



ÁREA URBANA CONSOLIDADA DE JOINVILLE

Metodologia de Identificação e Delimitação



Prefeitura de
Joinville

2022

NOTA METODOLÓGICA

Produto: Área Urbana Consolidada de Joinville

Escala: 1:10.000

Método: Adaptação do Método de Análise Multicritério para Tomada de Decisão

Produção: Secretaria Municipal de Planejamento Urbano de Joinville - SEPUR

Consultor: Eng^o Civil Osmar Leon Silivi Junior, Mestre em Gestão Territorial, UFSC.

Data: outubro/2022

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA TOMADA DE DECISÃO.....	7
3. ANÁLISE ESPACIAL.....	9
3.1 Interpolador Inverso da Distância Ponderada – IDW.....	9
4. ALGEBRA DE MAPAS.....	10
5. MATERIAIS E MÉTODOS	11
6. ÍNDICE DE INFRAESTRUTURA INSTALADA	12
7. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONSTRUÇÕES	15
8. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS EDIFICADAS.....	17
9. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO SISTEMA VIÁRIO.....	19
10. TERRITÓRIO.....	21
11. RESTRIÇÕES AMBIENTAIS – VEGETAÇÃO.....	23
12. FÓRMULA DE CÁLCULO	25
13. ÁREA URBANIZADA CONSOLIDADA.....	27
14. ÁREA URBANA CONSOLIDADA.....	29
15. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

O conceito de *situação consolidada*, que vem sendo utilizado no campo do direito urbanístico, foi introduzido por meio do projeto *More Legal*, desenvolvido pela Corregedoria-Geral da Justiça do Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul com o propósito de incentivar e facilitar os procedimentos de regularização fundiária, notadamente no aspecto registral.

Na última edição do referido projeto, denominado “More Legal III” e implementada por meio do Provimento CGJ/RS n.º 28/2004, em seu art. 2º, § 1º, a situação consolidada era definida como sendo aquela em que o prazo de ocupação da área, a natureza das edificações existentes, a localização das vias de circulação ou comunicação, os equipamentos públicos disponíveis, urbanos ou comunitários, dentre outras situações peculiares, indique a *irreversibilidade* da posse titulada que induza ao domínio.

Na sequência dessa previsão no âmbito administrativo do Poder Judiciário, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), em 28 de março de 2006, edita a Resolução n.º 369/2006 que associa a ideia de ocupação consolidada à aplicação dos institutos de regularização fundiária previstos na Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade.

Nesse contexto de estabelecimento gradual da noção de situação consolidada na legislação urbanística brasileira, foi editada a Medida Provisória n.º 459/2009, posteriormente convertida na Lei n.º 11.977, de 7 de julho de 2009, criando o Programa “Minha Casa, Minha Vida”. O termo *situação consolidada* é utilizada em vários artigos, porém o mais importante é o art. 47, inciso II, da referida Lei, onde é formulado o conceito de Área Urbana Consolidada, ao lado de outros conceitos:

Art. 47. Para efeitos da regularização fundiária de assentamentos urbanos, consideram-se:

I – área urbana: parcela do território, contínua ou não, incluída no perímetro urbano pelo Plano Diretor ou por lei municipal específica;

II – área urbana consolidada: parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:

a) drenagem de águas pluviais urbanas;

b) esgotamento sanitário;

c) abastecimento de água potável;

d) distribuição de energia elétrica; ou

e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;

A definição trazida pela Lei n.º 11.977/09 alterou o quadro jurídico-urbanístico de forma radical, superando os conceitos trazidos pelos regramentos anteriores e

introduzindo novidades em todas as dimensões da normatização jurídica pertinente, porém, ao vincular a caracterização de Área Urbana Consolidada à uma densidade demográfica superior a 50 habitantes por hectare, gerou um obstáculo intransponível para que municípios de médio e pequeno porte pudessem identificar a porção de seus territórios que efetivamente se encontram em situação consolidada.

Esta dificuldade foi ampliada e trouxe um caráter ambiental com a aprovação da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 – Novo Código Florestal Brasileiro, que se apropriou do conceito de Área Urbana Consolidada da Lei nº 11.977/2009 e possibilitou a flexibilização de parâmetros ambientais nas porções dos territórios municipais que estivessem em situação comprovadamente consolidada.

Em Santa Catarina, o Ministério Público Estadual, observou a dificuldade dos municípios em caracterizar suas áreas urbanas consolidadas, em virtude da condicionante densidade demográfica, inviabilizando, em muitos casos, a regularização fundiária de assentamentos urbanos e a flexibilização de parâmetros ambientais em áreas historicamente comprovadas como urbanizadas em virtude do seu tempo de implantação, trouxe um novo conceito de Área Urbana Consolidada, incluindo um parâmetro ambiental e individualizando o parâmetro de densidade demográfica da Lei nº 11.977/2009 ao contexto da realidade de cada município:

Enunciado 02: Do conceito de área urbana consolidada

"Considera-se área urbana consolidada aquela situada em zona urbana delimitada pelo poder público municipal, com base em diagnóstico socioambiental, com malha viária implantada, com densidade demográfica considerável e que preencha os requisitos do art. 47, II, da Lei nº 11.977/2009, excluindo-se o parâmetro de 50 habitantes por hectare."

Enunciado 03: Da delimitação das áreas urbanas consolidadas, de interesse ecológico e de risco e a possibilidade de flexibilização do art. 4º da Lei nº 12.651/2012.

"O Ministério Público poderá exigir do Poder Público Municipal, por intermédio de Recomendação, Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta ou Ação Civil Pública, a realização de diagnóstico socioambiental, tendo por base os elementos estabelecidos no art.65, §1º, da Lei nº 12.651/2012, visando a delimitação de áreas urbanas consolidadas, das áreas de interesse ecológico relevante e áreas de risco, possibilitando o fornecimento de subsídios técnicos para a tomada de decisão administrativa ou judicial acerca das medidas alternativas a serem adotadas, conforme o caso concreto (demolição da construção, recomposição da área, correta ocupação, nas hipóteses de interesse social, utilidade pública ou direito adquirido, e regularização da construção, na hipótese de ausência de situação de risco ou interesse ecológico relevante, mediante a adoção de medidas compensatórias)."

"Na hipótese de áreas urbanas consolidadas, e não sendo o caso de áreas de interesse ecológico relevante e situação de risco, será admitida a flexibilização das disposições constantes no art. 4º da Lei nº 12.651/2012, desde que observado o limite mínimo previsto no disposto no inc. III do art. 4º da Lei nº 6.766/79 (quinze metros) para as edificações futuras; e o limite previsto no art. 65, §2º, da Lei nº 12.651/2012 (quinze metros) para a regularização de edificações já existentes."

Estes, entres outros enunciados, emitidos pelo MPSC, originalmente em 2006 e atualizadas em 2013, com o objetivo de fixar diretrizes visando auxiliar a atuação dos Promotores de Justiça na área do Meio Ambiente e Direito Urbanístico, balisaram os municípios catarinenses na elaboração de estudos para delimitação de suas Áreas Urbanas Consolidadas e Diagnósticos Socioambientais.

Em Joinville não foi diferente e, após estudos que definiram a metodologia de identificação e seu Diagnóstico Socioambiental, foi Área Urbana Consolidada de Joinville foi homologada pelo Decreto Municipal nº 26.874, de 24 de maio de 2016.

Atualmente, a Lei Federal nº 14.285 de 29 de dezembro de 2021, trouxe um novo conceito de Área Urbana Consolidada:

Art. 2º A [Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012](#), passa a vigorar com as seguintes alterações:

“Art.3º

.....

.....

.....

XXVI – área urbana consolidada: aquela que atende os seguintes critérios:

- a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;*
- b) dispor de sistema viário implantado;*
- c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificadas;*
- d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços;*
- e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:*
 - 1. drenagem de águas pluviais;*
 - 2. esgotamento sanitário;*
 - 3. abastecimento de água potável;*
 - 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e*
 - 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;*

Desta forma, se faz necessário atualizar os estudos de identificação da mancha urbana consolidada de Joinville, formalizando a nova metodologia que ora apresentamos.

Este método consiste na aplicação, sobre a malha de unidades cadastrais urbanas, da primeira Lei da Geografia de Waldo Tobler: “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”, e também da Lei da Procura proveniente da Economia, que descreve o comportamento predominante dos consumidores na aquisição de bens e serviços.

2. ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA TOMADA DE DECISÃO

Uma análise de multicritérios pode ser entendida como uma ferramenta matemática que permite comparar diferentes alternativas (ou cenários), fundamentada em vários critérios, com o objetivo de direcionar os tomadores de decisão para uma escolha mais ponderada (ROY, 1996).

A integração entre os métodos de análise de multicritérios e os SIGs foi um avanço na metodologia de sobreposição de mapas para a determinação da adequação de uso da terra, sendo entendida como um processo que combina e transforma dados espaciais em uma resposta para a tomada de decisão. As regras de decisão definem as relações entre os dados espaciais (mapas de entrada) e os dados de saída (mapas finais) (EASTMAN, 1998; MALCZEWSKI, 2004).

O processo de análise de multicritérios em ambiente de SIG envolve a utilização de dados geográficos e as preferências dos gestores no processo de tomada de decisão, sendo a avaliação dos critérios realizada com base em regras de decisão específicas (MALCZEWSKI, 2004). O autor admite que duas considerações são de extrema importância para a utilização dessas duas ferramentas: uma é a capacidade que o SIG tem de obtenção, armazenamento, recuperação, manejo e análise dos dados geográficos; e a outra, é a capacidade de combinar esses dados com os critérios adotados pelos gestores.

No contexto dos SIGs, o processo de tomada de decisão abrange diversas definições como: a decisão propriamente dita, as restrições, os fatores e a regra de decisão. Assim, uma decisão é uma escolha entre várias alternativas, fundamentada num determinado critério, o qual representa uma condição que pode ser quantificada ou avaliada. Os critérios, por sua vez, podem ser de natureza restritiva ou relativa. Os restritivos, chamados de restrições, são aqueles que limitam as alternativas que estão sendo consideradas, excluindo áreas e limitando espacialmente as possibilidades de escolha. Estes critérios são sempre de caráter Booleano (sim ou não). Os critérios de natureza relativa, denominados de fatores, são aqueles que apresentam certo grau de aptidão para uma alternativa específica para a atividade que está sendo considerada. Estes representam fenômenos que variam continuamente no espaço. Por fim, uma regra de decisão pode ser definida como o procedimento através do qual os critérios são selecionados e combinados para se chegar a uma determinada decisão (EASTMAN, 2003).

A análise de multicritérios, normalmente, requer primeiro que se realize a padronização dos valores atribuídos a cada critério, visto que na maioria das vezes eles apresentam unidades diferentes, o que inviabiliza o cruzamento de forma imediata. Em função disso, é necessário normalizar os critérios para uma escala de valores comum (CALIJURI, MELO e LORENTZ, 2002; SILVA et. al., 2004).

Nas últimas décadas diversos métodos de avaliação por multicritérios foram implementados dentro dos SIGs, dos quais Malczewski (2004) e Eastman (2003) citam: as operações Booleanas, a Média Ponderada Ordenada e a Combinação Linear Ponderada, sendo os dois primeiros mais simples e comumente empregados.

No método Booleano os critérios são reduzidos a afirmações lógicas e então combinados por meio de um ou mais operadores lógicos como a intersecção (E) e união (OU). Neste caso, é utilizada uma decisão muito extrema (sim ou não). O método mais simples de agregação de critérios, numa análise de multicritérios, é a intersecção Booleana (lógica E). Este método é utilizado quando os critérios forem classificados estritamente como inaptos ou aptos com valores de zero (0) e um (1), respectivamente (EASTMAN, 2003).

No método de Combinação Linear Ponderada, o primeiro procedimento consiste em padronizar os fatores (critérios contínuos) para uma escala numérica comum, depois atribuir pesos a cada um, sendo o somatório dos pesos a unidade (1). Por fim, os fatores são combinados por meio de uma média ponderada.

O resultado da Combinação Linear Ponderada é uma superfície contínua que representa o grau de aptidão de um determinado local. Nesse método, além dos fatores, é possível adicionar as restrições, onde os primeiros têm a função de compensação entre os critérios e os segundos de exclusão (EASTMAN, 2003). Nos casos em que se aplicam as restrições, o procedimento consiste em multiplicar o valor calculado para os fatores pelas restrições

O método de Combinação Linear Ponderada apresenta como principal característica a possibilidade de efetuar uma compensação entre os fatores por meio da aplicação de pesos ponderados, chamados de pesos de fatores. Isto significa que, uma qualidade ruim (valor muito baixo) atribuída a um determinado critério pode ser compensada por um conjunto de boas qualidades (valores mais altos) aplicadas a outros. Nesse método o risco assumido na análise de multicritérios é médio, ficando exatamente no meio entre uma decisão extrema obtida pela lógica Booleana de intersecção (E) e união (OU) (EASTMAN, 2003).

Esse método, quando comparado ao método Booleano, apresenta vantagens, como: a possibilidade de representar fenômenos da paisagem de forma contínua e a viabilidade de atribuir diferentes pesos aos critérios (fatores), de acordo com a sua importância para o objetivo em análise (CHEN et al., 2001; STORE e KANGAS, 2001).

Por sua vez, o método de Média Ponderada Ordenada permite obter a compensação entre os fatores por meio da atribuição de pesos ponderados (pesos dos fatores), o controle do nível de risco assumido na análise e o grau de compensação entre eles aplicando um segundo conjunto de pesos, chamados de pesos ordenados. O grau de risco depende da posição dos pesos ordenados no ranking e da amplitude dos valores. Desta forma, valores mais altos quando colocados na primeira posição representam uma decisão de menor risco. Por outro lado, se os valores mais altos assumem as últimas posições significa um risco maior. Quando os pesos ordenados variam, qualquer combinação é possível, desde que o seu somatório seja igual a unidade (1). Esse método permite implementar uma ampla gama de opções de combinação entre os fatores ponderados. (CALIJURI, MELO e LORENTZ, 2002; EASTMAN, 2003).

O deslocamento relativo dos pesos ordenados no sentido do valor mínimo ou do valor máximo, segundo EASTMAN (2003), controla o nível de risco assumido, já a uniformidade na distribuição dos mesmos controla a compensação. O resultado

desses procedimentos consiste num espaço estratégico de decisão, definido por um lado pelo grau de risco (mínimo e máximo) e, por outro, pela compensação entre os fatores de pesos (risco médio).

Segundo Calijuri, Melo e Lorentz (2002), o emprego do método da Média Ponderada Ordenada é interessante quando se pretende explorar cenários de risco e variação de compensação. Já o de Combinação Linear Ponderada, pode ser considerado como um caso particular do processo mais geral do método de Média Ponderada Ordenada. Para o autor, esses dois procedimentos ampliam as possibilidades de análises espaciais quando comparados ao método Booleano, devido ao fato de permitirem inserir uma variável de risco e a compensação dos fatores, visto que, o primeiro apenas permite identificar áreas aptas ou inaptas para um objetivo considerado.

3. ANÁLISE ESPACIAL

Segundo Câmara et. al. (2002) compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui atualmente um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento. Entretanto, devido a disponibilidade de sistemas de SIG de baixo custo e com interfaces amigáveis, tais estudos vêm se tornando cada vez mais comuns, permitindo a percepção visual da distribuição espacial de um determinado evento.

Neste sentido, a análise espacial mensura propriedades e relacionamento, levando em conta a localização espacial do fenômeno de forma explícita, possibilitando o estudo, a exploração e a modelagem de processos que se expressam através de uma distribuição no espaço.

Este trabalho utilizou as técnicas de análise espacial de padrões de pontos com o objetivo de estudar a distribuição espacial destes, testando hipóteses sobre o padrão observado, e a análise de áreas, onde os dados espaciais estão associados a áreas delimitadas por polígonos.

3.1 Interpolador Inverso da Distância Ponderada – IDW

Interpolação espacial são métodos de cálculo de um valor desconhecido a partir de um conjunto de pontos de amostra com valores conhecidos que estão distribuídos ao longo de uma área. A distância a partir da célula com valor conhecido às células de amostra contribui para a estimação do seu valor final.

O princípio por trás da interpolação espacial é a Primeira Lei da Geografia. Formulada por Waldo Tobler, esta lei determina que tudo esteja relacionado com o resto, mas coisas próximas são mais relacionadas que coisas distantes. A propriedade formal que mede o grau no qual coisas próximas e distantes estão relacionadas é a autocorrelação espacial. A maioria dos métodos de interpolação aplica autocorrelação

espacial dando a pontos de amostra próximos mais importância que aqueles mais distantes.

Nesta pesquisa foi utilizado o método de interpolação espacial Inverso do Quadrado da Distância – IDW uma vez que este interpolador funciona melhor para conjuntos de pontos de amostra densos, igualmente espaçados. Apesar de não considerar tendências nos dados, o IDW é um bom interpolador para um fenômeno cuja distribuição é fortemente correlacionada com a distância, permitindo um controle explícito sobre a influência desta distância.

O algoritmo calcula valores aproximados, que são desconhecidos, dependendo dos valores vizinhos conforme a equação abaixo:

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{x_j}{d_{ij}^k} \right)}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{d_{ij}^k} \right)}$$

A escolha do IDW foi feita com base no universo em análise. Todos os dados cadastrais que compõe o universo cadastral urbano de Joinville foram utilizados, portanto, não existe a necessidade de utilização de uma metodologia de interpolação como a krigagem, que leva em consideração o nível de incerteza dos dados de uma amostra conhecida para estimar valores desconhecidos.

4. ALGEBRA DE MAPAS

Segundo Tomlin (1990), a álgebra de mapas consiste em “mapas que associam a cada local de uma dada área de estudo um valor quantitativo (escalar, ordinal, cardinal ou intervalar) ou qualitativo (nominal)”. De modo geral, esse termo pode ser entendido como um conjunto de procedimentos que, a partir da manipulação de informações contidas em mapas, é capaz de produzir novos dados

A álgebra de mapas utiliza linguagem computacional de alto nível para realizar estas análises espaciais através de matemática aplicada a arquivos rasters, possibilitando realizar desde operações aritméticas simples até os mais sofisticados algoritmos, fazendo uso de expressões que podem conter operadores e funções e que são construídas em uma ferramenta denominada de calculadora raster.

Os operadores aritméticos permitem adição, subtração, multiplicação, e divisão, podendo também ser usados para converter valores de uma medida para outra. Os operadores relacionais permitem a construção de testes lógicos, retornando valores de verdadeiro (1) e falso (0). Os operadores booleanos permitem realizar testes lógicos e, como os operadores relacionais, retornam valores verdadeiro ou

falso. Os operadores lógicos também permitem a construção testes lógicos célula a célula, mas são implementados com regras específicas.

Na álgebra de mapas, qualquer valor de entrada não-zero é considerado um verdadeiro lógico, e o zero, um falso lógico. Alguns operadores e funções da Álgebra de Mapas avaliam valores de célula de entrada e retornam valores 1 lógicos (verdadeiro) e valores 0 lógicos (falso). Os operadores relacionais e Booleanos todos retornam valores lógicos.

Os operadores combinatórios combinam os atributos de múltiplos rasters de entrada. Esses operadores encontram todas as combinações únicas de valores e atribuem um único ID a cada um, que é retornado à grade de saída. A grade de saída terá campos Value de todas as grades de entrada.

As funções são programas que realizam tarefas específicas, como por exemplo calcular a declividade ou criar um relevo sombreado, constituindo-se no maior elemento da linguagem da Álgebra de Mapas.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

A delimitação de Áreas Urbanas Consolidadas tem como base os marcos regulatórios vigentes, as análises dos resultados obtidos no estudo da área urbana e os fatores históricos que promoveram a urbanização de Joinville.

Foram aplicadas técnicas de geoprocessamento na coleta, tabulação e análises, através do software ArcGIS, utilizado como ferramenta de processamento de dados georreferenciados e análises espaciais.

Utilizou-se o Sistema de Gestão Cadastral da Prefeitura Municipal de Joinville e suas ferramentas de pesquisa e relatórios como base de dados alfanuméricos e espaciais e o Servidor de Dados Espaciais da Prefeitura Municipal de Joinville como fonte de dados gráficos georreferenciados, além do Sistema Municipal de Informações Georreferenciadas - SimGeo da Prefeitura Municipal de Joinville como fonte de informações cartográficas.

As técnicas convencionais de planejamento urbano, quando aplicadas para monitorar a expansão das cidades, não têm conseguido acompanhar a velocidade com que o fenômeno se efetua.

Os métodos convencionais de análise tornam extremamente difícil a integração de diversas técnicas de mapeamentos, análises estatísticas e levantamentos cadastrais inerentes ao processo de planejamento e gestão do território. Desta forma, novos métodos, como as técnicas de geoprocessamento, empregam tecnologias mais adequadas, para detectar, em tempo quase real, a expansão urbana e as alterações ambientais decorrentes, contribuindo para maior eficiência da ação dos órgãos de planejamento. Neste sentido, os SIG representam uma potente ferramenta de apoio à decisão, através da integração de dados para análise e da modelagem de diversos processos que ocorrem no mundo real.

Neste trabalho, os métodos de pesquisa participativa combinados com as tecnologias do SIG potencializaram a produção de mapas em formato de temas, ampliando os horizontes de aplicação para o planejamento urbano.

6. INDICE DE INFRAESTRUTURA INSTALADA

A Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville - IPPUJ foi um órgão da administração indireta do Poder Executivo Municipal de Joinville (SC).

Criada pela Lei Municipal nº 2.497/1991, atuava na elaboração de projetos de caráter físico-territoriais, assim como monitorava a dinâmica das transformações econômicas e sociais e seus reflexos na sociedade. Também planejava o desenvolvimento sustentável do município, apoiava a captação de recursos e desenvolvia e acompanhava a implantação de projetos. Foi responsável pela elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville, a Lei Complementar nº 261 de 28 de fevereiro de 2008, além da elaboração e acompanhamento dos instrumentos de controle urbanístico, indução e promoção ao desenvolvimento, conforme preconiza o Estatuto da Cidade. O IPPUJ foi extinto em 2017, pela Lei Municipal nº 8.363/2017.

Entre os instrumentos de controle urbanístico, a fundação IPPUJ elaborou a Lei Complementar de Ordenamento Territorial, e o Índice de Infraestrutura Instalada surgiu como um mapa temático que permitia identificar as porções do território urbano que absorveriam uma proposta de incremento ao adensamento urbano, de acordo com as diretrizes definidas no Plano Diretor.

O modelo, que agrega todos os equipamentos públicos de saúde, educação, assistência social e lazer, além das redes de abastecimento de água, esgoto sanitário, coleta de lixo, energia elétrica e drenagem pluvial, também traz a acessibilidade ao transporte coletivo e o tipo de pavimentação viária como elementos de cálculo, é atualizado anualmente em função da ampliação das redes de infraestrutura e novos equipamentos públicos colocados à disposição da sociedade.

Em 2015 um modelo simplificado foi desenvolvido para ser utilizado na determinação da Área Urbana Consolidada de Joinville (homologada pelo Decreto Municipal nº 26.874, de 24 de maio de 2016) apenas com os equipamentos de infraestrutura listados no inciso II do Art. 47 da Lei Federal nº 11.977/2009.

O método consiste na aplicação, sobre a malha de unidades cadastrais, da primeira Lei da Geografia de Waldo Tobler: “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”, e também da Lei da Procura proveniente da Economia, que descreve o comportamento predominante dos consumidores na aquisição de bens e serviços.

Unidades cadastrais lindeiras às redes de abastecimento de água, energia elétrica, drenagem pluvial, esgoto sanitário e coleta de lixo, recebem valor igual a 1(um) individualmente para cada rede e a seguir são convertidas em um mapa de

pontos, a partir do centro geométrico de cada unidade cadastral, para cada resultado obtido.

Os mapas de pontos obtidos, em número de cinco, são interpolados pelo método determinístico inverso da distância ponderada (IDW).

O resultado é uma distribuição de valores para cada rede de infraestrutura, por toda área do município de Joinville, no formato de arquivo raster.

Cada mapa obtido reflete a acessibilidade à infraestrutura distribuída no município. É possível visualizar, através destes mapas quais as porções do território que estão deficitárias nos serviços ofertados, permitindo um planejamento mais adequado na ampliação das redes de abastecimento de água, drenagem pluvial, fornecimento de energia elétrica, coleta de esgoto sanitário e coleta de resíduos sólidos.

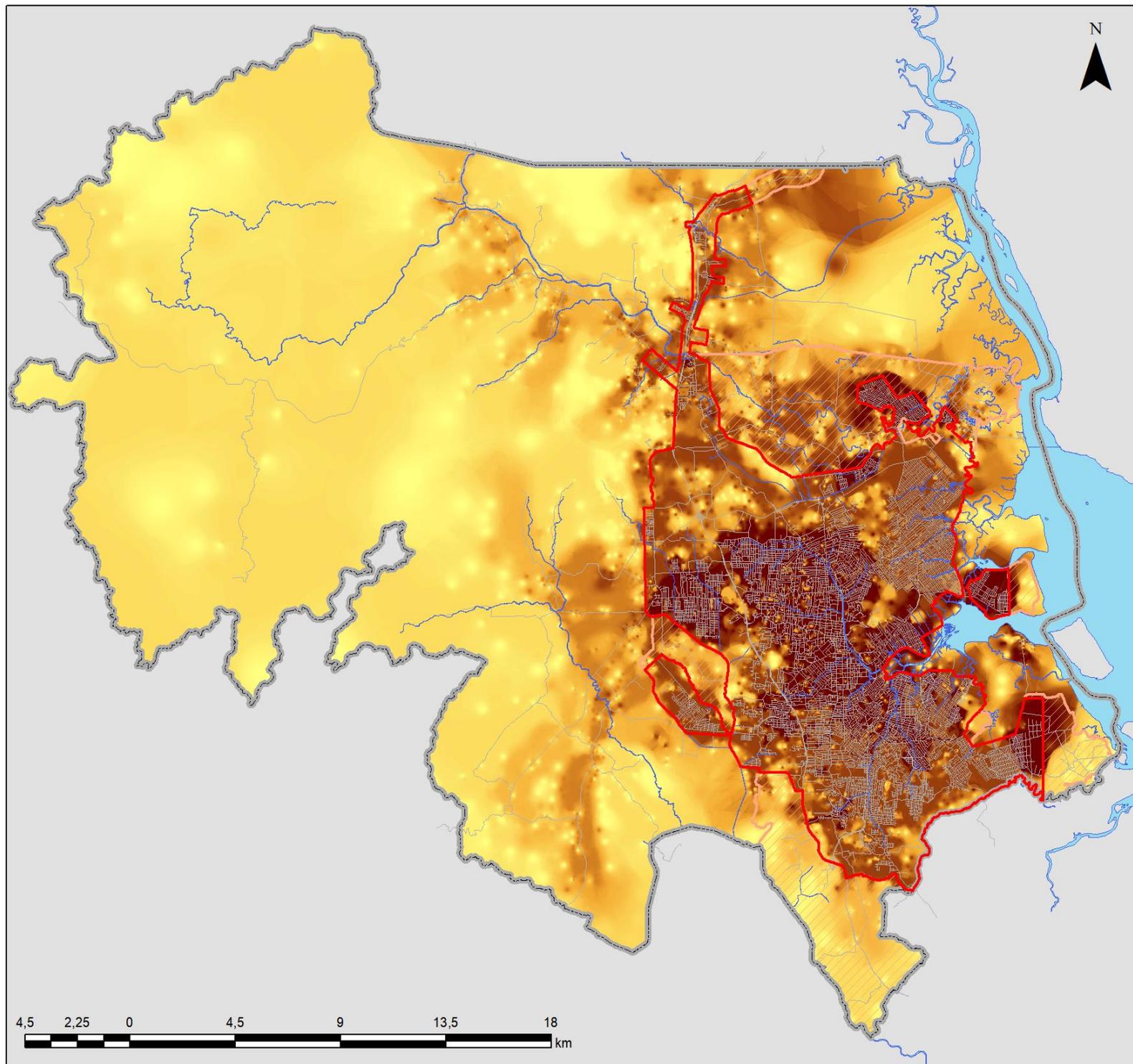
Os mapas de acessibilidade às redes de infraestrutura, então, são manipulados numa ferramenta denominada Calculadora Raster, encontrada na maioria dos softwares de Sistemas de Informação Geográfica.

Aplicando-se procedimentos de Álgebra de Mapas sobre os mapas de acessibilidade às redes de abastecimento de água, drenagem pluvial, fornecimento de energia elétrica, coleta de esgoto sanitário e coleta de resíduos sólidos, que possuem individualmente valores de pixels entre o intervalo de 0 e 1, obtém-se um novo mapa com valores entre 0 e 5.

A interpretação do mapa resultante deve ser correlacionada à quantidade de infraestruturas ofertadas e o resultado obtido é o Índice de Infraestrutura Instalada Simplificado

Classes, interpretação e valores atribuídos ao mapa resultante da álgebra de mapas para a geração do Índice de Infraestrutura Instalada

Classe	Intervalo	Interpretação	Valor Atribuído
1	0 -0,5	A área não possui oferta de nenhuma infraestrutura	0
2	0,500000001 - 1,5	A área possui oferta de pelo menos 1 infraestrutura entre 5	1
3	1,500000001-2,5	A área possui oferta de pelo menos 2 infraestrutura entre 5	2
4	2,500000001-3,5	A área possui oferta de pelo menos 3 infraestrutura entre 5	3
5	3,500000001-4,5	A área possui oferta de pelo menos 4 infraestrutura entre 5	4
6	4,500000001- 5	A área possui oferta integral de todas as 5 infraestruturas	5



Mapa de Localização



Legenda

-  Limites Municipais
-  Perímetro Urbano
-  Áreas de Expansão Urbana
-  Hidrografia
-  Sistema Viário

Índice de Infraestrutura Instalada

-  High : 5
-  Low : 0

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Índice de Infraestrutura Instalada

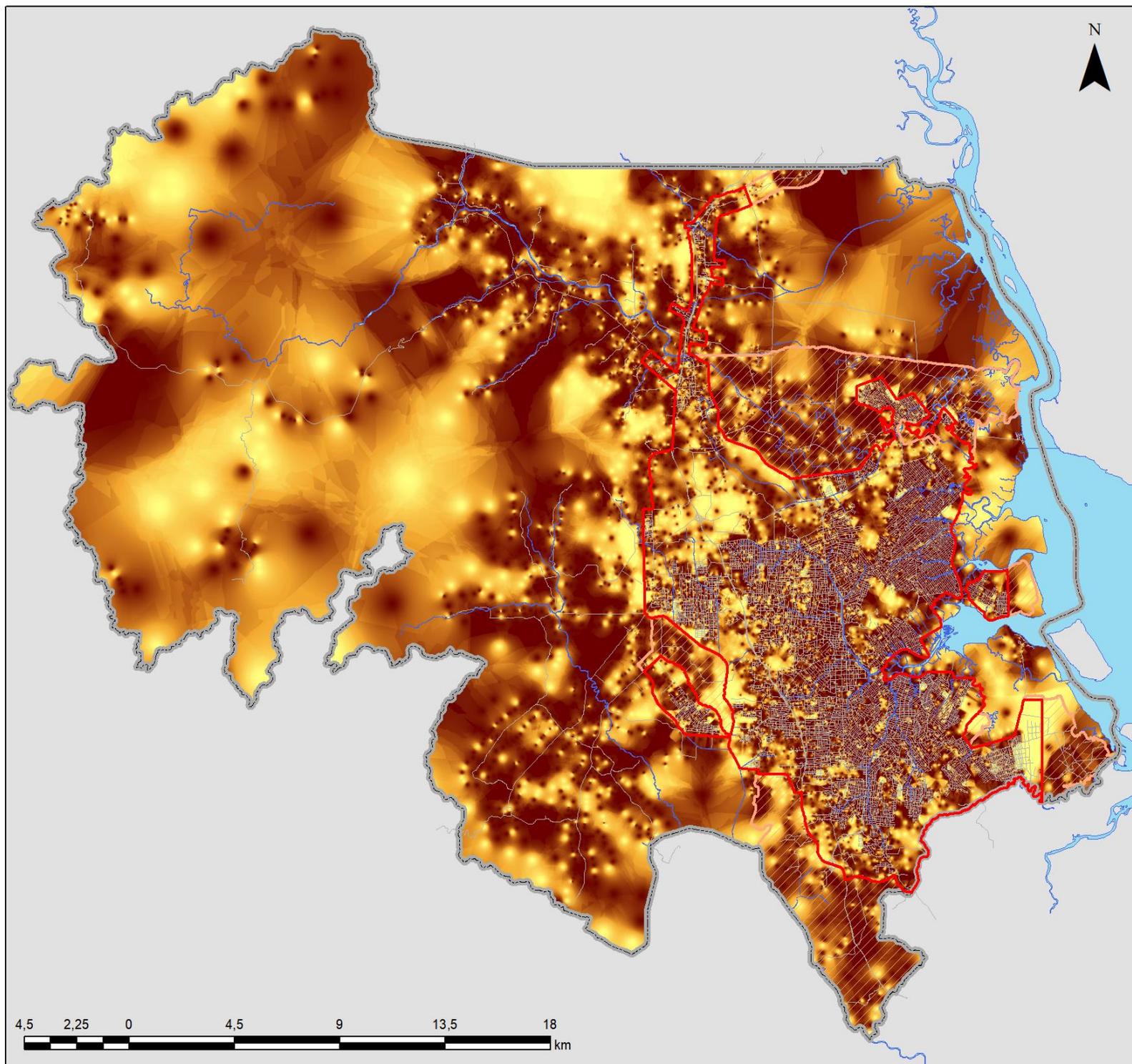
7. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONSTRUÇÕES

Na tentativa de identificar as porções do Município de Joinville que possuem concentrações construtivas suficientes para caracterizá-las como urbanizadas, foram extraídos os dados referentes a todas as edificações construídas no município, constantes nos levantamentos aerofotogramétricos de 2007 e 2010 e suas atualizações disponíveis no SDE do SimGEO.

Cada edificação foi reduzida a um ponto geográfico no centro geométrico do polígono que o identificava e o arquivo resultante foi aplicado sobre a malha de unidades cadastrais urbanas. Unidades Cadastrais interseccionadas pelo conjunto de ponto recebem valor igual a 1(um), unidades cadastrais não interseccionadas receberam valor 0 (zero).

Este mapa de Unidades Cadastrais foi convertido em um mapa de pontos, a partir do centro geométrico de cada unidade cadastral, e interpolados pelo método determinístico inverso da distância ponderada (IDW).

O resultado é uma distribuição espacial de valores para concentração de edificações, por toda área do município de Joinville, no formato de arquivo raster, onde o valor zero representa a inexistência de edificações, e o valor um, a inexistência de território não construído.



Mapa de Localização



Legenda

-  Limites Municipais
-  Perímetro Urbano
-  Áreas de Expansão Urbana
-  Hidrografia
-  Sistema Viário

Distribuição espacial das construções

-  High : 1
-  Low : 0

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Distribuição Espacial das Construções

8. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS EDIFICADAS

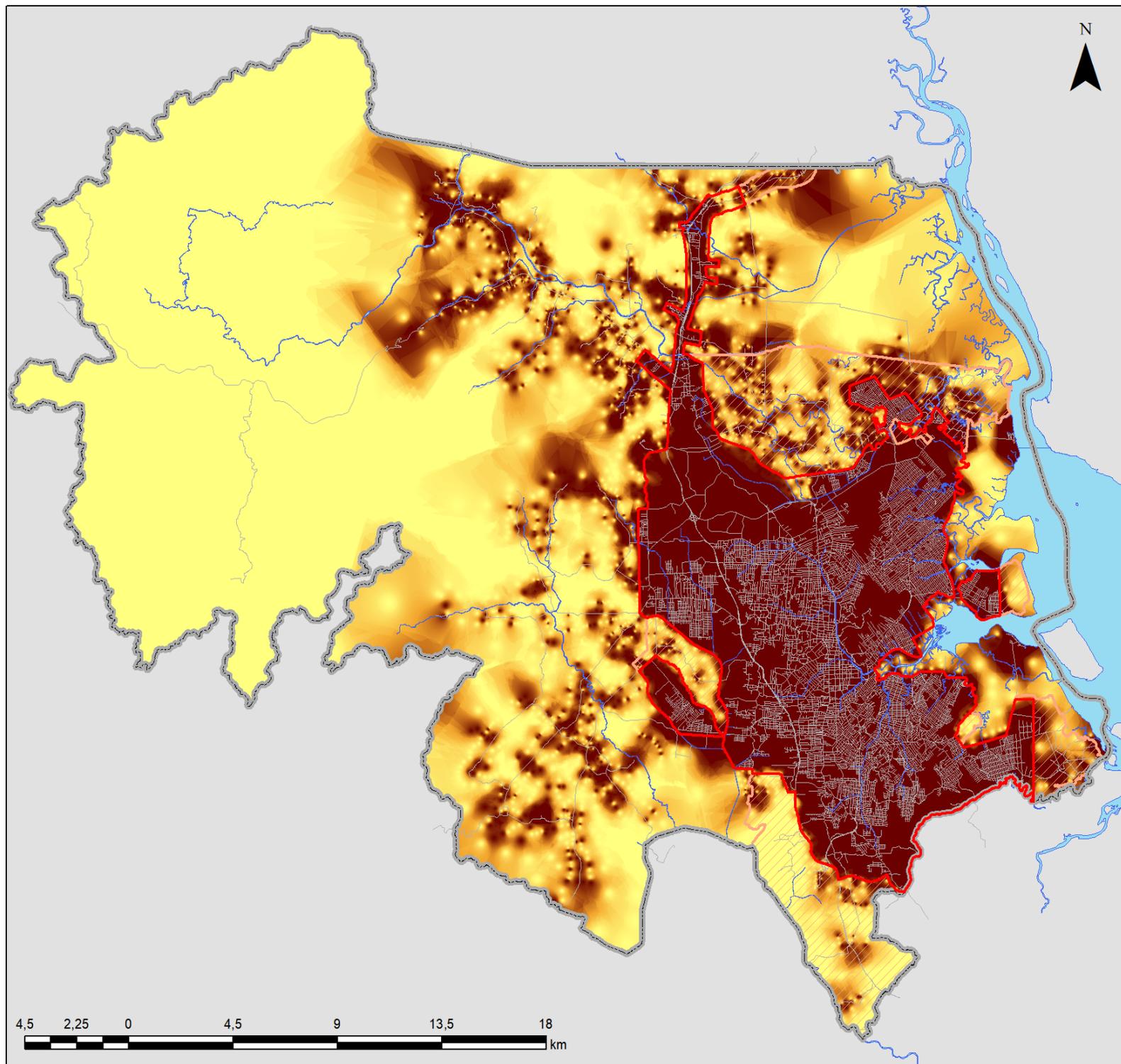
Na tentativa de identificar as porções do Município de Joinville que edificadas, foram extraídos os dados referentes aos parcelamentos regulares existentes em Joinville, bem como os parcelamentos irregulares e clandestinos com características urbanas.

Os lotes do Mapa de lotes Urbanos e Rurais que foram interseccionados pelo Mapa de parcelamentos receberam valor igual a 1 (um). Os demais receberam valor igual a 0 (zero).

Este mapa foi convertido em um mapa de pontos, a partir do centro geométrico de cada unidade cadastral, e interpolados pelo método determinístico inverso da distância ponderada (IDW).

O resultado é uma distribuição espacial do território edificado, por toda área do município de Joinville, no formato de arquivo raster, onde o valor zero representa porções não edificadas, e o valor um, porções completamente edificadas.

Importante ressaltar que o Município de Joinville entende como território edificado aquele que possui sistema viário implantado e ocupação com características urbanas provenientes tanto de parcelamentos regulares quanto de ocupações clandestinas e irregulares.



Mapa de Localização



Legenda

- Limites Municipais
- Perímetro Urbano
- Áreas de Expansão Urbana
- Hidrografia
- Sistema Viário

Distribuição espacial de áreas edificadas

- High : 1
- Low : 0

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

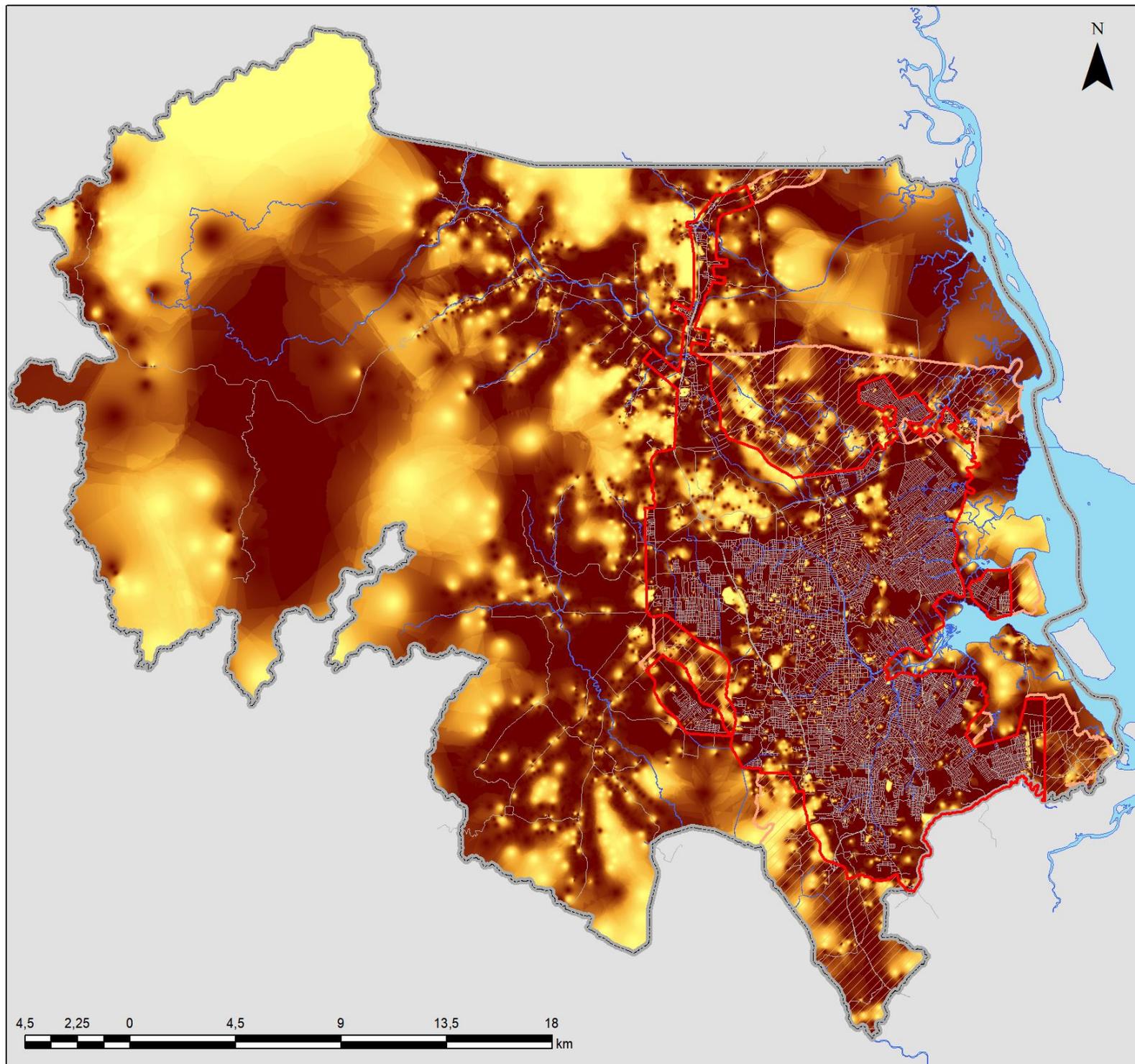
Distribuição Espacial de Áreas Edificadas

9. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO SISTEMA VIÁRIO

Para a identificação das porções do Município de Joinville atendidos por sistema viário, foram utilizadas as camadas de sistema viário constantes nos levantamentos aerofotogramétricos de 2007 e 2010 e suas atualizações disponíveis no SDE do SimGEO.

Unidades cadastrais que possuem acesso ao sistema viário existente recebem valor igual a 1(um), as demais o valor 0 (zero), e a seguir são convertidas em um mapa de pontos, a partir do centro geométrico de cada unidade cadastral, para cada resultado obtido.

Os mapas de pontos obtidos, é interpolado pelo método determinístico inverso da distância ponderada (IDW) e o resultado é uma distribuição de valores para existência de acesso ao sistema viário de Joinville, no formato de arquivo raster.



Mapa de Localização



Legenda

-  Limites Municipais
-  Perímetro Urbano
-  Áreas de Expansão Urbana
-  Hidrografia
-  Sistema Viário

Distribuição espacial do sistema viário

-  High : 1
-  Low : 0

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

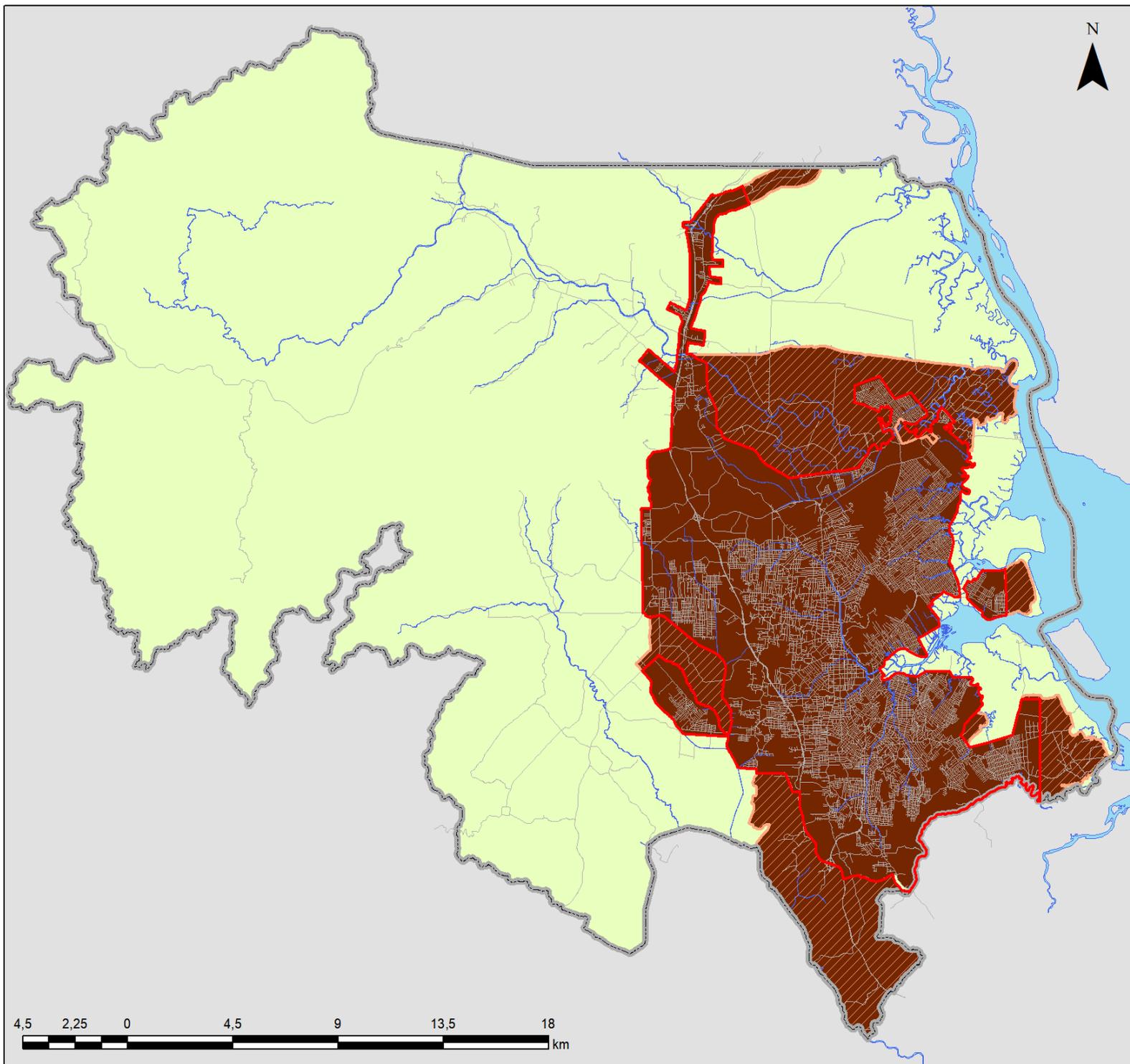
Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Distribuição Espacial do Sistema Viário

10. TERRITÓRIO

Utilizando-se do mapa de limites contendo os limites municipais, o limite do Perímetro Urbano e os limites das Áreas de Expansão Urbana, ambos definidas no Plano Diretor de Joinville – Lei nº 620/2022, foi atribuído o valor 1 (um) para o perímetro urbano e para as áreas de expansão urbana. Para a Zona Rural foi atribuído o valor 0 (zero). Em seguida, o mapa vetor foi convertido em arquivo raster através da ferramenta “*Conversion Tools / To Raster / Polygon to Raster*” do ArcGis.



Mapa de Localização



Legenda

-  Limites Municipais
-  Perímetro Urbano
-  Áreas de Expansão Urbana
-  Hidrografia
-  Sistema Viário

Tipificação do território

-  0 - Rural
-  1 - Urbano

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Mapa de Tipificação do Território

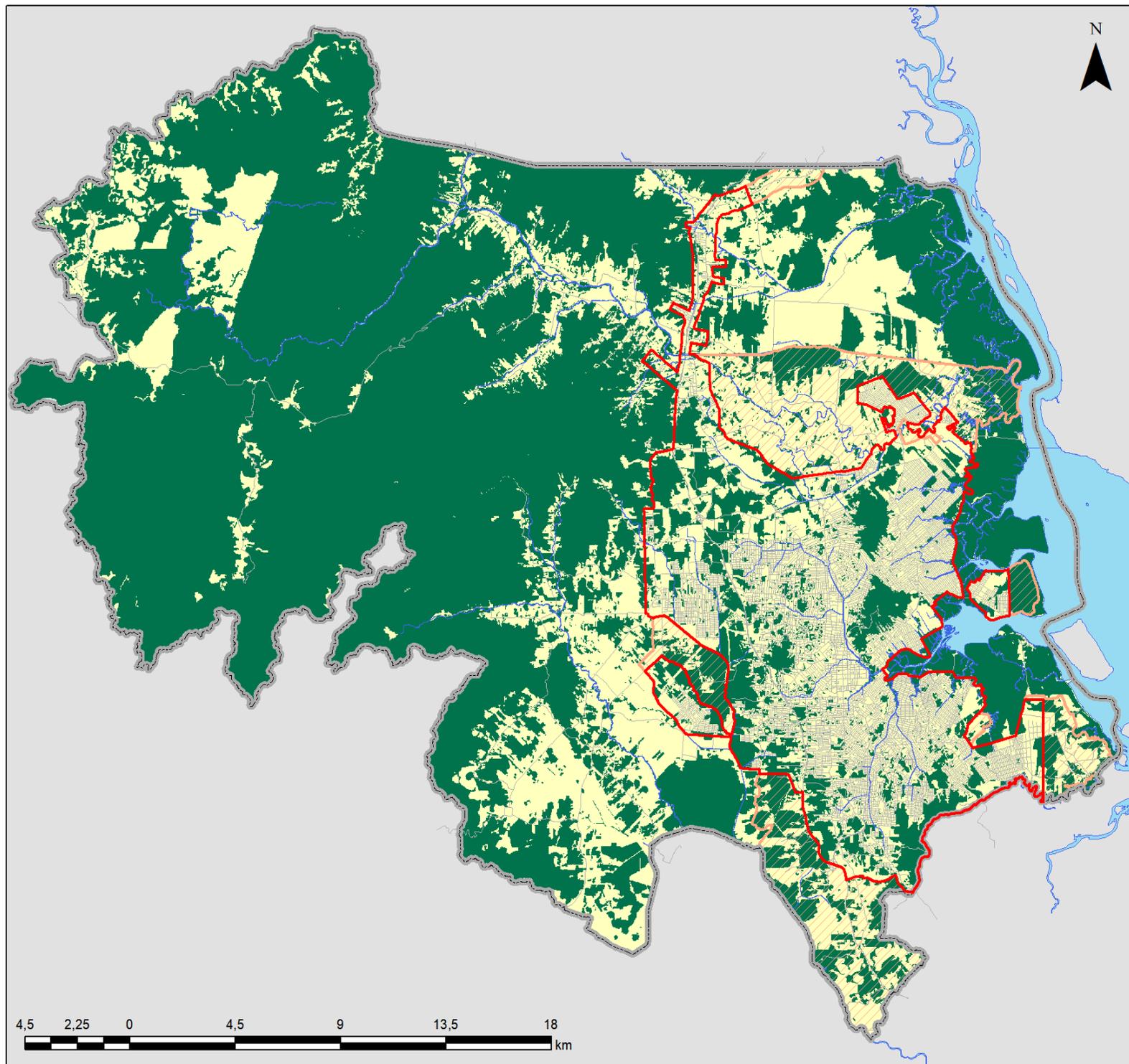
11. RESTRIÇÕES AMBIENTAIS – VEGETAÇÃO

Joinville possui 64% do seu território composto por Mata Atlântica e manguezais, ambas protegidas por legislações ambientais específicas, restringido, por conta disso, a produção de espaços urbanos.

Paralelamente, a legislação urbanística de uso e ocupação do solo, acompanhando o viés ambiental destas áreas, reduz drasticamente os seus potenciais construtivos e de parcelamento de solo, retardando a sua consolidação, se comparado a outras porções do território.

Desta forma, foi criada a variável restrições ambientais – vegetação, para que o modelo apresentado reflita de maneira mais precisa as reais condições de consolidação do território.

Para isto foi utilizado o Mapa Uso da Terra – vegetação, onde às feições de Mata Atlântica e Mangue foi atribuído valor 1 (um) e às demais feições, o valor zero (0). Em seguida, o mapa vetor foi convertido em arquivo raster através da ferramenta “*Conversion Tools / To Raster / Polygon to Raster*” do ArcGis.



Mapa de Localização



Legenda

-  Limites Municipais
-  Perímetro Urbano
-  Áreas de Expansão Urbana
-  Hidrografia
-  Sistema Viário

Restrições Ambientais - Vegetação

-  0 - Sem Mata Atlântica ou manguezais
-  1 - Com Mata Atlântica ou manguezais

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Restrições Ambientais - Vegetação

12. FÓRMULA DE CÁLCULO

Uma vez de posse de todos os arquivos raster das variáveis do sistema e que, por sua vez, representam os itens listados na Lei Federal nº 14.285/2021, a saber:

Arquivo Raster	Lei Federal nº 14.285/2021	Valor atribuído	Interpretação
Território	a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica	1 e 0	1 para perímetro urbano e zona de expansão urbana 0 para zona rural
Distribuição espacial do sistema viário	b) dispor de sistema viário implantado	Entre 0 e 1	onde zero representa áreas sem acesso e 1 áreas com acesso
Distribuição espacial de áreas edificadas	c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificadas	Entre 0 e 1	onde zero representa áreas não edificadas e áreas edificadas
Distribuição espacial de construções	d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços	Entre 0 e 1	onde zero representa áreas sem concentração de construções e 1 áreas com grande concentração de construções
Índice de Infraestrutura instalada	e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: 1. drenagem de águas pluviais; 2. esgotamento sanitário; 3. abastecimento de água potável; 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;	Entre 0 e 5	onde zero representa a completa inexistência de infraestrutura e 5 a plena oferta de todas as infraestruturas
Restrições Ambientais - Vegetação	--	1 e 0	onde 0 representa áreas sem ocorrência de Mata Atlântica ou manguezal e 1 representa a existência destas.
Intervalo máximo de valores		0 a 9	

O processo de delimitação da Área Urbana Consolidada de Joinville é realizado em duas etapas:

Etapa 01: Utilizando a ferramenta Raster Calculator do módulo Spatial Analyst do software ArcGIS, através de expressões matemáticas simples, a soma e a subtração, obtém-se um mapa temático com valores variando entre 0 e 9:

$$MR = \text{item A} + \text{item B} + \text{item C} + \text{item D} + \text{item E} - r$$

onde:

MR=mapa resultante

item A= Território

item B = Distribuição espacial do sistema viário

item C = Distribuição espacial de áreas edificadas

item D = Distribuição espacial de construções

item E = Índice de Infraestrutura instalada

r = Restrições Ambientais - Vegetação

Etapa 2: Com a mesma ferramenta descrita na etapa 1, seleciona-se no mapa resultante os valores maiores que 5 (cinco).

Convencionou-se que qualquer valor acima de 5 no mapa resultante atende a todos os quesitos listados na Lei nº 14.6285/2021 para que um território seja considerado consolidado:

$$R = MR > 5$$

Onde

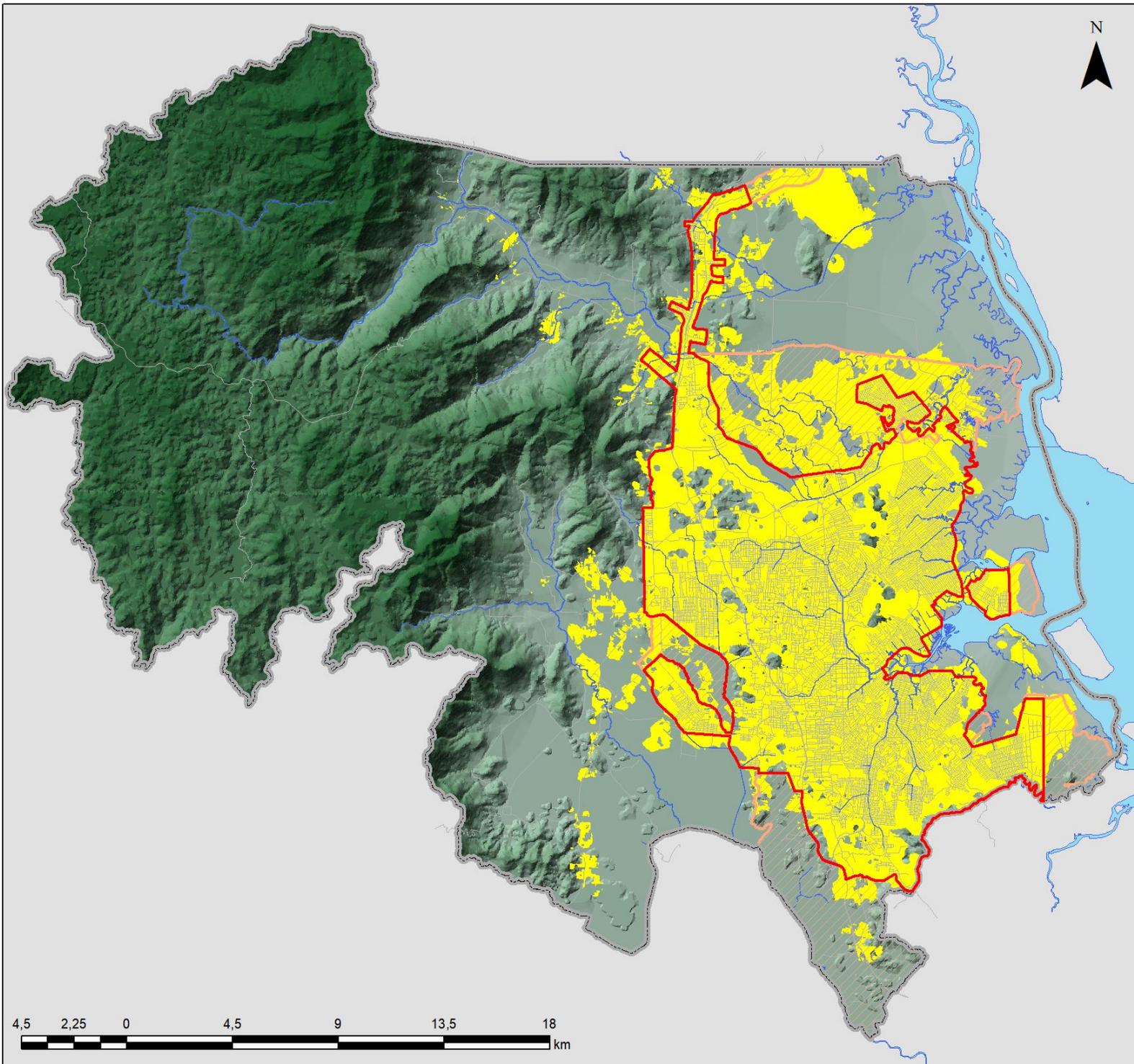
MR = mapa resultante da etapa 1

R = Mapa da Área Urbanizada Consolidada do Município de Joinville

13. ÁREA URBANIZADA CONSOLIDADA

A Área Urbanizada Consolidada de Joinville tem como característica a presença de feições eminentemente urbanas como concentrações de edificações de forma contínua, sistema viário implantado e uma oferta de infraestrutura de equipamentos e serviços que favorecem o desenvolvimento urbano.

Importante ressaltar que a Área Urbanizada Consolidada de Joinville não se restringe ao Perímetro Urbano legalmente instituído. Apesar de ser o resultado direto de um cálculo matemático ela coincide com os vetores de expansão urbana provenientes de aspectos históricos como a redução dos limites do perímetro urbano de Joinville produzida pelas Leis Complementares nº 27/96 e nº 312/2010, além das ocupações irregulares e clandestinas decorrentes da oferta de infraestrutura e linhas contínuas de transporte coletivo que extrapolam os limites do atual perímetro urbano.



Mapa de Localização



Legenda

- Limites Municipais
- Perímetro Urbano
- Áreas de Expansão Urbana
- Hidrografia
- Sistema Viário
- Área Urbanizada Consolidada

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
Sistema de referência SIRGAS2000

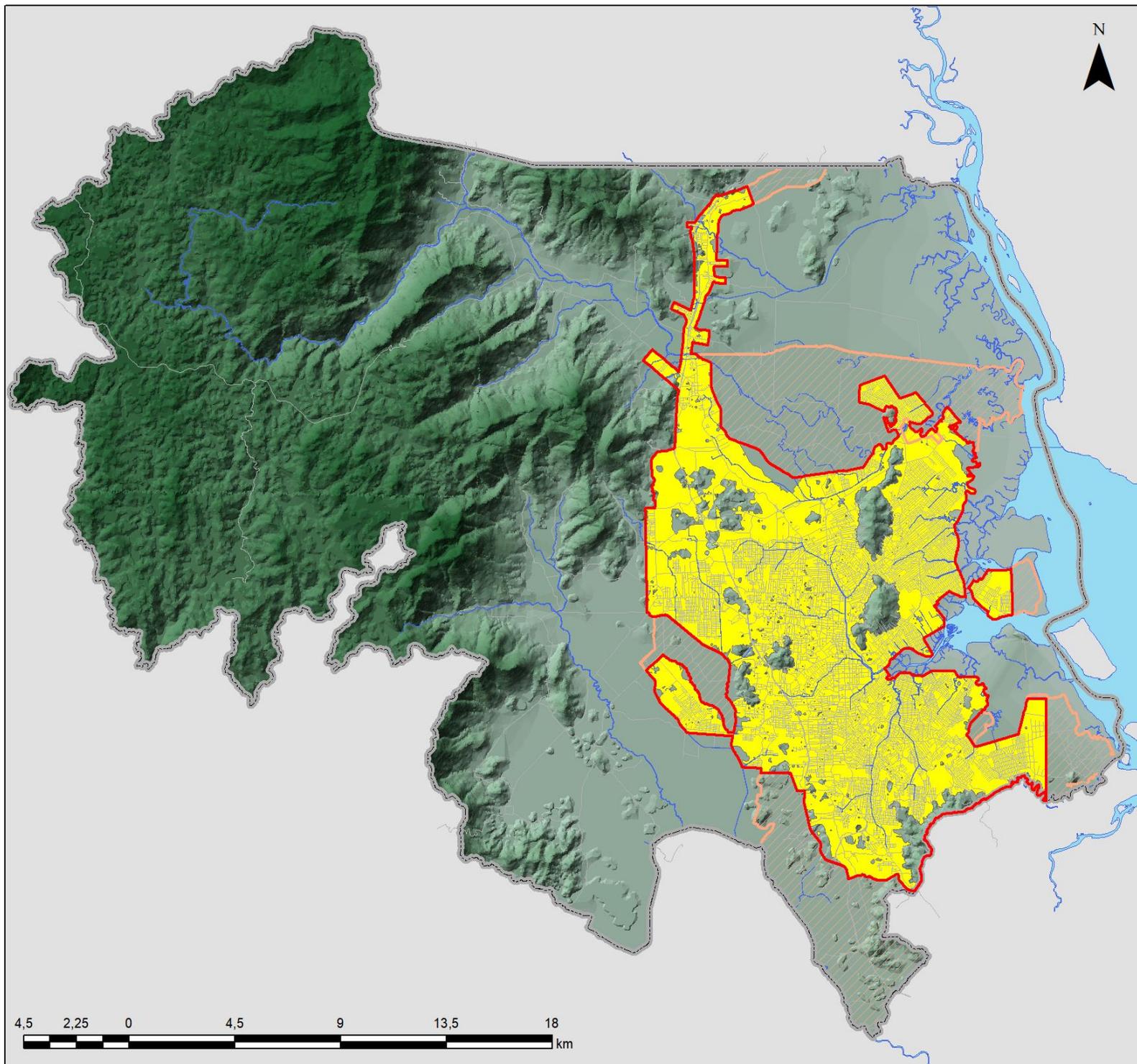
DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Área Urbanizada Consolidada

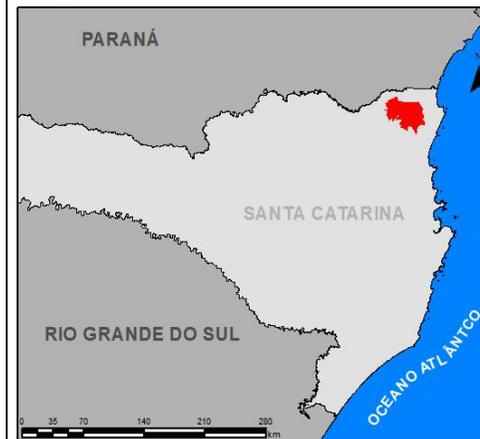
14. ÁREA URBANA CONSOLIDADA

A Área Urbana Consolidada é a porção da Área Urbanizada Consolidada inserida no perímetro urbano legal e que possui feições eminentemente urbanas como concentração continuada de construções, sistema viário implantado e oferta de infraestrutura de equipamentos e serviços que possibilitam o pleno desenvolvimento urbano.

Por ser o resultado direto de um cálculo matemático, além dos dados que a originaram possuírem escalas e precisões cartográficas diferentes, a Área Urbana Consolidada sofreu ajustes pontuais tendo como base o mosaico de imagens disponível na ferramenta Google Earth.



Mapa de Localização



Legenda

-  Limites Municipais
-  Perímetro Urbano
-  Áreas de Expansão Urbana
-  Hidrografia
-  Sistema Viário
-  Área Urbana Consolidada - AUC

Fonte de dados:

SimGEO, 1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000, PMJ, 2022
 Sistema de Gestão Cadastral, PMJ, 2022

Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas Geodésicas
 Projeção: Universal Transversa de Mercator - M.C 51°W
 Sistema de referência SIRGAS2000

DELIMITAÇÃO DA ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Área Urbana Consolidada



15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Área Urbana Consolidada deve ser entendida como uma área que se altera ao longo do tempo em função do desenvolvimento da cidade. Sendo assim, se faz necessário que os procedimentos que a identificam sejam revisados em períodos pré-definidos. **Recomenda-se que a revisão desta metodologia seja realizada a cada 10 anos ou quando a legislação que a origina seja alterada e/ou substituída.**

O espaço urbano é extremamente dinâmico e, da mesma forma, as áreas consolidadas de um município, quer dentro dos limites legais de seu perímetro urbano, quer em sua zona rural, jamais retornam espontaneamente a condição de “não consolidadas”. Isto ocorre em função da densidade construtiva ociosa que estas áreas disponibilizam, tornando-as mais acessíveis ao uso residencial, ou em função da infraestrutura urbana ali já instalada, que as tornam atrativas a usos não residenciais.

Desta forma, é de suma importância que a Área Urbana Consolidada possua mecanismos automáticos para sua ampliação ao longo do tempo.

Recomendamos que a ampliação da AUC seja realizada à medida que:

- **Unidades cadastrais recebam os Certificados de Conclusão de Obras – CCO**
- **Parcelamentos de solo sejam aprovados na forma da Lei nº 6766/1979 e legislação municipal em vigor.**
- **Projetos de Regularização Fundiária, na forma da Lei nº 13.465/2017 sejam instaurados.**

16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITAR, OMAR YAZBEK. **Guia Cartas geotécnicas [livro eletrônico]: orientações básicas aos municípios** / autores e organizadores Omar Yazbek Bitar, Carlos Geraldo Luz de Freitas, Eduardo Soares de Macedo. -: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. 2015.

CALIJURI, M. L.; MELO, A. L. O.; LORENTZ, J. F. **Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão.** Informática Pública. v. 4, n. 2, p. 231-250, 2002.

CÂMARA, G., DRUCK, S., CARVALHO, M., MONTEIRO, A. M. V. **Análise Espacial de Dados Geográficos.** São José dos Campos: INPE, 2002.

CHEN, K., BLONG, R., JACOBSON, C. **MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards.** Environmental Modelling & Software. v.16, n.4, p. 387-397, Jun. 2001.

CORSEUIL, CLAUDIA WEBER. **Técnicas de Geoprocessamento e de Análise ne Multicritérios Na Adequação de Uso das Terras** .Tese (doutorado), Orientador: Prof. Dr. Sérgio Campos. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho; faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2006

CORRÊA, ROBERTO LOBATO. **O Espaço Urbano.** Ed. Ática SA. São Paulo, SP.1989.

EASTMAN, J. R. **Idrisi For Windows versão 2.** Manual do usuário: Introdução e exercícios tutoriais. Porto Alegre: UFRGS - Centro de Recursos Idrisi, 1998.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Kilimanjaro: Guide to GIS and Image Processing.** Worcester: Clark University, 2003. 328p. Manual Version 14.00.

JOINVILLE. **Decreto Municipal nº 26.874, de 24 de maio de 2016. Área urbana consolidada de Joinville - Diagnóstico socioambiental.** 156p. Diário Oficial Eletrônico do Município de Joinville nº 461. Joinville, SC, 24 maio 2016

MALCZEWSKI, J. **GIS -based land-use suitability analysis: a critical overview.** Progress in Planning. v. 62, n. 1, p. 3-65, Jul. 2004.

MATOS, J. (2008) - **Fundamentos de informação geográfica.** 5ª Edição atualizada e aumentada. Lisboa: Lidel.

MILLER, H.J. & SHAW, S.L. (2001) - **Geographic information systems for transportation: Principles and applications.** New York: Oxford University Press.

ROSENFELDT, Y.A.Z., LOCH.C. **Necessidade técnica e cartográfica como amparo jurídico aos processos de regularização fundiária no Brasil.** Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. nº 64/2 páginas

213-336. Rio de Janeiro. 2012.

ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Dordrecht. Kluwer Academic. (1996).

SILIVI JR., O. et al. **Planejamento integrado e gestão urbana**. 12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial - COBRAC 2016. Florianópolis. 2016. ISBN 1980-4520

SILIVI JR., O. **Avaliação de Áreas Urbanas Consolidadas: O caso de Joinville /SC**. Dissertação (Mestrado). Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch. UFSC. Florianópolis, SC. 2017.

SILIVI JR, OSMAR. et. al. **Visão da infraestrutura pública instalada e ociosa para gestão municipal: Índice de Infraestrutura Urbana Instalada de Joinville-SC**. ENSUS 2017. Florianópolis. 2017. ISSN 2448-2846

SILVA, A. N. R. et al.. **SIG - uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes: uma ferramenta 3 D para análise ambiental, urbana, avaliação multicritério, redes neurais artificiais**. São Carlos, SP. Ed. Dos Autores, 2004. 227p.

STORE, R.; KANGAS, J. **Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modeling**. Landscape and Urban Planning. v.55, p.79-93. Jul. 2001.

TOMLIN, C. DANA. **Geographic Information System and Cartographic Modeling**. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall. 1990