas à melhoria da qualidade ambiental, diretrizes definidas pelo Plano Diretor de Campinas, referentes à melhoria da qualidade ambiental.	Pressão-Estado-Resposta
BRIGUENTI (2005)	O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do Ribeirão Anhumas.	Aspectos dos elementos físicos do geossistema (relevo, hidrografia, solo e topografia), os inputs que representam o fator antrópico (população, arruamento, domicílios, renda, escolaridade e destino de lixo), Áreas preservadas e/ou com cobertura vegetal (áreas verdes e parques urbanos).	Pressão-Estado-Resposta
CAMARGO (2005)	Qualidade ambiental e adensamento Urbano na cidade de Presidente Prudente (SP).	Densidade populacional, Uso e Ocupação do Solo, Pontos de Enchentes, Temperatura.	Espacialização dos atributos ambientais por meio de cartas temáticas (Metodologia proposta por NUCCI, 1998)
NICHOL (2005)	Modelando qualidade ambiental urbana em uma cidade tropical.	Conforto térmico, cobertura vegetal, densidade de edificação, poluição do ar e composição da vegetação	Modelagem de sistemas ambientais por meio de sensoriamento remoto
FREITAS E LOMBARDO (2007)	Índices Urbanísticos e Qualidade Ambiental em Áreas Centrais em Metrópoles: O caso de São Paulo	Composição da vegetação arbórea, corpos d' água, prédios altos (acima de quatro pavimentos).	Modelagem de sistemas ambientais por meio de sensoriamento remoto

MORATO (2004)	Análise espacial e desigualdade ambiental no município de São Paulo.	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, arborização urbana, ocorrência de inundações e/ou escorregamentos, presença de reservatórios de retenção das águas pluviais (piscinões) e áreas contaminadas	Aplicação de cartas temáticas para uso em um Sistema de Informações Geográficas - SIG
SOUZA (2009)	Qualidade Ambiental em cidades médias: Estudo de caso da cidade de Campos dos Goytacazes.	Efeitos da verticalização, intensidade de tráfego	Levantamento junto à comunidade (entrevista)
BARGOS (2010)	Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador de qualidade ambiental: Estudo de caso de Paulínia (SP).	Cobertura vegetal, ocupação e uso da terra, densidade demográfica, distribuição de renda.	Aplicação de cartas temáticas para uso em um Sistema de Informações Geográficas - SIG
ZHU (2010)	Análise e modelagem da qualidade ambiental urbana: Estudo de caso em Xiamen (China).	Uso do solo; Monitoramento do Controle de Poluição.	Pressão-Estado-Resposta
ROSSATO (2010)	Condições econômicas e nível de qualidade ambiental no Estado do Rio Grande do Sul.	Percentual de áreas com florestas nativas e plantadas, índice de saneamento, índice de potencial poluidor da indústria, porcentual de domicílios particulares permanentes que jogam lixo em terreno baldio ou logradouro; e porcentual de domicílios queimam lixo em sua propriedade.	Modelagem de Sistemas Ambientais
LIMA (2011)	Do mapa ao modelo: Representação da qualidade ambiental urbana de Osvaldo Cruz (SP).	Densidade populacional, Áreas de risco de enchentes, Cobertura vegetal arbórea	Planejamento da paisagem, estudos aplicados a Ecologia da Paisagem.
DIAS (2011)	Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá (MT).	Indicadores de Infraestrutura no saneamento básico e cobertura vegetal.	Levantamento Bibliográfico (nenhum sistema definido)
VASILE (2011)	Avaliação da qualidade ambiental na Romênia.	50 indicadores escolhidos	Pressão-Estado-Resposta
SEIFOLLAHI (2011)	Avaliação da qualidade ambiental urbana de Teerã (Irã), com base em indicadores de sustentabilidade.	Uso do solo, Indicadores Socioeconômicos	Análise Comparativa de Indicadores
DAMASCENO (2012)	Análise da qualidade ambiental urbana na cidade de Uberlândia (MG) a partir de indicadores socioambientais.	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, domicílios improvisados.	Aplicação de cartas temáticas para uso em um Sistema de Informações Geográficas - SIG (Modelo de MORATO, 2008)
PECHE (2012)	Desenvolvimento de índices de qualidade ambiental baseados em lógica difusa. Um estudo de caso.	Compactação, pH, salinidade e matéria orgânica de solos.	Modelagem a partir dos princípios de lógica difusa.
MINAKI (2012)	Análise da qualidade ambiental urbana.	Ocupação e uso do solo, poluição, cobertura vegetal, densidade de edificação, espaços livres, conforto térmico.	Espacialização dos atributos ambientais por meio de cartas temáticas (metodologia proposta por NUCCI, 1998)
ASSIS (2013)	Qualidade ambiental urbana: Avaliação da área central da cidade de Ituiutaba (MG).	Uso do Solo; Atividades Potencialmente Poluidoras; Enchentes; Verticalidade das Edificações; Densidade Demográfica; Espaços Livres Públicos e Áreas Verdes.	Análises dos usos e elaboração de cartas temáticas.
RIBEIRO (2013)	Avaliação da qualidade ambiental no município de Aparecida de Goiânia (GO).	Resíduos sólidos, pavimentação asfáltica, rede de drenagem pluvial, densidade demográfica, perda de água tratada na rede de abastecimento, processos erosivos, áreas de descarte irregular de resíduos, qualidade da água, taxa de desmatamento, vegetação remanescente, implantação de parques municipais, população com acesso a água tratada, população atendida por sistema de esgotamento sanitário.	Pressão-Estado-Resposta
TEZA (2016)	Proposta de modelagem de qualidade ambiental em áreas metropolitanas, por meio de dados de sensoriamento remoto	Morfometria de bacias, declividade, evapotranspiração real, supressão da vegetação, desconforto térmico, impermeabilização e intensidade de queimada.	Pressão-Estado-Resposta

FIGURA 5 – Síntese dos estudos

FONTE: MARTINS, 2022. Adaptado de RIBEIRO et al, 2017

Para alguns pesquisadores, a qualidade ambiental urbana precisa ser definida com base no conceito de sustentabilidade. Entretanto, há estudos que apenas fazem referência a este conceito. Após a análise dos conceitos de qualidade ambiental dos estudos compilados, percebe-se que os indicadores pertencentes a essa temática não são precisos e nem definitivos.

A escolha dos indicadores pode variar de acordo com a perspectiva utilizada no conceito de qualidade ambiental, a formação de um sistema de classificação de indicadores visando avaliar a qualidade ambiental como objetivo, envolve dificuldades, como a de associar informações geradas em variadas escalas e unidades (MARTINS, 2022).

2.4.5. A Metodologia de Liberti & Nucci (2018)

A metodologia utilizada neste trabalho, seguindo o trabalho realizado por Martins (2022) referente ao ano de 2021, é a metodologia de Liberti & Nucci (2018). O objetivo desta metodologia consiste em gerar uma carta síntese de qualidade ambiental urbana por meio do cruzamento das cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra. Para elaborar a carta de qualidade ambiental urbana, os autores Liberti & Nucci propõem a utilização do SIG (Sistemas de Informações Geográficas), o qual permite o cruzamento complexo de cartas temáticas, para a elaboração de cartas sínteses.

Na elaboração da carta temática de uso do solo, é utilizado como base para o mapeamento o método dos autores Nucci et al. (2019), onde é proposta uma legenda para mapear os lotes de acordo com seu uso, que são hierarquizados de acordo com suas potencialidades em gerar poluição ao ambiente, considerando o porte dos estabelecimentos, sendo representados pelos níveis de Qualidade Ambiental (QA).

A Figura 6 apresenta a proposta de legenda, onde se observa a hierarquização dos tipos de uso com base na potencialidade daquele tipo de uso em aumentar ou diminuir a qualidade ambiental na área. Os usos do solo foram agrupados em classes, numeradas de 1 (um) a 4 (quatro), e foram inseridos 15 (quinze) níveis de qualidade

ambiental distribuídos entre as classes, de acordo com as características de uso e o porte de cada estabelecimento.

	Índice	Usos	Exemplo
CLASSE 1	QA +1	Conservação da natureza e recreação em contato com a natureza	Unidades de Conservação, parques e bosques urbanos
	QA 0	Recreação e salvaguarda de bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico	Espaços livres de edificação: praças, jardins, playground, terreno baldio
	QA -1	Recreação e salvaguarda de bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico	Espaços edificados como clubes esportivos sociais, de campo e náuticos
	QA -2	Atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais	Pesquisa, manejo e educação ambiental, captação e água mineral
CLASSE 2	QA -3	Residencial unifamiliar	Edificações de até 4 pavimentos
	QA -4	Conjunto residencial	Edificações acima de 4 pavimentos
	QA -5	Serviço de pequeno porte com lotação de até 100 pessoas	Educação e cuidados infantis, clínicas (dentária, médica e veterinária), cartório, funerária, local de reunião, cabeleireiros, lavanderias, escritórios em geral, agência bancária, manutenção residencial, ensino pré-escolar, casa de repouso, flats
	QA -6	Serviço e comércio de pequeno porte. Máximos: 1.500m ² de área construída, 100 lugares, 40 vagas de estacionamento	Açougue, mercearia, padaria, bar lanchonete, sorveteria, restaurante, local de culto
CLASSE 3	QA -7	Serviço e comércio de médio porte. Máximos: 7.500m ² , 500 lugares.	Asilo, estabelecimento de ensino, delegacia de polícia, local de reunião, academia, clube, comércio de alimentos, serviços de saúde, autoescola
	QA -8	Serviço e comércio de grande porte. Acima de 7.500m ² e de 500 lugares.	Universidades, serviços de saúde, local de reunião, local de culto, supermercado
	QA -9	Serviços e comércio de grande porte. (acima de 7.500m ² , mais de 500 lugares, 200 vagas de estacionamento) e oficinas.	Garagem de ônibus, caminhões e de máquinas, aluguel de veículos, centro de inspeção, penitenciária, quartéis, quadra de escola de samba, terminal rodoviário, estações de metrô e de trem. Mecânica em geral e ferro velho
CLASSE 4	QA -10	Atividade industrial nível 1	Fabricação de artigos de vestuário, de artefatos de papel, de máquinas para escritório, equipamentos de informática. Lavanderia hospitalar, marcenaria, serralheria, gráfica, posto de combustíveis, funilaria, aeroportos e helipontos
	QA -11	Atividade industrial nível 2	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas; de produtos têxteis (sem operações de fiação, tecelagem, beneficiamento e tingimento), de artefatos de couro, de produtos de plástico, madeira, palha, cortiça e bambu
	QA -12	Atividade industrial nível 3	Fabricação de conservas, produtos de cereais, refino de óleos. Automobilística. Extração de carvão, petróleo. Gestão de resíduos sólidos, ETA e ETE. Depósito de inflamáveis. Comércio de fogos de artifício. Cemitérios
	QA -13	Atividade industrial nível 4	Fabricação de óleos, rações, celulose. Curtimento. Fabricação de coque, refino de petróleo, intermediários para fertilizantes, resinas e fibras. Fabricação de explosivos, solventes, cimento, cal, telhas, produção de gusa, ferro e aço

FIGURA 6 – Proposta de legenda para a correlação entre usos da terra e qualidade ambiental

FONTE: NUCCI et al., 2019

A legenda é bastante intuitiva, mostrando sinais positivos ou negativos de acordo com o aumento ou diminuição da qualidade ambiental daquela classe, com as cores auxiliando na visualização. Como na Classe 1, que abrange os tons de verde, onde há usos que são considerados com a melhor qualidade ambiental, referentes à preservação e conservação da natureza, recreação em contato com a natureza. Nesses espaços contidos na Classe 1, os cursos d'água e a vegetação são elementos de grande relevância, favorecendo a melhoria da qualidade ambiental.

Na Classe 2 estão os usos residenciais, e alguns serviços e comércios. O uso residencial contempla dois níveis diferentes, de acordo com o número de pavimentos, para residenciais unifamiliares (QA -3) e conjuntos residenciais (QA -4), sendo este último com maior potencial poluidor, e consequentemente menor qualidade ambiental.

Os usos de serviços e comércios na Classe 2 foram subdivididos em dois níveis: serviços de pequeno porte com sua lotação de até 100 pessoas (QA -5) e serviços e comércios de pequeno porte com no máximo 1.500m² de área construída (QA -6). Essa subdivisão existente entre os usos de serviços diz respeito ao impacto que o serviço pode ocasionar na qualidade ambiental, quanto maior o comércio maior o impacto, e os tons nessa classe variam de amarelo claro à laranja escuro.

A Classe 3 abrange serviços e comércios divididos com base no porte dos estabelecimentos, os de médio porte (QA -7), de grande porte (QA -8), e serviços e comércio de grande porte acima de 7.500m² (QA -9). As cores de representação na legenda variam de rosa claro até o vermelho escuro.

Por último, há a Classe 4, que compreende os usos industriais, variando de QA -10 a QA -13, conforme ocorre o aumento no potencial poluidor e consequentemente a redução da qualidade ambiental urbana, com as cores variando do cinza claro ao cinza escuro, podendo chegar até o preto.

Os variados tipos de indústrias na Classe 4, foram classificados conforme os impactos ambientais que cada uma pode causar, como os níveis de ruído do determinado tipo de indústria, a vibração, a poluição ambiental, os fluxos de veículos de carga e descargas. No QA -13 tem-se os usos industriais que mais poluem, que segundo Nucci et al. (2019), não se recomenda sua existência em áreas urbanas, eles

devem estar afastados. A exemplificação mais completa de cada classe pode ser encontrada no Anexo 1.

Para a concepção da carta temática de cobertura da terra, usou-se como referência no mapeamento a metodologia de Valaski (2013) adaptada por Nucci, Ferreira e Valaski (2014), onde a legenda proposta leva em consideração as características físicas da paisagem, se os espaços estão edificadas, o tamanho das edificações e o número de pavimentos, além da permeabilidade do solo e se há presença de vegetação, bem como o seu porte. A Figura 7, apresentada a seguir, mostra a proposta de legenda para a classificação da cobertura da terra.



FIGURA 7 - Proposta de legenda para cobertura da terra

FONTE: VALASKI (2013) e NUCCI, FERREIRA & VALASKI (2014)

Por meio da legenda apresentada, na qual pode-se definir os espaços edificadas, os espaços não edificadas, o tráfego, se há corpos hídricos, entre outros, podem ser obtidas conclusões acerca da qualidade ambiental urbana do local ou região de estudo. Após a concepção dos mapeamentos do uso do solo e da cobertura da terra, os autores Liberti & Nucci (2018) cruzaram as cartas temáticas obtidas, resultando na carta de qualidade ambiental, conforme o esquema mostrado na Figura 8 a seguir.



FIGURA 8 - Mapa esquemático da metodologia de Liberti & Nucci (2018)

FONTE: MARTINS, 2022

Este esquema mostra a metodologia utilizada no trabalho, associando as cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra e a carta de qualidade ambiental urbana a cada autor, juntamente com exemplos, a fim de gerar melhor compreensão quanto a metodologia utilizada.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na cidade de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, situada entre as coordenadas geográficas de 15°10', 15°50' de latitude sul e 50°50', 50°10' de longitude oeste, na região Centro-Oeste brasileira. Cuiabá possui uma área aproximada de 3.538,17 Km², sendo dessa área, 254,57 Km² a macrozona urbana e 3.283,60 Km² a área rural (SANTOS ET AL., 2013).

Quanto ao clima predominante na cidade, este é do tipo Aw de Koppen, classificado como tropical semiúmido, definidos com quatro a cinco meses secos, de maio a setembro, e máximas diárias de temperatura que variam entre 30°C e 36°C. A cidade possui duas estações bem definidas, uma estação seca (outono-inverno) e uma estação chuvosa (primavera-verão).

O clima de Cuiabá é o Tropical Continental, onde não ocorre nenhuma influência marítima, e já foi detectada a interferência do uso do solo urbano na ocorrência de ilhas de calor. A baixa frequência e baixa velocidade média dos ventos também foi constatada na cidade, tornando, especialmente no meio urbano, a influência do espaço construído e impermeabilizado sobre a temperatura do ar mais perceptível, visto que as trocas térmicas por convecção são minimizadas (SANTOS ET AL., 2013). A região objeto deste estudo está localizada na porção leste de Cuiabá, e possui a área total de aproximadamente 5,74 km² (Figura 9).

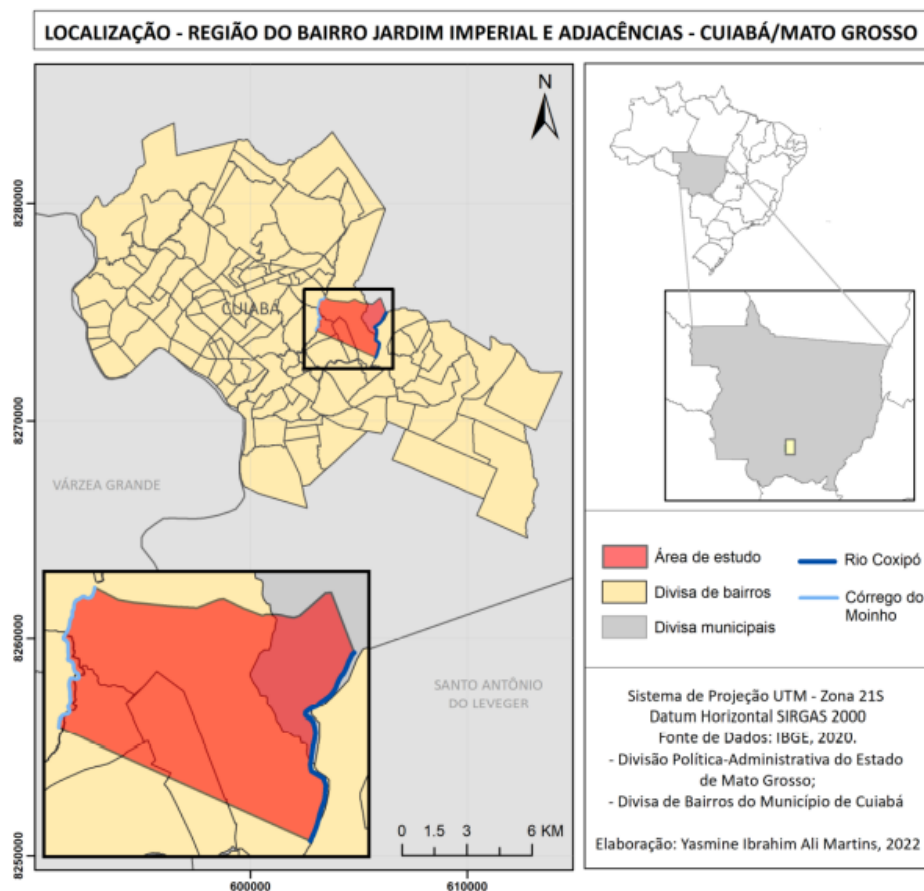


FIGURA 9 - Localização da área de estudo

FONTE: MARTINS, 2022

A área de estudo abrange partes dos bairros Jardim Imperial, Recanto dos Pássaros e parte da Área de Expansão Urbana Leste, sendo a região delimitada ao sul pela Avenida das Torres, ao norte pela Rua Um, ao oeste pelo Córrego do Moinho e ao leste pelo Rio Coxipó.

3.1. EVOLUÇÃO URBANA DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo passou por um intenso processo de urbanização e consequente perda de áreas verdes em um curto período de tempo. Com o auxílio do software Google Earth Pro, foram obtidas e analisadas as imagens de satélite dos anos: 2002, 2005, 2009, 2013, 2017 e 2021, que constam na Figura 10, com a área delimitada pela linha vermelha.

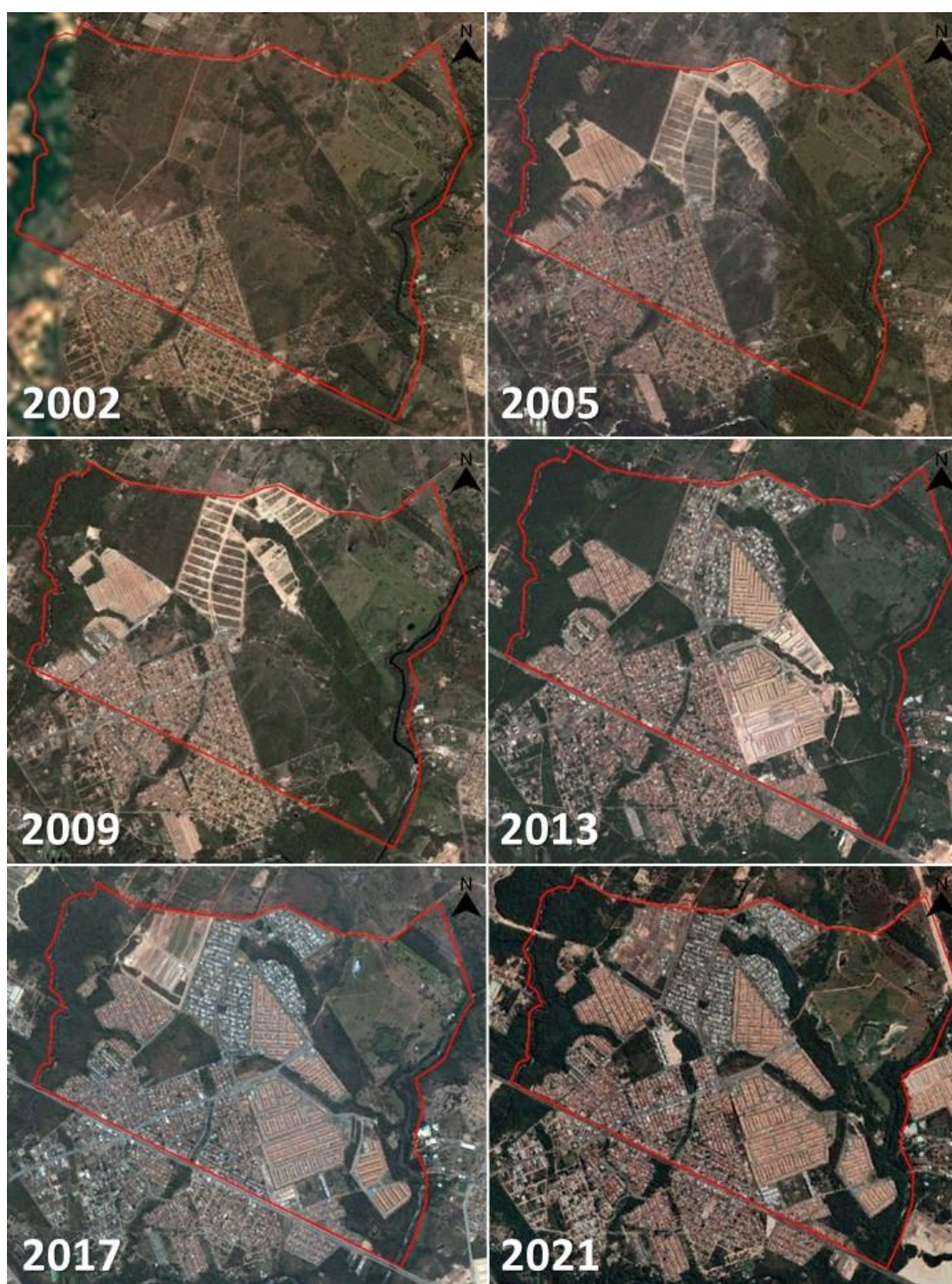


FIGURA 10 – Evolução da área de estudo entre os anos de 2002 a 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

Nas imagens da Figura 10, pode-se observar o intenso processo de urbanização neste curto período de tempo apresentado, e também nos anos deste estudo, 2005 e

2021. A expansão da malha viária e a consolidação urbana em torno das principais ruas e avenidas marcaram inicialmente este processo, mas a intensa perda de áreas verdes foi dada principalmente pelo surgimento de condomínios horizontais na região.

Observando a imagem de cada ano, os principais condomínios que surgiram foram: Condomínios Belvedere I e II, Residencial Maria de Lourdes, parte do Condomínio Chapada dos Colibris, Recanto Salvador, Condomínios Rio São Lourenço, Rio Claro, Rio Manso, Rio Jangada, Rio Cachoeirinha e Reserva Rio Cuiabá, além dos condomínios menores, como Recanto, Residencial Alto do Moinho, Passaredo e Gileade. Nota-se que os lotes que surgiram na região são predominantemente de condomínios.

As áreas livres de edificação e áreas verdes foram drasticamente diminuídas, restando praticamente uma parte considerável de vegetação nativa em torno dos dois cursos d'água que delimitam a área nas laterais, o Córrego do Moinho e o rio Coxipó, onde as Áreas de Preservação Permanente (APPs) destes ainda estão sendo respeitadas.

Principalmente com a chegada dos condomínios horizontais, e toda a malha viária proveniente desse desenvolvimento, a cidade tem se expandido e se consolidado nesta região, ultrapassando os limites da área de expansão urbana leste. Na área há mistura de usos, intensa impermeabilização do solo, e diversos outros problemas que contribuem na piora da qualidade ambiental nesta região, decorrentes da falta de planejamento.

3.2. DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A densidade demográfica da cidade de Cuiabá é de 157,66 hab./km² (IBGE, 2010). Na região estudada, conforme SMDU/DUP/2010, e com base no censo demográfico 2010/IBGE, segundo mapeamento de densidade demográfica por bairro disponibilizado no site da Prefeitura de Cuiabá, verificou-se que, com exceção da zona de Expansão Urbana, a qual não entra na contabilização, a densidade demográfica dos bairros presentes na área de estudo é considerada médio-baixa, como mostra a Figura 11 a seguir.

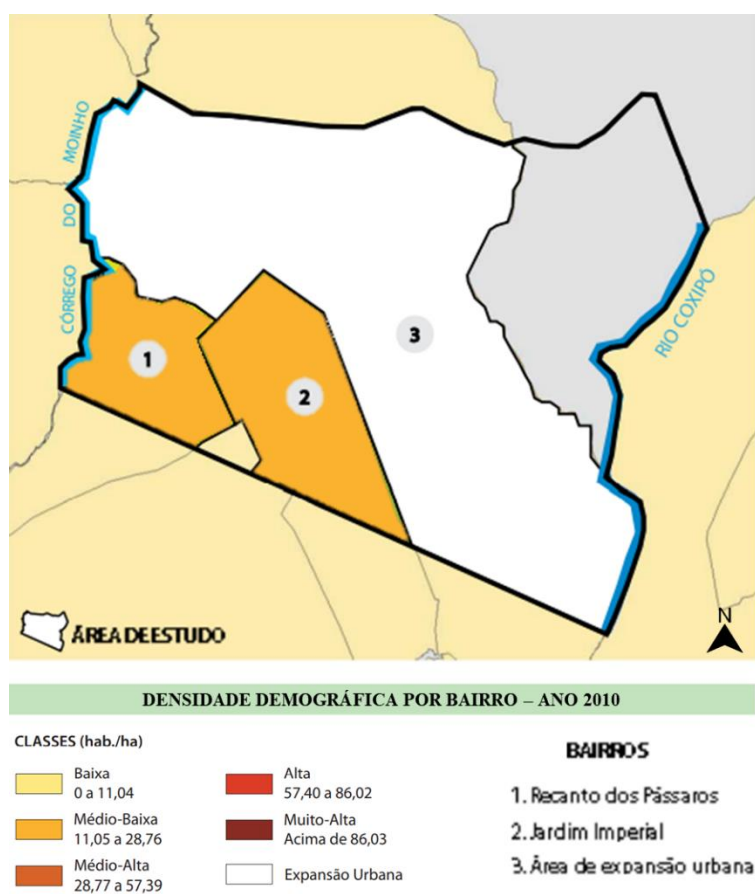


FIGURA 11 – Densidade demográfica da área de estudo – Ano 2010

A densidade demográfica mostrada na figura acima consta como médio-baixa no censo do ano de 2010. Em decorrência das construções de condomínios horizontais na região, esta densidade tende a subir, porém, por conta da falta de edifícios com vários pavimentos na região, e a predominância da ocupação horizontal, espera-se que a densidade não suba muito.

3.3. PERFIL SOCIOECONÔMICO

De acordo com o Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento Urbano, Diretoria de Pesquisa e Informação (IPDU/DPI/2007), com base no Censo Demográfico IBGE/2000, verifica-se que o perfil socioeconômico da região estudada, que segundo este censo, possui uma classe de renda médio-alta no bairro Recanto dos Pássaros, renda média no bairro Jardim Imperial, e a outra parte da região classificada como

Área de Expansão Urbana, não se enquadra em nenhuma classificação, conforme mostrado na Figura 12 a seguir.

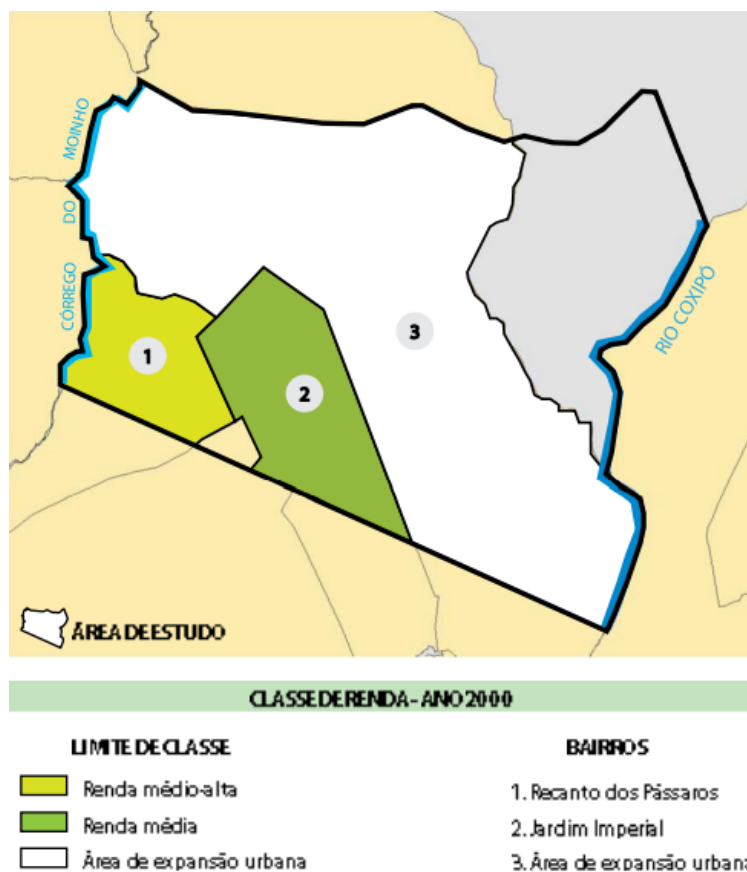


FIGURA 12 - Classe de renda da área de estudo – Ano 2000

FONTE: MARTINS, 2022

Pode-se supor que, com os condomínios de alto valor agregado, com suas construções de alto padrão, que surgiram na região, como os Belvederes I e II, a Área de Expansão Urbana que não obteve classificação de renda no ano 2000, poderá ser futuramente classificada como região de renda médio-alta e até de renda alta.

Quanto à população, o último censo, realizado no ano de 2010, apontou que a cidade de Cuiabá possuía, naquele ano, uma população de 551.098 habitantes. A estimativa para o ano de 2020 era de 618.124 pessoas, conforme apresentado a Figura 13 (PDDM, 2021). Contudo, até então, não foi realizado um novo censo.

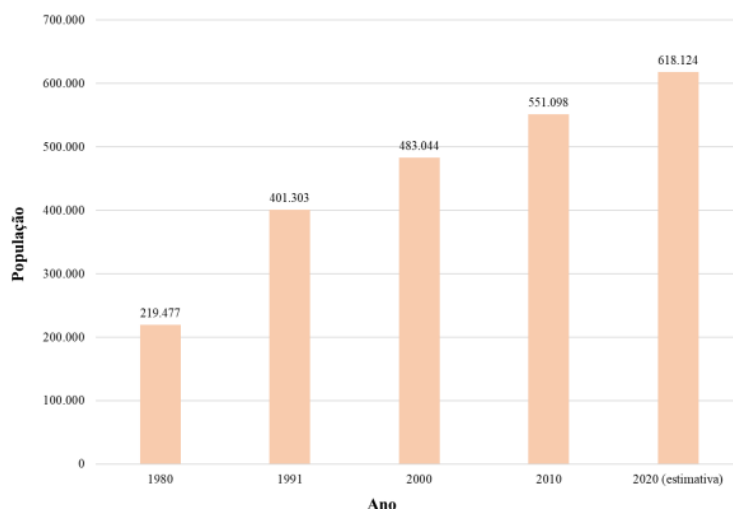


FIGURA 13 – Evolução populacional de Cuiabá (1980 – 2020)

FONTE: MARTINS, 2022. Adaptado de PDDM, 2021

Os dados apresentados referentes à evolução da população em Cuiabá foram obtidos dos Censos Demográficos do IBGE, adaptado para comparação com a estimativa do ano de 2020. Analisando a figura apresentada, verifica-se um crescente aumento da população, e consequentemente da expansão urbana na cidade. A tendência, observando a estimativa, é de que aumente cada vez mais a população e consequentemente o processo de urbanização, salientando, mais uma vez, a necessidade de estudos e priorização do planejamento urbano.

3.4. ZONEAMENTO DOS BAIRROS

Com base no mapa de zoneamento por bairro disponibilizado no site da Prefeitura de Cuiabá, foi feita a Figura 14, que mostra o zoneamento dos bairros em estudo.

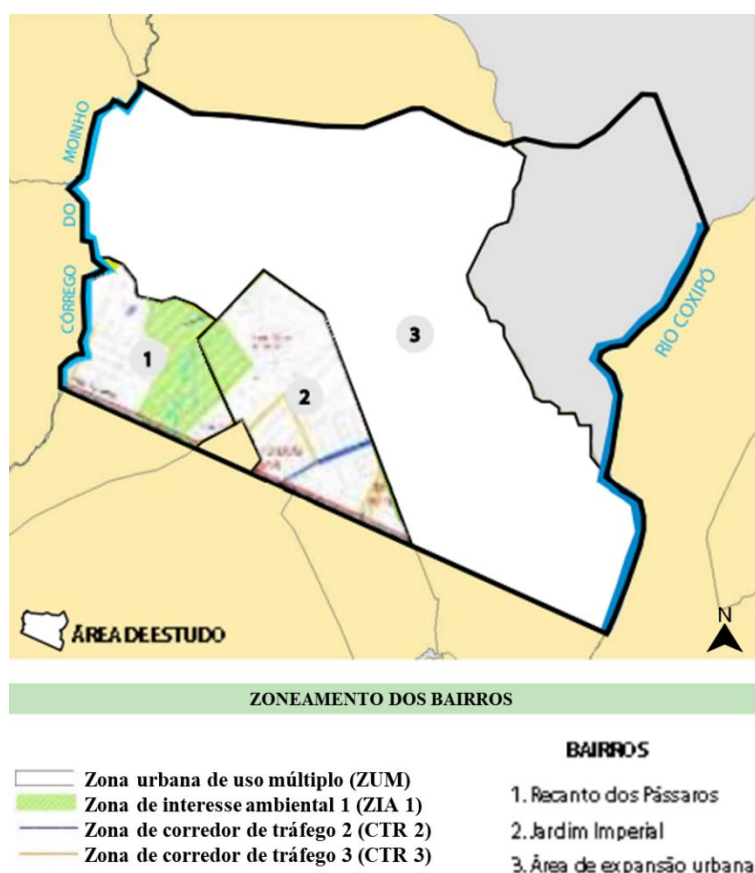


FIGURA 14 – Zoneamento dos bairros

O zoneamento demonstra que a maior parte da região compreende a Zona Urbana de Uso Múltiplo (ZUM), há uma parte da Zona de Interesse Ambiental 1 (ZIA 1) e as Zonas de Corredor de tráfego 2 (CTR 2) e 3 (CTR 3).

De acordo com a Lei Complementar nº 389 de 03 de novembro de 2015, que disciplina o uso e ocupação do solo no município de Cuiabá, a Zona Urbana de Uso Múltiplo é a zona recomendada à integração de vários tipos de usos e atividades, caso estes estejam em compatibilidade com toda a vizinhança, visto que não é permitido o licenciamento de atividades e empreendimentos da subcategoria classificada na Lei com “Alto Impacto Segregável”.

A Lei também dispõe sobre esta zona que, a aprovação de atividades ou empreendimentos da categoria classificada como “Médio Impacto” fica a critério do cumprimento das exigências da “Análise de Localização e Atividade”, A aprovação ou não de atividades e empreendimentos da categoria “Alto Impacto Não Segregável”

fica condicionada ao atendimento das exigências do estudo de impacto de vizinhança e também ao relatório de impacto de vizinhança.

Já a Zona de Interesse Ambiental 1 é constituída por áreas públicas ou privadas que são consideradas com potencial ambiental, paisagístico, de interesse para proteção e recuperação de vegetação, e que podem também ser utilizados para atividades e empreendimentos com baixa densidade de ocupação.

Quanto às Zonas Corredores de Tráfego 2 e 3, as ZCTR 2 são assimiladas pelos lotes que possuem a frente para as vias públicas urbanas, classificadas como Vias Principais, e as ZCTR 3 pelos lotes com frente para as vias públicas urbanas, classificadas como Vias Coletoras.

Visto que, no mapeamento da região foram identificados usos incompatíveis com a vizinhança, como usos industriais próximos a usos residenciais, compreende que deve haver melhor fiscalização e planejamento para tornar o meio urbano mais saudável para seus habitantes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS E MAPEAMENTO

Assim como no trabalho realizado por Martins (2022), neste presente trabalho referente à comparação entre os anos de 2005 e 2021, a metodologia utilizada também é a dos autores Liberti & Nucci (2018), apresentada no item 2.4.5., intitulado “A Metodologia proposta por Liberti & Nucci (2018) ”.

Como apresentado no item, a metodologia utilizada consiste em realizar o mapeamento do uso do solo, gerando a carta temática deste, e da cobertura da terra, gerando a carta temática desta, e posteriormente realizar o cruzamento das duas cartas temáticas, tendo como resultado a carta de qualidade ambiental urbana da região estudada no ano de 2005, comparando com as cartas e o estudo da região em 2021, que foram feitos por Martins (2022), todos os mapas e dados pertencentes ao ano de 2021 que são apresentados neste trabalho foram obtidos pela autora.

Os mapas temáticos de uso do solo, cobertura da terra, e a carta de qualidade ambiental urbana foram elaborados utilizando o software gratuito QGIS Desktop 3.22.6. O ano escolhido precisou ser o de 2005, pois no SIG Cuiabá só havia registros a partir deste ano, para mapear o uso de cada lote.

Primeiro, era necessário obter o mapa da região do ano de 2005, e para isso, inicialmente foram testados diferentes satélites, como o LANDSAT 8 (USGS/NASA), que não havia registros do ano de 2005, o LANSAT 5, que havia apenas 30 metros de resolução e demasiada distorção, e por fim, optou-se pelo uso do mapa obtido por meio do software gratuito Google Earth Pro que apresentou a menor distorção da imagem entre os satélites que possuíam imagens de 2005.

Posteriormente, o mapa da região referente ao ano de 2005 obtido no Google Earth Pro foi georreferenciado no software QGIS, no Sistema de Projeção UTM – Zona 21 S, SIRGAS 2000, e utilizado como base para o desenho do shapefile da região de estudo. Após a imagem ser obtida e georreferenciada, foi realizada a vetorização de todas as edificações da área, definindo e desenhando cada lote conforme seu uso.

Os usos de cada lote da região foram verificados com base nos registros no navegador público SIG Cuiabá, selecionando “Foto Aérea 2005”, e abaixo “Temático

& Lotes”. No SIG Cuiabá, ao clicar em cada lote, aparece a definição do tipo de imóvel, na qual, junto à análise da imagem de satélite, subsidiou a definição dos usos.

Cada uso do solo foi hierarquizado conforme a legenda proposta no método de Nucci et al. (2019), onde cada lote é definido de acordo com seu uso e suas potencialidades em gerar poluição ao ambiente, considerando o porte dos estabelecimentos, representados pelos níveis de Qualidade Ambiental (QA), portanto, identificando e classificando esses usos no mapa, a qualidade ambiental também acaba sendo classificada.

O mapa temático de cobertura da terra também foi executado por meio do software QGIS, analisando cada lote da região de estudo, seus aspectos físicos, o número de pavimentos, se havia presença de vegetação, entre outros, com base na metodologia proposta por Valaski (2013) e adaptado por Nucci, Ferreira e Valaski (2014), como mostrado na Figura 7. Esta análise busca identificar o grau da qualidade ambiental urbana na região, como mostra a Figura 15.

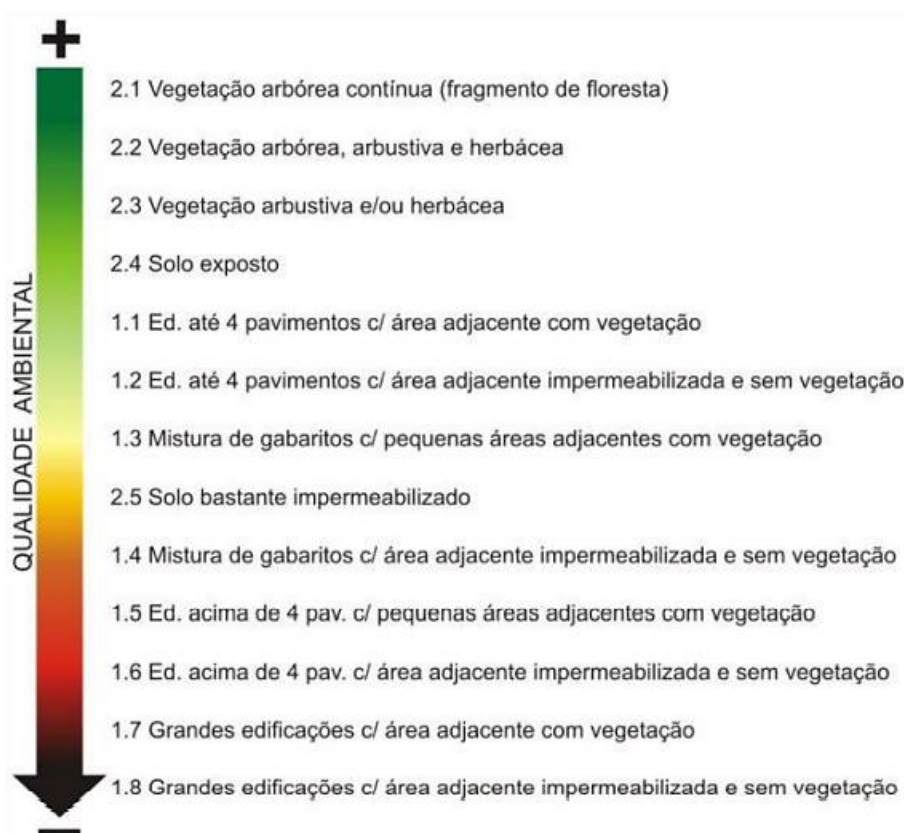


FIGURA 15 – Proposta de legenda para cobertura da terra (gradiente)

FONTE: VALASKI (2013) e NUCCI, FERREIRA & VALASKI (2014)

Após a obtenção das cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra, iniciou-se a elaboração do mapeamento da qualidade ambiental. Atribuiu-se o devido peso a cada classe, com o menor valor representando as melhores classes de uso e de cobertura, e vice-versa. Esses valores atribuídos às classes de uso e de cobertura da terra foram somados, originando a classificação da carta de qualidade ambiental da região de estudo. A Figura 16 apresenta a distribuição dos pesos para as classes de uso e de cobertura da terra, bem como o resultado da somatória dos pesos.

Classes	Uso da terra	Usos não ident.	QA +1	QA +0	QA -1	QA -2	QA -3	QA -5	QA -6	QA -7	QA -9	QA -10	QA -12	QA -13
Cobertura da terra	Pesos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Resultado da somatória dos pesos												
2.1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2.2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2.3	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2.4	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2.5	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.1	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.2	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

FIGURA 16 – Pesos atribuídos para as classes de uso e cobertura da terra e o resultado da somatória

FONTE: MARTINS, 2022

O resultado mostrado acima representa a classe de qualidade ambiental urbana, onde as possíveis combinações de resultados variam entre os números 1 (um) a 19 (dezenove), com os menores valores representando as melhores classes de uso e de cobertura, e os maiores valores representando as piores.

Na carta de uso do ano de 2005 não houveram usos não identificados, mas na carta de 2021 sim, portanto, é importante mencionar que na carta de uso da terra foi atribuído o valor 0 (zero) para a classe de “usos não identificados”, representando um valor neutro dentro da somatória. Além destes lotes com usos que não puderam ser identificados, o sistema viário e hidrografia presente também não estão presentes na análise acerca da qualidade ambiental.

O cruzamento das cartas temáticas de uso e cobertura, que resultou, portanto, na carta de qualidade ambiental urbana, foi realizado no software QGIS, com a utilização da ferramenta de “interseção” que intersecciona duas layers e a saída é uma layer que apresenta apenas o que se sobrepõe em todas as layers de entrada, combinando as tabelas de atributos, e gerando outro shapefile.

Posteriormente, a tabela de atributos foi exportada do QGIS para o Excel, no qual foi aplicada a função de condição (SE, SE NÃO). Por fim, a tabela de atributos foi associada ao shapefile por meio da ferramenta join field, permitindo, assim, gerar o resultado da carta de qualidade ambiental da área estudada. Da Figura 17 até a Figura 23 estão as combinações e os resultados da somatória dos pesos para cada uma delas.

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
2.1 & QA+1	2
2.1 & QA+0	3
2.1 & QA-1	4
2.1 & QA-2	5
2.1 & QA-3	6
2.1 & QA-5	7
2.1 & QA-6	8
2.1 & QA-7	9
2.1 & QA-9	10
2.1 & QA-10	11
2.1 & QA-12	12
2.1 & QA-13	13

FIGURA 17 – Pesos dos espaços não edificadas com vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta) *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
2.2 & QA+1	3
2.2 & QA+0	4
2.2 & QA-1	5
2.2 & QA-2	6
2.2 & QA-3	7
2.2 & QA-5	8
2.2 & QA-6	9
2.2 & QA-7	10
2.2 & QA-9	11
2.2 & QA-10	12
2.2 & QA-12	13
2.2 & QA-13	14

FIGURA 18 – Pesos dos espaços não edificados com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
2.3 & QA+1	4
2.3 & QA+0	5
2.3 & QA-1	6
2.3 & QA-2	7
2.3 & QA-3	8
2.3 & QA-5	9
2.3 & QA-6	10
2.3 & QA-7	11
2.3 & QA-9	12
2.3 & QA-10	13
2.3 & QA-12	14
2.3 & QA-13	15

FIGURA 19 – Pesos dos espaços não edificados com vegetação arbórea, arbustiva e/ou herbácea *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
2.4 & QA+1	5
2.4 & QA+0	6
2.4 & QA-1	7
2.4 & QA-2	8
2.4 & QA-3	9
2.4 & QA-5	10
2.4 & QA-6	11
2.4 & QA-7	12
2.4 & QA-9	13
2.4 & QA-10	14
2.4 & QA-12	15
2.4 & QA-13	16

FIGURA 20 – Pesos dos espaços não edificadas com solo exposto *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
2.5 & QA+1	6
2.5 & QA+0	7
2.5 & QA-1	8
2.5 & QA-2	9
2.5 & QA-3	10
2.5 & QA-5	11
2.5 & QA-6	12
2.5 & QA-7	13
2.5 & QA-9	14
2.5 & QA-10	15
2.5 & QA-12	16
2.5 & QA-13	17

FIGURA 21 – Pesos dos espaços não edificadas com solo bastante impermeabilizado *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
1.1 & QA+1	7
1.1 & QA+0	8
1.1 & QA-1	9
1.1 & QA-2	10
1.1 & QA-3	11
1.1 & QA-5	12
1.1 & QA-6	13
1.1 & QA-7	14
1.1 & QA-9	15
1.1 & QA-10	16
1.1 & QA-12	17
1.1 & QA-13	18

FIGURA 22 – Pesos das edificações de até 4 pavimentos e área adjacente com vegetação *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Combinação	Resultado da Somatória dos Pesos
1.2 & QA+1	7
1.2 & QA+0	8
1.2 & QA-1	9
1.2 & QA-2	10
1.2 & QA-3	11
1.2 & QA-5	12
1.2 & QA-6	13
1.2 & QA-7	14
1.2 & QA-9	15
1.2 & QA-10	16
1.2 & QA-12	17
1.2 & QA-13	18

FIGURA 23 – Pesos das edificações de até 4 pavimentos e área adjacente sem vegetação *versus* classes de uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Foram totalizadas 84 combinações. No ArcGis, foi possível constatar a classe de qualidade de cada um dos lotes, bem como quais combinações estão presentes na região de estudo. No valor do peso obtido pelo cruzamento, observou-se quais combinações de uso e cobertura são melhores ou piores para a qualidade ambiental.

4.2. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para realizar a análise estatística descritiva unidimensional, com o objetivo de verificar se a média de cobertura da terra e de uso de solo são significativamente diferentes em relação a cada lote/subárea da área de expansão de Cuiabá, e quais combinações eram melhores ou piores para a qualidade ambiental, foi realizada uma recategorização das variáveis, com o objetivo de transformar as variáveis qualitativas ordinais em quantitativas.

Para realizar as análises estatísticas referentes ao ano de 2005, primeiramente foram extraídos os dados de uso do solo e de cobertura da terra do mapeamento no QGIS, exportando-os para o Excel e os organizando por meio de tabelas, relacionando as duas classes. Esses dados foram passados para software Matlab, onde foram organizados e atribuídos números para cada classe de uso do solo, visto que, o software K-means necessita de valores dados em números e em coordenadas do eixo x e y para realizar as análises.

Os números foram organizados em uma tabela, dados de números para o eixo x, e também para o eixo y, com os respectivos valores de uso do solo. Posteriormente, colocou-se nessa tabela os números referentes a cada classe de cobertura da terra, para realizar a plotagem.

Com os dados colocados em coordenadas x e y no Excel e organizados de acordo com a ordem, estes foram exportados para o K-means, juntamente com a quantidade de clusters pretendida. Vale ressaltar que o K-means é um software que retorna um vetor contendo números, com o mesmo tamanho dos dados enviados, se forem 3 (três) clusters, ele retorna números de 1 (um) a 3 (três).

Neste trabalho, por exemplo, a classe de uso do solo QA+1, com a classe de cobertura da terra 1.4, foi passada como (1, 1, 4), e o K-means retornou o número (1), portanto, esse dado pertenceu ao cluster 1. Se são enviados 10 (dez) dados, o K-means dá um retorno de um vetor de 10 (dez) dados, contendo valores de 1 (um) a 3 (três), que indicam em que cluster está, e assim por diante.

Em seguida, foi realizada a análise de cluster, ou clustering, que consistiu em agrupar os lotes a partir de suas características de uso do solo e de cobertura da terra, para que os lotes parecidos fiquem no mesmo grupo (cluster) e lotes de diferentes grupos sejam mais diferentes o possível. No algoritmo K-means dividiu-se todas as observações em K grupos (cluster) distintos, onde cada observação pertence ao grupo de média (ou centróide) mais próxima a ela.

No ano de 2005 haviam menos lotes e menor quantidade de usos poluidores, em comparação com o ano de 2021, portanto, utilizou-se 3 (três) clusters. Já no trabalho de Martins (2022) em 2021, foram separados 4 clusters. O critério de divisão dos grupos/cluster das classes foi de classes boas, médias e ruins, quanto às combinações para a qualidade ambiental urbana.

Foi também realizada a análise da contingência do uso do solo do ano de 2005 e o resultado foi organizado em tabelas no Excel. Após a obtenção da análise estatística referente ao ano de 2005, os dados foram comparados aos dados do trabalho realizado no ano de 2021.

4.3. PROCEDIMENTO DE COMPARAÇÃO ENTRE 2005 E 2021

Para a comparação entre os anos de 2005 e 2021 no mapeamento, foi utilizado o software QGIS. Primeiro, abriu-se o mapa temático de uso do solo elaborado referente ao ano de 2005, e o colocou na mesma folha de plotagem que o mapa de uso do solo do ano de 2021 elaborado por Martins (2022). O mesmo procedimento foi realizado para a carta temática de uso do solo e para a carta de qualidade ambiental urbana.

Os dados referentes às classes, às áreas e às porcentagens de cada mapa, dos dois anos, foram exportados para o Excel, gerando as tabelas e gráficos de comparação

entre os dois anos. A partir da análise dos mapas, tabelas e gráficos, foram realizadas as análises. Para as comparações estatísticas, foram realizadas as análises de 2005 e utilizadas as análises e os dados de 2021 do trabalho feito por Martins (2022). Os resultados dos dois anos foram colocados lado a lado para comparação.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos serão mostrados neste tópico, que são as cartas temáticas de uso do solo de 2005, em seguida a comparação entre as cartas de uso do solo de 2005 e 2021, a carta temática de cobertura da terra de 2005, e a comparação entre a cobertura da terra em 2005 e 2021, e a carta de qualidade ambiental do ano de 2005 seguida de sua comparação entre os anos de 2005 e 2021.

A área de estudo possui um total de 5.773.934,78 m². As ruas, avenidas, e corpos hídricos presentes na região não possuem nenhuma classificação, totalizando estas uma área de 42.961,75 m², representando 0,7% da área no ano de 2005. Já no ano de 2021, as ruas, avenidas, e corpos hídricos subiram para um total de 661.367,89 m², equivalendo a 11,45% da área.

Primeiramente, será mostrado o resultado obtido no mapeamento do uso do solo em 2005. Esta carta temática é de grande importância para a análise da presença de áreas verdes, e dos tipos de uso presentes na região, se há usos incompatíveis, ou usos causadores de impactos ambientais, levando em conta os tipos de poluentes lançados por estes, entre outros. Na carta temática de uso do solo de 2005 foram identificados 8 (oito) classes de uso, como mostrado na Figura 24.

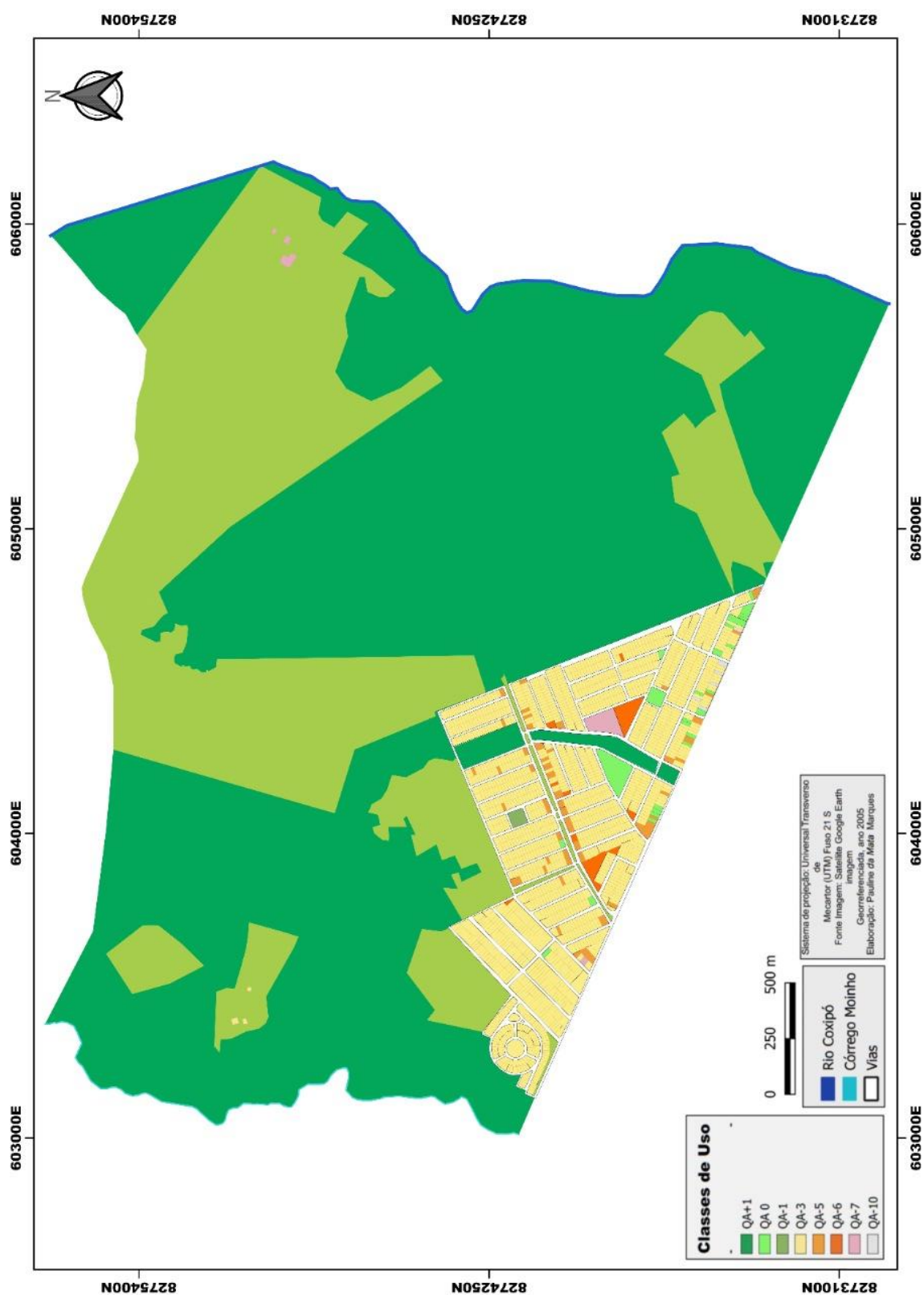


FIGURA 24 – Carta temática de uso do solo do ano de 2005

Os dados obtidos por meio do mapeamento foram organizados em tabelas e gráficos com a área e percentual de cada classe de uso do solo em relação à área total (Tabela 01 e Figura 25).

TABELA 01 – Uso do solo em 2005

Classe	Área (m²)	%
QA+1	3.167.130,24	56,43%
QA0	1.593.481,72	29,18%
QA-1	484,38	1,66%
QA-3	464.316,43	9,61%
QA-5	23.547,71	1,98%
QA-6	13.549,88	0,23%
QA-7	9.840,43	0,17%
QA-10	2.016,56	0,04%
Vias, Rio e Córrego	42.961,75	0,70%
TOTAL	5.773.934,78	100%

Os valores das áreas de cada classe foram extraídos do mapa elaborado, da tabela de atributos de cada classe do software QGIS, e organizados no Excel.

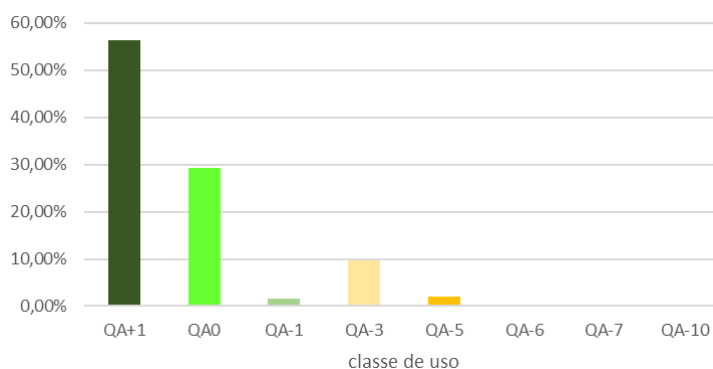


FIGURA 25 – Percentual por classe de uso em 2005

Após a elaboração da carta temática de uso do solo do ano de 2005, e visualizar na tabela e na figura as áreas e percentuais, foi realizada a comparação com o ano de

2021. A seguir, será mostrado o resultado da comparação do mapeamento do uso do solo entre os anos de 2005 e 2021, juntamente com a tabela e gráfico contendo as informações, percentuais e também as diferenças entre os dois anos, o quanto cada classe aumentou, diminuiu, e quais novas classes de uso do solo surgiram.

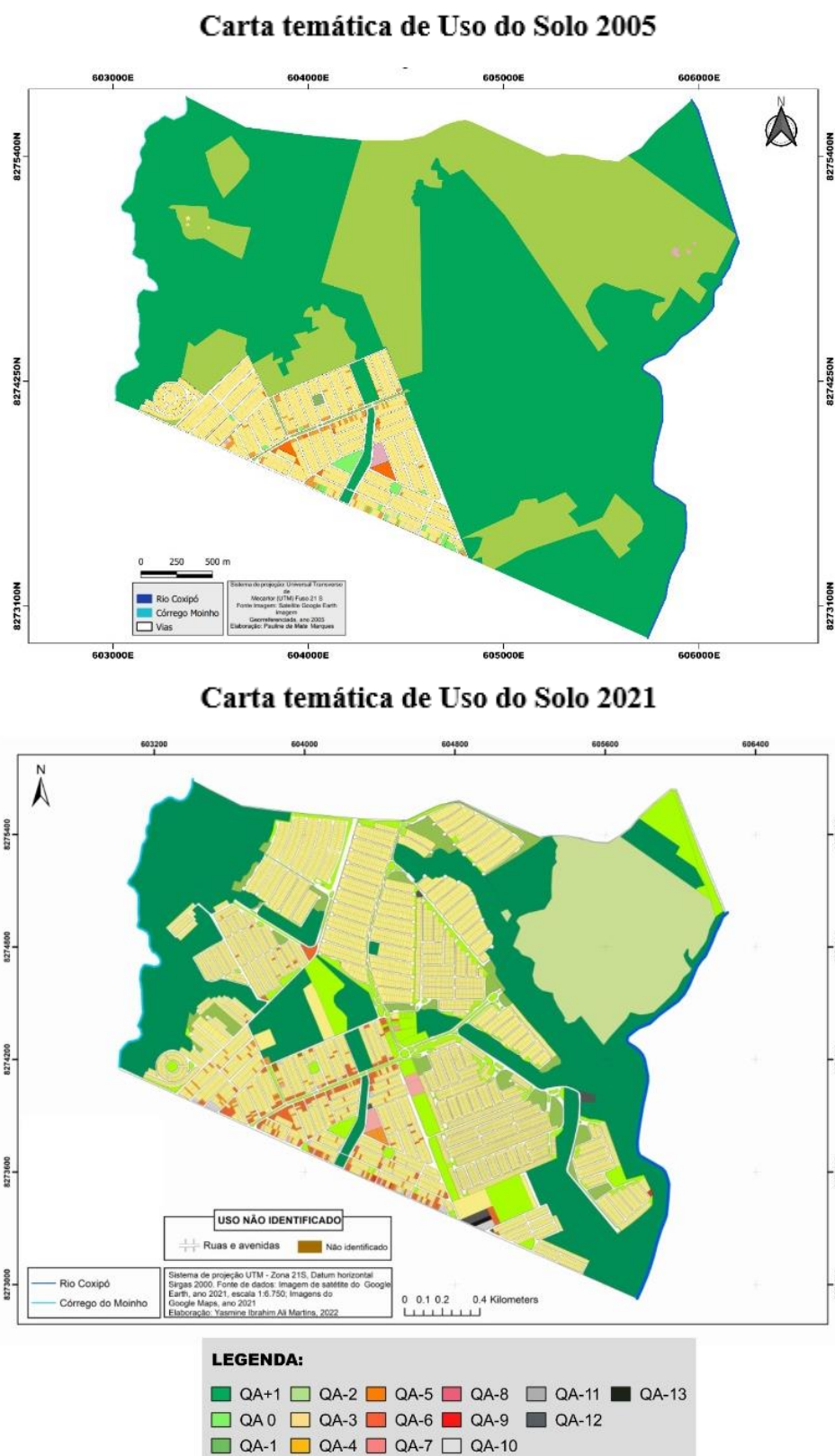


FIGURA 26 – Comparação das cartas temáticas de uso do solo dos anos de 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de MARTINS, 2022

Na Tabela 02 e na Figura 27 estão as áreas e percentuais do ano de 2005 e de 2021, e também o percentual das diferenças:

TABELA 02 – Comparação dos índices de uso do solo da região de estudo entre 2005 e 2021

Classe	Área 2005 (m ²)	Área 2021 (m ²)	2005 (%)	2021 (%)	Diferença (%)
QA+1	3.167.130,24	1.823.938,19	56,43%	31,59%	-24,84%
QA0	1.593.481,72	394.722,56	29,18%	6,84%	-22,34%
QA-1	484,38	153.382,48	1,66%	2,66%	1%
QA-2	0	737.044,72	0,00%	12,77%	12,77%
QA-3	464.316,43	1.857.743,43	9,61%	32,17%	22,56%
QA-5	23.547,71	27.636,83	1,98%	0,48%	-1,50%
QA-6	13.549,88	68.412,53	0,23%	1,18%	0,95%
QA-7	9.840,43	18.247,25	0,17%	0,32%	0,15%
QA-9	0	1.612,39	0,00%	0,03%	0,03%
QA-10	2.016,56	14.574,21	0,04%	0,25%	0,21%
QA-12	0	11.139,61	0,00%	0,19%	0,19%
QA-13	0	2.353,60	0,00%	0,04%	0,04%
Não identificado	0	1.759,11	0,00%	0,03%	0,03%
Vias, Rio e Córrego	42.961,75	661.367,89	0,70%	11,45%	10,75%
TOTAL	5.773.934,78	5.773.934,78	100%	100%	

O percentual das classes que diminuíram foi representado com a cor vermelha, e as que aumentaram na cor verde, para melhor visualização dos resultados.

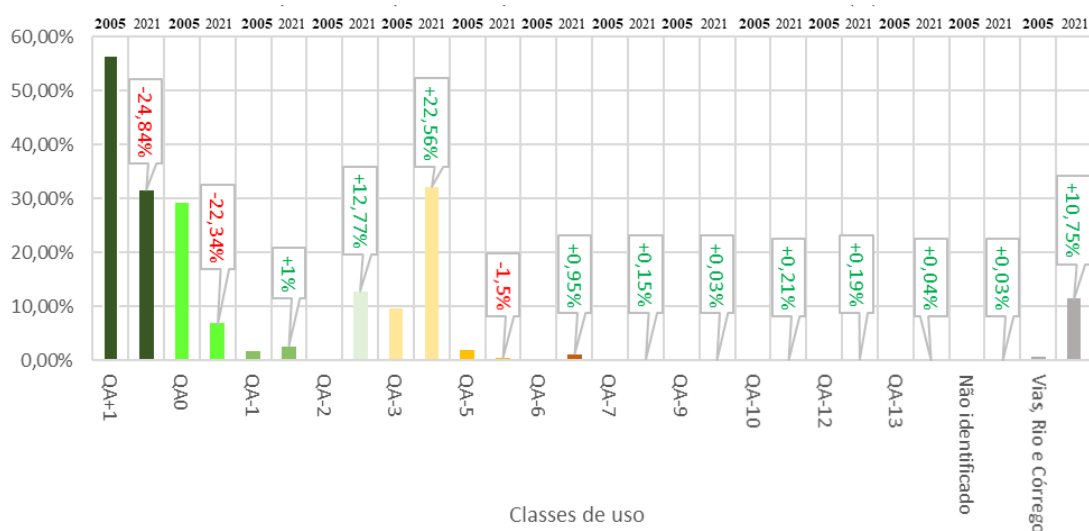


FIGURA 27 – Comparativo do percentual por classe de uso entre 2005 e 2021

Os índices de uso do solo que não existiam em 2005 e surgiram em 2021 são QA-2 (atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais), QA-9 (serviços e comércio de grande porte), QA-12 (atividade industrial nível 3) e QA-13 (atividade industrial nível 4). O surgimento de QA-2, que representa 12,77% em 2021, é benéfico para a área, visto que é um uso que corresponde a serviços ambientais.

O aumento de QA-9, com 0,03% da área em 2021, se relaciona com a diminuição de QA-5, representando serviços de pequeno porte com lotação de até 100 pessoas, que possuía 1,98% em 2005, e diminuiu para 1,5% em 2021, ficando com o percentual de 0,48%. Observa-se que ao longo dos anos, os pequenos comércios, e algumas casas, tem dado lugar a grandes comércios, e isso tem sido um movimento natural observado em diversos locais da cidade, a migração de pessoas de casas para condomínios fechados, e a substituição de pequenos comércios por grandes.

Já o surgimento dos índices industriais QA-12 e QA-13 (sendo este o pior índice de uso), possuindo respectivamente 0,19% e 0,04% representam piora na qualidade ambiental da região, além de comprovar a falta de planejamento na urbanização desta área, e o não cumprimento da lei de uso e ocupação do solo, pois é recomendado que usos industriais fiquem afastados, e não próximos a uma área com tantas residências.

O índice QA+1, presente na Classe 1, que representa as áreas de preservação e conservação da natureza, sendo o melhor tipo de uso do solo, possuía 56,43% da área total no ano de 2005, correspondendo a mais da metade da área, sendo o maior percentual encontrado. Já em 2021, o percentual dessa classe desceu para 31,59% da área total, diminuindo 24,84% em relação a 2005, sua diminuição foi em decorrência da forte urbanização, principalmente com a chegada dos grandes condomínios nesta área.

Em seguida, QA 0, que representa usos por espaços livres de edificação (como praças, por exemplo), que em 2005 representava o segundo maior percentual da área, com 20,18%, caiu 22,34%, correspondendo em 2021 a 6,84%. Alguns pequenos espaços desta classe surgiram nos condomínios, podendo ser atribuídos aos seus

campos esportivos e áreas de lazer. É uma classe que, quanto mais vegetação associada, melhor a contribuição na qualidade ambiental.

Nota-se a grande diminuição destas classes e índices que são de grande importância para a melhoria da qualidade ambiental ao longo dos anos, e a diminuição das áreas verdes e com vegetação, por conta das novas construções e a consequente impermeabilização do solo.

Na sequência, ainda na Classe 1, têm-se QA-1, definido como espaços edificadas públicos ou privados ocupados por clubes esportivos sociais, clubes de campo, sendo também um uso considerado bom, subiu apenas 1% de 2005 a 2021, passando de 1,66% para 2,66%, representando um leve surgimento de novas áreas de clubes de lazer na área, que além de contribuir para a qualidade ambiental, contribuem para a qualidade de vida, lazer, e contato com a natureza da população.

Na Classe 2, têm-se o índice QA-3, que corresponde ao uso do solo por residenciais unifamiliares de até 4 (quatro) pavimentos, com 9,61% em 2005, este percentual subiu para 32,17% da área de estudo em 2021, representando um aumento de 22,56%, por conta do surgimento dos condomínios horizontais citados e outras habitações na área. O índice QA-6 que representa serviços e comércios de pequeno porte, mas com 1.500m² de área máxima construída, em 2005 possuía o percentual de 0,23%, que subiu 0,96% e em 2021 atingiu 1,18% da área.

A classe 3 inicia com o índice QA-7, que corresponde a serviços e comércios de médio porte, com no máximo 7.500m², apresentou a porcentagem de 0,17% em 2005, e em 2021 0,32%, subindo 0,15%. Nota-se, portanto, que ao longo dos anos os pequenos comércios na área além de estarem dando lugar a comércios grandes, também estão virando comércios médios.

A Classe 4, que abrange atividades industriais, além dos índices já citados, QA-12, QA-13, possui o índice QA-10, que representa atividade industrial nível 1, como por exemplo, fabricação de artigos de vestuário, artefatos de papel, marcenaria, serralheria, gráfica, postos de combustível, entre outros, sendo esta apenas 0,04% da área em 2005, e em 2021 subindo para 0,25%, tendo o aumento de, portanto 0,21%.

O uso industrial é o mais nocivo para a qualidade ambiental, além de haver incompatibilidade deste tipo de uso com outros usos na área. O uso industrial cresceu, e até mesmo surgiram outras atividades industriais, entretanto, o percentual continua baixo em comparação à área total.

Portanto, na análise da figura e do gráfico correspondentes à comparação do mapeamento do uso do solo nos anos de 2005 e 2021, pode-se observar que a predominância é de boas classes de usos, como QA+1 e QA0, especialmente em 2005, que representam mais da metade da área, onde as classes que prejudicam os índices de qualidade ambiental estão em menores porcentagens, mas não se pode ignorar que estão presentes na região. As classes não mencionadas não foram encontradas na região, e não houveram usos não identificados em 2005.

Em 2021, principalmente com o surgimento dos condomínios horizontais na área, houve o aumento da classe de uso do solo QA-3, de residenciais unifamiliares de até 4 pavimentos, diminuindo as classes correspondentes a áreas verdes e espaços livres de edificação. Portanto, de 2005 a 2021, nota-se a diminuição do percentual das classes que melhoram os índices de qualidade ambiental, e o aumento e surgimento de outras classes que pioram este índice. Porém, mesmo com a diminuição destas boas classes de uso, e o aumento de classes consideradas ruins, ainda predominam usos de solo classificados como “bons” e “intermediários” na área.

Posteriormente, foi gerada a segunda carta temática, a carta de cobertura da terra, com base nas imagens de satélite obtidas, e com o auxílio do SIG Cuiabá, no ano de 2005, para verificação das características físicas de cada lote e porção, com base na legenda e metodologia proposta Nucci (2008) e adaptado por Valaski (2013). No ano de 2005, foram encontradas 2 (duas) classes em espaços não edificadas, e 3 (três) em áreas edificadas (Figura 28).

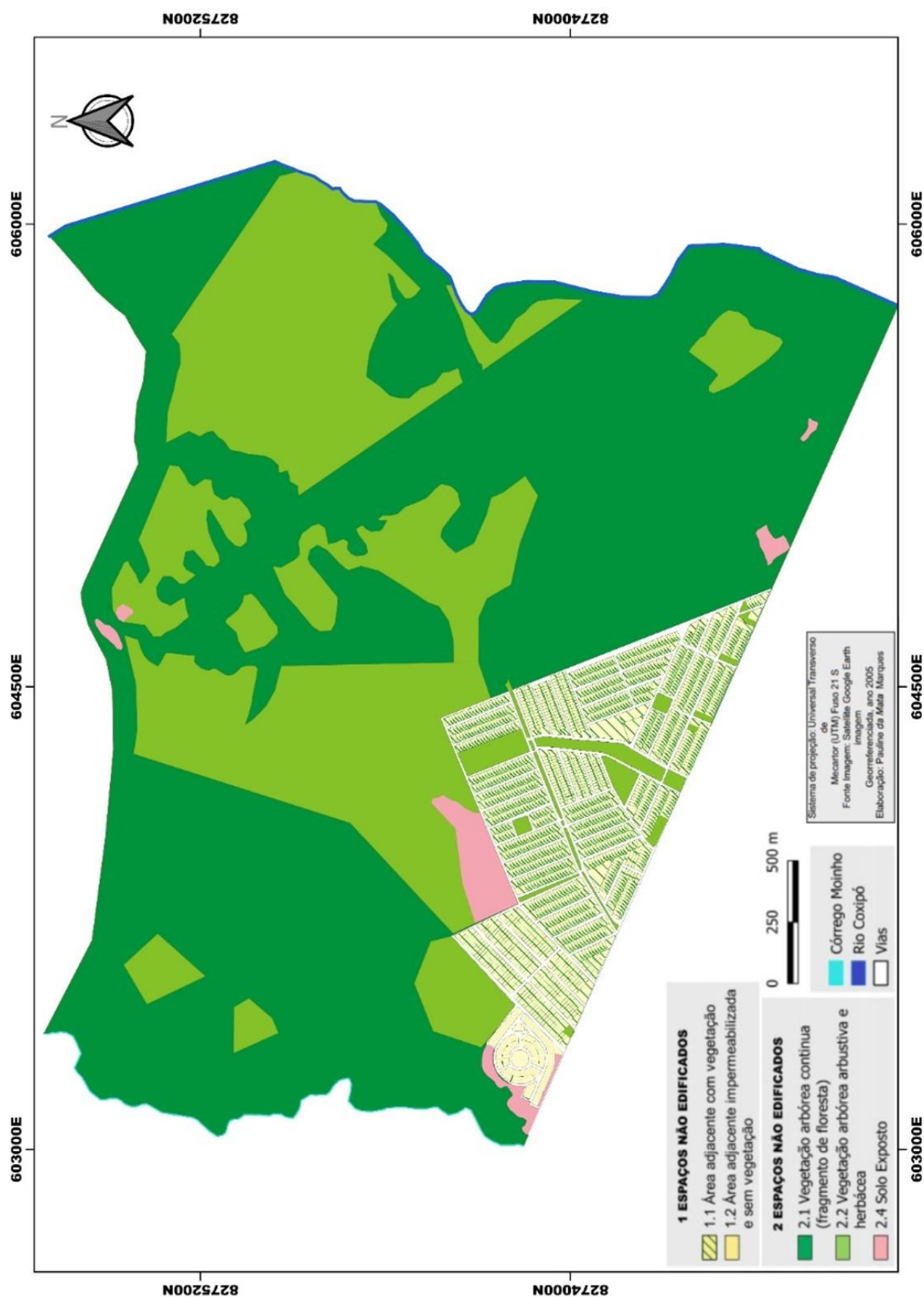


FIGURA 28 – Carta temática de cobertura da terra do ano de 2005

Com base no mapeamento, a Tabela 03 e a Figura 29 mostram os valores que cada classe de cobertura da terra representa dentro da região objeto deste estudo no ano de 2005.

TABELA 03 – Cobertura da terra em 2005

Classe	Descrição	m ²	%
1.1	Edificações de até 4 pavimentos e área adjacente com vegetação	502.613,19	8,70%
1.2	Edificações de até 4 pavimentos e área adjacente sem vegetação	34.365,35	0,59%
2.1	Espaços não edificadas com vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta)	3.221.968,38	57,87%
2.2	Espaços não edificadas com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea	1.658.591,17	30,79%
2.4	Espaços não edificadas com solo exposto	78.122,02	1,35%
	Vias, Rio e Córrego	42.961,75	0,70%
TOTAL		5.773.934,78	100%

Nota-se que em 2005 a predominância é também de boas classes de cobertura da terra na região, como as classes 2.1 e 2.2.

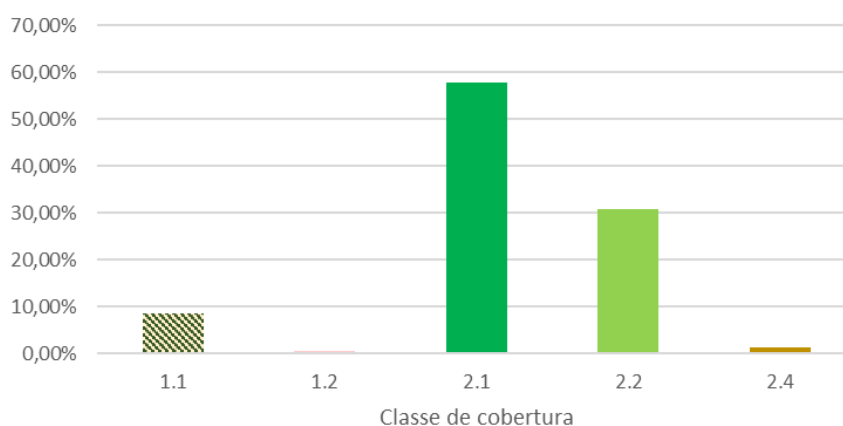
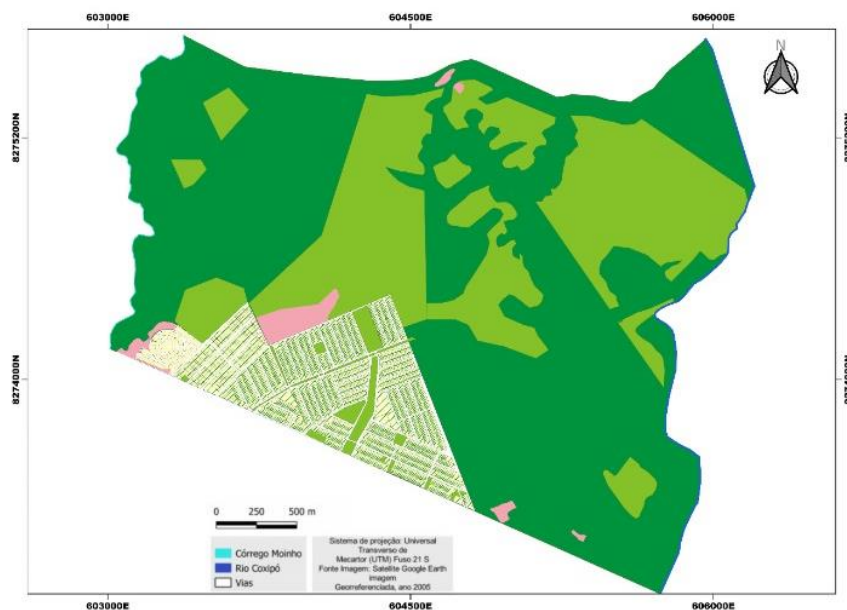


FIGURA 29 – Percentual por classe de cobertura da terra em 2005

Posteriormente, os resultados da cobertura da terra obtidos do ano de 2005 foram comparados aos resultados do ano de 2021. Por meio da comparação dos dados do mapa, foram realizadas análises e comparações entre os dois anos de estudo.

Carta temática de Cobertura da Terra 2005



Carta temática de Cobertura da Terra 2021

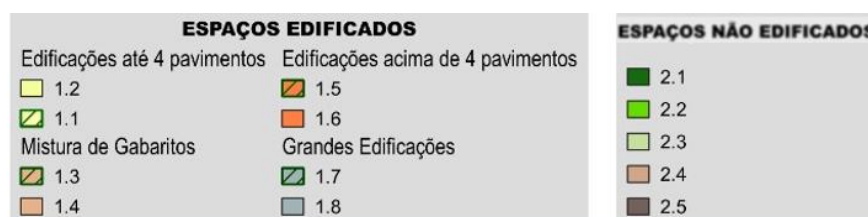


FIGURA 30 – Comparação das cartas temáticas de cobertura da terra dos anos de 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

Os valores referentes à área e porcentagem de cada classe de cobertura da terra dos anos de 2005 e 2021 constam na Tabela 04 e na Figura 31, juntamente com as diferenças entre as classes de cada ano.

TABELA 04 – Comparação dos índices de qualidade ambiental da região de estudo entre 2005 e 2021

Classe	Descrição	Área 2005 (m ²)	Área 2021 (m ²)	2005 (%)	2021 (%)	Diferença (%)
1.1	Edificações de até 4 pavimentos e área adjacente com vegetação	502.613,19	1.508.697,52	8,70%	26,13%	17,43%
1.2	Edificações de até 4 pavimentos e área adjacente sem vegetação	34.365,35	440.171,12	0,59%	7,62%	7,03%
2.1	Espaços não edificadas com vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta)	3.221.968,38	1.534.840,00	57,87%	26,58%	-31,29%
2.2	Espaços não edificadas com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea	1.658.591,17	1.115.540,53	30,79%	19,32%	-11,47%
2.3	Espaços não edificadas com vegetação arbustiva e/ou herbácea	0,00	334.074,65	0,00%	5,79%	5,79%
2.4	Espaços não edificadas com solo exposto	78.122,02	177.536,48	1,35%	3,07%	1,72%
2.5	Espaços não edificadas com solo bastante impermeabilizado	0,00	1.706,55	0,00%	0,03%	0,03%
	Vias, Rio e Córrego	42.961,75	661.367,89	0,70%	11,45%	10,75%
TOTAL		5.773.934,78	5.773.934,78	100%	100%	

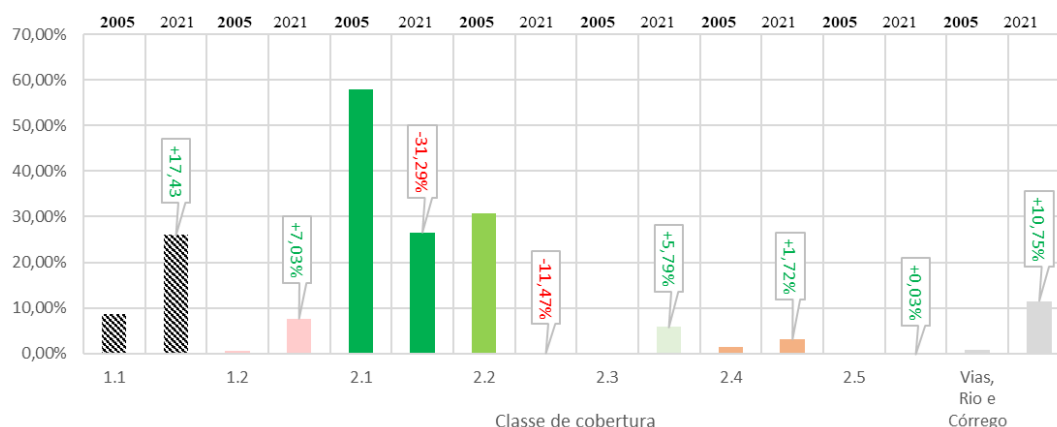


FIGURA 31 – Comparativo do percentual por classe de cobertura da terra entre 2005 e 2021

Analisando a comparação da cobertura da terra entre 2005 e 2021, nota-se a predominância em ambas da classe de cobertura da terra 2.1, definida como espaços não edificadas com vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta), que em 2005 apresentava o percentual de 57,87% e em 2021 passou para 26,58%, dando lugar, principalmente, à classe 1.1, de edificações de até 4 pavimentos e área adjacente com vegetação, que em 2005 era de 8,70% e passou para 26,13% em 2021. O aumento da classe 1.1 pode ser atribuído principalmente aos lotes dos condomínios horizontais, entre outras casas que foram construídas.

A classe de cobertura 1.2, que representa edificações de até 4 pavimentos e área adjacente sem vegetação, aumentou de 0,59% em 2005 para 7,62% em 2021, classe que piora a qualidade ambiental, e aumenta toda a problemática decorrente da impermeabilização do solo.

Observando os mapas, notou-se que diversos lotes, especialmente residenciais, passaram de 1.1 em 2005 para 1.2 em 2021, mostrando que as áreas verdes presentes nas casas estão sendo retiradas, não estando de acordo com a legislação vigente, visto que o Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá estabelece o percentual mínimo de áreas verdes o determinado pela Organização Mundial de Saúde, de 12m² (doze metros quadrados) por habitante.

A classe 2.2 diminuiu de 30,79% em 2005, o segundo maior percentual da área, para 26,58 % em 2021, piorando a qualidade ao decorrer dos anos, visto que esta classe

representa espaços não edificadas com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea. Esta diminuição pode também ser associada ao aumento das áreas impermeabilizadas e construídas.

A classe 2.4, de espaços não edificadas com solo exposto, aumentou de 1,35% em 2005 para 3,07% em 2021, e pode ser atribuída aos lotes dos condomínios que ainda não foram construídos. A classe 2.5 representa espaços não edificadas com solo bastante impermeabilizado e seu percentual em 2021 é de 0,03%, esta cobertura não foi identificada em 2005, ela também piora os índices de qualidade ambiental e traz diversas consequências à área.

Nota-se que a cobertura da terra, que antes havia predominância de espaços não edificadas, foi dando lugar a espaços edificadas, um processo natural levando em conta o surgimento dos condomínios horizontais na área, mas que prejudica a qualidade ambiental com a impermeabilização do solo, principalmente no surgimento de espaços edificadas sem vegetação, que desrespeitam a legislação vigente.

Algumas classes de cobertura da terra não foram encontradas em 2005, mas estavam presentes em 2021, como a classe 2.3, que representa os espaços não edificadas com vegetação arbustiva e/ou herbácea, e corresponde a 5,79% da região de estudo em 2021, classe à qual pode ser atribuída ao aumento dos usos por clubes, praças, citada na comparação anterior.

A classe 2.5, que também não foi encontrada em 2005, representa espaços não edificadas com solo bastante impermeabilizado, e corresponde a apenas 0,03% da área de estudo em 2021, um percentual pequeno, mas que precisa ser levado em consideração, por conta das consequências acerca da impermeabilização do solo.

Comparando a análise da cobertura da terra entre os anos de 2005 e 2021, comprova-se que os condomínios horizontais e o crescimento geral dos espaços edificadas e das vias na área provocaram a diminuição das classes dos espaços não edificadas que contribuem na melhoria dos índices de qualidade ambiental, e o aumento das áreas impermeabilizadas, que traz diversas consequências à região, como o escoamento superficial, o menor abastecimento do lençol freático, o surgimento de ilhas de calor, entre outros.

A seguir, será mostrada a carta de qualidade ambiental do ano de 2005 (Figura 32), sendo esta o resultado final do cruzamento das duas cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra de 2005 apresentadas. É importante realizar a análise das duas cartas temáticas individualizadas, mas, a carta de qualidade ambiental representa um dos resultados mais importantes. Nela, é mostrado, de fato, como a junção de determinado tipo de uso do solo e de cobertura da terra identificados representam um índice bom ou ruim de qualidade ambiental.

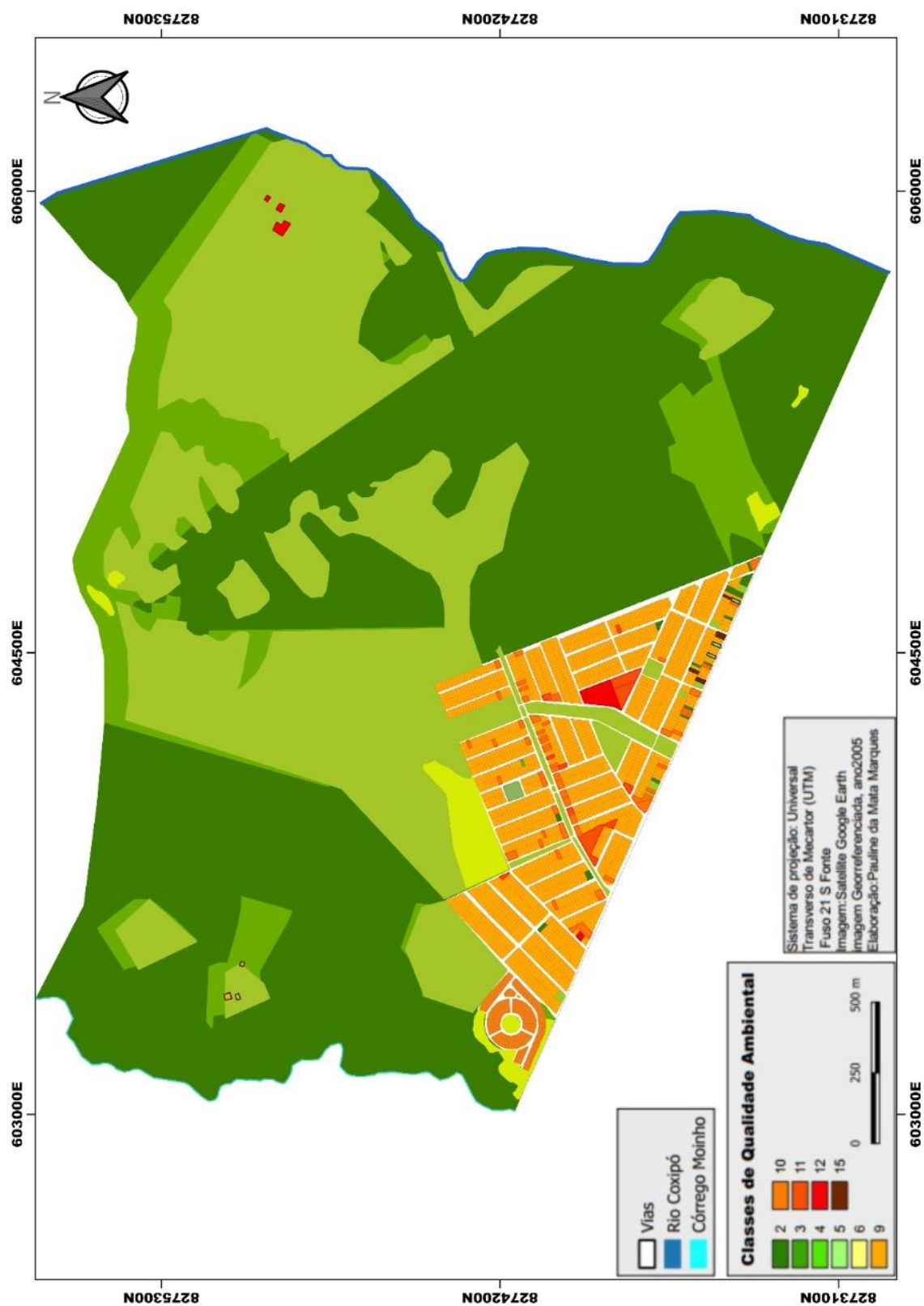


FIGURA 32 - Carta de qualidade ambiental do ano de 2005

A Tabela 05 e a Figura 33 mostram as áreas e percentuais referentes a cada classe de qualidade ambiental.

TABELA 05 - Quantificação dos índices de qualidade ambiental da região de estudo em 2005

Classe	Área (m ²)	%
2	3.230.844	55,95%
3	768.350,11	13,31%
4	1.120.207,37	19,40%
5	22.413,74	0,39%
6	80.926,85	1,40%
9	463.483,10	8,03%
10	23.832,32	0,42%
11	13.265,27	0,23%
12	7.649,68	0,13%
15	2.016,56	0,04%
Vias, Rio e Córrego	42.961,75	0,70%
TOTAL	5.773.934,78	100%

No ano de 2005, foram identificadas 10 (dez) classes de qualidade ambiental. Os índices que não constam na tabela não foram identificados no cruzamento dos mapas.

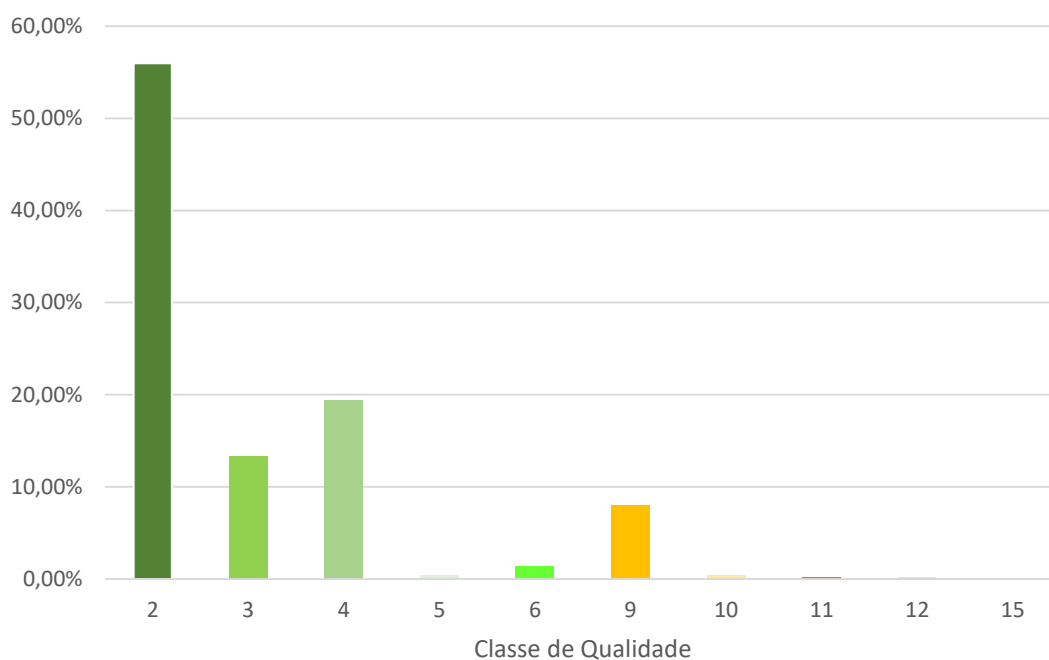


FIGURA 33 - Percentual da área de cada classe de qualidade ambiental em 2005

Visto que, os menores valores representam as melhores classes de uso e de cobertura, e conseqüentemente de qualidade ambiental, e os maiores valores representam as piores, observa-se que no ano de 2005 houve predominância de bons índices na área, e principalmente do melhor índice, que é a classe 2, encontrada em mais da metade da área.

É importante também lembrar que as vias, o rio e o córrego não são classificados e não contabilizam nestes índices. A Figura 34 mostra a comparação da carta de qualidade ambiental dos anos de 2005 e 2021 e abaixo seu gráfico e figura com os percentuais e diferenças.

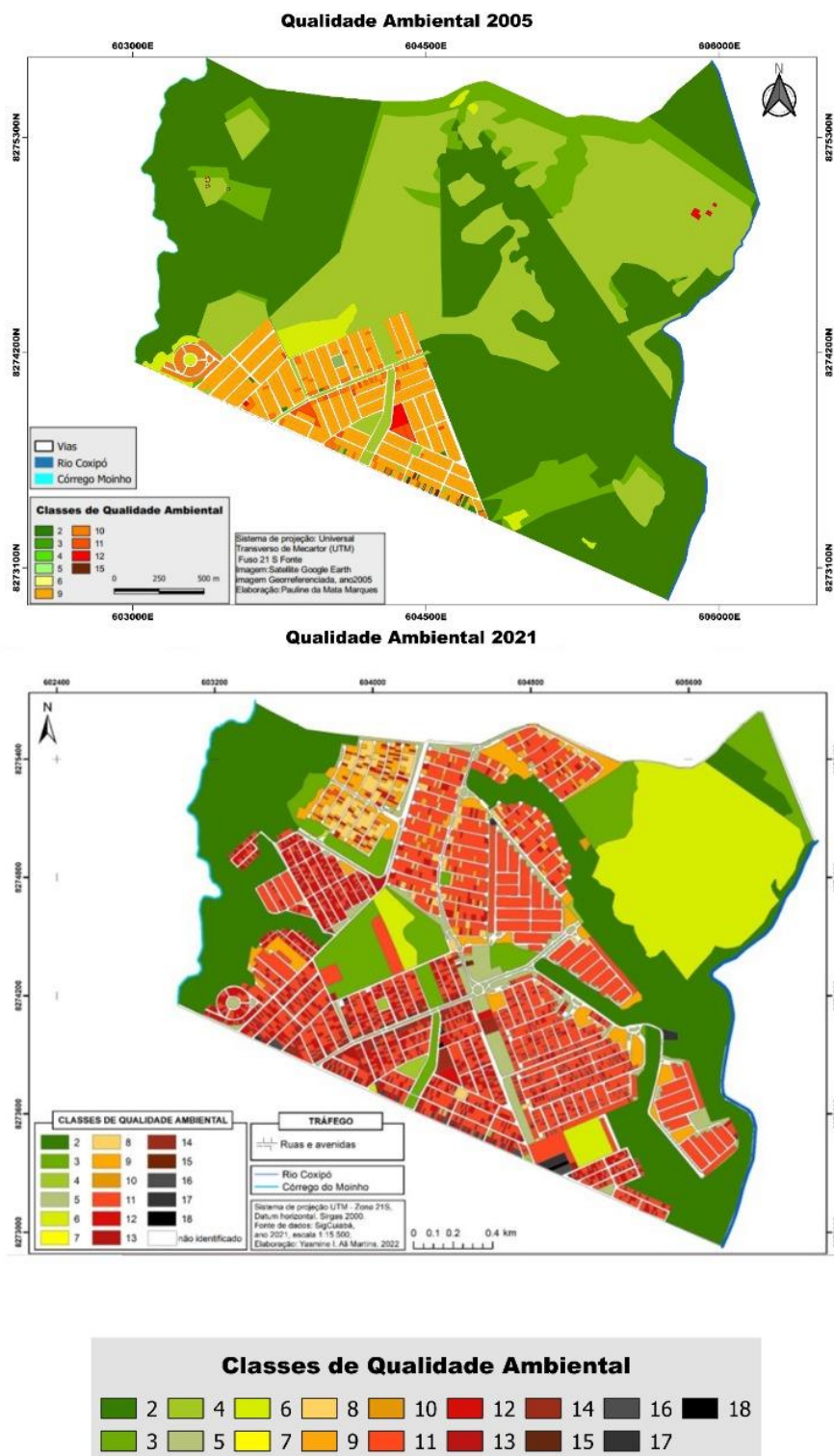


FIGURA 34 – Comparação das cartas de qualidade ambiental dos anos de 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

A Tabela 06 e a Figura 35 apresentam a área e o percentual referente a cada classe de qualidade ambiental nos anos de 2005 e 2021 e suas diferenças.

TABELA 06 - Comparação dos índices de qualidade ambiental da região de estudo entre 2005 e 2021

Classe	Área 2005 (m ²)	Área 2021 (m ²)	2005 (%)	2021 (%)	Diferença (%)
2	3.230.844	1.455.457,60	55,95%	25,21%	-30,74%
3	768.350,11	441.583,76	13,31%	7,65%	-5,66%
4	1.120.207,37	16.482,72	19,40%	0,29%	-19,11%
5	22.413,74	215.675,94	0,39%	3,74%	3,35%
6	80.926,85	819.632,53	1,40%	14,20%	12,80%
7	0,00	528,02	0,00%	0,01%	0,01%
8	0,00	127.560,95	0,00%	2,21%	2,21%
9	463.483,10	239.021,36	8,03%	4,14%	-3,89%
10	23.832,32	2.678,17	0,42%	0,05%	-0,37%
11	13.265,27	1.264.172,04	0,23%	21,89%	21,66%
12	7.649,68	408.881,73	0,13%	7,08%	6,95%
13	0,00	41.289,03	0,00%	0,72%	0,72%
14	0,00	46.386,86	0,00%	0,80%	0,80%
15	2.016,56	2.428,03	0,04%	0,04%	0,00%
16	0,00	10.091,00	0,00%	0,17%	0,17%
17	0,00	15.973,64	0,00%	0,28%	0,28%
18	0,00	2.963,48	0,00%	0,05%	0,05%
Não identificado	0,00	1.759,10	0,00%	0,03%	0,03%
Vias, Rio e Córrego	42.961,75	661.367,89	0,70%	11,45%	10,75%
TOTAL	5.773.934,78	5.773.934,78	100%	100%	

Em 2021, foram obtidas 17 (dezessete) classes de qualidade ambiental, 7 (sete) classes a mais que em 2005, os índices mostram a variação de 2 a 18 e que as combinações dos pesos com os resultados 1 e 19 não foram obtidos.

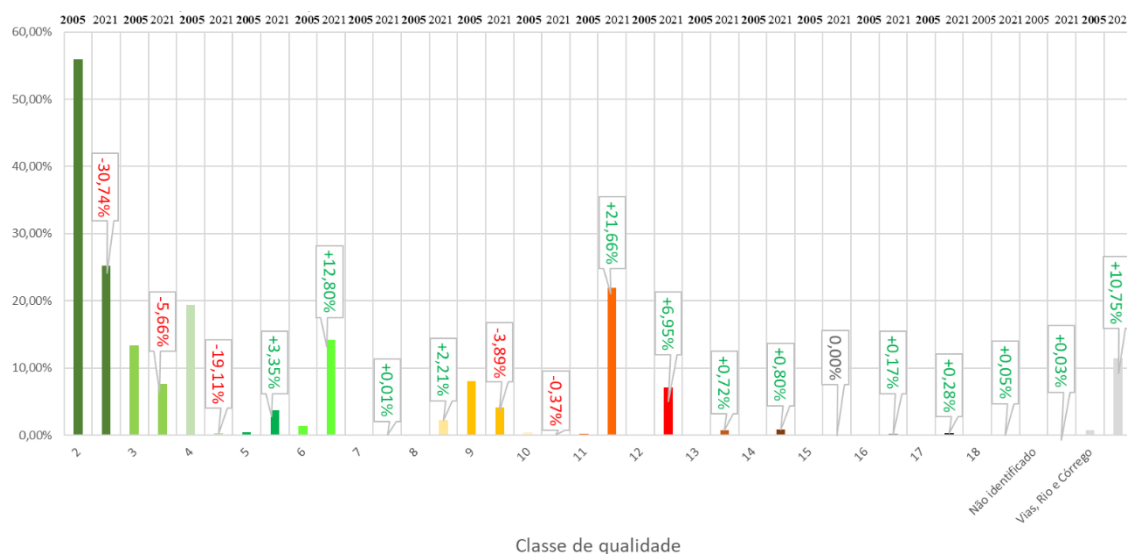


FIGURA 35 – Comparativo do percentual de cada área de classe de qualidade ambiental entre 2005 e 2021

Em 2005, a predominância era da melhor classe de qualidade, a classe 2, que é o cruzamento do uso do solo QA+1, de áreas para conservação e recreação em contato com a natureza, e cobertura da terra 2.1, de espaços não edificadas com vegetação arbórea contínua, contendo fragmento de floresta, visto que a área possui expressiva vegetação, principalmente ao redor dos cursos d'água.

A classe 2 possuía em 2005 o percentual de 55,95%, mas em 2021, este percentual caiu para 25,21%, ainda sendo o maior percentual da área, mas demonstrando a piora nos índices de qualidade, por conta do aumento de outras classes, das áreas construídas, impermeabilizadas, com a urbanização e construções.

A classe 3, considerada também um bom índice, que pode ser o cruzamento de QA+1 com 2.2, ou QA0 com 2.1, representava 13,31% da área em 2005, em 2021 diminuiu para 7,65%, demonstrando a diminuição de áreas verdes e permeáveis. Outras classes que sofreram um grande aumento e merecem destaque, são as classes de qualidade ambiental 6 e 11.

A classe de qualidade 6 possui lotes com duas configurações físicas que se diferem, mas resultando na mesma classe de qualidade, podendo ser lotes com uso QA-2, de atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais por elas prestados, e cobertura da terra 2.2, de espaços não

edificados com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea, mas também pode ser constituído pelo uso QA 0, de praças, jardins, terrenos baldios, e cobertura 2.4, de solo exposto. Esta classe subiu de 1,40% em 2005 para 14,20% em 2021.

Já a classe de qualidade 11, passou de 0,23% em 2005 para 21,89% em 2021, sendo neste último ano o segundo maior percentual encontrado. Esta classe representa a predominância dos lotes de uso QA-3, de uso residencial unifamiliar, e cobertura 1.1, de espaços edificados de até 4 pavimentos com área adjacente com vegetação.

Outros valores significativos encontrados em 2021 e que merecem destaque, são classes de qualidade 6, 3 e 12 que representam percentualmente, respectivamente a 14,20%, 7,65% e 7,08%, e que em 2005 eram, respectivamente, 1,40%, 13,31% e 0,13%. As outras classes aparecem em menor percentual, sendo encontradas em 2005, 10 (dez) classes, e em 2021, 17 (dezessete) classes.

As análises realizadas nas comparações entre 2005 e 2021 quanto ao uso do solo e à cobertura da terra constata os índices de qualidade ambiental apresentados nos dois anos. Classes de uso ruins com classes de cobertura ruins resultam em qualidade ruim, classes de uso boas com classes de cobertura boas, resultam em qualidade boa, porém, usos ruins podem comprometer boas coberturas, e vice-versa.

A determinação da qualidade ambiental urbana por meio do cruzamento das cartas temáticas com atribuição de pesos, conforme apresentado por Liberti e Nucci (2018), apresenta limitações quanto à interpretação das notas de qualidade. Apesar da carta de qualidade ambiental ser o resultado final e apresentar as áreas com melhores e piores índices de qualidade, muitos dados relevantes levantados nas cartas de uso e de cobertura da terra são perdidos, e merecem ser levados em consideração.

Portanto, o ideal é que a utilização e a análise da carta de qualidade ambiental urbana sejam feitas juntamente com as cartas temáticas de uso do solo e de cobertura da terra, identificando os aspectos individuais de cada carta, o motivo por resultarem naquele índice de qualidade, o uso de solo ou a cobertura que estão influenciando mais na qualidade ambiental da região, para melhor norteammento no planejamento urbano.

5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.2.1. Análise dos quadrantes

A área de estudo totaliza 5.773.934,78 m², quanto aos lotes, em 2005 a área apresentava 1.751 lotes e em 2021 este número de lotes subiu para 7447. Visto que esta área é bastante extensa, para facilitar a análise qualitativa, dividiu-se a área em 4 (quatro) quadrantes (Figura 36). Para melhor comparação, colocou-se os quadrantes do ano de 2005 e do ano de 2021 lado a lado.

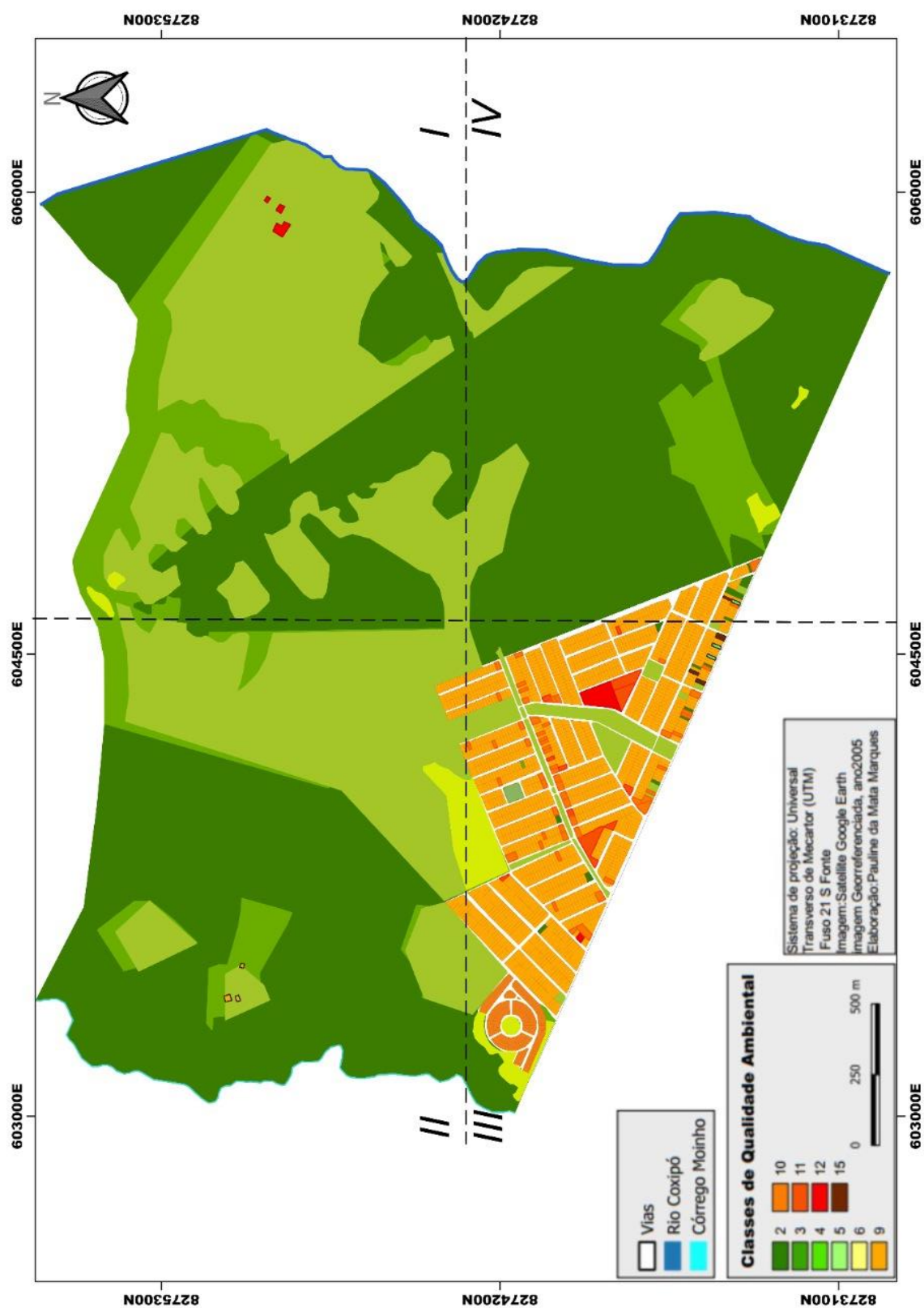


FIGURA 36 – Carta de qualidade ambiental de 2005 dividida em quadrantes

Os quadrantes foram divididos a partir do meio da área de estudo, correspondendo aos pontos colaterais: Nordeste (NE), Noroeste (NO), Sudoeste (SO) e Sudeste (SE). Observa-se que as pequenas áreas da divisão se diferem muito, algumas possuindo bons índices de qualidade ambiental, outras índices ruins. Portanto, além da análise geral da área de estudo, faz-se necessária a análise também de suas partes menores.

5.2.1.1. Quadrante I

O quadrante I (Figura 37) corresponde ao ponto colateral Nordeste (NE), sendo a porção superior direita do mapa da área de estudo mostrado na Figura 36 acima. No lado leste deste quadrante, há presença de um importante curso d'água, o rio Coxipó, e a predominância de boas classes de qualidade ambiental, em decorrência da grande área verde presente. De acordo com Valaski (2013), as áreas com vegetação melhoram a qualidade ambiental, visto que melhoram a infiltração das águas no lençol freático, reduzindo o escoamento superficial do solo. Na figura abaixo o quadrante I do ano de 2005 foi colocado ao lado do ano de 2021 para melhor comparação.

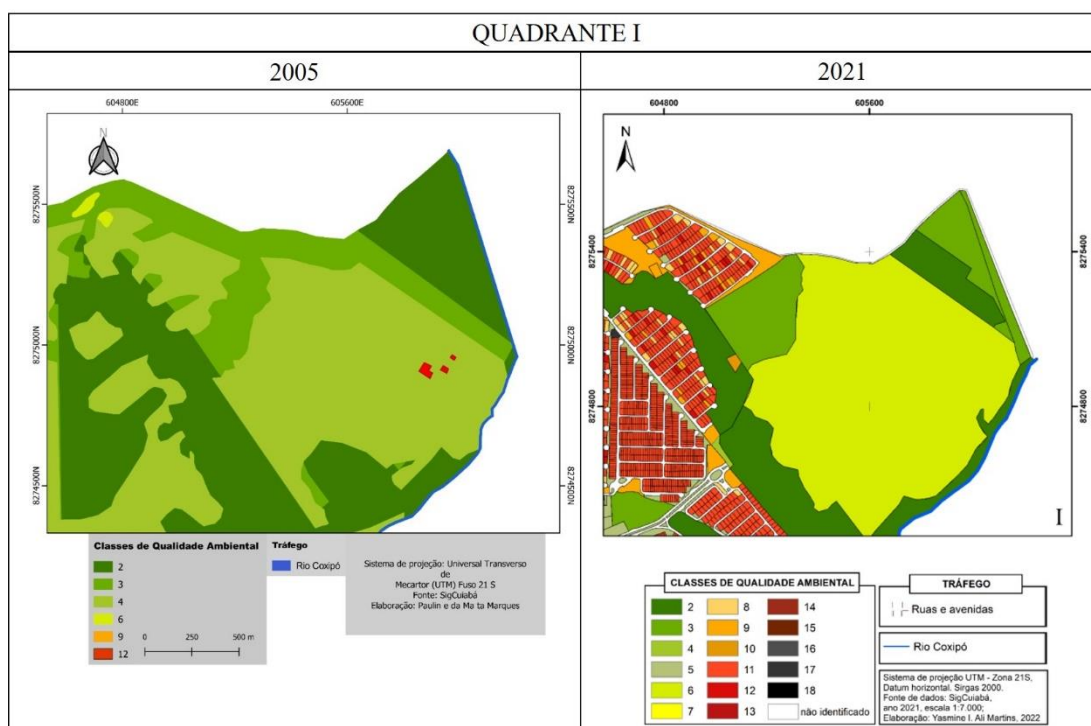


FIGURA 37 – Primeiro quadrante em 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

Em 2005, observa-se a predominância das classes de qualidade ambiental 2, 3 e 4. Conclui-se que este quadrante, no ano de 2005, apresentava a predominância de boas classes de qualidade ambiental, diferente do mapeamento referente ao ano de 2021, onde se observa a presença de vários outros tipos de classes, algumas ruins.

Além das classes 2, 3, 4, 6, 9 e 12, há as classes 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, e alguns tipos de usos não identificados. Percebe-se, o surgimento de usos que pioram os índices de qualidade ambiental, decorrente do grande crescimento urbano e consequente retirada de áreas verdes da região, que impermeabilizaram o solo. Além disso, em 2021 também estão consolidados condomínios horizontais, e o aumento das vias e áreas impermeabilizadas no geral.

De acordo com as Figuras 17 a 23 apresentadas, e também a análise das cartas de qualidade ambiental (Figura 36), a classe 2, encontrada em uma extensa área em ambos os anos, resulta da combinação da classe de uso QA+1 (áreas para conservação e recreação em contato com a natureza), e a classe de cobertura 2.1 (espaços não edificados com vegetação arbórea contínua, contendo fragmento de floresta). Portanto,

este quadrante possui a maior parte composta por uma boa classe de qualidade ambiental, principalmente em 2005, visto que essa classe representa o melhor índice.

A classe 3, que também é encontrada em uma extensa área nos dois anos, é composta pela classe de uso QA+1 e classe de cobertura 2.2 (espaços não edificadas com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea). Porém, esta classe de qualidade ambiental pode ser também a junção de QA0, uso de recreação, e 2.1, cobertura da terra por espaços não edificadas com vegetação arbórea contínua. Observa-se que com as construções presentes em 2021, esta classe, e a classe 2, foram comprometidas, dando lugar principalmente às classes 11, 12 e 13.

Já a classe de qualidade 6 é a combinação da classe de uso do solo QA-2 (atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais por elas prestados), com a classe de cobertura da terra 2.2. Em 2005 esta classe está pouco presente, mas em 2021 houve um considerável aumento, visto que a área virou o espaço para eventos ao ar livre “Estância Tio Ito”. O uso do solo que em 2005 era QA0 e QA-1 neste espaço, se transformou em QA-2, demonstrando uma leve piora, em decorrência do desmatamento de vegetação nativa.

A menor classe encontrada neste quadrante no ano de 2005 corresponde a classe de qualidade ambiental 12, que pode ser resultante de QA-5 com as coberturas 1.1 e 1.2, a classe QA-6 com a cobertura 2.5, QA-7 com 2.4, QA-9 e 2.3, QA-10 e 2.2, e por fim, a classe de uso do solo QA-12 com a classe de cobertura da terra 2.1. Ela também é encontrada em 2021, em uma área muito maior.

Observa-se em 2021 a forte presença da classe de qualidade 11, que é considerada intermediária no que se refere à qualidade ambiental, uma vez que representa como uso do solo a classe QA-3, residencial unifamiliar de edificações até 4 pavimentos, e de cobertura da terra 1.1, edificação de até 4 pavimentos com área adjacente com vegetação. Em 2021, com a presença de parte do Condomínio Belvedere I, pode-se atribuir o aumento desta classe a ele.

A classe 12 também merece destaque, sendo observada principalmente nos condomínios Rio Coxipó e Rio São Lourenço, com configuração de casas geminadas. Esta classe é o cruzamento de QA-3 com a cobertura 1.2, de edificação de até 4

pavimentos com área adjacente sem vegetação. Áreas não vegetadas e permeáveis em lotes, além de piorarem os índices de qualidade ambiental, desrespeitam as leis, devendo haver, portanto, fiscalização na hora de se aprovar e construir projetos dos condomínios.

Com base nas classes identificadas e na observação do mapeamento, considera-se que na região do quadrante I em 2005 predominam ótimos índices, com extensa área verde, respeito à APP presente e pouca área construída. O Código Florestal (Lei 12.651/2012) delimita como APP as larguras mínimas ao redor de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular.

Para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura, como o caso do Rio Coxipó, a área de preservação permanente deve ser de no mínimo 50 (cinquenta) metros. Nos quadrantes que mostram o rio Coxipó e o córrego do Moinho, observa-se que as construções estão respeitando o Código Florestal.

Em 2021 predominam as classes de qualidade 2, 3, 6 e 11. Visto que, as maiores extensões pertencem às classes 2, 3 e 6, pode-se concluir que esse quadrante possui em boa parte da área boas classes de qualidade ambiental. Porém, ao observar os mapas referentes aos dois anos, estas áreas que contribuem na melhoria da qualidade ambiental diminuíram consideravelmente em comparação ao ano de 2005, principalmente com o surgimento dos condomínios horizontais na área.

5.2.1.2. Quadrante II

O quadrante II (Figura 38) corresponde ao ponto colateral Noroeste (NO), sendo a porção superior esquerda do mapa da área de estudo do ano de 2005.

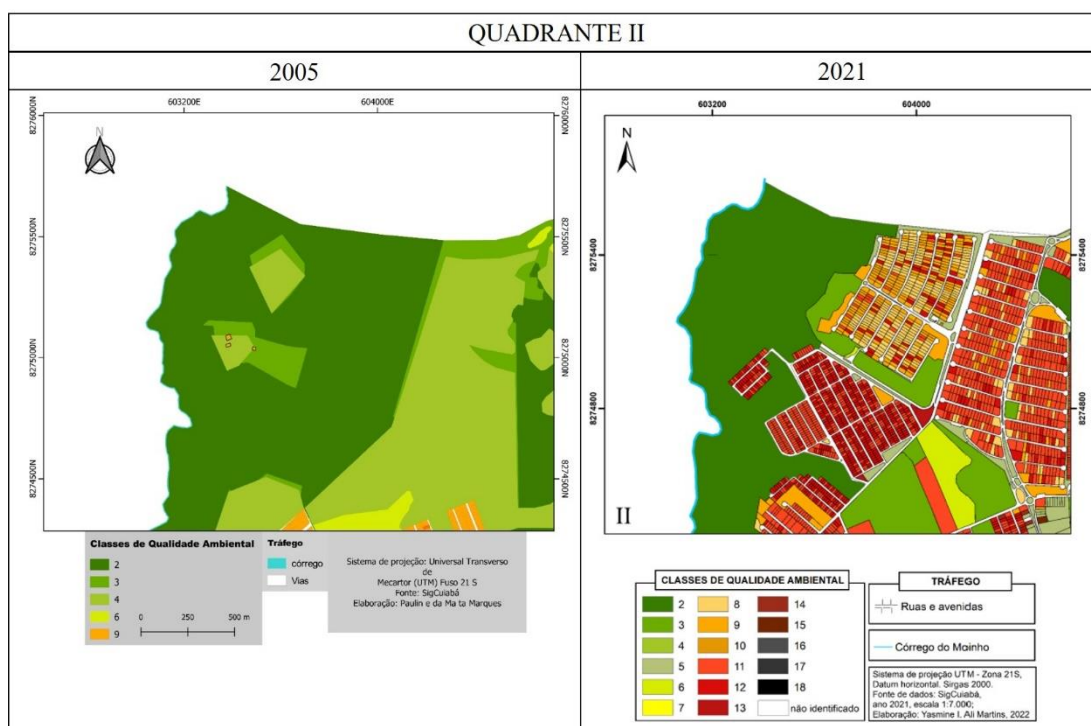


FIGURA 38 – Segundo quadrante em 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

No quadrante II há também um curso d'água, o córrego do Moinho, que contribui com bons índices em sua área de APP, pertencente à classe 2, em 2005 também havia as classes 3 e 4 nesta região, predominando as melhores classes. As classes 6 e 9 estão presentes em menor extensão, quase não havendo índices ruins. Pode-se concluir, portanto, que em 2005 este quadrante apresentava o melhor índice de qualidade ambiental da área de estudo, o que também mudou em 2021.

Em 2021, principalmente em decorrência do surgimento dos condomínios horizontais Belvedere I e II, Residencial Maria de Lourdes, parte do Condomínio Chapada dos Colibris, e as demais construções, a qualidade ambiental foi comprometida, e pode-se observar a presença de classes ruins de qualidade ambiental.

O índice de qualidade ambiental 11 está presente principalmente no Belvedere I, como mostrado na análise do quadrante I, que é a intersecção da classe QA-3, de uso residencial com edificações de até 4 pavimentos, com a classe de cobertura 1.1, de edificação de até 4 pavimentos com área adjacente com vegetação.

O Condomínio Belvedere II, um condomínio novo na região, também possui alguns lotes nesta classe, mas, com lotes ainda vazios, classificados com a cobertura da terra de solo exposto (2.4), há predominância da classe 9, e também 8, com os terrenos que não estão construídos, mas possuem cobertura herbácea, arbustiva (2.3). A mudança da cobertura de terra que ocorreu entre estes dois anos, além dos usos que mudaram, resultam numa piora da qualidade ambiental ao longo dos anos.

Observa-se também, que no Residencial Maria de Lourdes e o Recanto Salvador presentes neste quadrante, predominam a classificação de qualidade ambiental 12, resultado de QA-3 com a classe de cobertura 1.2, a qual define-se como área adjacente impermeabilizada e sem vegetação, desrespeitando a legislação, e contribuindo na piora da qualidade e conseqüentemente de problemas de cunho ambiental decorrentes desta impermeabilização total do solo.

Portanto, conclui-se que o quadrante II, que possuía as melhores classes de qualidade ambiental em 2005, sofreu uma intensa piora em 2021, em decorrência dos condomínios horizontais e demais construções, principalmente as que desrespeitam as leis e impermeabilizam totalmente o lote.

5.2.1.3. Quadrante III

No quadrante III, no ano de 2005, mostrado na Figura 39, observa-se que já não há predominância das menores classes de qualidade ambiental que representam os melhores índices, como nos quadrantes I e II. Este quadrante corresponde ao ponto colateral Sudoeste (SO) da rosa dos ventos, a oeste deste está presente o córrego do Moinho, e nele predominam construções consolidadas.

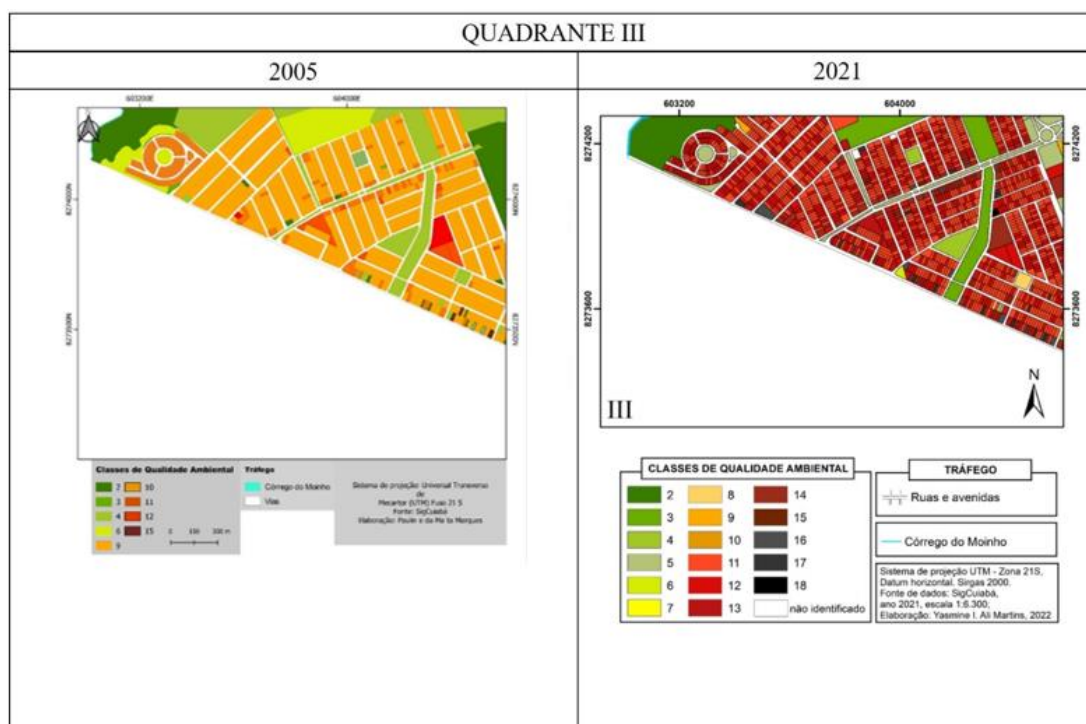


FIGURA 39 – Terceiro quadrante em 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

Neste quadrante predominam classes ruins de qualidade am ambos os anos, as boas classes estão presentes na área de APP, nos canteiros públicos e em outras poucas áreas. Em 2005, predomina a classe de qualidade ambiental 11, a sobreposição da classe de uso QA-3 e a classe de cobertura 1.1, sendo composta, portanto, por residenciais unifamiliares, com área adjacente com vegetação. Havia muitas residências em 2005, o pequeno Condomínio Recanto, além de pequenos comércios, QA-6, atribuído à classe 10.

Em 2021 surgiram alguns condomínios horizontais menores, como o Condomínio Passaredo e o Condomínio Gileade, mas observa-se que as classes 10 e 11 foram dando lugar às classes 12 e 13, piorando os índices na área, visto que a cobertura do solo destas classes é de edificações de área adjacente impermeabilizada sem vegetação. Os comércios menores foram dando lugar aos médios e maiores, especialmente na Avenida das Torres onde além desta estão presentes outros lotes com usos comerciais e industriais, e classes de qualidade 14, 15, 16 e 17.

A classe de qualidade ambiental 14 corresponde à combinação da classe de uso QA-6, de serviços e comércios de pequeno porte de até 1.500m² de área construída, e cobertura da terra 1.2, área adjacente impermeabilizada e sem vegetação, por exemplo. Portanto, boa parte das casas presentes em 2005 deram lugar a comércios em 2021, e a área que antes era vegetada, passou a ser impermeabilizada, sem vegetação, piorando a classe de qualidade ambiental ao longo dos anos.

Na Avenida das Torres, uma das principais desta região, também foi identificado um lote onde funciona uma academia de ginástica e, por isso, foi classificado na classe de uso QA-7, de serviços e comércio de médio porte, até 7.500 m², e cobertura da terra na classe 1.2, área impermeabilizada e sem a presença de vegetação, obtendo, portanto, o índice de qualidade ambiental 15, representado pelo tom mais escuro na escala do marrom, um índice ruim, e que não foi encontrada em 2005.

Em 2021, observa-se a consolidação das construções nesta área, e o comprometimento das classes que contribuem na melhoria dos índices de qualidade ambiental com a diminuição das áreas verdes. A região sofreu uma piora na qualidade, em decorrência do aumento e do surgimento de classes com maiores números.

A presença de vegetação interfere no microclima do local, a permeabilidade do solo diminui enchentes, escoamento superficial, melhora o abastecimento do lençol freático, além de diminuir fenômenos como ilhas de calor urbanas, reduzindo a temperatura, entre inúmeros outros benefícios. Portanto, a retirada de áreas verdes, da vegetação dos lotes, é preocupante e deve ser combatido.

Na área também estão presentes as classes 10 e 12, considerados índices que pioram a qualidade. Os lotes que apresentaram maiores números, equivalentes a classificações com piores qualidades, apresentam ausência de vegetação e usos considerados agressivos e poluentes ao meio ambiente, como as atividades industriais, por exemplo.

5.2.1.4. Quadrante IV

Por último, o quadrante IV, que representa o ponto colateral Sudeste (SE), no ano de 2005 (esquerda) e no ano de 2021 (direita) na Figura 40.

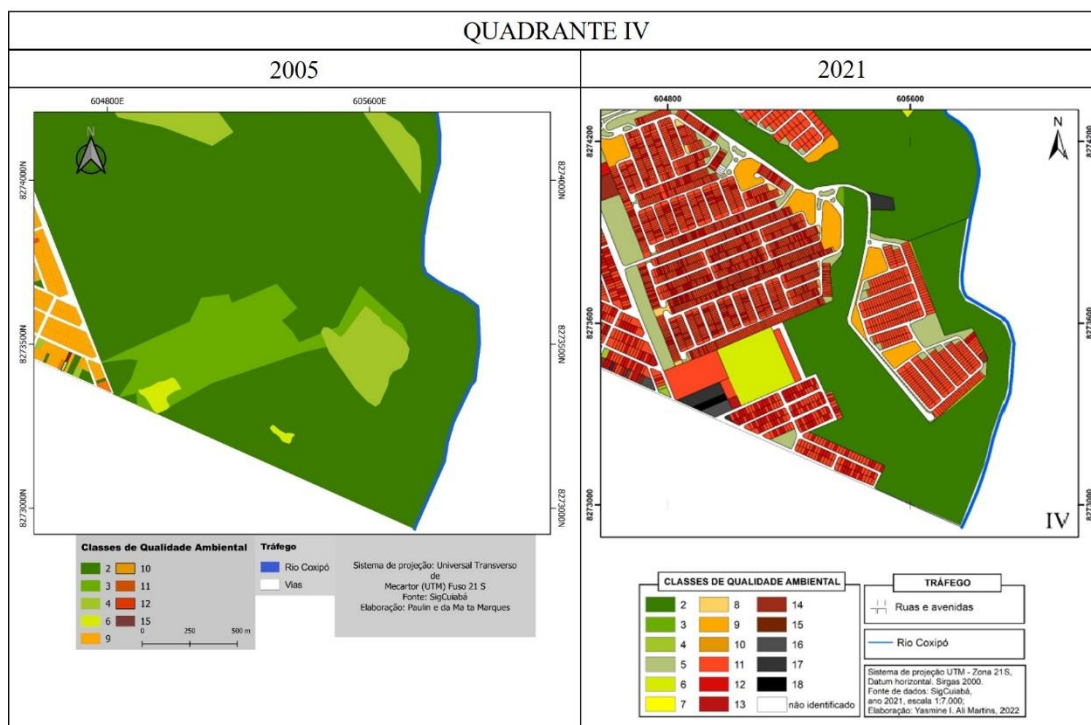


FIGURA 40 – Quarto quadrante em 2005 e 2021

FONTE: Adaptado de Martins (2022)

O quadrante IV em 2005 possuía uma extensa área verde, correspondente especialmente às classes de melhores índices, 2, 3 e 4, e presentes principalmente próximos ao rio Coxipó, respeitando a APP. Em 2021 estas boas classes diminuíram em decorrência dos condomínios horizontais que surgiram na região, sendo eles de configuração geminada e com lotes sem vegetação, totalmente impermeabilizados, como os Condomínios Rio São Lourenço, Rio Claro, Rio Manso, Rio Jangada, Rio Cachoeirinha e Reserva Rio Cuiabá, com as classes de qualidade 11, 12 e 13 predominantes.

A classe 10 presente em 2005, foi dando lugar à classe 14 em 2021, também demonstrando a transformação de casas em comércios, e de coberturas da terra vegetadas em sem vegetação. Mas nenhuma substituição se compara ao grande

desmatamento que ocorreu nesta região com a construção dos condomínios horizontais desprovidos de vegetação em seus lotes, piorando expressivamente a qualidade ambiental.

Além disso, há a presença de usos comerciais e também um lote industrial pertencente à Cervejaria Louvada, que corresponde a classe de qualidade 18, considerada a pior qualidade na área em 2021, possuindo a classe de uso do solo QA-13, de atividades industriais de nível 4. Em 2005 não foram identificados usos industriais na área. Estes usos são incompatíveis e pioram os índices de qualidade ambiental. Em pequenas extensões, também estão presentes as classes 9, 10, 12 e 15, as últimas correspondendo a índices ruins de qualidade ambiental.

Todavia, em 2021 a APP continua sendo respeitada, o espaço edificado que mais se aproxima do rio está a cerca de 60,54 metros de distância, estando de acordo com a legislação vigente. Visto que foi notada a crescente urbanização nesta região, o grande crescimento de condomínios horizontais, e o surgimento de indústrias, é importante haver fiscalização para a preservação da APP em torno do rio Coxipó e córrego do Moinho e o correto descarte de lixo e demais poluentes. Além disso, deve-se cobrar o cumprimento da legislação nos lotes sem vegetação, especialmente os dos condomínios.

5.2.2. Análise Estatística Descritiva Unidimensional

Após o mapeamento das cartas temáticas de uso do solo e cobertura da terra, e o cruzamento destas que resulta na carta de qualidade ambiental urbana, seguidos pelos percentuais, tabelas, gráficos e análises apresentadas individualmente, referentes aos anos de 2005 e 2021 e a comparação entre eles, torna-se necessária a comprovação também por métodos estatísticos.

Neste tópico será realizada a análise estatística descritiva unidimensional, visando verificar se a média de cobertura da terra e de uso de solo são significativamente diferentes, em relação a cada lote/subárea da área de expansão de Cuiabá, com as variáveis deste estudo delineadas na Figura 41.

Variáveis	Natureza da Variável
FID	Qualitativa de identificação
Cobertura da terra	Qualitativa ordinal
Uso do solo	Qualitativa ordinal

FIGURA 41 – Variáveis selecionadas para o estudo estatístico

FONTE: MARTINS, 2022

Foi realizada uma recategorização, com o objetivo de transformar as variáveis qualitativas ordinais em quantitativas. Para isso, substituiu-se cada categoria das variáveis por notas que representassem a qualidade ambiental de determinado lote. O resumo dessa reclassificação pode ser encontrado nas Figuras 42 e 43 a seguir.

Cobertura da terra	Peso
2.1	1
2.2	2
2.3	3
2.4	4
1.1	5
1.2	6
1.3	7
2.5	8
1.4	9
1.5	10
1.6	11
1.7	12
1.8	13

FIGURA 42 – Reclassificação da variável cobertura da terra

FONTE: MARTINS, 2022

Vale lembrar que dentre as classes de uso da terra, as encontradas em 2005 são: 2.1, 2.2, 2.4, 1.1 e 1.2. E em 2021 as classes encontradas são: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 1.1 e 1.2. Quanto às classes de uso do solo, em 2005 são encontradas: QA+1, QA0,

QA-1, QA-3, QA-5, QA-6, QA-7, QA-10, e em 2021: QA+1, QA0, QA-1, QA-2, QA-3, QA-5, QA-6, QA-7, QA-9, QA-10, QA-12, QA-13, e houveram usos não identificados.

Uso do solo	Peso
QA+1	1
QA 0	2
QA-1	3
QA-2	4
QA-3	5
QA-4	6
QA-5	7
QA-6	8
QA-7	9
QA-8	10
QA-9	11
QA-10	12
QA-11	13
QA-12	14
QA-13	15

FIGURA 43 – Reclassificação da variável uso do solo

FONTE: MARTINS, 2022

Nas análises estatísticas referentes ao ano de 2005, foram extraídos os dados de uso do solo e de cobertura da terra do mapeamento no QGIS, exportando-os para o Excel e os organizando por meio de tabelas. Esses dados foram passados para software Matlab, onde foram organizados e também atribuídos números para cada classe de uso do solo. Os números foram organizados em uma tabela, dados de números para o eixo x, e também para o eixo y, com os respectivos valores de uso do solo. Foi realizada a distribuição de frequências de usos do solo em 2005 e comparada com o ano de 2021.

Para o ano de 2021, foi realizada a padronização das variáveis, com o objetivo de deixá-las entre o intervalo [0,1], para não serem perdidas informações e tornar a comparação entre as médias mais justa. Foi utilizado o teste não-paramétrico de postos sinalizados (teste de Wilcoxon), para comparar as médias entre as diferentes variáveis.

Os p-valores menores que 0,05 são considerados estatisticamente significativos (bicaudais), sendo o R versão 4.2.0. o software utilizado em seu estudo para a análise estatística.

Em 2005, observa-se que 1.639 (93,60%) dos lotes da área estão em QA-3, demonstrando maior uso residencial unifamiliar, seguido por QA-5 e QA0, como mostra a Figura 44 e a Tabela 05.

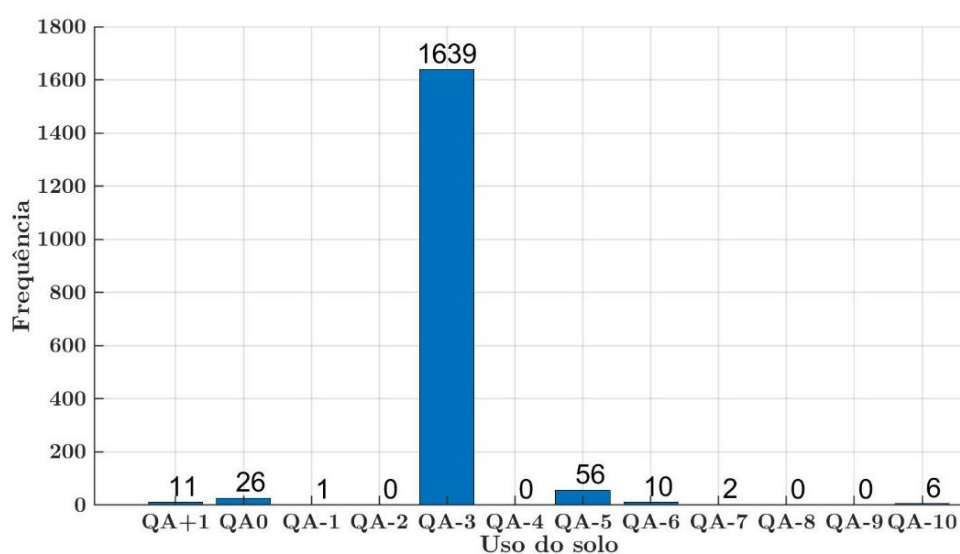


FIGURA 44 – Distribuição de usos do solo no ano de 2005

Com relação ao uso do solo em 2021, 6.973 (93,64%) foram classificados como QA3, também o maior percentual encontrado no ano, mas com um número muito maior de lotes em comparação com 2005, como mostra a Figura 45 e a Figura 46.

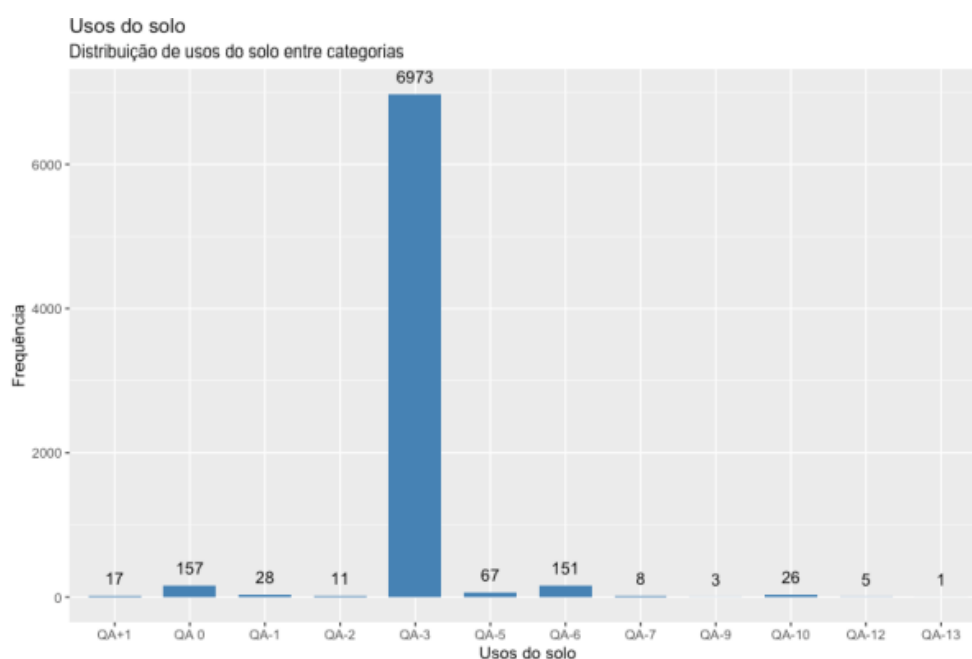


FIGURA 45 – Distribuição de usos do solo no ano de 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Observando os gráficos de ambos os anos, nota-se que a maior concentração dos lotes encontra-se na classe de uso do solo QA-3, portanto, o maior uso permaneceu residencial ao longo dos anos na região. A Tabela 05 e a Figura 46 comprovam tal informação.

TABELA 05 – Frequência relativa das categorias de uso do solo em 2005

Uso do Solo	Valor Absoluto	Frequência Relativa (%)
QA+1		0.628
QA0	26	1.4849
QA-1	1	0.057
QA-2	0	0
QA-3	1639	93.6
QA-4	0	0
QA-5	56	3.19
QA-6	10	0.57
QA-7	2	0.114
QA-8	0	0
QA-9	0	0
QA-10	6	0.3427

Nas tabelas de frequência de ambos os anos o uso QA-3 encontra-se na maioria dos lotes, seguido por classes de usos comerciais, e uma pequena minoria de usos industriais. Vale ressaltar que em 2021 também houveram usos não identificados, que não foram contabilizados.

Uso do solo	N	%
QA-3	6973	93,64
QA 0	157	2,11
QA-6	151	2,03
QA-5	67	0,90
QA-1	28	0,38
QA-10	26	0,35
QA+1	17	0,23
QA-2	11	0,15
QA-7	8	0,11
QA-12	5	0,07
QA-9	3	0,04
QA-13	1	0,01

N - frequência.

FIGURA 46 – Frequências relativas das categorias de uso do solo no ano de 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Contudo, deve-se ter cautela ao utilizar este método, pois, o mesmo exporta dados referentes a lotes demarcados no QGIS, ou seja, as áreas de QA+1, QA0, por exemplo, contam com poucos números de demarcações, mas representam uma área e percentual muito maior que a classe QA-3. A análise estatística deve sempre estar alinhada à análise dos mapas.

5.2.3. Análise de Cluster

A análise de cluster (ou clustering) neste trabalho consistiu em agrupar os lotes a partir de suas características das classes de uso do solo e das classes de cobertura da terra, onde lotes com características parecidas fiquem no mesmo grupo (cluster) e lotes de diferentes grupos sejam mais diferentes o possível.

Por exemplo, lotes com boas classes de qualidade ambiental pertencem a um mesmo cluster, de qualidade média em outro, lotes com classes prejudiciais a qualidade ambiental em outro cluster, e assim por diante. Este agrupamento pode ser realizado de diversas formas, dependendo do tipo de variável, do critério usado para avaliar a diferença entre os indivíduos, entre outros fatores. Neste trabalho, agrupou-se utilizando o critério de classes boas, médias e ruins, em relação à qualidade ambiental urbana.

O uso do solo e a cobertura da terra são dois fatores que são mensurados em categorias e possuem uma hierarquia entre eles. Por exemplo, lotes classificados com uso do solo QA+1 possuem uma qualidade ambiental melhor que lotes classificados como QA0 ou outras classes.

Por conta da variação das características, pode-se classificá-la usando pesos que refletem essa relação, representados por números, e utilizar algum algoritmo de “clusterização”. A vantagem de trabalhar com variáveis numéricas é a amplitude de algoritmos usados com esse tipo de variável, neste trabalho se utilizou o algoritmo K-Means.

5.2.3.1. *K-Means Clustering*

Com o algoritmo K-means pode-se dividir todas as observações em K grupos (clusters) distintos, no qual cada observação pertence ao grupo de média (chamada muitas vezes de centróide) mais próxima a ela. Outro critério a ser definido é o número K de clusters que todas as observações serão agrupadas.

Uma forma de encontrar a quantidade de grupos é utilizando o gráfico de cotovelo (elbow plot), que mostra a variância dos dados em relação à quantidade de clusters analisadas. O objetivo é atingir a menor variância com o menor número de cluster possível. O gráfico cotovelo (Figura 47) foi elaborado a partir da utilização dos dados dos lotes.

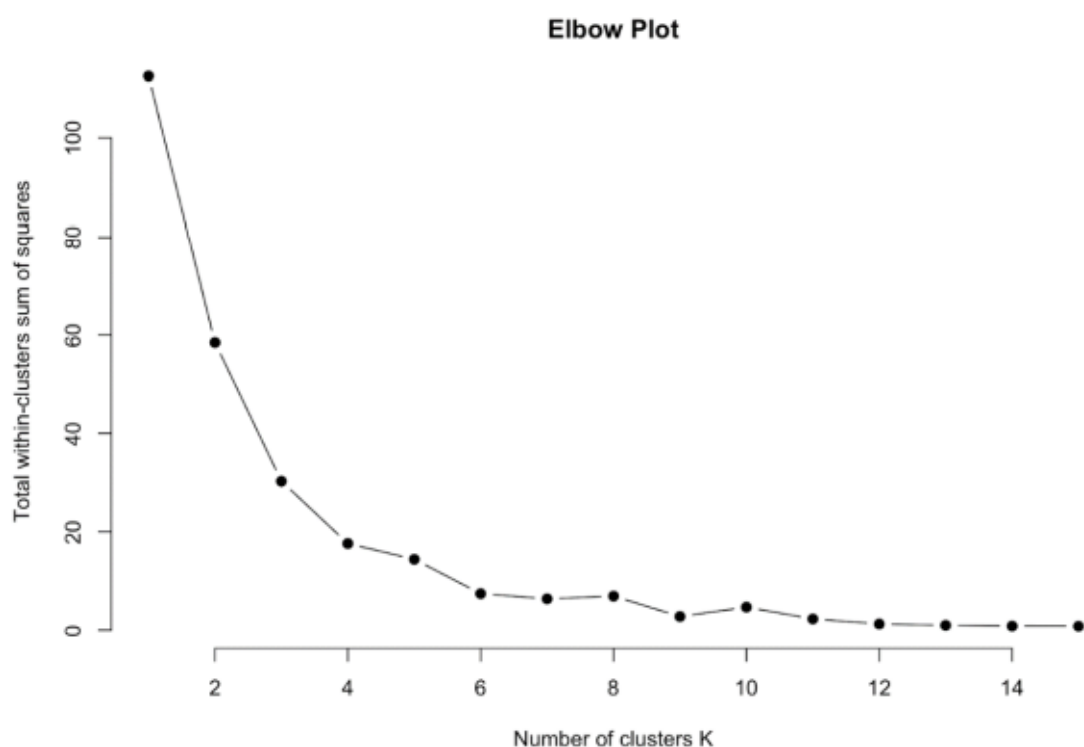


FIGURA 47 – Gráfico cotovelo no ano de 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Observa-se que a variância vai diminuindo quando o número de clusters aumenta. Mas a partir de 3 (três) clusters, a variância diminui menos, sendo quase constante a partir de 4 (quatro). Portanto, para o ano de 2005, os clusters foram limitados em 3 (três), visto que a quantidade de informações e classes era menor, em comparação com 2021, onde limitar o número de clusters em 4 (quatro) mostrou-se a alternativa mais viável. A Figura 48 mostra a distribuição dos lotes em relação ao uso do solo e cobertura da terra no ano de 2005.

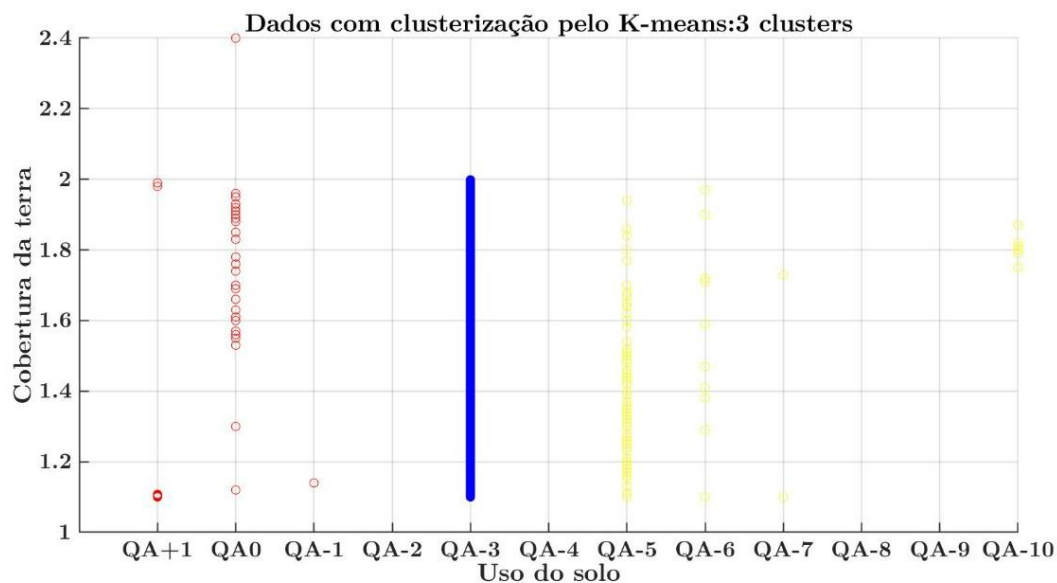


FIGURA 48 - Distribuição dos lotes em relação ao uso do solo e cobertura da terra no ano de 2005

Em 2005 foram mantidos 3 (três) clusters. O cluster 1 está representado com a cor vermelha, o cluster 2 com a cor azul e o cluster 3 com a cor amarela. Não houveram classes muito prejudiciais, que pertenceriam ao cluster 4. A Figura 49 mostra a distribuição dos lotes em relação ao uso do solo e cobertura da terra no ano de 2021.

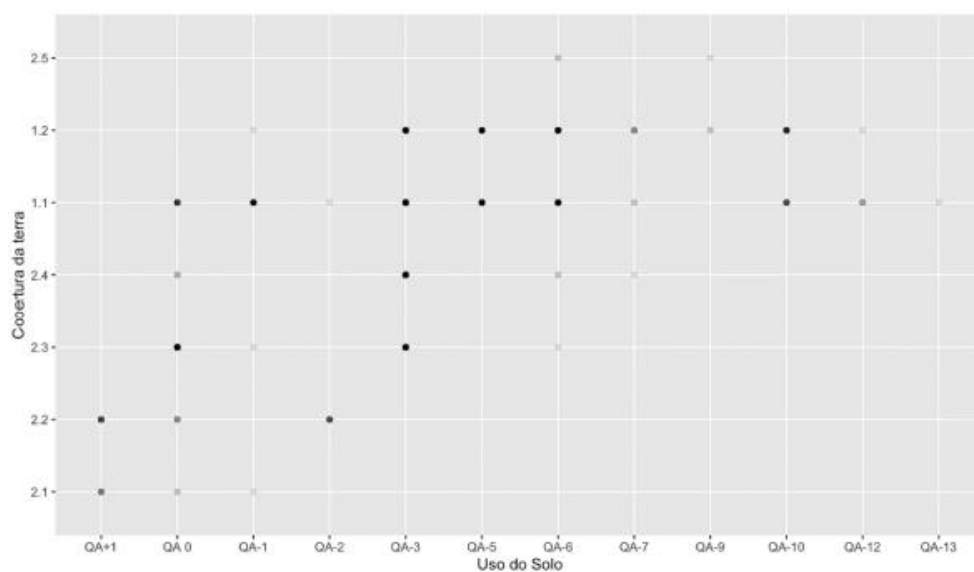


FIGURA 49 – Distribuição dos lotes em relação ao uso do solo e cobertura da terra no ano de 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Em 2021 foram estabelecidos 4 (quatro) clusters. O cluster 1 na cor vermelha, o cluster 2 na cor verde, o cluster 3 na cor azul, e o cluster 4, presente neste ano, na cor roxa. A Figura 50 mostra a distribuição dos lotes pelos quatro grupos separados, realizado pelo algoritmo K-means para o ano de 2021.

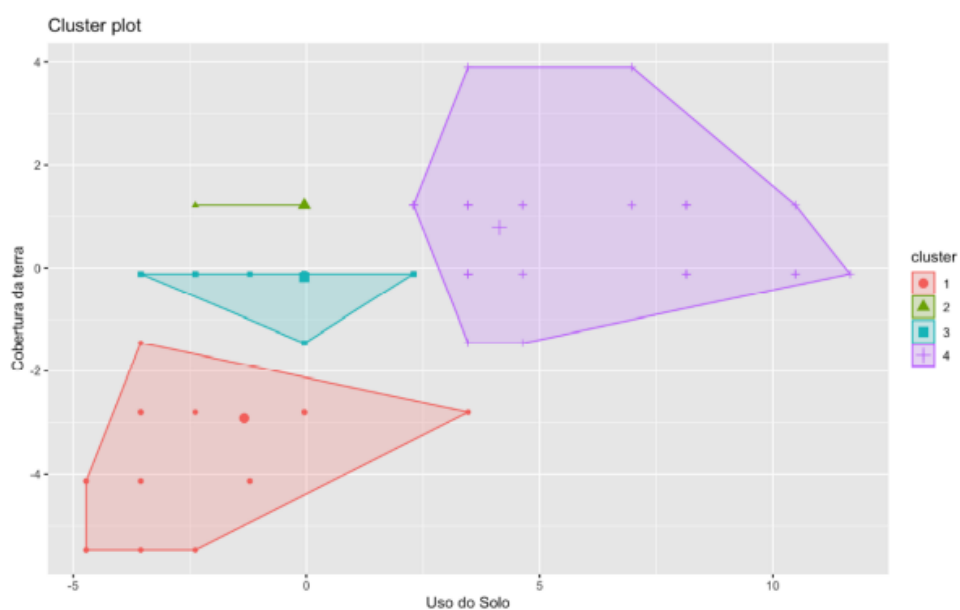


FIGURA 50 – Distribuição dos lotes e seus respectivos *clusters* no ano de 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Observando as figuras e as classes de uso e de cobertura, conclui-se que quanto mais à direita o lote se encontra, pior a classe de qualidade ambiental em relação ao uso do solo, e quanto mais acima, pior em relação à cobertura da terra, visto que as classes vão piorando à medida que vão nessas direções.

Em 2005 (Figura 48), pela menor quantidade de lotes e também de combinações entre usos do solo e cobertura da terra, os pontos ficaram menos dispersos, demonstrando que cada classe de uso em um grupo possuía características semelhantes em relação à cobertura da terra. A maioria dos lotes encontra-se nas classes boas e médias, seja de uso ou cobertura.

Já em 2021 (Figura 49 e 50), observa-se maior dispersão dos pontos, e ainda vários pontos no canto inferior esquerdo e no meio da figura, mas é notável o aumento de pontos no canto superior direito, representando piora dos usos e consequentemente da qualidade ambiental. Porém, ambos os anos apresentam predominância de bons e médios usos.

Vale ressaltar que, em 2005, as classes de uso do solo identificadas foram: QA+1, QA0, QA-1, QA-3, QA-5, QA-6, QA-7 e QA-10, e as classes de cobertura da terra: 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 e 2.4. Em 2021, as classes de uso do solo mapeadas foram: QA+1, QA0, QA-1, QA-2, QA-3, QA-5, QA-6, QA-7, QA-9, QA-10, QA-12 E QA-13, e as de cobertura da terra: 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5. Em 2005, portanto, foram identificadas 8 (oito) classes de uso do solo e 5 (cinco) classes de cobertura da terra, e em 2021, 12 (doze) classes de uso e 6 (seis) de cobertura.

No cluster 1 referente a 2005, estão os lotes das classes de uso do solo QA+1, QA 0, QA-1, e as classes de cobertura da terra 2.4, 2.2 e 2.1. Em 2021 estão as classes de uso do solo QA+1, QA 0, QA-1, QA-2, QA-3 e QA-6, e classes de cobertura da terra 2.4, 2.3, 2.2 e 2.1. O cluster 2 em 2005 possui as classes de uso do solo QA-1, QA-3 e QA-4 e todos seus lotes são classificados na classe de cobertura da terra 1.2. No cluster 2 em 2021 ocorre o mesmo.

No cluster 3 em 2005, os lotes possuem classes piores de uso do solo, em comparação com o cluster 1, sendo elas as classes QA-5, QA-6, QA-7 e QA-10 com as classes de cobertura da terra 1.1 e 2.4. Em 2021 as classes de uso do cluster 3 são QA 0, QA-1, QA-2, QA-3 e QA-5, e cobertura da terra 1.1 e 2.4. Já o cluster 4, que está presente somente em 2021, possui os lotes com as piores classes em ambas as categorias. Os lotes possuem as classes de uso do solo QA-5, QA-6, QA-7, QA-9, QA-10, QA-12 e QA-13, e cobertura da terra 1.1, 1.2, 2.4 e 2.5.

5.2.3.2. Cluster 1

Os lotes do cluster 1 em ambos os anos possuem as melhores classes de qualidade ambiental, ou seja, as melhores classes de uso do solo e classes de cobertura da terra agrupadas. Os lotes deste cluster são classificados, segundo suas classes de

uso do solo, como: QA+1, "Conservação da natureza e recreação em contato com a natureza"; QA0, "Recreação e salvaguarda de bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico"; QA-1, "Atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais"; QA-3, "Residencial unifamiliar" e QA-6, "Serviço e comércio de pequeno porte".

Já a classificação dos lotes do cluster 1 com base na cobertura da terra são: 1.1, "Área adjacente com vegetação"; 1.2, "Área adjacente impermeabilizada e sem vegetação"; 2.1, "Vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta)"; 2.2, "Vegetação arbórea, arbustiva e herbácea"; 2.3, "Vegetação arbustiva e/ou herbácea e 2.4, "Solo exposto", em relação à cobertura da terra.

O cluster 1 é o segundo com menor quantidade de lotes, possuindo apenas 38 lotes em 2005 e 466 lotes em 2021. A Tabela 06 e a Figura 51 abaixo apresentam as contingências do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do cluster 1 em 2005, e 2021, respectivamente.

TABELA 06 - Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster* 1 em 2005

Cluster 1 - 2005 (38 lotes)			
Cobertura da terra	Uso do solo		
	QA+1	QA0	QA-1
1.1	9	1	1
1.2	0	13	0
2.1	2	11	0
2.4	0	1	0

Observa-se que no cluster 1 em 2005 predominam lotes com as combinações de uso QA0 e cobertura 1.2 e 2.1, que resultam em bons índices de qualidade.

Cobertura da terra	Uso do solo					
	QA+1	QA 0	QA-1	QA-2	QA-3	QA-6
2.1	6	2	1	0	0	0
2.2	11	5	0	10	0	0
2.3	0	135	1	0	291	1
2.4	0	3	0	0	0	0

N – Total 466 lotes

FIGURA 51 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster* 1 em 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Em 2021, predominam no cluster 1 lotes com uso QA-3 e cobertura 2.3, e uso QA0 com cobertura 2.3. Na tabela acima, são apresentadas as classes de uso do solo e de cobertura da terra presentes no cluster 1, e as notas resultantes de cada cruzamento. Nota-se que são presentes classes consideradas de bons usos e coberturas.

5.2.3.3. *Cluster 2*

Ao comparar o cluster 2 ao cluster 1, observa-se que este primeiro apresenta piores classes de qualidade ambiental, devido à presença das piores classes de cobertura da terra, mas, possui usos semelhantes ao cluster 1, que são considerados bons. Os usos dos lotes do cluster 2 são: QA-1, "Recreação e salvaguarda de bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico" e QA-3, "Residencial unifamiliar" em relação ao uso do solo.

Já as classes de cobertura da terra são: 1.1, "Área adjacente com vegetação"; 1.2, "Área adjacente impermeabilizada e sem vegetação"; 2.1, "Vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta)" e 2.2, "Vegetação arbórea, arbustiva e herbácea". A Tabela 07 resume as informações quanto ao cluster 2 no ano de 2005 e a Figura 52 no ano de 2021.

TABELA 07 - Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster* 2 em 2005

Cluster 2 - 2005 (1639 lotes)	
Cobertura da terra	Uso do solo
	QA-3
1.1	891
1.2	348
2.1	375
2.2	25

Em 2005, no cluster 2, a predominância é da classe de uso do solo QA-3 com cobertura da terra 1.1.

Cobertura da terra	Uso do solo	
	QA-1	QA-3
1.2	1	1711
N – Total 1712 lotes		

FIGURA 52 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster* 2 em 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Em 2021, a classe de uso QA-3 também predomina no cluster 2, mas com cobertura da terra 1.2, que representa área adjacente impermeabilizada e sem vegetação, comprovando o que foi constatado no mapeamento, em que as casas, que antes possuíam área adjacente com vegetação (classe de cobertura 1.1), aumentaram e passaram a ser totalmente impermeabilizadas. Nas tabelas acima, tem-se classe de cobertura da terra considerada ruim, que quando cruzada com as piores classes de uso neste cluster em ambos os anos, resulta em notas também ruins.

5.2.3.4. *Cluster* 3

No cluster 3 em 2021 há lotes com classificações de qualidade ambiental similares em relação ao uso do solo nos lotes do cluster 1, mas piores em relação à cobertura da terra. No ano de 2005 este cluster apresenta as piores classes de uso e cobertura presentes.

No uso do solo, os lotes do cluster 3 são classificados como: QA0, "Recreação e salvaguarda de bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico"; QA-1, "Atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais"; QA-3, "Residencial unifamiliar"; QA-5, "Serviço de pequeno porte com lotação de até 100 pessoas"; QA-6, "Serviço e comércio de pequeno porte"; QA-7, "Serviço e comércio de médio porte" e QA-10, "Atividade industrial nível 1" em relação ao uso do solo.

Quanto a cobertura da terra, são classificados como: 1.1, "Área adjacente com vegetação"; 1.2, "Área adjacente impermeabilizada e sem vegetação"; 2.1, "Vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta)"; 2.2, "Vegetação arbórea, arbustiva e herbácea" e "Solo exposto" em relação à cobertura da terra. A Tabela 08 e a Figura 53 resumem as informações descritas e contém a contingência dos lotes quanto ao uso e cobertura dos anos 2005 e 2021, respectivamente.

TABELA 08 - Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster* 3 em 2005

Cluster 3 - 2005 (74 lotes)				
Cobertura da terra	Uso do solo			
	QA-5	QA-6	QA-7	QA-10
1.1	6	1	1	0
1.2	41	5	0	0
2.1	9	4	1	6

No ano de 2005, o cluster 3 apresenta a classe de uso QA-5 e a classe de cobertura da terra 1.2 predominantes. Nele também aparecem os lotes de uso industrial, representando, portanto, classes de qualidade ambiental ruins.

Cobertura da terra	Uso do solo				
	QA 0	QA-1	QA-2	QA-3	QA-5
1.1	12	25	1	4736	37
2.4	0	0	0	235	0

N – Total 5046 lotes.

FIGURA 53 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster* 3 em 2021

FONTE: MARTINS, 2022

Em 2021, predomina a classe de uso QA-3 com a de cobertura 1.1, mostrando um índice intermediário. Observa-se nas tabelas acima, que no cluster 3 há a pior classificação de cobertura da terra em 2005, e estão presentes usos do solo considerados ruins, o cruzamento destes resulta em resultados também ruins. Porém, em 2021 há ainda usos bons, como QA0 e QA-1, trazendo bons índices para este cluster neste ano, porém, permanecendo intermediário no geral.

5.2.3.5. *Cluster 4*

O cluster 4 está presente somente no ano de 2021, onde possui usos piores que os encontrados em 2005, nele estão presentes os lotes classificados quanto ao uso do solo, como: "Serviço de pequeno porte com lotação de até 100 pessoas", "Serviço e comércio de pequeno porte", "Serviço e comércio de médio porte", "Serviço e comércio de grande porte", "Atividade industrial nível 1", "Atividade industrial nível 3", e "Atividade industrial nível 4".

Já em relação à cobertura da terra: "Área adjacente com vegetação", "Área adjacente impermeabilizada e sem vegetação", "Solo exposto" e "Solo bastante impermeabilizado" (Figura 54), sendo estas a piores classes de cobertura da terra encontradas no mapeamento da área.

Cobertura da terra	Uso do solo						
	QA-5	QA-6	QA-7	QA-9	QA-10	QA-12	QA-13
1.1	0	55	2	0	10	4	1
1.2	30	91	5	2	16	1	0
2.4	0	2	1	0	0	0	0
2.5	0	2	0	1	0	0	0

N - Total 223 lotes.

FIGURA 54 – Contingência do uso do solo e cobertura da terra dos lotes do *cluster 4*

FONTE: MARTINS, 2022

Observa-se que estão presentes neste cluster os piores tipos de uso presentes na região, em 2021, as piores coberturas da terra também estão nele, portanto, é o cluster que representa as piores classes para a qualidade ambiental urbana, as que merecem maior atenção e cautela no planejamento urbano, para não haver incompatibilidade de usos.

5.2.4. Considerações gerais das análises estatísticas

Por meio das análises estatísticas realizadas, no ano de 2005 e no ano de 2021, e a comparação entre ambos os anos, observa-se que o valor das medianas dos pesos que foram originados da variável de cobertura da terra diferem com significância estatística dos pesos da variável de usos do solo, em ambos os anos. Ao realizar a comparação entre os dois anos, observa-se o aumento dos pontos, visto que em 2021 há usos e coberturas que ainda não haviam em 2005, os lotes na região também aumentaram de maneira significativa.

O método que consistiu em agrupar os lotes em grupos (clusters), mostrou-se satisfatório, visto que resumiu as características de todos os lotes. Em 2005 e em 2021, foram organizados em um grupo com boa qualidade ambiental quanto ao uso do solo e cobertura da terra e em três grupos com qualidade ambiental semelhante em relação ao uso do solo, porém distintos na qualidade ambiental em relação à cobertura da terra.

Observando a análise estatística no geral, e também de cada cluster, comprova-se o que foi observado nos mapeamentos da região. Visto que os lotes aumentaram de

maneira expressiva, principalmente com a chegada dos condomínios horizontais, viu-se também que a incompatibilidade de usos aumentou.

Nas tabelas e gráficos, nota-se que a maior parte dos usos da região é composta pelo uso residencial unifamiliar de até 4 pavimentos, e pode-se notar o crescimento de grandes comércios e indústrias ao longo dos anos, que além de piorar a qualidade ambiental na região, piora a qualidade de vida das pessoas. O planejamento urbano alinhado a este estudo e à comprovação por meio de análises estatísticas é essencial para a priorização da qualidade de vida e da qualidade ambiental, que estão ligadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avaliou a qualidade ambiental de uma região de expansão urbana da cidade de Cuiabá-MT no ano de 2005 e comparou com o ano de 2021, por meio da elaboração da carta temática de uso do solo de 2005, da carta temática da cobertura da terra de 2005 e do cruzamento destas, a carta de qualidade ambiental do ano de 2005, e comparação de cada uma com os resultados obtidos do ano de 2021.

Com o referencial teórico subsidiando a discussão sobre a parte teórica e conceitual da urbanização, planejamento da paisagem, qualidade ambiental urbana, juntamente com os indicadores ambientais, foram comparadas e analisadas as cartas temáticas de uso do solo, cobertura da terra e a carta de qualidade ambiental do ano de 2005 com as cartas temáticas e de qualidade ambiental do ano de 2021, discutindo os resultados apresentados, e posteriormente a área foi separada em quadrantes menores para melhor análise. Além da análise descritiva, foi realizada a análise estatística dos dados obtidos.

Com isto, chegou-se às conclusões sobre a região objeto deste estudo entre os dois anos, na qual observa-se que os bons índices de qualidade encontrados em ambos os mapas se devem à extensa área verde presente na região, encontradas principalmente ao redor dos dois cursos d'água presentes, o rio Coxipó e o córrego do Moinho, especialmente em 2021 com as áreas verdes bastante comprometidas, suas devidas APPs até então estão sendo respeitadas. Visto que a região ainda está em constante processo de urbanização, deve-se haver fiscalização quanto à possíveis novas construções para manter esta área

Entretanto, tal cenário de bons índices não foram encontrados em regiões já consolidadas e próximas às principais vias, como na Avenida das Torres, que em ambas as cartas se situam os piores índices, predominando atividades comerciais e industriais. Nestas regiões que já eram consolidadas em 2005, observa-se também a piora dos índices em 2021, com o surgimento de grandes comércios, indústrias, e a impermeabilização total do solo com a retirada da vegetação dos lotes.

No geral, tratando dos novos lotes, nota-se a forte presença da especulação imobiliária na forma que a urbanização desta área de estudo está sendo moldada. Grandes investimentos estão sendo realizados na região, principalmente com os

condomínios de alto padrão provenientes de iniciativas privadas, e importantes comércios. Com a chegada das novas residências, abrem-se novas vias, novos comércios e serviços na proximidade, observa-se na região esse expressivo aumento nos médios e grandes comércios, o que também agrega valor aos lotes.

O crescimento horizontal pelos novos loteamentos afastados do centro de Cuiabá, localizados nas extremidades urbanas, podem também causar problemas aos trabalhadores e prestadores de serviço que moram longe. Com o aumento do deslocamento, é causada uma sobrecarga nos sistemas públicos de transporte, no sistema viário, causando trânsito, maior emissão de poluentes, estresse e os outros problemas de mobilidade urbana e de saúde da população. A especulação imobiliária também pode gerar problemas de cunho social, relacionados a segregação socioespacial. A especulação é boa para os investidores, mas maléfica ao urbanismo.

Considerando que a tendência é a intensificação do processo de urbanização na região, em decorrência dos lotes ainda vazios nos condomínios horizontais e em outras áreas, e visto que este é um processo natural dos meios urbanos, haverá piora da qualidade ambiental se não houver um planejamento urbano eficaz, alinhado a fiscalizações, participação popular, com acesso à informação qualificada, e sustentabilidade como um dos norteadores principais.

Há como construir de forma sustentável, com métodos e materiais que respeitam a natureza, visando economia de recursos naturais e diminuição da poluição. Existem tijolos ecológicos, wood frames (paredes/divisórias em madeira), vidros ecológicos, madeira reciclada ou de demolição, tintas ecológicas, fontes de energia renováveis (como a energia solar), parede verde, telhado verde, reutilização de água, e formas de pavimentação e calçamento que permitem a passagem de parte da água para o lençol freático.

A urbanização pode estar alinhada à arquitetura verde, ao design biofílico, ao paisagismo sustentável (com vegetação da região) e novos conceitos como o “urban jungle”, a selva urbana, que surgiu na pandemia, para a melhoria da saúde mental e bem-estar das pessoas com a vegetação dentro de casa.

Ao analisar as cartas de qualidade ambiental e todo o processo para sua elaboração, nota-se a falta e a deficiência de informações para subsidiar a análise do meio como um processo total, visto que um mesmo número de classe de qualidade ambiental pode representar usos do solo e coberturas da terra que se diferem. Portanto, é essencial a análise individual de cada carta temática alinhada à carta de qualidade ambiental para tomar decisões acerca do processo de planejamento urbano.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Visto que nesta pesquisa foi apresentada uma avaliação da qualidade ambiental em área de expansão urbana na cidade de Cuiabá-MT no ano de 2005 e sua comparação com a qualidade ambiental no ano de 2021 realizada por Martins (2022), sendo que, houve nos dois trabalhos um grande volume de dados relativos ao uso do solo e cobertura da terra da região de expansão urbana estudada, e consequentemente qualidade ambiental urbana, sugere-se como trabalhos futuros, a realização de estudos que contribuam para a Análise Microclimática de Sistemas Urbanos, como:

- a. Elaborar, a partir da metodologia do presente trabalho, análises de qualidade ambiental urbana de outras regiões de expansão urbana de Cuiabá-MT ou outros locais;
- b. Comparar a região de expansão urbana estudada neste trabalho com outra região de expansão urbana na cidade;
- c. Propor diretrizes para um plano de desenvolvimento e expansão da área metropolitana que não comprometam os índices de qualidade ambiental urbana;
- d. Realizar análises da qualidade ambiental urbana de anos mais recentes e comparar com os anos apresentados neste trabalho;
- e. Monitorar e analisar os impactos ambientais causados pela piora da qualidade ambiental urbana por meio das variáveis.

8. BIBLIOGRAFIAS

8.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ABREU, S. **Planejamento Governamental: A SUDECO no Espaço Mato-grossense. Contexto, Propósitos e Contradições**. 2001. 328 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

ALBERTI, M. **Advances in urban ecology**. University of Washington, Seattle. Washington, USA: Springer, 366p, 2008.

ALVA, E. N. **Qualidade Ambiental Urbana**. Salvador, 1994.

ANIS, C. F.; CARDUCCI, C. E.; RUVIARO, C. F. **Mercado de carbono agrícola: realidade ou desafio? Multitemas**. Campo Grande, MS. V. 27 n. 65, p. 163-187, jan./abr. 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.20435/multi.v27i65.3396>.

AZEVEDO, D. A urbanização mato-grossense: uma reflexão a partir da relação urbano-rural. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina** – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo, 2005.

BERKE, F. R.; GODSCHALK, D. R.; KAISER, E. J. RODRIGUEZ, D. A. (2006) **Urban land use planning**. Chicago: University of Illinois, 490p.

BORGES, C. A. ET AL. Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: Um estudo de caso do bairro da Pedreira – Belém/PA. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra, maio de 2010.

BRAGA, Roberto. **Qualidade de vida urbana e cidadania**. Território & Cidadania. Rio Claro, SP, ano II, nº 2, jun-dez, 2002.

BRANCO, S. M. **Poluição do ar**. São Paulo: Ed. Moderna, 1995. (Coleção Polêmica).

BRASIL. Lei Federal nº 10.257 de 2001 – Estatuto da Cidade. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 20.05.2022.

BUCCHERI FILHO, A. T. **Qualidade ambiental no bairro Alto da XV, Curitiba/PR**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BUCCHERI FILHO, A. T.; TONETTI, E. L. Qualidade ambiental nas paisagens urbanizadas. In: João Carlos Nucci. (Org.). **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR**. 1. ed. Porto Alegre: Fi, 2021, p. 98-136.

CADENASSO, M. L.; PICKETT, S. T. A.; SCHWARZ K. **Spatial heterogeneity in urban ecosystems: reconceptualizing land cover and a framework for classification**. Front Ecol Environ, Washington, v. 5, n. 2, p. 80–88, 2007.

CAVALHEIRO, F. **Urbanização e alterações ambientais**. In: TAUKE, S.M. Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar. Unesp-Fapesp, São Paulo, 1991, p. 88-99. ISBN: 8571390991.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Composição dos Bairros de Cuiabá – Data base: dezembro de 2009 / IPDU - Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá: 2010. 62p.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Evolução Urbana de Cuiabá. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2010

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Perfil Socioeconômico de Cuiabá. Volume III. Cuiabá: Central de Texto. 2007.530p.

DALBEM, R. P.; NUCCI, J. C. Cobertura Vegetal: conceituação, classificação e quantificação aplicadas ao bairro São Braz, município de Curitiba – PR. In: **IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, Anais. 2006. (CD-ROM).

DIAS, F. A.; GOMES, L. A.; ALKMIM, J. K. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, MG, v. 23, n 0 1, p. 127-147, abr. 2011.

DÍAZ-MORENO, A. B. Possibilidades metodológicas de aplicación de indicadores ambientales a nível municipal. In.: **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 77-95, jan/abr, 1999.

DREW, D. **Processos interativos homem-ambiente**. 2ª Edição – Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil S.A., 1989

ESTÊVEZ, L. F. **Relatórios Ambientais Prévios (RAPs) realizados em Curitiba (PR): uma análise com base nos princípios do Planejamento da Paisagem**. 166 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ESTÊVEZ, L. F.; CUNICO C.; MEZZOMO, M. M.; BIESEK A. S.; MAGANHOTTO, R. **Análise da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi, Morretes-PR: unidades de paisagem, fragilidade potencial e hemerobia**. RA´E GA – O Espaço Geográfico em Análise, 23, p. 428-447, 2011.

ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. A questão ecológica urbana e a qualidade ambiental urbana. *Revista Geografar*, v.10, n.1, p. 26-49, 2015.

ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. Delimitação das unidades de paisagem e hemerobia do bairro Cabral, Curitiba/PR - métodos para o planejamento urbano. *Revista Geografar*, 5, No. 2, p.167-184, 2010.

FACCHINETTO, J. **Transformações urbanas em Cuiabá**. *Revista Vitruvius*. Cuiabá, 2008.

FERREIRA, M. B. P. **Cobertura da terra como indicador de qualidade ambiental urbana: estudo aplicado ao município de Curitiba-PR**. (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015, 81p.

FORESTI, C.; HAMBURGER, D. S. Informações texturais e índices de vegetação obtidos de imagens orbitais como indicadores de qualidade de vida urbana. In: MARTOS, H. L. e MAIA, N. B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, 1997, p. 205-211.

GILL, S.; HANDLEY, J.; PAULEIT, S.; ENNOS, R.; THEURAY, N.; LINDLEY, S. **Characterising the urban environment of UK cities and towns: a template for**

landscape planning in a changing climate. Landscape and Urban Planning. n. 87, p. 210-22, 2008.

GUIMARÃES, P. **Configuração Urbana: Evolução, Avaliação, Planejamento e Urbanização.** São Paulo: ProLivros, 2004.

HAAREN, C. V.; GALLER, C.; OTT, S. **Landscape planning. The basis of sustainable landscape development. Leipzig: Gebr. Klingenberg Buchkunst – GmbH.** Federal Agency for Nature Conservation. Federal Agency for Nature Conservation, Field Office Leipzig. 2008. Disponível em <www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsplanung/>. Acesso em: 13/09/2022

HOBSBAWN, E. J. **A era das revoluções** (Vol. 7ª Edição). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.

HOUGH, M. **Naturaleza y ciudad. Planificación y procesos ecológicos.** Barcelona: Gustavo Gilli, 1998, 315p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <[http:// www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/)>. Acesso em: 16/07/2022.

KIEMSTEDT, H.; von HAAREN, C.; MÖNNECKE, M.; OTT, S. **Landscape Planning. Contents and Procedures.** Bonn: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 1998, 39p.

KUO, F. E.; SULLIVAN, W. C. **Aggression and violence in the inner city. Effects of environment via mental fatigue.** Environ. Behav. 33, p. 543–571. 2001.

LIBERTI, E.; NUCCI, J. C. Carta da Qualidade Ambiental Urbana: questões técnicas no cruzamento digital das cartas de uso e de cobertura da terra na parte superior da 91 bacia do rio Belém (Curitiba-PR). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades.** V. 6, p. 59-74, 2018.

LIBERTI, E; ESTÊVEZ, L. F; NUCCI, J. C. Mapeamento do uso da terra e da qualidade ambiental urbana da parte superior da bacia hidrográfica do rio Bélem,

Curitiba, Estado do Paraná. **Revista GOT - Geografia e Ordenamento do Território**, 2018.

LIMA, S. F. Introdução ao conceito de sustentabilidade aplicabilidade e limites. **Cadernos da Escola de Negócios**. V. 1, n. 4. 2006.

LIMA, V. “Do Mapa ao Modelo”: Representação da Qualidade Ambiental Urbana de Osvaldo Cruz/SP. **Revista Geografia em Questão**. V. 4, nº 1, p. 112-125, 2011.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. Metodologia para analisar a qualidade ambiental urbana através de geoprocessamento. In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 12, 2009, Montevideu. **Anais**. Montevideu: Universidad de la República, 2009. 7631p.

LLARDENT, L. R. A. **Zonas verdes y espacios libres en la ciudad**. Madri: Inst. De Estudios de Administración Local, 1982.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MACHADO, L. M. C. P. Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MARTOS, H. L. e MAIA, N. B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, 1997, p. 15-21

MANTEIGA, L. **Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas**. In: Estadísticas y medio ambiente. Instituto de Estadísticas de Andalucía. Junta de Andalucía, p. 71-87, Sevilla, 2000.

MARGULIS, S. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. 2ª Ed. – Brasília, IPEA, 1996.

MARTINELLI, M. **Curso de cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 1991. 180p.

MARTINS, Y. I. A. **Análise da qualidade ambiental em área de expansão urbana na cidade de Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2022, 115f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

MASCARÓ, L. **Ambiência urbana**. Porto Alegre, Ed. Sagra, DC Luzzatto, 1996.

MASCARÓ, L. E. A. R. de; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: L. Mascaró, 2003. 210p

McHARG, I. L. Design with Nature. Paperback edition. New York: The American Museum of Natural History, 1971. 198p.

MERICO, L. F. K. **Introdução à economia ecologia**. Blumenau: Ed. da FURB, 1996.

MONTEIRO, C. A. F. - **Qualidade ambiental - Recôncavo e Regiões limítrofes**. Salvador, Centro de Estatísticas e Informações, 1987, 48p e 3 cartas.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 352p, 1999.

MOURA, A. R. de; NUCCI, J. C. Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas – o caso do Bairro de Santa Felicidade, Curitiba/PR. In: **Revista Geografia**. Ensino & Pesquisa, v. 12, p. 1682-1698, 2008 – Santa Maria: UFSM.

NUCCI, J. C. Metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana. **Revista do Departamento de Geografia**. V.12, p. 209-224, 1998.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. Curitiba: 2ª edição do autor (e-book), 2008. Disponível em: <[www.geografia,ufpr.br/laboratorios/labs](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs)>. Acesso em: 21.10.2022.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento: um estudo de Planejamento da Paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP)**. (Tese). Doutorado. São Paulo: USP, 1996, 229p.

NUCCI, J. C.; FERREIRA, M. B. P.; VALASKI, S. Cobertura do solo e qualidade ambiental urbana como subsídios ao planejamento da paisagem. In: CONGRESSO 93 IBERO-AMERICANO DE ESTÚDIOS TERRITORIALES Y AMBIENTALES, 6, 2014, São Paulo. **Anais**. São Paulo: USP, 2014. 2886-2902p.

NUCCI, J. C.; KRÖKER, R.; SCHMIDT, E.; BUCCHERI-FILHO, A. T. Mapeamento da qualidade ambiental no bairro Hauer, Curitiba/Paraná. In: **International Congresso n Environmental Planning and Urbanization**. Brasília, 2005.

NUCCI, J. C; VALASKI, S; ESTÊVEZ, L. F; TONETTI, E. M. Uso da terra e qualidade ambiental urbana: uma proposta de legenda para mapeamento. **Revista GEOgraphia**, Rio de Janeiro, 2019.

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development. **Environmental Performance Reviews: A Practical Introduction**. OECD. Paris, 1997.

OECD, **Organization for Economic Co-operation and Development**. **Evaluating Brazil's progress in implementing Environmental Performance Review recommendations and promoting its alignment with OECD core acquis on the environment**. OECD. 2021.

OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. **Urban Climates**. Cambridge: Cambridge University Press. 2017. doi:10.1017/9781139016476.

OKE, T.R. **The energetic basis of the urban heat island**. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. V.108, n. 455, p. 1-24, 1982.

OLIVEIRA, A. L. **A produção do espaço urbano de Cuiabá, Mato grosso (1920-2016)**. Dissertação (mestrado). 2017. 129 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia - GO.

ONU. Organização das Nações Unidas. **ONU-Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050**. Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-populacao-mundial-sera-68-urbana-ate-2050#:~:text=As%20%C3%A1reas%20urbanas%20j%C3%A1%20abrigam,crescer%20para%2068%25%20at%C3%A9%202050>>. Acesso em: 07.09.2022.

PAULEIT, S.; BREUSTE, J. H. Land-Use and Surface-Cover as Urban Ecological Indicators. In: **NIEMELÄ, JARI (Org.). Urban Ecology**. Patterns, processes and applications. New York: Oxford University Press, 374p, 2011.

PAULEIT, S.; DUHME, F. Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. **Landscape and Urban Planning** v. 52, n. 1, p. 1-20, 2000.

PDDM, 2021. **Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Cuiabá**. Tese Tecnologia Arquitetura e Cultura Ltda. Curitiba, 2021

PNIA, 2012. Painel Nacional de Indicadores Ambientais. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Executiva, mai. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Site Oficial da Prefeitura de São Paulo [online]. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/mapa_verde/asp/pq_luz.asp>. Acesso em: 05.09.2022.

RIBEIRO, H.; VARGAS, H. Qualidade Ambiental Urbana: Ensaios de uma definição. In. (Org). **Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana**. São Paulo: Edusp, 2004, 146 p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 2001. 2ª edição, p. 18-20.

ROSA, T. C.; VALIN Jr., M. O.; RIBEIRO Jr., I. Estudo Comparativo da Permeabilidade do Solo e a Legislação do Plano Diretor da Cidade de Cuiabá – MT. **Anais**. Geocentro. Goiânia, 2017.

RUFINO, R. C. **Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais**. 2002. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal da Santa Catarina (UFSC). 2005. Disponível em: <<http://www.openthesis.org/documents/da-Qualidade-Ambiental-no-de-444148.html>>. Acesso em: 28.08.2022

SANTANA, P.; NOGUEIRA, H.; SANTOS, R.; COSTA, C. **Avaliação da Qualidade Ambiental dos Espaços Verdes no Bem-Estar e na Saúde**. Ed. Edições Almedina. 2007.

SANTOS, E. A. **Planejamento e Paisagem**. Paisagens em Debate, No. 02, p. 1-7, 2004

SANTOS, F.; OLIVEIRA, A.; NOGUEIRA, M. C.; MUSIS, C.; NOGUEIRA, J. **Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis**. XII

Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC. Brasília, 2013.

SANTOS, M. **A Urbanização brasileira**. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155p.

SANTOS, M. **Manual de Geografia Urbana**. 2 ed. São Paulo: Hucitec, 1981. 214p.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: EDUSP, CETESB, 1978. 295p.

SITTE, C. **A construção das cidades segundo seus princípios artísticos**. São Paulo, Ed. Ática, 1992 (1º ed. De 1889), 239p.

SOUZA, S.; BONFANTI, G. Urbanização do Campo e as Transformações do Espaço ao Longo da BR-163 nos Municípios de Sorriso, Vera e SINOP. In: **Congresso: “Setenta Anos da AGB: As Transformações do Espaço e a Geografia no Século XXI**. CD-ROOM Evento: VI Congresso Brasileiro de Geógrafos. UFG, Goiânia-GO, jul. 2004.

SPIRN, Anne. W. **O jardim de granito**. São Paulo: Edusp, 1995, 345p.

TONETTI, E. L. **Potencialidades de Adensamento Populacional por Verticalização das Edificações e Qualidade Ambiental Urbana no Município de Paranaguá, Paraná, Brasil**. (Tese de Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011, 235p.

TONETTI, E. L.; NUCCI, J. C.; VALASKI, S. Espacialização de áreas potencialmente poluídas: proximidade de usos incompatíveis no município de Paranaguá-PR. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 04, n. 25, p. 33-50, 2016.

TORRES. **As Conferências das Partes e a importância da COP 26**. Disponível em: <<https://relacoesexteriores.com.br/conferencia-das-partes-cop-26/>>. Acesso em: 08.10.2022

UGEDA JUNIOR, J. C., AMORIM, M. C. (2011). **Planejamento da paisagem e indicadores ambientais na cidade de Jales-SP**. Formação (Online), 2(14). Disponível em: <<https://doi.org/10.33081/formacao.v2i14.648>

<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/648>>. Acesso em: 01.08.22.

UGEDA JUNIOR, J. C., AMORIM, M. C. **Indicadores ambientais e planejamento urbano**. Caderno Prudentino de Geografia, n. 31, v. 2, p. 5-35, jul/dez, 2009.

ULRICH, R. S. View through a window may influence recovery from surgery. **Science**. 224, p. 420–421, 1984.

VALASKI, S. **Avaliação da qualidade ambiental em condomínios residências horizontais com base nos princípios do planejamento da paisagem. Estudo de caso: bairro Santa Felicidade – Curitiba/PR**. 2008. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VALASKI, S. **Estrutura e dinâmica da paisagem: subsídios para a participação popular no desenvolvimento urbano do município de Curitiba-PR**. 2013. 148 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

VARGAS, H. Qualidade ambiental urbana: Em busca de uma nova ética. **VII Encontro nacional da Anpur**- Porto Alegre- 24 a 28 de maio de 1999.

WHITFORD, V.; ENNOS, A. R.; HANDLEY, J. F. **City form and natural processes: indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK**. *Landscape Urban Plann.* 20 (2), p. 91–103, 2001.

WINOGRAD, M. **Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificación y la toma de decisiones en la Corporación Autónoma Regional del Risaralda: Marco Conceptual e Aplicación**. Proyecto CIAT-UNEP/CARDER, Cali, 1996.

WINOGRAD, M. **Marco conceptual para o desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para la toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe**. Position Paper, Proyecto CIAT/UNEP, CIAT, Cali, 1995.

8.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

BASTOS, M.; BRANDÃO, D. O processo de expansão urbana e seus impactos: estudo da região do Chapéu do Sol na cidade de Várzea Grande, Mato Grosso. **4º Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental**. Cuiabá, 2016.

BRASIL. (1980) Lei Federal nº 6.803, de 02 de julho de 1980. (Vide Lei nº 7.804, de 1989), (Zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição). BRASIL. (2001) Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Disponível em: <<http://www.planalto.gov/>>. Acesso em: 21.07.2022.

BRASIL. (2006) Ministério das Cidades. Plano Diretor Participativo. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>>. Acesso em: 18.06.2022.

CORBUSIER, L. **Urbanismo**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

DIAS, F. et al. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 23 (1): 127-142, abr. 2011.

FILHO, F. C.; AMARAL, D. **Histórico da expansão urbana e ocorrência de inundações na cidade de Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/5mJjMVzvyRJYnxXwXjk9JJy/?format=pdf&lang=pt>> . Acesso em: 23.08.2022

GOMES, M. A., SOARES, B. **Reflexões sobre a qualidade ambiental urbana**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2004.

GUIMARÃES, R. P. Ecopolítica em áreas urbanas: A dimensão política dos indicadores de qualidade ambiental.

GUIMARÃES, R. P.; CORDEIRO, H. A.; COIMBRA, M. (Orgs.) In **Qualidade de Vida Urbana**. Debates Urbanos 7. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982. (21-53)
GUIMARÃES, S.T.L. Nas trilhas da qualidade: algumas idéias, visões, e conceitos sobre a qualidade ambiental e de vida... In Geosul – Florianópolis, v. 20, nº 40, 2005. (7-26).

J., B. **Cuiabá: desenvolvimento urbano e socioeconômico - 1985-1945**. Cuiabá: Livro Mato-grossense, 1991.

JESUS, N. M. **Dicionário de História de Mato Grosso: Período Colonial**. Cuiabá: Carlini & Caniato, 2011.

LIMA, J.; RONDON LIMA, E. **Qualidade das águas das principais sub-bacias urbanas do município de Cuiabá**. In: FIGUEIREDO, D. M. e SALOMÃO, F. X. T. *Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental*. Cuiabá/MT. Entrelinhas. EdUFMT, p.140-145. 2009.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. *Qualidade ambiental urbana em Oswaldo Cruz/SP*. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. 2009. Viçosa-MG. Anais eletrônicos. Viçosa-MG: UFV, 2009. Disponível em: <www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos>. Acesso em: 09.07.2022.

MACHADO, N.; FRIEDLANDER, V.; SANCHES, L.; BIUDES, M. **Temperatura e umidade relativa do ar na estação seca em diferentes usos do solo no campus Cuiabá – Bela Vista do IFMT**, v (9), nº 9, p. 2018-2025, Cuiabá, fev., 2013.

MINAKI, C. **O clima urbano como indicador de qualidade ambiental: estudo de caso da paisagem urbana de Araçatuba/SP**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente-SP, 2014.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 127p, 2000.

PIAIA, I. I. **Geografia de Mato Grosso** (3ª ed.). São Paulo: Brasiliense, 1999.

PÓVOAS, L. C. **Cuiabanidade**. Cuiabá, 1987.

PÓVOAS, L. C. **Mato Grosso: um convite à fortuna**. Rio de Janeiro: Guaira, 1977.

PÓVOAS, L. **História da cultura mato-grossense**. São Paulo: Resenha, 1994.

PRESOTTI, T. M. **O novo descobrimento dos sertões e minas de Cuiabá: a mentalidade da conquista**. Universidade de Brasília, Dissertação (Mestrado em História), Brasília. RAMOS, M. d. (2002). *Um olhar para Cuiabá de Cláudio e Raimundo Bastaos (1920-1930)*. Cuiabá: Buriti, 1996.

RIVERA, M. S. **Cuiabá: um nó na rede**, 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

SANTOS, G. 1992- **Qualidade ambiental urbana em cidades médias: o setor Leste em Uberlândia-MG**, 2020. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Uberlândia, 2020.

SANTOS, M. **O Brasil: Territórios e sociedade no início do século XXI**. 17 ed. Rio de Janeiro: Reccord, 2013.

SOUZA, M. **Mudar a Cidade. Uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 560p, 2002.

VASCONCELOS, L. C.; ZAMPARONI, C. A. **Análise do microclima em Cuiabá-MT: Um estudo de caso nos bairros Duque de Caxias e dos Bandeirantes**. Parte do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso. Jataí, 2011.

9. ANEXOS

ANEXO 1 – Proposta de hierarquização de usos da terra para determinação da qualidade ambiental urbana segundo os autores Nucci et al., 2019.

QA = + 1 (Qualidade Ambiental = + 1) - Preservação e conservação da natureza, pesquisa, ecoturismo, educação ambiental e recreação em contato com a natureza. Exemplos: Unidades de Conservação da Natureza, tais como parques urbanos destinados à conservação do patrimônio ambiental e ao lazer.

QA = 0 - Espaços livres de edificação destinados à recreação ativa e passiva; valorização e salvaguarda dos bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico. Ex.: praças, jardins, terrenos baldios.

QA = - 1 - Espaços edificados destinados à preservação, valorização e salvaguarda dos bens de valor histórico, artístico, arquitetônico, arqueológico e paisagístico e espaços públicos ou privados ocupados por clubes esportivos sociais; clubes de campo e clubes náuticos.

QA = - 2 - Atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais por elas prestados, em especial os relacionados às cadeias produtivas da agricultura e do turismo, de densidades demográfica e construtiva baixas. Ex.: atividades de pesquisa e educação ambiental, atividades de manejo sustentável (agroindústria, atividades agroflorestais, agropecuária, dentre outras); captação de água mineral/potável de mesa.

QA = - 3 - Residencial: edificações de até 4 pavimentos.

QA = - 4 - Residencial: conjunto residencial acima de 4 pavimentos.

QA = - 5 (serviços de pequeno porte / lotação de até 100 pessoas) - Serviço público social de pequeno porte, local de reunião ou de eventos com lotação de até 100 pessoas; prestação de serviços pessoais e profissionais (liberais, técnicos ou universitários ou de apoio ao uso residencial) de âmbito local, serviços de administração e públicos. Ex.: bibliotecas, estabelecimentos destinados à educação e cuidados infantis ou de alunos com necessidades especiais, unidades de saúde e assistência social de âmbito local (ambulatório, laboratório de análises clínicas - dentária, médica, veterinária),

eletroterapia, “home care”, agências de correios, telefônicas, cartórios, consulados, Delegacia de Ensino, Órgãos da Administração Pública federal, estadual e municipal, Posto Policial, Serviço Funerário entre outros; cabeleireiros e outros tratamentos de beleza, caixas bancárias automáticas, fotografia, lavanderias e tinturarias (não industriais), locação de fitas de vídeo, dvds, livros, etc.; escritórios, consultórios e agências de representação de negócios em geral, agência bancária, agência de empregos, de entregas de encomendas, de passagens e turismo, imobiliária, escritórios em geral, copiadoras, manutenção predial (eletricista, encanador, pedreiro, pintor, chaveiro, vidraceiro, jardineiro), costureiro, conservação, reparação e manutenção, limpeza e reparos de máquinas e de aparelhos eletrodomésticos, elétricos e eletrônicos de uso domiciliar, e de outros objetos pessoais e domésticos (bicicletas, brinquedos, canetas, cutelarias e outros), sapateiro, confecção de carimbos, maquetes e molduras, laboratório de Prótese Dentária, lapidação, oficinas de joias e relógios, ensino pré-escolar ou à prestação de serviços de apoio aos estabelecimentos de ensino seriado e não seriado, associações comunitárias, culturais e esportivas, casas de repouso, conventos, seminários, flats, hotéis, motéis, pensionatos, etc.

QA = - 6 (serviços e comércio de pequeno porte, até 1.500m² de área construída, até 100 lugares, até 40 vagas de estacionamento) - Comércio diversificado de âmbito local; serviços de saúde (sem unidade de pronto atendimento), central de armazenamento e distribuição de cargas, serviços de armazenamento e guarda de bens móveis. Ex.: armazém, mercearia, casa de carnes (açougue, avícola, peixaria), casa de massas, confecção e comercialização de alimento congelado ou comida preparada, padaria, bar, lanchonete, sorveteria, restaurantes, casas de música, salão de festas, bailes, “buffet”, aluguel de vestimentas, louças, toalhas, móveis, máquinas etc.; depósitos de material, máquinas e equipamentos em geral, distribuidora de alimentos embalados ou enlatados, de bebidas, guarda e adestramento de animais, leiloeiro oficial, depósito de madeira, serviço de aluguel equipamento, local de culto.

QA = - 7 (serviços e comércio de médio porte, até 7.500m², de 100 a 500 pessoas) - Serviços de ensino, saúde, lazer, esportes, serviços públicos, comércio de alimentação e de abastecimento. Ex.: ensino fundamental, médio e superior, ensino complementar aos cursos profissionalizantes ou de aperfeiçoamento ou à educação informal em geral, estabelecimentos de saúde e assistência social de âmbito regional; hospitais, pronto-

socorro; albergue, asilo, berçário, dispensário, telecentros, orfanato, local de reunião ou eventos, Comando de batalhão de policiamento de trânsito, Corpo de bombeiros, Delegacia de polícia, Forum, Juizado de menores, Tribunais, academias de ginástica, bilhar, bingo, boliche, clubes associativos, diversões eletrônicas, “Lan house”, “Kart indoor”, “Paintball”, “war game”, parque de animais selvagens, ornamentais e de lazer, pesqueiro, pista de “skate”, quadras e salões de esporte para locação, associações comunitárias, culturais e esportivas, local de culto, central telefônica e estação rádio-base.

QA = - 8 (serviço e comércio de grande porte, acima de 7.500m² e de 500 pessoas) - Serviço e comércio em geral, mas de grande porte. Ex.: universidades ou outros estabelecimentos de ensino, local de reunião, evento, culto ou de alimentação, shopping center.

QA = - 9 (serviço e comércio de grande porte, acima de 5.000m², mais de 200 vagas de estacionamento e oficinas) - Serviços de armazenamento e guarda de bens móveis, comércio de produtos especiais, oficinas. Ex.: venda ou guarda de mercadorias em geral, máquinas ou equipamentos, guarda de móveis ou animais, incluindo garagem de ônibus, caminhões e de máquinas, edifícios-garagem, aluguel de veículos, centro de inspeção de veículos, desmanche de veículos, empresa transportadora, estacionamentos, feira de veículos, autódromo, penitenciária, quartéis, quadra de escola de samba e “Drive-in”, terminal rodoviário interurbano de transporte de passageiros, terminal de ônibus urbano, estações de metrô, trem, monotrilho e demais modais de transporte público coletivo urbano, comércio de produtos agro-pecuários ou minerais (borracha natural, carvão mineral e vegetal, chifres, couro, etc); comércio de madeira bruta, de produtos químicos, adubos, fertilizantes, gomas ou resinas; ferro velho.

QA = - 10 (Atividade industrial nível 1 – sem qualquer operação de anodização, pintura e tingimento, apenas montagem) - Fabricação de artigos de vestuário e acessórios, de artefatos de papel, de equipamentos de comunicações, de máquinas para escritório e equipamentos de informática, de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios, de material eletrônico básico, de aparelhos e

equipamentos de telefonia, radiotelefonia, televisão, rádio, informática, de produtos alimentícios e bebidas artesanais, de artigos esportivos, recreativos, de placas e cartazes, embalagem, rotulagem, encadernação e restauração de livros. Laboratório de controle tecnológico e análise química, lavanderia hospitalar, estúdio fotográfico, de gravação de vídeo, de sons, de filmagens. Soldagem, vidraçaria, cantaria, marmoraria, carpintaria, marcenaria, serralheria, gráfica, clichêria, linotipia, fotolito, litografia e tipografia. Manutenção e reparação de artefatos de metal (armeiros, ferreiros), de veículos automotores e motocicletas (alinhamento e balanceamento, amortecedores, chassis, estofamento, faróis, freios, funilaria, molas, motores, pinturas e similares), posto de abastecimento e lavagem de veículos. Abastecimento de gás natural, tais como estações de regulagem de pressão de gás e centrais de cogeração e abastecimento de água. Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, tais como estações e subestações reguladoras de energia elétrica e sistema de transmissão de energia elétrica, inclusive estação e subestação reguladora, usinas hidrelétricas, usinas termoelétricas, usinas eólicas, usinas fotovoltaicas, usinas de biomassa, usinas de biogás ou biometano, usinas elevatórias, barragens, diques, sangradouros e reservatórios para a geração de energia elétrica. Base aérea ou de treinamento militar; Campo para treinamento de combate contra incêndios; Central de controle de zoonoses. Transporte aéreo, tais como aeroportos, aeródromos e helipontos.

QA = - 11 (Atividade industrial nível 2 – até 1.000m² de área construída) - Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (produtos de padaria, confeitaria; sorvetes; derivados do cacau e elaboração de chocolates; fabricação de gelo (usando freon como refrigerante), engarrafamento e gaseificados de águas minerais dentre outros; fabricação de produtos têxteis (sem operações de fiação, tecelagem, beneficiamento e tingimento de fibras têxteis ou tecidos); preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados (sem operações de curtimento); fabricação de produtos de plástico, de produtos de madeira, palha, cortiça e bambu. Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores (indústrias de montagem que não envolva transformação de matéria-prima).

QA = - 12 (Atividade industrial nível 3 - potencialmente insalubres e com riscos de periculosidade) - Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (preparação de alimentos, conservas, produtos de cereais, bebidas, refino de óleos vegetais,

preparação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos de origem animal não comestíveis, fabricação de produtos de arroz, milho e mandioca, café e mate solúvel, dentre outros). Fabricação de produtos do fumo. Fabricação de produtos têxteis (beneficiamento e tecelagem de fibras têxteis, estamparia e texturização, alvejamento e tingimento de tecidos, dentre outros). Fabricação de papel e produtos de papel. Fabricação de álcool, cloro e álcalis, gases industriais, etc, produtos farmacêuticos, sabões e detergentes, artigos de perfumaria e cosméticos, aditivos de uso industrial, chapas, filmes e outros materiais e produtos químicos para fotografia, discos, fertilizantes fosfatados, nitrogenados e potássicos, adubos, resinas, fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais e sintéticos, defensivos agrícolas, produtos de limpeza e polimento, tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins, carvão vegetal, velas, fungicidas, herbicidas, concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos. Fabricação de artigos de borracha. Fabricação de produtos de minerais não metálicos (vidro, artefatos de concreto, cimento e estuque, dentre outros). Reciclagem de sucatas não-metálicas. Metalurgia básica (produção de laminados de aço, metalurgia de diversos metais, fundição), processos de forja, galvanoplastia, usinagem, solda, têmpera, cementação e tratamento térmico de materiais. Fabricação de máquinas e equipamentos (motores, bombas, tratores, armas, eletrodomésticos, dentre outros). Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos, lâmpadas e equipamentos de iluminação, geradores, transformadores, etc. Fabricação e montagem de veículos automotores. Indústria extrativista (extração de água mineral, carvão mineral, petróleo e gás natural, xisto, areias betuminosas, minérios, pedra, areia e argila, ardósia, granito, mármore, calcário/dolomita, gesso e caulim, areia, cascalho ou pedregulho, saibro, basalto, dentre outros. Local de eventos destinados à feira de exposição ou show de natureza social, esportiva, religiosa, lazer e agropecuária. Gestão integrada de resíduos sólidos, tais como depósito ou transbordo de materiais para reciclagem, usina ou estação de transbordo e de tratamento, aterros de resíduos sólidos. Estação de tratamento, reservatório, estação elevatória de água, estação de tratamento de esgoto, reservatório de retenção de água pluvial). Estação de controle e depósito de petróleo, estacionamento especial de veículos transportando produtos perigosos ou em situações de emergência. Depósitos de inflamáveis, combustíveis, álcool, inseticidas, lubrificantes, resinas, gomas, tintas e vernizes ou outros produtos químicos perigosos,

depósito de botijões de gás, comércio e depósito de fogos de artifício e estampidos. Cemitérios.

QA = - 13 (Atividade industrial nível 4 – deve ser proibida em zona urbana) - Fabricação de produtos alimentícios: óleos, gorduras, beneficiamento de arroz, fabricação de rações balanceadas, dentre outros produtos que exigem soluções tecnológicas complexas ou onerosas para seu tratamento (preparação de carne, banha e produtos de salsicharia, pescado e conservas de peixes, crustáceos e moluscos, produção de óleos vegetais em bruto, preparação do leite, fabricação de produtos do laticínio, usinas de açúcar, fabricação de gelo (usando amônia como refrigerante); curtimento e outras preparações de couro; fabricação de celulose e pastas para fabricação de papel; fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares; fabricação de asfalto; fabricação de produtos químicos (processos e operações altamente nocivas para a saúde pública e o meio ambiente); intermediários para fertilizantes, resinas e fibras, produtos petroquímicos básicos, produtos da destilação da madeira, fabricação de explosivos (pólvoras, detonantes, munição e artigos pirotécnicos), de impermeabilizantes e solventes. Fabricação de cimento, cal, telhas, tijolos, ornatos e estruturas de amianto; metalúrgica básica (produção de gusa, ferro e aço). Britamento de pedras.