



Difusão dos casos de COVID-19 no município de Coronel Fabriciano-MG: uma abordagem configuracional

Arthur Dornellas Oliveira^a, Vanessa Beraldo Machado^b,
Gustavo Soares Silva^c, Laura Duarte Pereira Lopes^d, Lívia Maria Alvarenga Santos^e, Giovanna Domingues Mendes Gonçalves^f e
Maria Fernanda Souza Silva^g

^a Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil.
E-mail: arthurdornellas.arq@gmail.com

^b Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil
E-mail: vanberaldo@gmail.com

^c Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil
E-mail: gustavo.ssilva@a.unileste.edu.br

^d Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil
E-mail: laura.dlopes@a.unileste.edu.br

^e Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil
E-mail: livia.alvarenga@a.unileste.edu.br

^f Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil
E-mail: giovanna.domingues@a.unileste.edu.br

^g Centro Universitário Católica de Minas Gerais – UNILESTE, Coronel Fabriciano, MG, Brasil
E-mail: mariafernanda.silva@a.unileste.edu.br

Submetido em 21 de outubro de 2022. Aceito em 31 de outubro de 2022.
<https://doi.org/10.47235/rmu.v10i2.260>

Resumo. O ambiente urbano tem sido reconhecido como um dos principais cenários para disseminação de doenças contagiosas causadas por vírus, como o SARS-CoV-2, que causa a COVID-19. Desde 2020, a OMS declarou a COVID-19 como pandemia, o que gerou grandes implicações sociais e impactos na saúde, na economia e no trabalho. Para entender a relação da propagação da doença e suas relações espaciais, foi elaborado um estudo de caso na cidade de Coronel Fabriciano, MG, Brasil, no qual foi aplicada a metodologia da Sintaxe Espacial, especificamente as medidas de integração e escolha, correlacionando o produto desta análise com mapas de Kernel, resultado de um mapeamento de 7.751 casos confirmados da doença entre os meses de março de 2020 a março de 2022, e com variáveis socioeconômicas e de infraestrutura. Os resultados deste estudo mostraram uma forte relação entre a configuração espacial e a difusão da COVID-19, podendo levar a proposição de diretrizes de combate a epidemias que visem causar menos danos socioeconômicos, como, por exemplo, um confinamento mais flexível.

Palavras-chave. Sintaxe Espacial, COVID-19, Morfologia Urbana, Mapas de Kernel, Coronel Fabriciano-MG.

Introdução

Em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma pandemia. O

termo “pandemia” se refere à distribuição geográfica de uma doença e não à sua gravidade. A designação reconhece que existem surtos de determinada doença em vários países e regiões do mundo, neste caso a

do COVID-19. O vírus causador desta doença respiratória é o coronavírus SARS-CoV-2, caracterizado por sua rápida e fácil propagação.

Os primeiros indícios do SARS-CoV-2 foram registrados em 31 de dezembro de 2019, quando a OMS foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos. O principal meio de contaminação e proliferação do SARS-CoV 2 é o contato entre contaminados e não contaminados. A síndrome respiratória aguda grave do coronavírus 2, que causa o COVID-19, é muito mais transmissível do que os vírus respiratórios com os quais entramos em contato em pandemias anteriores.

O ambiente urbano tem sido reconhecido mundialmente como um dos principais fatores que interferem na disseminação de doenças infecciosas. Desta forma, destaca-se o papel da configuração do espaço na rede de disseminação da COVID-19, pois é nesse espaço que se desenvolvem as dinâmicas sociais, e as relações de contato físico entre a sociedade. Os impactos, até então conhecidos, causados pela pandemia, mostram que o mundo não estava preparado para tal cenário, vivenciando implicações sanitárias, sociais e econômicas.

Para entender a influência configuracional neste processo de propagação da infecção, este estudo utilizou a teoria da Sintaxe Espacial, que é um conjunto de teorias e técnicas para analisar a conformação do espaço e a relação desta configuração com a dinâmica social, seja esta uma configuração de o ambiente construído ou projetado, e investigou o efeito do ambiente urbano na disseminação espacial dos casos de COVID-19 em Coronel Fabriciano-MG, Brasil.

Este estudo coletou um conjunto de 7.751 casos confirmados de SARS-CoV-2 e seus respectivos locais de contaminação entre março de 2020 e março de 2022 na cidade de Coronel Fabriciano-MG. Com base na teoria da Sintaxe Espacial, as medidas de escolha e integração foram selecionadas como indicadores quantitativos para o ambiente urbano, além da sobreposição de análises sintáticas com o Estimador de Densidade de

Kernel, também denominado Mapa de Kernel, para estimar densidade e concentração dos casos confirmados na malha urbana. Neste método, as observações são ponderadas pela distância de um valor central. Desta forma, o resultado de um Mapa de Kernel é uma visão geral da intensidade de um determinado fenômeno, ou processo, neste caso, a propagação da infecção.

A escolha da Sintaxe Espacial como metodologia de análise se deve à lógica da propagação da doença, uma vez que o vírus pode se espalhar de pessoa para pessoa, de forma continuada, por meio de gotículas do nariz ou da boca que se espalham quando o paciente tosse ou espirra. O contato próximo (aproximadamente 1 metro), com uma pessoa com sintomas propicia a infecção.

Para um entendimento mais amplo dos padrões de difusão da doença no território da cidade, os mapas as suas respectivas medidas, obtidas a partir das análises configuracionais e dos mapas de Kernel, foram também correlacionadas com mapas de variáveis socioeconômicas e de infraestrutura como: densidade demográfica, média de habitantes por domicílio, renda por domicílio, abastecimento de água, esgotamento sanitário, ausência de banheiro de uso exclusivo e coleta de lixo.

A escolha do estudo em Coronel Fabriciano justifica-se por sua importância na Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA). A cidade abrigou os primeiros povoados urbanos da região, e se apresenta como a segunda maior cidade da Região Metropolitana. Coronel Fabriciano apresenta também uma localização geográfica relevante, e atrai fluxos de toda região pela oferta de serviços terciários. Soma-se a isso a inexistência de pesquisas científicas desenvolvidas no município que abordem uma análise configuracional.

Por meio desta pesquisa, foi possível revelar uma forte relação entre a configuração espacial do tecido urbano da cidade e a disseminação de casos de COVID-19. Com foco na topologia, acessibilidade de rede e centralidade de uma área urbana, este estudo busca verificar a eficácia deste tipo de análise para utilização na interpretação e previsão da propagação do COVID-19. Em linhas gerais, o objetivo da pesquisa busca fornecer

subsídios, argumentos e fomentar a discussão da configuração urbana e suas relações com as dinâmicas que ocorrem em sua espacialidade, neste estudo, como citado na propagação do Covid-19. Além do mais visa contribuir com a literatura atual investigando a disseminação da doença em escala local a partir da perspectiva espacial e da Sintaxe Espacial, o que pode ser benéfico para a prevenção de epidemias e pandemias.

Contextualização do território de estudo

Coronel Fabriciano é um município localizado no leste do estado de Minas Gerais, Brasil (Fig.1) pertencente à Região Metropolitana do Vale do Aço, junto com Ipatinga, Timóteo, Santana do Paraíso e mais vinte e dois municípios que formam o colar metropolitano da região. O município localiza-se a 198 quilômetros de Belo Horizonte, capital do estado, e encontra-se ao centro do Vale do Aço. De acordo com o censo 2010, a população da cidade era de 103 797 habitantes, atualmente a estimativa é de 110.709 pessoas e sua área de extensão territorial é de 221,252 km² (IBGE, 2021).

Segundo a Prefeitura, o município é dividido em seis setores mais a área rural. Cada setor é formado por um grupo de bairros da cidade, que estão interligados devido à proximidade espacial entre eles. Totalizam, como divisões oficiais que constam registrados no sistema da prefeitura em junção com os dados disponibilizados pelo Censo 2010 (IBGE), 64 bairros (Figura 2), juntamente com divisões territoriais não oficiais, novos loteamentos e os povoados rurais. Conforme IBGE (2010) o Amaro Lanari é o maior bairro com 6.924 habitantes, seguido pelo Caladinho com 5,458

habitantes, Santa Cruz com 5.367 habitantes, Melo Viana com 5.192 hab e Morada do Vale com 4.621 habitantes.

O Bairro Amaro Lanari, além de ser o mais populoso dentre os bairros de Coronel Fabriciano, difere-se dos outros também em outras características, como o posicionamento territorial, já que se encontra no extremo leste do perímetro urbano. O bairro é caracterizado por sua topografia majoritariamente plana, diferente dos demais bairros, sendo um bairro planejado pela empresa Usiminas em 1958. A empresa buscava com a elaboração do bairro, abrigar as classes mais baixas de trabalhadores e devido a isto está muito próximo a Ipatinga, município sede da empresa. Mesmo com a emancipação de Ipatinga em 1964 o bairro continuou pertencente a Coronel Fabriciano, não havendo até então acesso ao centro do município o que fortaleceu a influência de Ipatinga no Amaro Lanari. Embora já exista a ligação com o centro de Coronel Fabriciano, o bairro ainda apresenta forte relação de dependência com a cidade de Ipatinga.

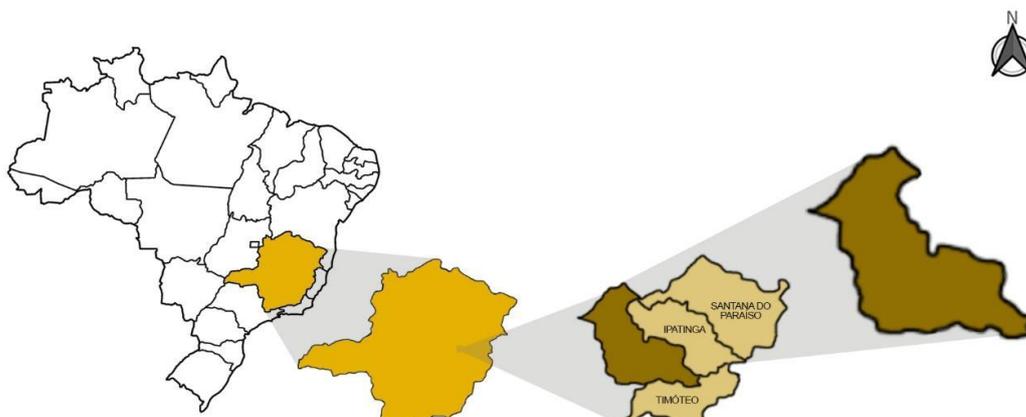


Figura 1. Mapa de localização de Coronel Fabriciano-MG, Brasil (fonte: elaborada pelos autores).

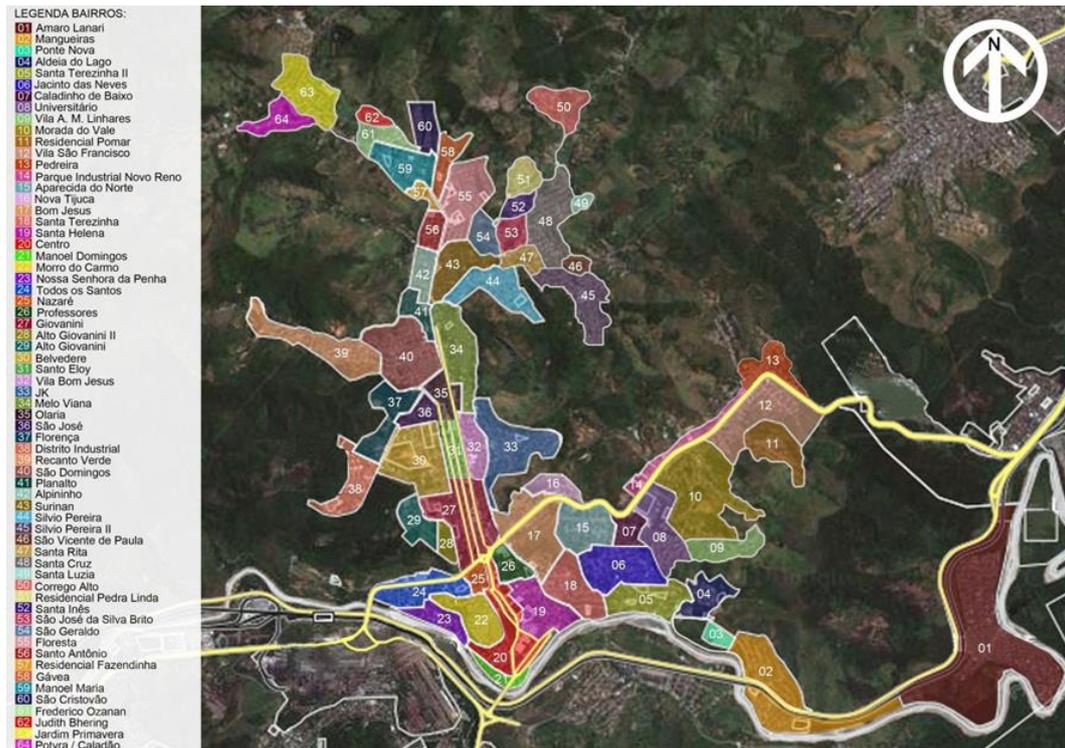


Figura 3. Setores de Coronel Fabriciano-MG, Brasil (fonte: elaborada pelos autores).



Figura 2. Principais eixos viários de Coronel Fabriciano-MG (fonte: elaborada pelos autores).

De acordo com Vaz, D. dos S., & Vaz, J. S. (2009), Coronel Fabriciano possui dois eixos

principais, o norte-sul que se trata da Avenida Magalhães Pinto e o eixo Leste-Oeste que se

refere a antiga BR 381 e atual Avenida Tancredo Neves (Figura 3). A Avenida é o principal eixo de desenvolvimento para o município, caracterizando-se por ser uma área de planície e pela proximidade com o Ribeirão Caladão, favorável para o comércio, devido ao fato de ser a ligação do centro a diversos bairros. A Avenida Tancredo Neves apresenta grande fluxo e isso impulsionou a implantação de comércios e serviços ao longo de sua extensão. Em suas margens é possível encontrar postos de combustíveis, oficinas, borracharias, empresa de ônibus (Univale), um Centro Universitário (Unileste MG) e poucas residências, criou-se dessa forma uma rede urbana local com grande importância econômica para a cidade.

A principal fonte econômica do município são os comércios e serviços das mais diversas áreas, entretanto a indústria também tem papel significativo. Com relação a infraestrutura, Coronel Fabriciano contém abastecimento de água tratada, energia elétrica, esgoto, limpeza urbana, telefonia fixa e telefonia móvel. Com relação à saúde, no município existem 15 Unidade Básicas de saúde, divididas por todos os setores, dois hospitais, sendo um público e um privado. O Centro Covid-19, foi constituído para atender a população com

sintomas da doença, logo no início dos primeiros casos, março 2020, posteriormente em outubro de 2021 foram encerrados os atendimentos com a justificativa da queda nos casos e conseqüentemente dos atendimentos decorrentes da doença.

Para uma caracterização mais ampla do território e algumas das suas partes constituintes, foram coletados a partir da base de dados do Censo 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dados socioeconômicos e de infraestrutura como: densidade demográfica (Figura 4), média do número de moradores em domicílios particulares permanentes (Figura 5), renda média por domicílios particulares (Figura 6), domicílios particulares permanentes com abastecimento de água (Figura 7), domicílios com esgotamento sanitário (Figura 8), domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores (Figura 9), domicílios particulares permanentes com coleta de lixo (Figura 10).

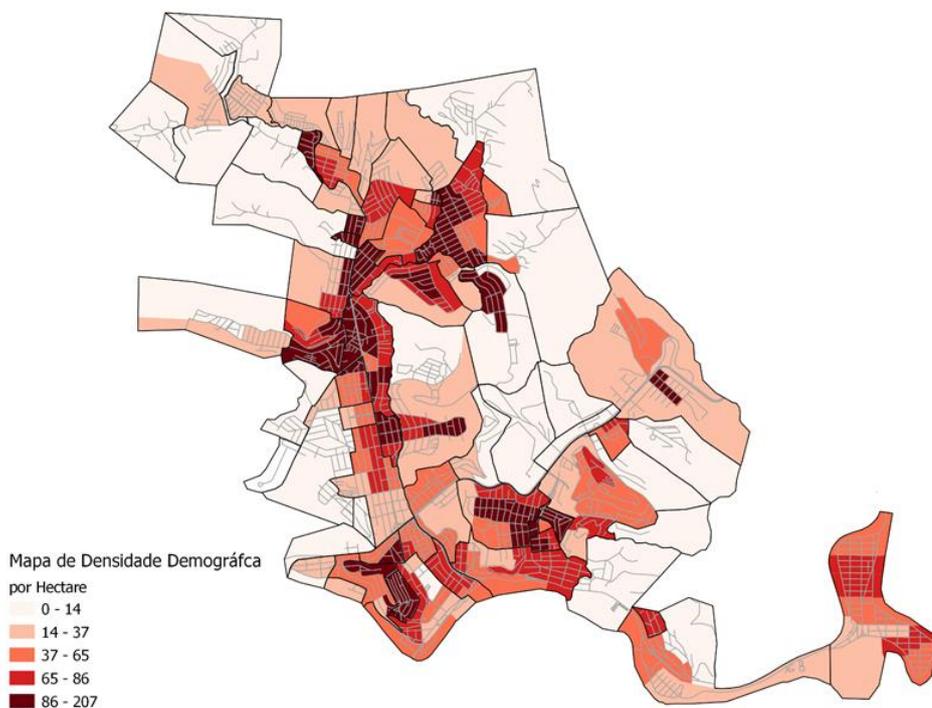


Figura 4. Mapa de densidade demográfica por hectare em Coronel Fabriciano (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

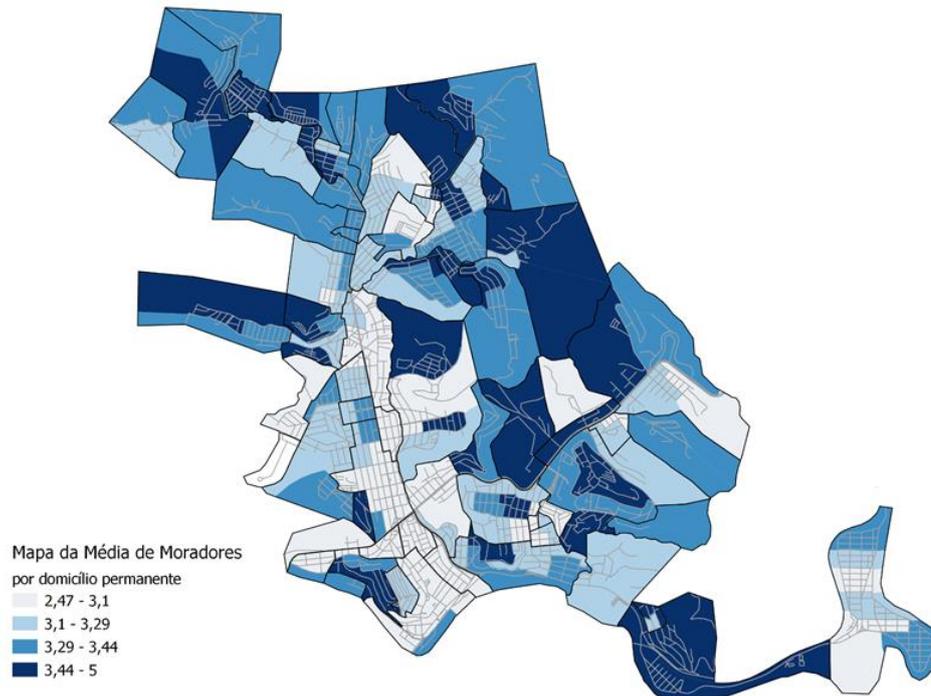


Figura 5. Mapa da média de moradores por domicílio permanente em Coronel Fabriciano (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

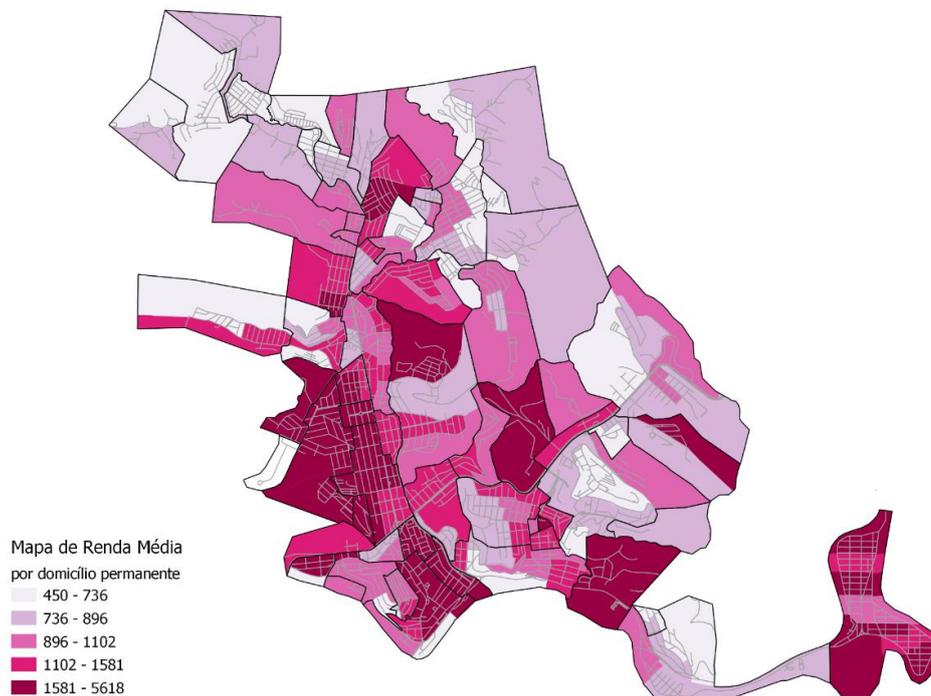


Figura 6. Mapa de renda média por domicílio permanente em Coronel Fabriciano (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

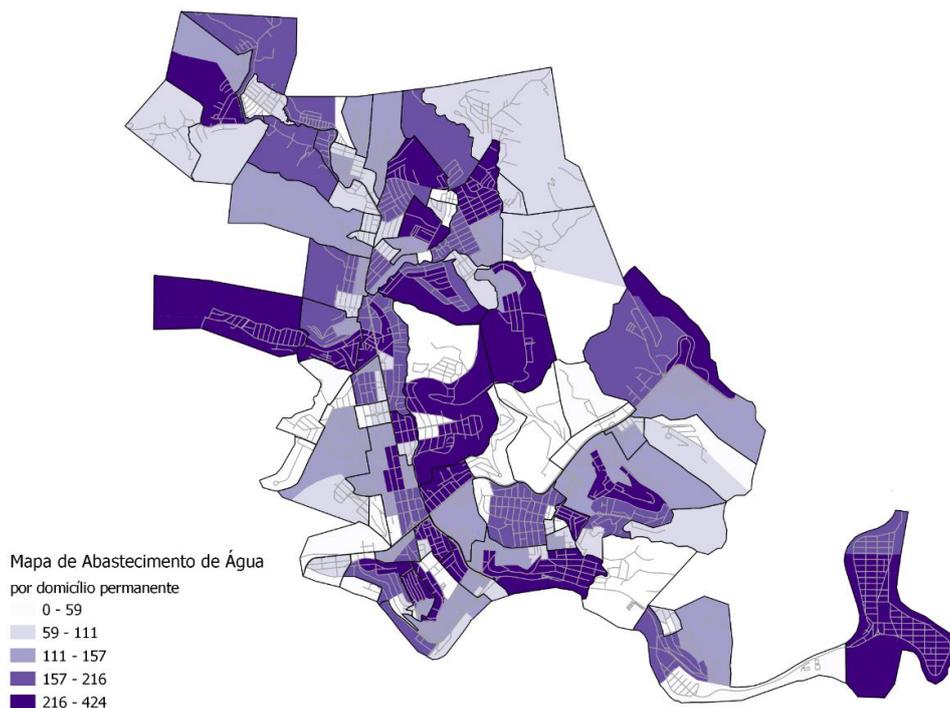


Figura 7. Mapa de abastecimento de água por domicílio permanente (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

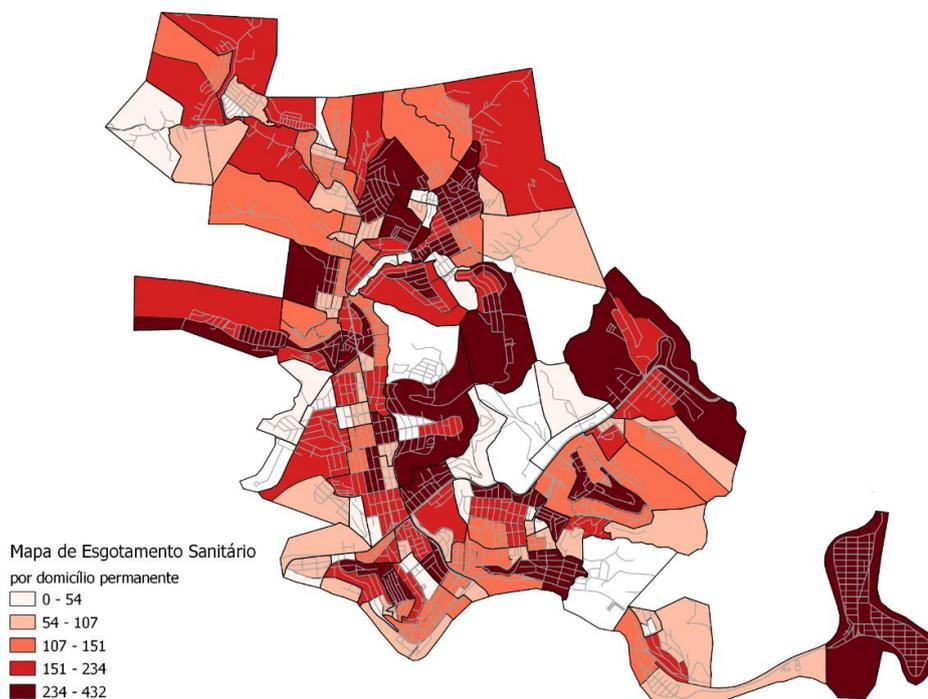


Figura 8. Mapa de esgotamento sanitário por domicílio permanente (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

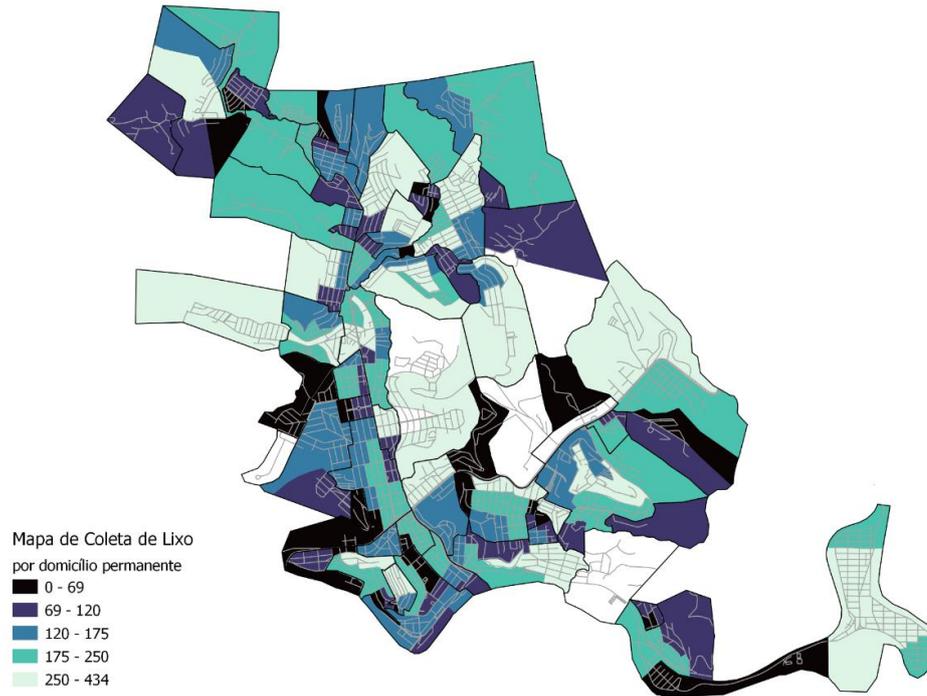


Figura 9. Mapa de domicílios permanentes sem banheiro de uso exclusivo (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

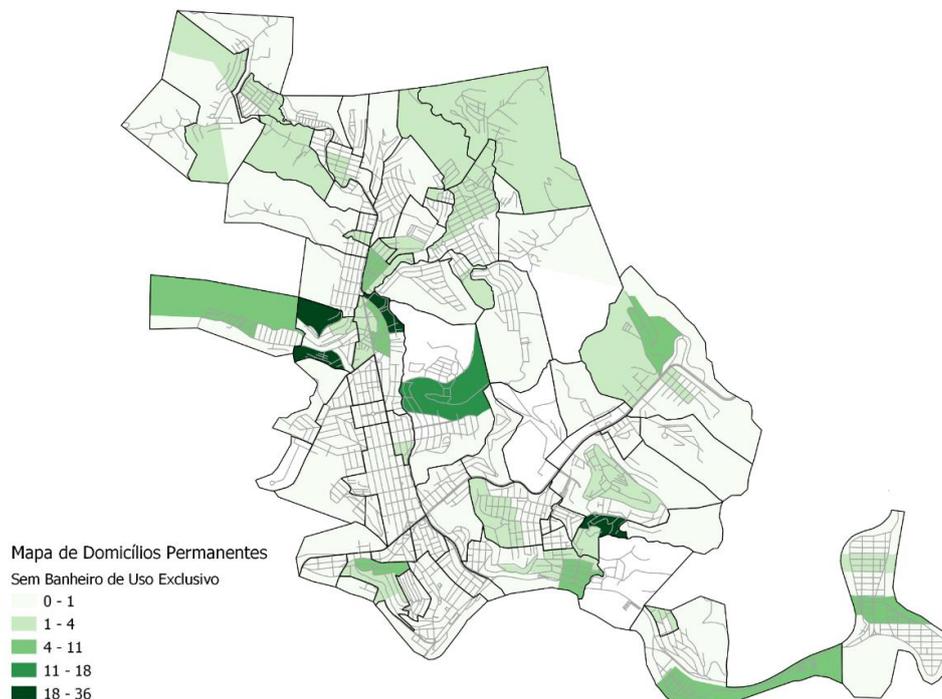


Figura 10. Mapa de coleta de lixo por domicílio permanente (fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE).

Em relação aos dados de COVID-19 em Coronel Fabriciano, cedidos pela Vigilância Epidemiológica do município, no recorte temporal de março de 2020 a março de 2022, foram contabilizados 1751 casos, dos quais 21 foram óbitos. Com o início dos casos, a Prefeitura implementou 15 decretos em busca de mitigar o contágio e disseminação do vírus, sendo revogados em março de 2022, a obrigatoriedade do uso de máscaras em locais fechados e abertos.

Bases teórico-metodológicas

Sintaxe Espacial

A teoria da Sintaxe Espacial surgiu na década de 1970, com o objetivo de analisar as relações entre uma determinada configuração espacial e as relações com as dinâmicas sociais que ocorrem nesse espaço. O termo “Sintaxe Espacial”, surgiu em 1976, na publicação “Space Syntax” de Hillier, Leaman, Stansall e Bedford, porém a partir da obra “The social logic of space” (Hillier, Hanson, 1984), é onde tem-se um referencial teórico e metodológico, com os conceitos e as categorias de análise básicas reunidas na mesma publicação. Outras importantes obras posteriores vieram a fortalecer e disseminar as ideias da teoria como “Space is the machine” (Hillier, 1996) e “Decoding homes and houses” (Hanson, 1998).

A Sintaxe Espacial pode ser definida como uma teoria, que implica conjunto de métodos e técnicas de análise da configuração de determinado espaço, enfatizando os potenciais de encontros e esquivanças através das possibilidades de acessibilidade dada pelas barreiras e permeabilidade de tal configuração espacial (HOLANDA 2001).

O movimento é um atributo importante para Hillier e Hanson (1984) na compreensão da configuração do espaço, pois entendem que a espacialidade está intrinsecamente ligada a esse fenômeno. É através do movimento que se torna possível conhecer e aprender o espaço. Essa compreensão está diretamente relacionada à ideia de copresença: para interagir com diferentes usuários, é preciso encontrá-los, e esses encontros acontecem no plano espacial, seja da cidade ou do edifício. A estrutura física do espaço é inseparável das estruturas sociais, atuando e interferindo nelas (HILLIER E NETO, 2001).

As estruturas básicas para a análise configuracional são os espaços convexos e as linhas axiais. Para a construção desses mapas, parte-se de uma representação usual do objeto arquitetônico ou urbano, como uma planta baixa de um edifício ou um mapa de uma cidade, que a partir de um processamento computacional são associados valores quantitativos e expressões matemáticas para a análise do espaço. Esses procedimentos investigativos geram propriedades capazes de quantificar relações na rede urbana da malha viária, mostrando possibilidades de fluxos naturais de movimentação. Um mapa convexo é formado por uma série de espaços que cobrem o sistema. É o espaço mais largo possível dentro do espaço público, que pode ser subdividido em quantas unidades forem possíveis (NOGUEIRA, 2004).

Já os espaços axiais, ou linhas axiais, são representados por linhas retas capazes de cobrir todos os espaços livres de um determinado traçado urbano ou planta de edificação. Essas linhas simulam o movimento, considerando que as pessoas tendem a se mover em linha reta e pelas menores distâncias geométricas entre pontos em um determinado espaço. Para cada via é construída uma linha que, quando conectada às demais, estabelece relações de acessibilidade e/ou permeabilidade, visual ou física. Essa representação linear é a base para a construção do mapa axial (HILLIER; HANSON, 1984). Para este trabalho, por se tratar de uma análise em escala urbana, será usada como unidade espacial, as linhas axiais.

Existem várias medidas utilizadas para a análise de mapas axiais. Conforme mencionado por Heitor e Pinelo (2015), de todas as medidas desenvolvidas e testadas, duas se destacam pela capacidade de análise de cenários urbanos: Integração e Escolha. Essas serão as medidas abordadas nesta pesquisa, pelo entendimento de que por sua própria definição estas medidas seriam as mais adequadas para o entendimento da relação entre a configuração do espacial e a difusão dos casos da COVID-19.

A integração: É uma das medidas mais importantes para uma análise sintática. É uma medida do grau de centralidade. Quantifica a acessibilidade topológica de cada espaço em relação a todos os outros que compõem um

sistema espacial; expressa matematicamente a distância sintática de um espaço para todos os outros espaços do sistema (HILLIER; HANSON, 1984). A integração tende a enfatizar espaços da cidade que, via de regra, os indivíduos chamariam de ruas principais, muitas vezes associadas ao conceito de centro urbano.

O cálculo do valor de integração resulta em um atributo numérico para cada espaço ou cada linha. Ela pode ser analisada em vários níveis, para o escopo deste artigo serão estudados dois níveis: raio N que mede a profundidade ou a superfície de uma linha em relação a todas as outras linhas do sistema; e raio 3 (raio local) que mede quão profunda ou rasa é uma linha em relação a outras linhas que estão a 3 mudanças de direção. A primeira é considerada uma análise global da integração e a segunda uma análise local. A integração local é um indicador melhor para o movimento de menor escala, ou movimento de pedestres (HILLIER, 1996).

A construção dos mapas axiais de Coronel Fabriciano, foi realizada a partir das definições da teoria da Sintaxe Espacial, no software QGis, que em seguida, foram processados de forma automatizada pelo plugin Space Syntax Toolkit, no mesmo software.

Sobre os mapas axiais de Integração da cidade de Coronel Fabriciano, pode-se observar no mapa de Integração de Raio N, raio global (Figura 11), que o núcleo integrador da cidade, formado pelo conjunto de linhas representadas nas cores mais quentes, abrange um grande número de bairros, como o Centro, Giovanini, Nazaré, Santa Eloy, Bom Jesus, Bairro dos Professores, Belvedere, Vila Bom Jesus, Olaria, Melo Viana. Estes bairros se caracterizam como uma rede de centralidade urbana, onde se apresenta a maior oferta de comércio e serviços na cidade. Além do eixo da Av. Magalhães Pinto ser um o principal eixo de expansão territorial de Coronel Fabriciano.

Vale também observar que neste mapa, as linhas que representam as vias do bairro Amaro Lanari, na sua totalidade, apresentam os valores mais baixos de integração, se caracterizando como espaço de segregação dentro da malha urbana da cidade. Este fato, como dito anteriormente, pode ser explicado

pela relação de dependência do bairro com a cidade de Ipatinga, desde suas origens. Os outros bairros que se apresentam como espaços segregados, como o Caladão e o Jardim Primavera, são bairros limítrofes à zona rural da cidade.

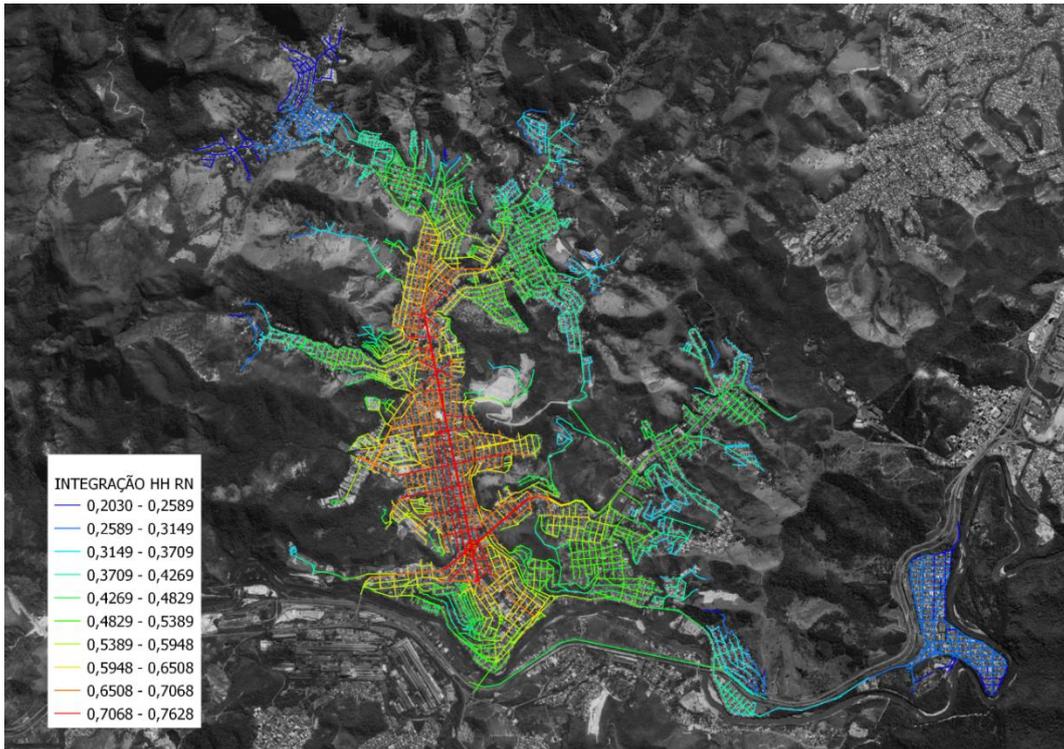


Figura 11. Mapa axial de Coronel Fabriciano - Integração HH RN (fonte: elaborada pelos autores).

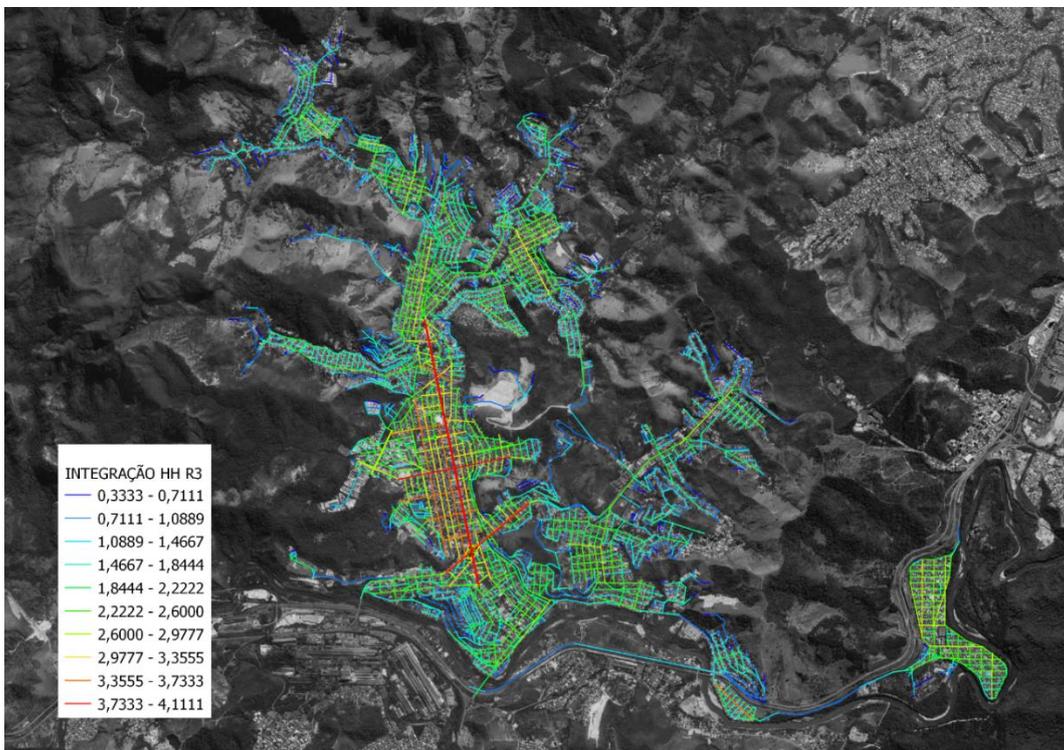


Figura 12. Mapa axial de Coronel Fabriciano - Integração HH R3 (fonte: elaborada pelos autores).

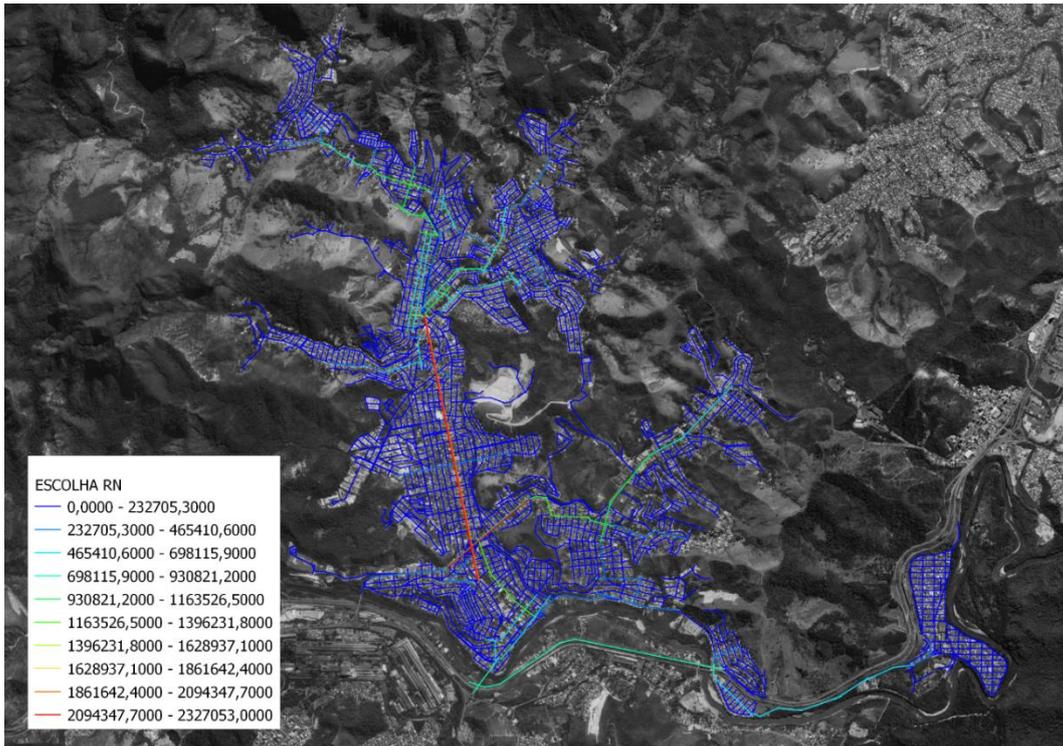


Figura 13. Mapa axial de Coronel Fabriciano - Escolha (fonte: elaborado pelos autores).

No mapa axial de Integração de Raio 3, raio local (Figura 12), observa-se as centralidades de bairros, ou centralidades locais. Pode-se perceber que praticamente todos os bairros apresentam uma uniformidade configuracional, no que diz respeito à integração local, com exceção dos bairros que margeiam a Av. Magalhães Pinto, que apresentam os maiores valores de integração local. Fato este que reforça a importância do eixo como protagonista na configuração da malha.

Já a medida Escolha, diz respeito ao potencial de fluxo; à probabilidade de uma rota ser mais utilizada do que todas as outras devido à economia de movimento, ou seja, de um espaço ser utilizado por fazer parte das menores rotas entre todas as rotas de um espaço. Em outras palavras, está relacionada à probabilidade de passar por uma determinada rota ao percorrer o caminho mais curto ao se deslocar de um ponto a outro no mapa.

Sobre o mapa axial de Escolha, de Coronel Fabriciano (Figura 13), podemos observar que as linhas com maiores valores, são aquelas que simbolizam as vias Avenida Magalhães Pinto e a Av. Tancredo Neves (antiga BR 381), respectivamente. Como visto anteriormente estas vias constituem o principal eixo viário da

cidade, sendo as responsáveis pelos principais acessos intra e interurbanos.

A Estrada da Mangueira, apresenta também um valor mais alto de integração; esta via é a principal ligação do bairro Amaro Lanari ao centro da cidade. Além destas linhas, algumas outras que apresentam valores relevantes no que diz respeito à medida de escolha, são linhas que representam vias principais de ligação entre bairros, como por exemplo a noroeste do mapa, as vias que ligam os bairros Planalto, Alipinho, Santo Antônio, Residencial Fazendinha e Manoel Maria; e a nordeste do mapa as vias de ligação entre os bairros Melo Viana, Silvio Pereira, Surinan, São Geraldo e São José da Silva Brito.

Estimador de densidade de Kernel

O estimador de densidade Kernel é, segundo Gatrell et al. (1995), um interpolador, que possibilita estimar a intensidade de um evento em toda a área escolhida, mesmo em regiões onde o processo não gerou nenhuma ocorrência real. É um estimador probabilístico não paramétrico (não utiliza média e desvio padrão como parâmetro). Sua única premissa básica é que ao avaliar a ocorrência de eventos no espaço, deve-se considerar a localização dos eventos como aleatória. De forma

simplificada, pode-se dizer que o estimador Kernel consiste em estimar o número esperado de eventos por unidade de área.

Os Mapas de Kernel são amplamente utilizados na interpretação de um fenômeno representado por um mapa de pontos, são uma alternativa para a análise geográfica do comportamento de padrões. Neste método, as observações são ponderadas pela distância de um valor central. Dessa forma, o resultado de um Mapa de Kernel é uma visão geral da intensidade do processo em todas as regiões do mapa. Como metodologia consolidada na análise da disseminação de doenças, optou-se por utilizá-la na interpretação de casos de COVID-19 na malha urbana de Coronel Fabriciano-MG.

A base de dados de casos confirmados de COVID-19, fornecida pela vigilância epidemiológica do município de Coronel

Fabriciano-MG, foi georreferenciada, por meio do serviço gratuito disponibilizado pelo Google, “Google My Maps”, gerando um ponto na rede urbana para cada caso confirmado. Os dados do mapeamento foram subdivididos em meses e posteriormente processados pelo interpolador Kernel, plugin do software QGIS.

Para a interpolação dos pontos no estimador Kernel, estimou-se um raio de 500 metros, pois com um raio maior não foi obtido um produto cartográfico satisfatório para os fins deste trabalho. Para este artigo, o mapa Kernel destaca com a cor mais quente (vermelho) as regiões onde há maior concentração de casos de COVID-19, onde há menor concentração de casos, a cor é mais fria (azul) (Figuras 14, 15 e 16).

Observando os mapas de Kernel, percebe-se que de modo geral, as áreas com maior

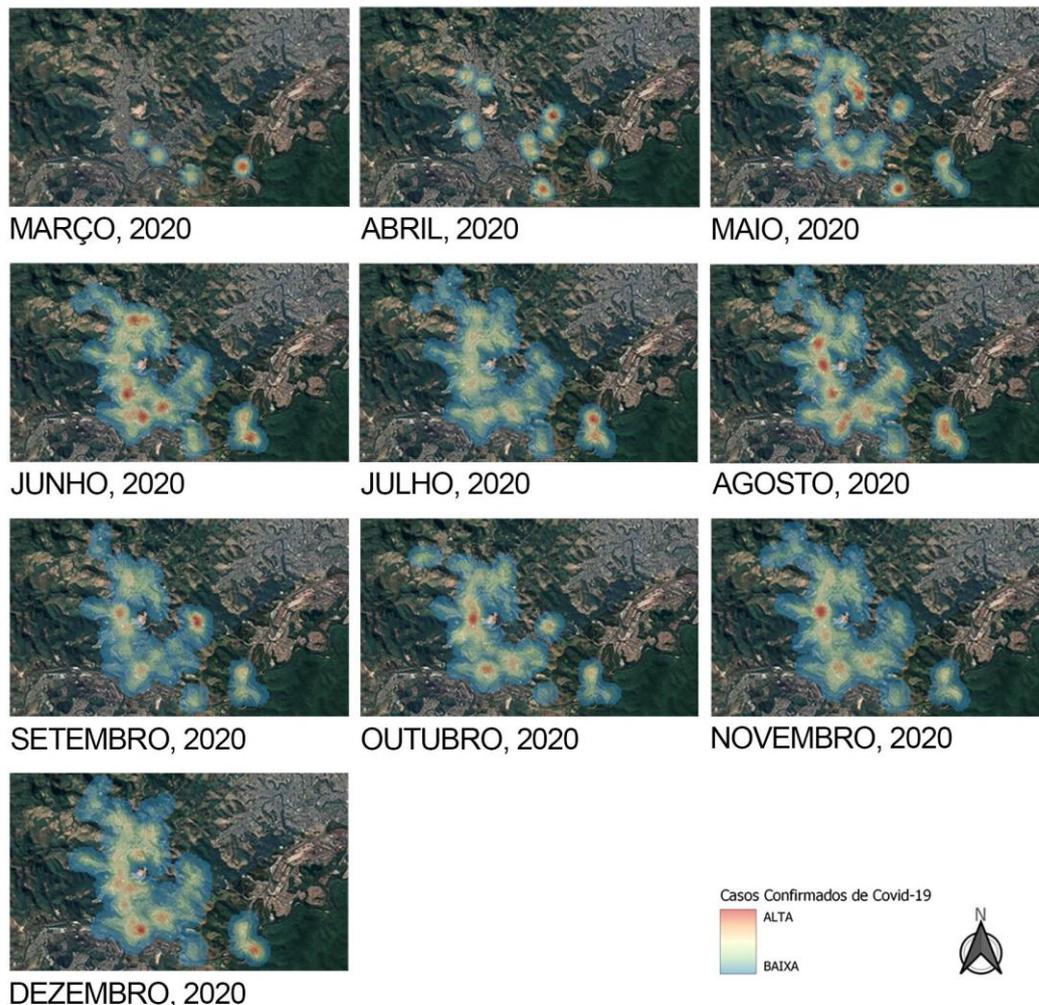


Figura 14. Mapas de Kernel - disseminação dos casos de COVID-19 por mês - 2020 (elaborada pelos14autores).

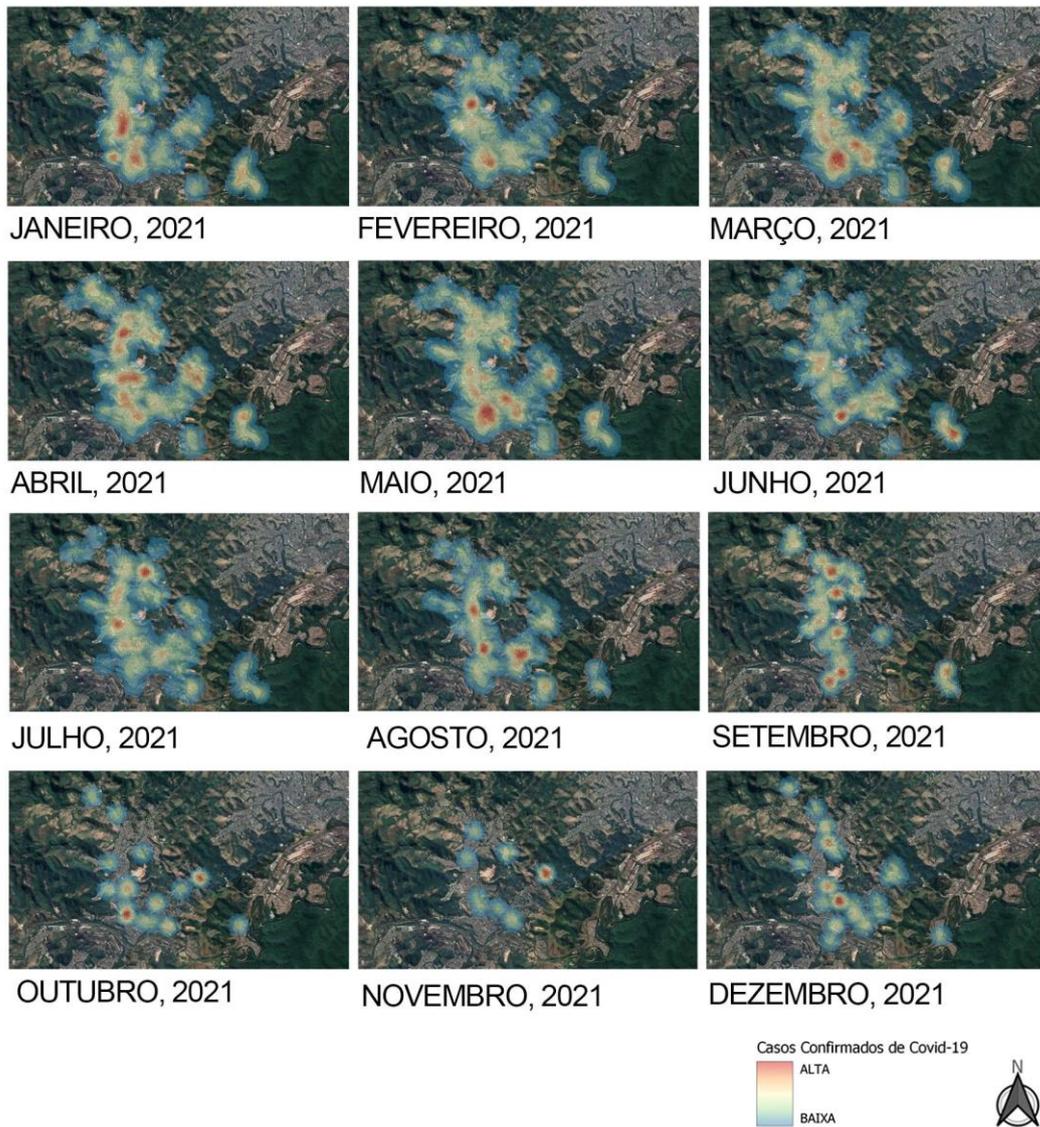


Figura 15. Mapas de Kernel - disseminação dos casos de COVID-19 por mês - 2021 (elaborada pelos autores).

intensidade do fenômeno estudado, neste caso, casos confirmados de COVID-19, apresentam similaridades ao longo do eixo temporal analisado, prevalecendo, na maioria dos meses, as cores mais quentes, nos mesmos locais. A diferença se dá no nível de intensidade das manchas ao longo dos meses.

O início dos casos registrados, em março de 2020, tem quatro focos distintos, sendo o de maior intensidade no bairro Amaro Lanari, que faz limite com a cidade de Ipatinga, se apresentando quase como um bairro de transição entre as duas cidades. Posteriormente, podemos perceber uma expansão da mancha de intensidade de casos confirmados ao longo da malha urbana, com

intensidade variantes, mas sempre mais alta nas áreas que compreendem o eixo de expansão da Av. Magalhães Pinto e o eixo da Av. Tancredo Neves. No ano de 2021, especificamente entre setembro e novembro, pode-se notar uma diminuição desta mancha, que se deve ao fato de queda considerável de casos confirmados nestes meses. Porém em dezembro de 2021, a mancha volta a se expandir, retomando a mesma lógica de intensidade de casos.

Os Mapas de Kernel serão utilizados como unidade de correlação com análises configuracionais a fim de verificar a relação entre a configuração espacial do município e



Figura 16. Mapas de Kernel - disseminação dos casos de COVID-19 por mês – 2022 (elaborada pelos autores).

sua relação com a disseminação da COVID-19 no território.

Correlação entre as análises configuracionais, mapas de Kernel e variáveis socioeconômicas e de infraestrutura

Com base nos arquivos disponibilizados pela gestão municipal, foram tabulados os dados quantitativos de casos confirmados de COVID-19 em Coronel Fabriciano. Tais dados foram subdivididos em meses para tentar entender uma lógica de proliferação da doença na janela temporal de março de 2020 a março de 2022 (Figura 17).

A partir da análise dos gráficos, é possível traçar algumas relações com o aumento de casos registrados em alguns meses específicos do ano. Os períodos de maior incidência referem-se, por exemplo, aos períodos festivos como o Natal, o Réveillon e o Carnaval e as férias escolares de verão e inverno, que decorrem respectivamente de dezembro a fevereiro e julho.

Outras variáveis podem ser levadas em consideração ao comparar e analisar os dados da COVID-19 em Coronel Fabriciano, entre elas a falta de políticas públicas nacionais de conscientização, a baixa adesão do governo federal às recomendações da OMS (Organização Mundial da Saúde), a aderência da população à campanha de vacinação, a pouca oferta de testagem pelo governo municipal, fatores culturais, ambientais e climáticos que não serão considerados neste artigo, mas que são de suma importância para o macro entendimento da propagação do vírus no país, estados e cidades brasileiras.

Para a análise onde serão correlacionadas as medidas configuracionais e os mapas de densidade, foram selecionados dentre os meses que representam os picos de casos no período de tempo registrado (julho-2020, dezembro-2020, março-2021, julho-2021 e janeiro-2022), os meses com maior número de casos (dezembro-2020 e janeiro-2022).

Além destes meses, foram selecionados entre esses picos, os meses que representam os menores números de casos registrados (outubro-2020, janeiro-2021, junho-2021, novembro-2021), dentre esses meses, foram correlacionados com as análises sintáticas, os meses de outubro de 2020 e junho 2021, a fim de obter um entendimento geral da disseminação da doença no município e suas correlações com a configuração urbana.

Para estas análises foram feitas correlações entre as análises sintáticas, os mapas de Kernel dos casos confirmados de COVID-19 dos meses selecionados (outubro de 2020, dezembro de 2020, junho de 2021 e janeiro de 2022) e os mapas socioeconômicos e de infraestrutura da cidade de Coronel Fabriciano, apresentados anteriormente. Para a construção destes mapas de correlação, foram sobrepostos os temas como layers de análise, no software QGIS.

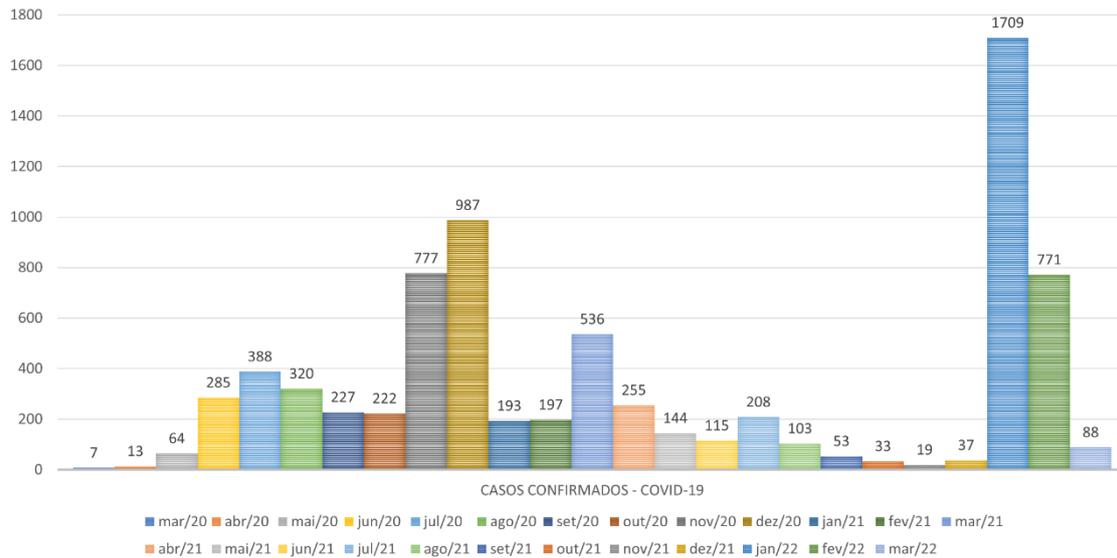


Figura 17. Casos confirmados de COVID-19 por mês (fonte: elaborada pelos autores).

Análises das correlações por mês

Outubro de 2020 (Figura 18). Observando-se os casos confirmados da COVID-19 em Coronel Fabriciano no mês de outubro de 2020 (222 casos), em relação com o mapa de Integração de RN, é possível notar forte relação entre a configuração urbana e os casos confirmados da doença, uma vez que as áreas apresentam maior incidência de casos que coincidem com o núcleo integrador da cidade. Quando analisada a medida de Integração R3, esta relação se apresenta ainda de maneira mais visível, coincidindo as linhas com maiores valores de integração local (centralidades de bairros), com as áreas que apresentam mais casos confirmados. Já quanto à correlação com a medida de escolha, as áreas do mapa de calor, que apresentam as cores mais quentes, margeiam as linhas com maiores valores desta medida.

Relacionando as leituras acima com os mapas de dados socioeconômicos e de infraestrutura, percebe-se que referente à densidade demográfica, a variável expõe expressiva relação tanto com as medidas sintáticas quanto com os casos confirmados da COVID-19, indicando que as áreas com maior densidade demográfica, são aquelas onde há maiores casos da doença no mês em análise. Analisando o mapa da média de moradores por domicílio, e a relação com as demais medidas, é possível notar uma lógica que diverge da que geralmente se intui. As áreas com maiores valores nas análises sintáticas e

as que apresentam maior densidade de casos confirmados, coincidem com as regiões com valores menores no que diz respeito à média de habitantes por domicílio. Isto pode ser explicado pelo fato de grande parte destas áreas terem como característica de uso e ocupação do solo o uso misto. Os eixos principais (Av. Tancredo Neves e Av. Magalhães Pinto) têm a predominância de edifícios comerciais, à medida que se adentra nos bairros que constituem seus entornos, a lógica é uma prevalência de uso residencial.

Sobre a variável renda por domicílio, a correlação entre todas as medidas já não se mostra de maneira tão evidente, uma vez que existe uma variação entre os níveis de renda e as áreas que apresentam maiores valores configuracionais e de disseminação da COVID-19 no mês de outubro de 2020. No que diz respeito à variável de abastecimento de água por domicílio, pode-se apontar que há também uma relação significativa entre esta variável e as demais. Como ponto mais relevante, percebe-se maior incidência de casos confirmados em outubro de 2020 em regiões que possuem menor índice de abastecimento de água por domicílio.

Com relação ao mapa de esgotamento sanitário, a relação com as demais medidas não se mostra de forma proeminente. A área urbana de Coronel Fabriciano, é quase em sua totalidade atendida neste quesito. Uma área que se destaca é a área que se refere à Região do Morro do Carmo, ocupação com

características de favela, na região central da cidade. Nesta região, que apresenta grandes valores de integração e de disseminação da doença no mês analisado, é uma das áreas da cidade com menor infraestrutura de esgotamento sanitário.

Na correlação da variável domicílios sem banheiro de uso exclusivo, a lógica é parecida com a variável esgotamento sanitário, pois na malha urbana de Coronel Fabriciano, existem poucas áreas com índice menor de domicílios que não apresentam banheiro para uso dos moradores. Dentro desta análise vale destacar algumas regiões no bairro Amaro Lanari, Planalto e Vila São Francisco, que apresentam valores de 1 a 4 domicílios sem banheiro e estão nas áreas com maiores índices de casos confirmados de COVID-19 em outubro de 2020.

Já na análise da correlação com o mapa de coleta de lixo por domicílio, pode-se perceber que não existe um padrão de relação com as outras variáveis em análise. Mas destaca-se novamente a região do Morro do Carmo e áreas do Bairro Melo Viana por apresentarem maior índice de domicílios sem coleta de lixo, em regiões com altos valores sintáticos e de incidência da doença, no mês em análise.

Dezembro de 2020 (Figura 19). Quando se observa o mapa de Kernel dos casos confirmados da COVID-19 em dezembro de 2020 (987 casos), mês que representa o ápice do segundo pico da doença, que se inicia no mês anterior, em Coronel Fabriciano, é possível constatar que as manchas em vermelho, que representam as áreas com maior incidência de casos na malha urbana, assim como no mês de outubro 2020, anteriormente analisado, se concentram em sua maioria, no eixo da Av. Magalhães Pinto e seu entorno, que coincide nos mapas axiais de integração e de escolha, com as linhas que apresentam maiores valores das respectivas medidas. A divergência com o mês anteriormente analisado, se dá por um pequeno deslocamento dentro das áreas já mencionadas e o surgimento de novas manchas, em localidades com valores mais baixos das medidas sintáticas, como no Bairro Jacintos das Neves, Sílvio Pereira e entre os Floresta e Gávea. No bairro Amaro Lanari, é possível perceber um deslocamento da concentração de casos, que neste mês ocupam

a parte mais à Sul do bairro (no mapa de integração local R3, esta área apresenta menores valores de integração se comparadas com as demais no bairro).

Ao se relacionar as variáveis sintáticas e de casos confirmados com os mapas socioeconômicos e de infraestrutura, é possível notar, quanto à densidade demográfica, uma forte relação entre elas. Uma lógica similar à observada na análise do mês de outubro de 2020, a maior incidência de casos em áreas com maior densidade populacional. As novas manchas que surgem, também se encontram em áreas com estas características.

Analisando-se o mapa da média de habitantes por domicílio, nas manchas que se mantêm, principalmente às que coincidem com o núcleo integrador e o margeiam, o padrão de resultados se repete. A novidade se refere às manchas de casos confirmados que surgem neste mês, em locais com média maior de habitantes por domicílio, do que se pôde observar anteriormente.

No que diz respeito à variável renda por domicílio, em dezembro de 2020, é possível apontar que a maior incidência de casos de COVID-19, diferente do mês analisado anteriormente, se concentra em áreas que apresentam as duas maiores faixas de renda por domicílio (1581-5618 e 1102-1581). Quando ao mapa de abastecimento de água por domicílio, neste mês há uma grande variação desta medida em relação aos casos confirmados da doença. Diferente do mês anterior, as novas manchas se apresentam em locais com índices mais altos de abastecimento de água.

Com relação ao esgotamento sanitário, assim como aos mapas de domicílio sem banheiro exclusivo e coleta de lixo, a correlação deste mapas com os demais não se apresenta de forma evidente, uma vez que o município quase que em sua totalidade tem esta demanda atendida. O Morro do Carmo, citado anteriormente, na variável esgotamento sanitário, não se apresenta neste mês como uma área com maiores incidências da doença.

Junho de 2021 (Figura 20). Na prossecução das análises dos mapas de calor, que caracterizam a difusão da doença a partir dos casos confirmados no mês de junho de 2021

(115 casos), e sua correlação com os mapas configuracionais, pode-se perceber que assim como nos meses analisados anteriormente existem manchas em vermelho, no núcleo integrador da cidade. Porém neste mês, surgem novas manchas que apresentam valores mais altos, que vão se expandindo no sentido sudeste, a partir do centro. Estas novas manchas saem do entorno do eixo principal e das linhas axiais que apresentam maiores valores de integração RN e R3 e também de escolha.

Quanto ao mapa de densidade demográfica, a relação com o mapa de calor deste mês segue a o padrão já observado, as áreas que se caracterizam por terem mais casos confirmados da doença, continuam a coincidir com as áreas com altos índices de densidade populacional. Já ao se observar, o mapa da média de habitantes por domicílio, pode-se constatar que as áreas onde surgem novas manchas apresentam maiores índices desta variável. Nas manchas que permanecem ao longo das linhas axiais com maiores valores das medidas analisadas, a lógica se repete.

Nos mapas de renda por domicílio, nota-se que há uma grande variação de renda nas novas manchas de casos confirmados que surgem neste mês, abrangendo até as faixas mais baixas de renda. As áreas que apresentam as menores faixas de renda por domicílio são aquelas caracterizadas por valores mais baixos de integração. As manchas que permanecem, coincidem com os padrões das análises anteriores.

No caso dos mapas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, domicílios sem banheiro de uso exclusivo e coleta de lixo, não apresentam significativas novidades no que diz respeito à correlação com as demais variáveis analisadas nos meses anteriores. Tanto para as áreas que compreendem o núcleo integrador, quanto para as áreas onde aparecem as novas manchas de casos confirmados na malha urbana.

Janeiro de 2022 (Figura 21) Ao se analisar o mapa de densidade de Kernel, dos casos confirmados de COVID-19 no mês de janeiro de 2022 (1709 casos), mês este que apresenta o maior número de casos registrados dentre todos no período analisado, pode-se perceber que a maior concentração retorna às áreas com maiores valores de integração global, local e

escolha, como nos meses de outubro e dezembro de 2020. Retomando o padrão da maioria dos meses analisados. No que diz respeito à correlação com os mapas socioeconômicos e de infraestrutura, como as áreas de interesse coincidem com áreas já analisadas, a maioria das análises de correlação apresentam referências já pontuadas.

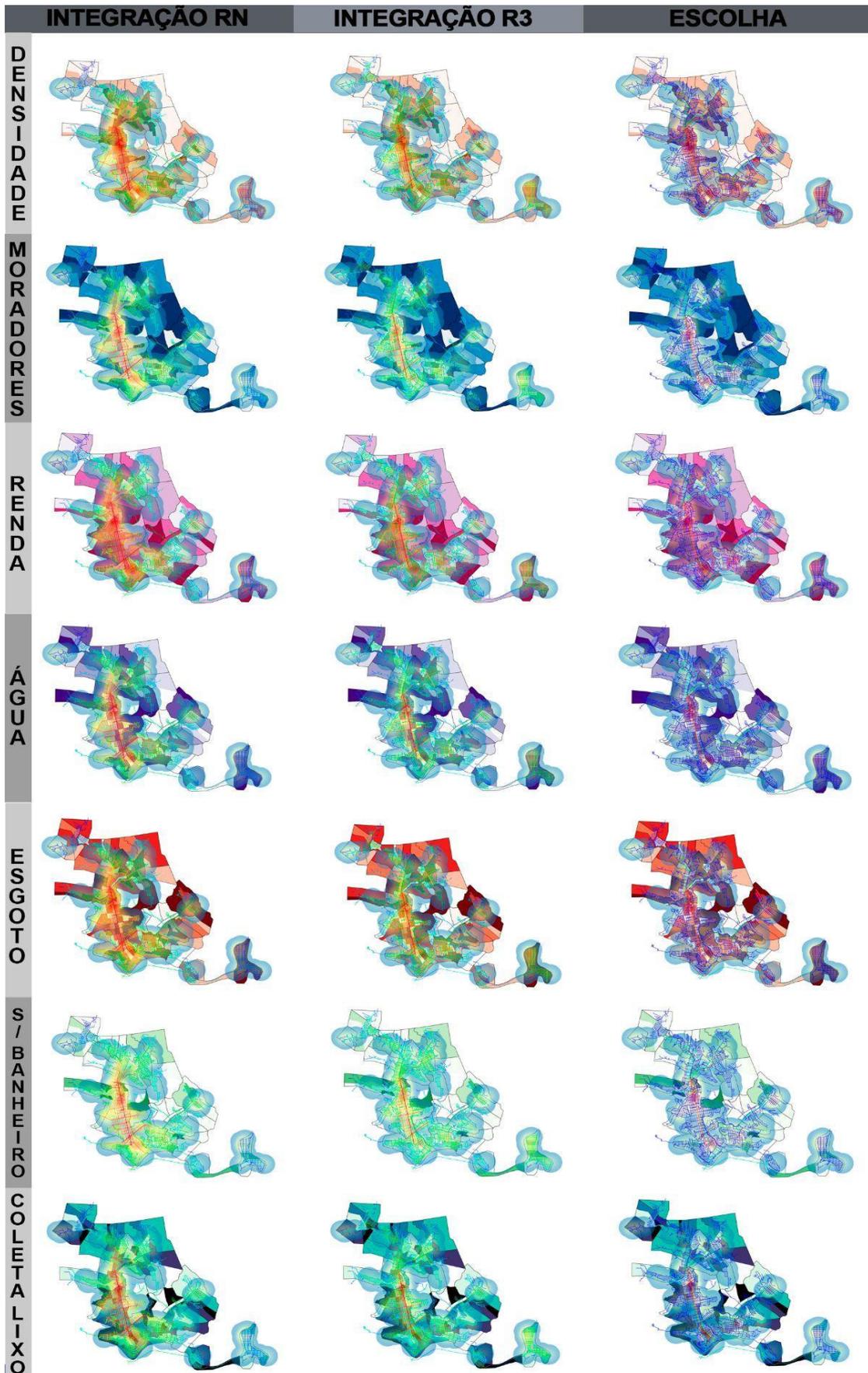


Figura 18. Correlação das análises sintáticas, casos confirmados de COVID-19 e dados socioeconômicos e de infraestrutura - outubro/2020 (fonte: elaborada pelos autores).

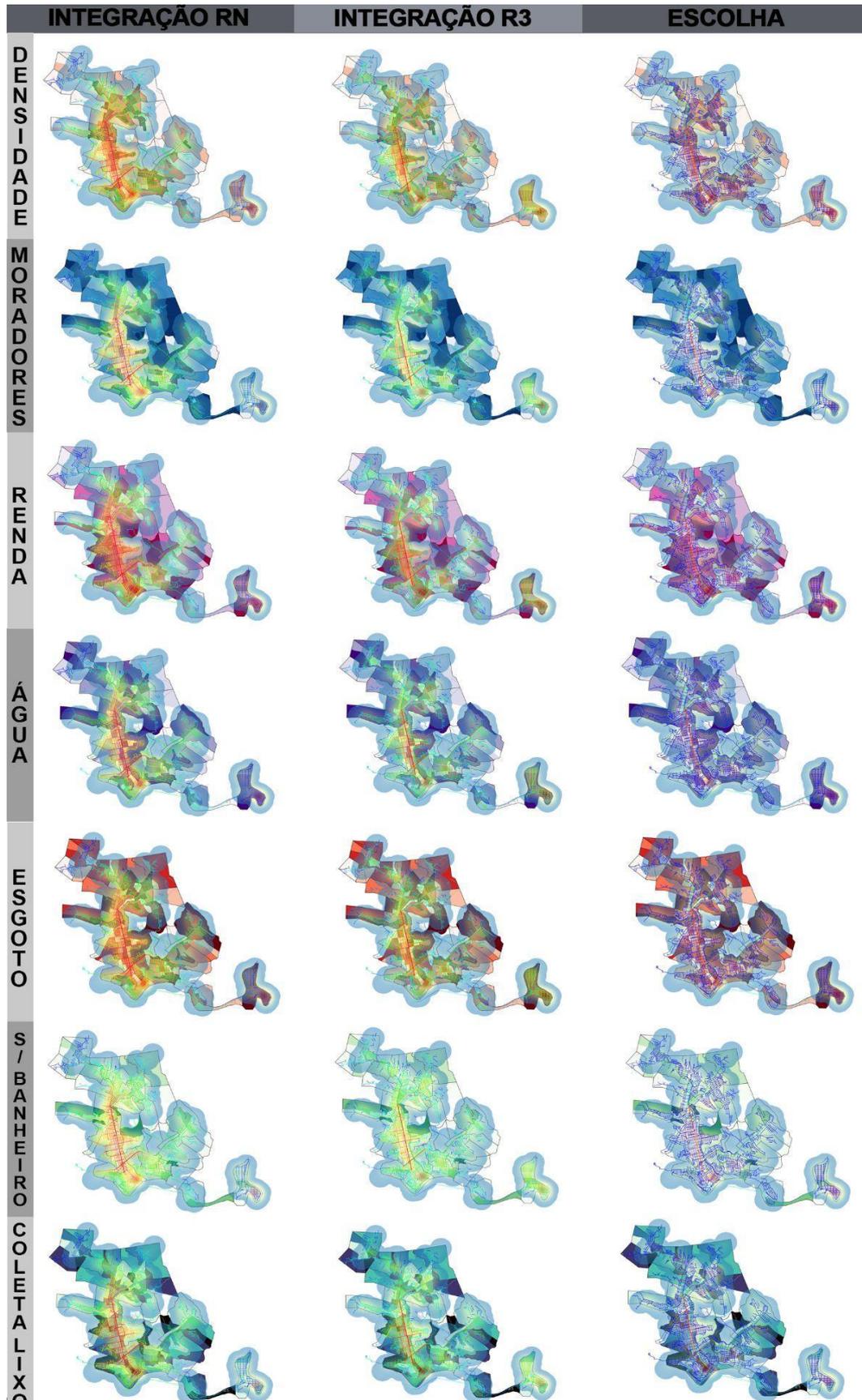


Figura 19. Correlação análises sintáticas, casos confirmados de COVID-19 e dados socioeconômicos e infraestrutura- Dezembro/2020 (fonte: elaborada pelos autores).

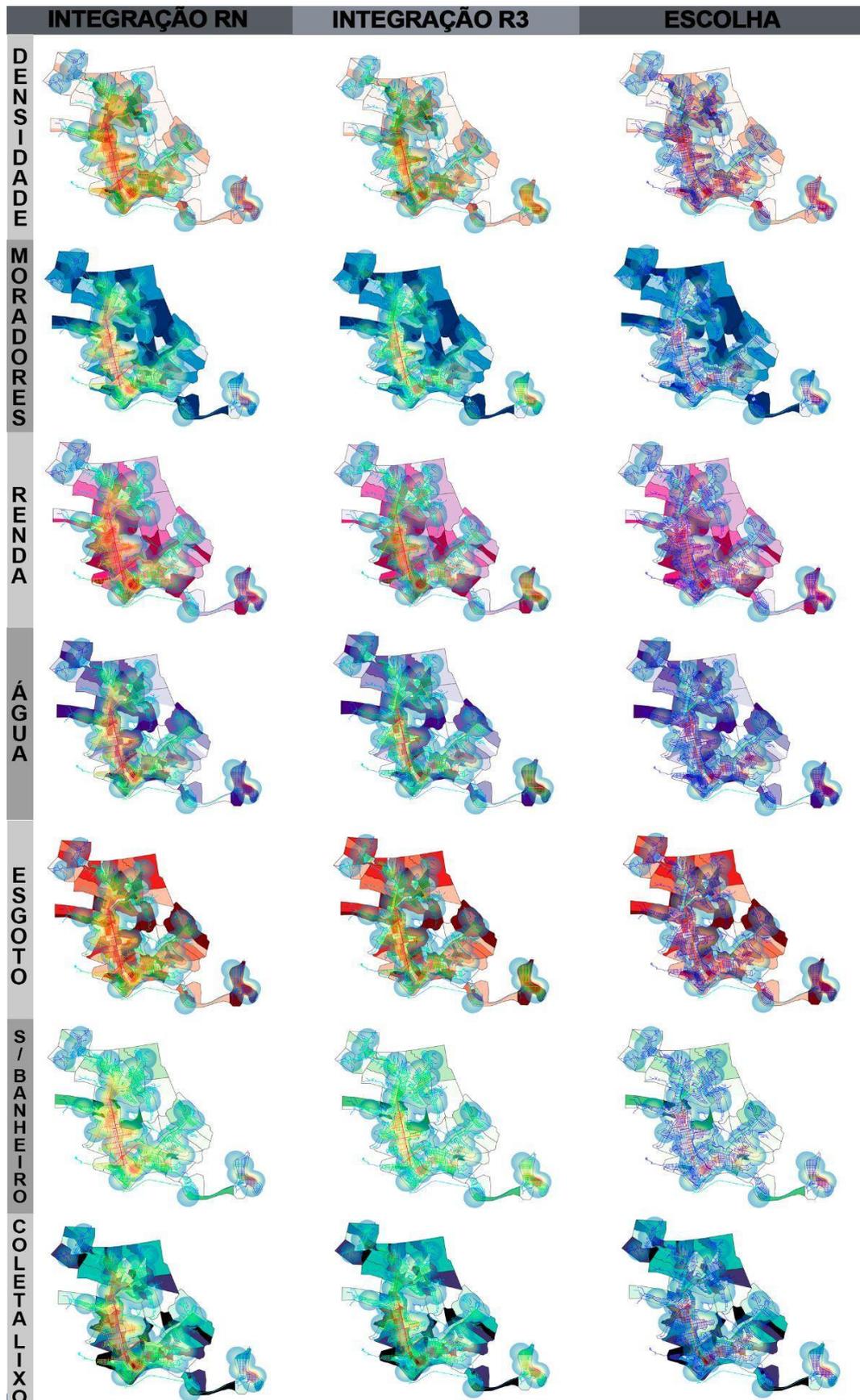


Figura 20. Correlação análises sintáticas, casos confirmados de COVID-19 e dados socioeconômicos e infraestrutura- Junho/2021 (fonte: elaborada pelos autores).

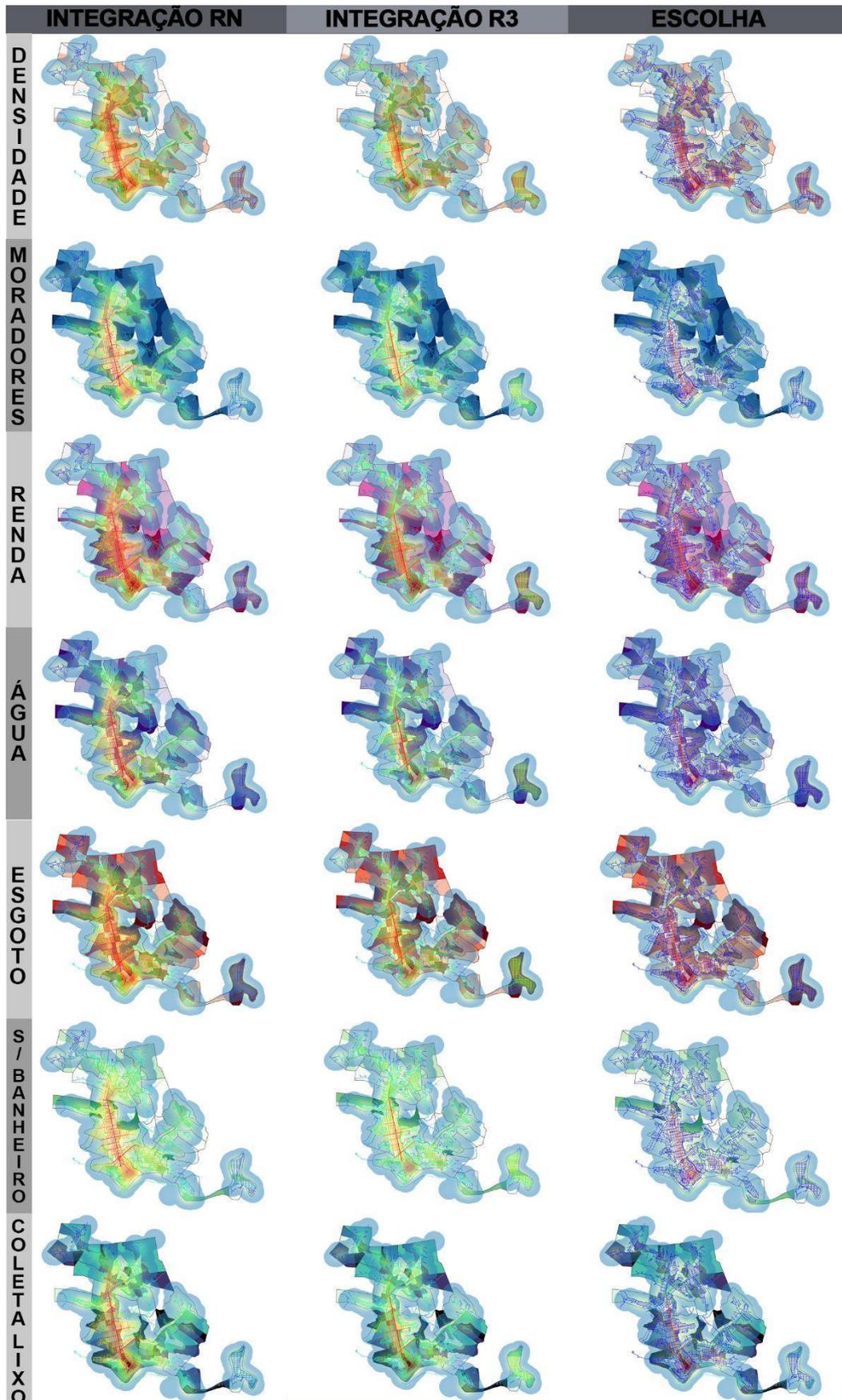


Figura 21. Correlação análises sintáticas, casos confirmados de COVID-19 e dados socioeconômicos e infraestrutura- Janeiro/2022 (fonte: elaborada pelos autores).

Considerações finais

Diante das análises desenvolvidas neste trabalho, é possível concluir que existe uma forte relação entre a configuração urbana e a disseminação de casos de COVID-19 no município de Coronel Fabriciano. Os resultados gerais indicaram que locais com maior acessibilidade e centralidade tendem a ter mais casos confirmados de COVID-19. Isso se deve ao fato de esses locais se caracterizam como áreas de maior risco de exposição e contágio, uma vez que a propagação da contaminação do COVID-19 se dá por meio do contato social e segundo a teoria da lógica social do espaço, estas áreas que apresentam maiores índices das medidas sintáticas analisadas, são aqueles onde se desenvolvem as atividades cotidianas na malha urbana da cidade.

Em todos os meses analisados, existe um padrão de manchas vermelhas nos mapas de Kernel, que representam maiores números de casos confirmados da doença, em regiões que compõem o núcleo integrador da cidade, assim como áreas contíguas àquelas com maiores valores de integração local e escolha.

Quanto à correlação com os mapas socioeconômicos e de infraestrutura, é possível também afirmar a forte relação destas variáveis com a difusão da doença no espaço urbano. Destaca-se aqui principalmente a medida de densidade demográfica, que em todos os meses analisados, mesmo no mês de junho de 2021, que foge do padrão dos outros meses, maiores índices de densidade sempre coincidem com as áreas com mais casos confirmados de COVID-19.

As análises apresentadas neste artigo abordam algumas variáveis que se mostraram pertinentes para o entendimento da difusão da COVID-19 em Coronel Fabriciano. Mas, como dito anteriormente, para um entendimento aprofundado do fenômeno COVID-19 e sua disseminação no tecido urbano, devem ser levadas em consideração outras variáveis relacionadas a difusão da doença no espaço urbano, como por exemplo, a adesão da população à vacinação, implementação de políticas públicas relacionadas ao combate da pandemia e testagem em massa.

Para contribuições futuras, sugere-se que estudos sobre a aplicação de análises configuracionais relacionadas a doenças infecciosas causadas por vírus, como o COVID-19, possam levar à proposição de diretrizes de combate a epidemias que visem causar menos danos socioeconômicos, como, por exemplo, um confinamento mais flexível

Agradecimentos

Este trabalho é resultado da pesquisa realizada no Grupo de Pesquisa e Iniciação Científica PDAU, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Católica de Minas Gerais - UNILESTE, financiada pela mesma.

Referências

- Câmara Municipal, Coronel Fabriciano. (2021) “*História do Município de Coronel Fabriciano*”. Acesso em: Agosto de 2022. Disponível em: <https://www.coronelfabriciano.mg.leg.br/institucional/historia>
- Gatrell, A. C. et al.(1995) “*The geographical epidemiology of ocular diseases: some principles and methods*”. Eye, v. 9, n. 3, p. 358-364.
- Hanson, Julienne. (1998) *Decoding homes and houses*.
- Heitor, Teresa. Pinelo-Silva, João(2015). “*A Sintaxe Espacial e o Ambiente Construído–Análise Morfológica*”. O Estudo da Forma Urbana em Portugal. Universidade do Porto Edições. Porto.
- Hillier, Bill. (1996) “*Space is the machine: a configurational theory of architecture*”. Space Syntax.
- Hillier, Bill; Hanson, Julienne. (1989) “*The social logic of space*”. Cambridge university press.
- Hillier, Bill; Netto, Vinicius. *Society seen through the prism of space: outline of a theory of society and space*. 2001.
- IBGE, Censo. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. (2010) “*Censo Demográfico*”: *Cidades e estados, Coronel Fabriciano*. Acesso em: Agosto de 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/coronel-fabriciano.html>

Prefeitura, Coronel Fabriciano. (2022) *História*. Acesso em: Agosto de 2022. Disponível em: <https://www.fabriciano.mg.gov.br/historia>.

Vaz, D. dos S.; Vaz, J. S. (2009) “Análise geográfica dos eixos de desenvolvimento de

Coronel Fabriciano (MG)” / Geographical Analysis Of Development Axles Of Coronel Fabriciano (MG). *Caminhos de Geografia*, [S. l.], v. 9, n. 28. Acesso: Agosto de 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15777>.

Diffusion of COVID-19 cases in the city of Coronel Fabriciano-MG: a configurational approach

Abstract. *The urban environment has been recognized as one of the main scenarios for the spread and spread of contagious diseases caused by viruses, such as SARS-CoV-2, which causes COVID-19. Contagion occurs through contact between people. Since 2020, the WHO has declared COVID-19 a pandemic, which has had major social implications and impacts on health, the economy and work. To understand the relationship between the spread of the disease and its spatial relationships, a case study was carried out in the city of Coronel Fabriciano, Minas Gerais, Brazil, in which the Spatial Syntax methodology was applied, specifically the integration and choice measures, correlating the product of this analysis with Kernel density maps, the result of a mapping of 7,751 confirmed cases of the disease between March 2020 and March 2022, and with socioeconomic and infrastructure variables. The results of this study showed a strong relationship between the spatial configuration and the spread of COVID-19 cases, which may lead to the proposition of guidelines to combat epidemics that aim to cause less socioeconomic damage, such as, for example, a more flexible confinement.*

Keywords. *Space Syntax, COVID-19, Urban Morphology, Kernel Maps, Coronel Fabriciano-MG.*

Editores responsáveis pela submissão: Ana Paula Gurgel, Frederico de Holanda, Valério Medeiros e Vânia Loureiro

Licenciado sob uma licença Creative Commons.

