

## UTILIZAÇÃO DE ANIMAÇÕES CARTOGRÁFICAS PARA APRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES TEMÁTICAS SOBRE OS CASOS DE COVID-19 NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

### *Use Cartographic Animations to Thematic Information Presentation about COVID-19 Cases in the Rio de Janeiro city*

**Alan José Salomão Graça**  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
Departamento de Engenharia Cartográfica  
alan.salomao@eng.uerj.br

**Leonardo Vieira Barbalho**  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
Departamento de Engenharia Cartográfica  
Leonardo.barbalho@eng.uerj.br

**Luiz Carlos Coelho Filho**  
Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos - IPP  
Gerência de Cartografia e Cadastro Técnico  
luizc.coelho@rio.rj.gov.br

**Hildermes José Medeiros Filho**  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Computacionais – CCOMP  
hildermes@gmail.com

#### **Resumo:**

A animação é uma poderosa ferramenta multimídia para visualização cartográfica, criando a partir do movimento e da transição de frames uma dinâmica espaço-temporal que fornece ao usuário dos mapas a assimilação de múltiplas informações temáticas no decorrer da sua apresentação. No entanto, o seu papel vem sendo pouco explorado nas pesquisas sobre representação cartográfica no Brasil. Com a necessidade de buscar formas dinâmicas de apresentar os produtos cartográficos desenvolvidos pelo empenho dos grupos de trabalho multidisciplinares envolvidos em fornecer informações espaciais para a população e gestores públicos, para o combate ao COVID-19, o presente trabalho apresenta de forma sucinta a utilização da cartografia animada para apresentar a evolução temporal da distribuição espacial dos casos de COVID-19 na cidade do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** Cartografia Animada; Mapas Temáticos; COVID-19.

#### **Abstract:**

The animation is a powerful multimedia tool for cartographic visualization, creating from movement and transition of frames a space-time dynamic which provides the map user the assimilation of multiple thematic information during the presentation. However, its role has been little explored in researches of cartographic representation in Brazil. With the need to seek dynamic ways of presenting cartographic products developed by the efforts of multidisciplinary working groups involved in providing spatial information to the population and public managers, to combat COVID-19, this work presents in a succinct way the use of animated cartography to present the temporal evolution of the spatial distribution of COVID-19 cases in the city of Rio de Janeiro.

**Keywords:** Animated Cartography; Thematic Maps; COVID-19.

## 1. INTRODUÇÃO

Há mais de sete décadas as pesquisas em *design* cartográfico estão presentes na Geografia para buscar melhores formas de apresentar as informações temáticas para que as mesmas possam ser lidas e compreendidas pelos usuários desses mapas, vide trabalhos clássicos como os de Robinson (1952) e Bertin (1967), bem como trabalhos contemporâneos e amplamente citados como Brewer (2005), Tyner (2010) e Kimerling et al. (2016). Para que essa transmissão de informações possa ser melhor compreendida exigem-se conhecimentos que tornem os produtos simples e fáceis de serem assimilados, não havendo a necessidade de sobrecarregar um único mapa com um excesso de informações o que pode tornar confusa a sua compreensão. Os mapas são os resultados do processo de visualização cartográfica (KRAAK, 2007), bem como podem ser concebidos como os produtos dos processos de comunicação cartográfica tanto estática quanto dinâmica (PETERSON, 1995).

No contexto das representações espaciais para com a saúde pública, a epidemiologia já empregava a cartografia em seus estudos de dispersão espacial de doenças, mesmo antes dela, ser reconhecida como ciência, vide o clássico mapa de John Snow (CROMLEY, & McLAFFERTY, 2012: p. 130; LONGLEY et al., 2013: p. 354) que estabelece uma correlação espacial entre a distribuição dos poços londrinos com a concentração de casos de cólera nas suas imediações. Com o advento do SIG (Sistema de Informações Geográficas), tornou-se cada vez mais fácil para profissionais, que não são cartógrafos ou geógrafos, produzirem os mais variados mapas temáticos voltados para espacializar diversos tipos de agravos epidemiológicos (TOSTES, 2006). Mapas temáticos são predominantemente, as bases para a construção de animações cartográficas.

A geração de mapas temáticos para a representação temporal de doenças segue fundamentos metodológicos da Cartografia Temática para representações qualitativas das distribuições espaciais bem como as variações quantitativas de casos registrados (KIMERLING et al., 2016; SLOCUM et al., 2014). Em uma percepção interessante apresentada por Farias e Candeias (2010), são aplicadas aos mapas temáticos as relações fundamentais de diversidade e similaridade, de ordem e de proporcionalidade para os estudos de saúde pública. Ainda na perspectiva das autoras em conjunto com a discussão de Martinelli (2013), nessas relações fundamentais os aspectos qualitativo das informações, relativo a diversidade ( $\neq$ ) e ordem (O), e quantitativo que denota proporcionalidade (Q) responderão, respectivamente, às perguntas relativas à “o que?”, “em que?” e ao “quanto?” no que se refere a manifestação espacial de doenças infectocontagiosas.

A maioria dos usuários e pesquisadores de Cartografia e SIG estudam processos e buscam meios para obterem uma melhor compreensão ou apresentação desses dados temáticos. Neles, os fatores de risco ou associação, e os casos da doença são cruzados para tentar explicar o comportamento da epidemia e encontrar as melhores estratégias de combate (CARNEIRO & CANDEIAS, 2010).

Quando há uma grande quantidade de informações, ou mesmo se está trabalhando com séries temporais de dados, se limitar a mapas únicos, pode resultar na construção de produtos cartográficos excessivamente complexos. Soluções alternativas são dividir os processos em eventos menores e mostrar esses eventos como mapas individuais. Segundo Kraak (2007), essas séries de mapas, no entanto, são difíceis de lidar, especialmente se apresentadas

individualmente na tela e, para tanto, uma exibição dinâmica interativa é uma solução possível para lidar com os requisitos complexos de exibição desses produtos cartográficos digitais.

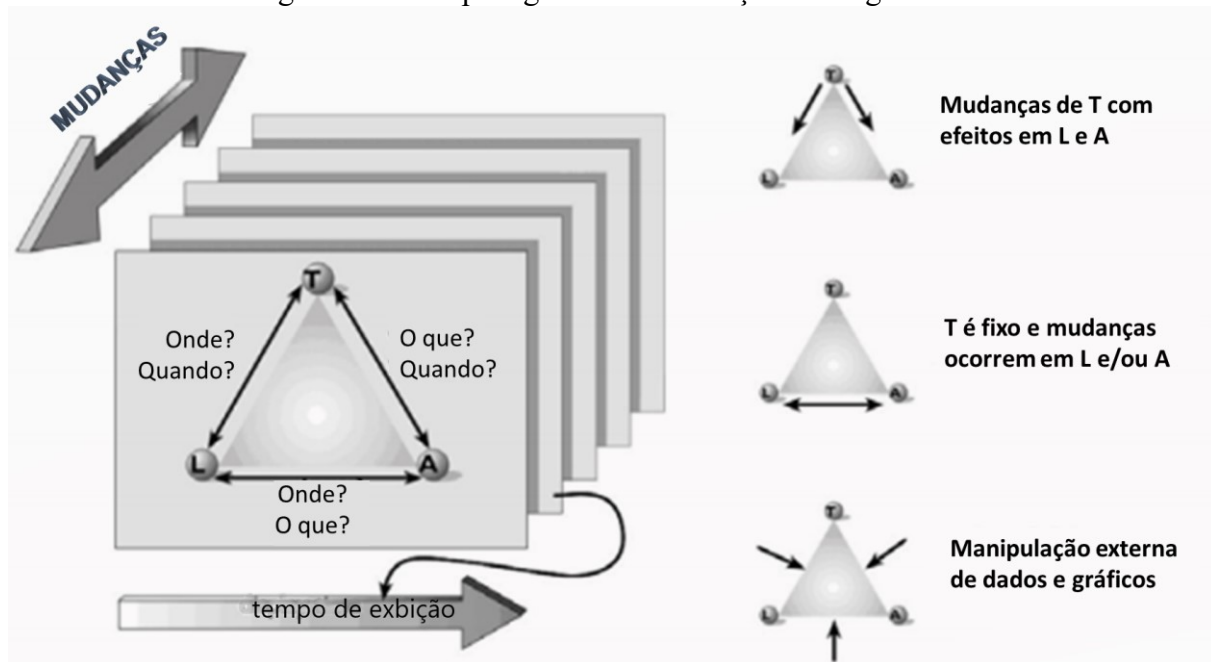
O SIG tende a facilitar o planejamento e a avaliação das ações de controle sobre a proliferação de pandemias, tornando possível através da visualização cartográfica apresentar, formular sínteses, analisar e explorar os resultados das ações através de mapas dinâmicos. No presente projeto a Cartografia Animada é utilizada como um recurso de apresentação dos dados geoespaciais relativos aos casos de COVID-19 na cidade do Rio de Janeiro. Esse tipo de recurso também sendo utilizado no Brasil por outros grupos de pesquisas em Cartografia, que estão analisando a distribuição espacial do COVID-19 a nível estadual como é o caso do GeoLab (Laboratório de Geoprocessamento da UDESC) no estado de Santa Catarina, e do COVIDcart (Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE) no estado de Pernambuco. O objetivo central da discussão reside na apresentação do processo de construção de mapas temáticos animados para a apresentação de dados relativos ao COVID-19.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As pesquisas sobre o uso de animações cartográficas não são recentes, tanto que no início da entrada da computação nos filmes animados, Cornwell e Robinson (1966) apresentam que essa linha de trabalho é de grande interesse para cartógrafos, pesquisadores e professores que possuem complexos dados geográficos dinâmicos e desejam melhores formas de compreendê-los ou comunicá-los. Mesmo sendo uma perspectiva do início do paradigma da Comunicação Cartográfica, os fundamentos por trás dessas ideias ainda fazem sentido nos dias atuais, haja visto que o trabalho com séries de dados temporais longas em uma única representação não será de fácil compreensão para usuários não-especialistas. Para tanto, o uso de representações cartográficas mais simples, com melhor adequação das variáveis visuais e variáveis dinâmicas para a informação temática, dentro de uma apresentação do seu conteúdo pode levar o usuário a uma interpretação mais clara da série temporal, e, por conseguinte acarretará em uma melhor assimilação de conhecimentos. Fenômenos variados desde dados meteorológicos, geológicos, socioeconômicos, de transportes etc., muitas vezes podem revelar na dinâmica das transições de cenas de uma animação, sutilezas que simplesmente não estão aparentes em dados tabulares ou no estudo de uma série de mapas estáticos.

A animação é um dos modos de expressão cartográfica do mapeamento dinâmico (junto com a sonificação e a interatividade), onde cria-se a ilusão de movimento a partir de uma sequência de imagens estáticas (DiBIASE et al., 1992). Animações cartográficas utilizam recursos de mudanças de frames e transições de conteúdos de forma harmônica, permitindo que as alterações sejam percebidas nas três características básicas dos dados geoespaciais: espaciais (Localização), não-espaciais (Atributos) e temporais (Tempo). Mudanças nesses componentes dos dados espaciais irão variar em conformidade com a natureza da mudança sofrida, tanto individualmente quanto em conjunto. Segundo Kraak (2007), esse princípio pode ser usado para classificar as animações cartográficas. Na Figura 1, o diagrama superior direito mostra o tipo de alteração que define uma animação temporal. O diagrama do meio à direita, apresenta a natureza da mudança que representa a animação com uma acumulação sucessiva. O diagrama inferior a direita, mostra que a animação de mudanças de representações é influenciada por mudanças externas. No tempo de exibição total (à esquerda) é que essas mudanças irão se manifestar.

Figura 1 - Princípios gerais das animações cartográficas.



Fonte: Adaptado de Kraak (2007).

As representações temáticas utilizadas pela cartografia animada são fruto de uma combinação entre as variáveis visuais estáticas desenvolvidas para representações cartográficas digitais (MacEACHREN, 1995; HALIK, 2012) e as variáveis dinâmicas que estimulam a percepção da simbologia através da sensação do movimento atribuído aos mapas (DiBIASE et al., 1992; MacEACHREN, 1995).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a confecção dos mapas que resultaram nas animações deste trabalho, utilizou-se o *software ArcGIS 10.3*. Primeiramente confeccionou-se os mapas com intervalos quinzenais, contendo o número total de casos de COVID-19 por bairro, tendo como ponto de partida o dia 23 de março de 2020, e finalizando no dia 16 de agosto de 2020. Para tal, separou-se os dados em dez diferentes arquivos *shapefile*, um para cada data estudada. Os dados quantitativos com o número de casos registrados foram extraídos do Painel Rio COVID-19 *ArcGIS Experience Builder* (<https://experience.arcgis.com/experience/38efc69787a346959c931568bd9e2cc4>). No atual momento da pesquisa, os registros de óbitos decorrentes da pandemia do coronavírus não estão sendo considerados nessas representações cartográficas.

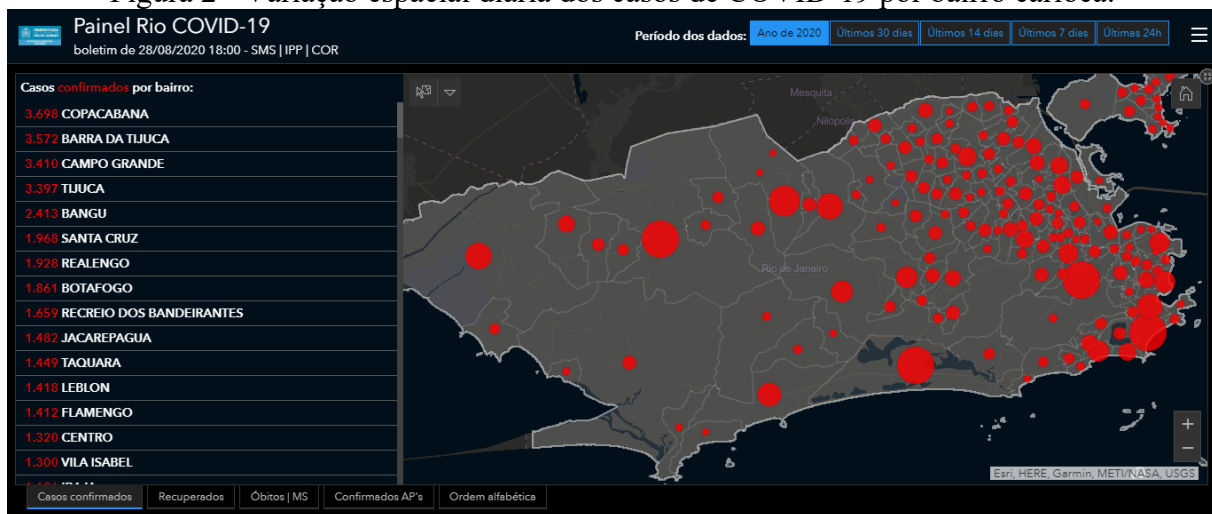
Diariamente essa base de dados da ESRI em parceria com a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro é abastecida com dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde<sup>1</sup>. O menor recorte espacial apresentado para o público neste portal são os bairros como pode ser observado na Figura 2, contendo o quantitativo diário e seu acumulado de casos e óbitos registrados (os pacientes recuperados por bairro são considerados para reduzir os números do acumulado de casos). Microdados com os mesmos valores agrupados por setores censitários são destinados

<sup>1</sup> Cabe ressaltar que essa Secretaria não está isenta de problemas recorrentes em todo o país como as subnotificações.

apenas a estudos externos ou para pesquisadores credenciados que estejam atuando junto ao Painel Rio COVID-19.

Entretanto, para quem se interessar em realizar suas próprias análises, são disponibilizados ao público dados tabulares abertos no formato .csv (*Comma Separated Values*). São dados individuais dos casos confirmados de COVID-19 a nível municipal contendo os campos sobre: data de notificação, data de início dos sintomas, sexo, evolução do quadro (ativo, óbito ou recuperado), Área de Planejamento onde o paciente reside, bairro do paciente e o "CEP" do paciente<sup>2</sup>.

Figura 2 - Variação espacial diária dos casos de COVID-19 por bairro carioca.



Fonte: Painel Rio COVID-19 *ArcGIS Experience Builder*.

Optou-se por criar dez diferentes arquivos de mapa (.mxd), para possibilitar o armazenamento dos *frames* separadamente. Em cada um deles, carregou-se os arquivos referentes à base cartográfica (municípios IBGE e bairros cariocas IPP) e os pontos referentes ao número de casos de cada data. Através das propriedades da camada, acessou-se a aba *symbolology* e definiu-se a opção de classificação por símbolos proporcionais (SLOCUM et al., 2014), utilizando o círculo como figura geométrica. O mapa de círculos proporcionais (MARTINELLI, 2013; MARTINELLI & SALOMÃO GRAÇA, 2015) foi escolhido por ser a mesma técnica de representação do *ArcGIS Experience Builder* utilizada no Painel Rio COVID-19, onde se mantém fixa uma única cor para os círculos e a variação quantitativa é expressa pela variável visual *tamanho*. Propositamente as cores do fundo, das áreas e dos limites de bairro foram alteradas para tons mais claros, mantendo-se o padrão de cores de frias para que apenas a informação quantitativa se destaca-se usando uma cor quente. No entanto, o preenchimento sólido para a cor adotada (no caso o vermelho) poderia ocultar os limites de bairros ao fundo e outros círculos vizinhos quando há interseção entre eles. Para contornar esse problema optou-se pelo emprego da variável visual *transparência* (MacEACHREN, 1995). A combinação dessas três variáveis visuais estáticas vai de encontro aos experimentos de Halik (2012), onde é possível isolar um símbolo de um grupo de símbolos similares.

<sup>2</sup> Cabe destacar que a base de dados omite informações pessoais, como idade e nome, para que não seja possível a identificação pessoal dos casos. Também são omitidos os registros que não constam com o campo de CEP devidamente preenchido, ou para os casos em que o paciente reside fora do município do Rio de Janeiro.

Os mapas confeccionados foram gerados com os casos por bairro do último dia da série de casos do COVID-19 para esse artigo (16 de agosto de 2019). Para a definição do número de classes da distribuição por densidade de Kernel (dez) e os tamanhos dos círculos proporcionais (seis), utilizou-se os valores máximos e mínimos registrados no histograma do Painel Rio COVID-19, e para as classes intermediárias aplicou-se o *default*, nos quais foram utilizados os valores inseridos nas ferramentas. As mesmas classes e tamanhos foram utilizados nos demais produtos da série que apresentam datas com 15 dias de diferença para os registros. Todos os mapas foram exportados no formato de imagem *Portable Network Graphics* (.png), por possuir clareza na simbologia apresentada, boa resolução de imagem digital e menor tamanho de arquivo armazenável.

Na criação dos mapas de densidade de Kernel (CROMLEY & McLAFFERTY, 2012; LONGLEY et al., 2013), as mesmas datas foram utilizadas. As estimativas de densidade de Kernel são baseadas em um tamanho de janela variável que leva em consideração a dispersão geográfica dos casos (BRAGA et al., 2003). Para a aplicação desse método, utilizou-se no *ArcToolBox* (*software ArcGIS*) a ferramenta *Kernel Density*. Definiu-se os arquivos de entrada e de saída, o campo da tabela de atributos analisado (número de casos) e a unidade espacial de medida (Km<sup>2</sup>). A exemplo dos mapas anteriores de círculos proporcionais, definiu-se dez classes com os intervalos intermediários sugeridos à revelia pelo *software*, tendo como referência para a geração do primeiro mapa o último dia de série (16 de agosto). Os mesmos intervalos foram utilizados para os demais mapas, que posteriormente também foram exportados para o formato de imagem .png.

Para a criação das animações cartográficas, utilizou-se técnica baseada em transição de quadros (*Frame-Based Animation*), na qual cada mapa representa um quadro, e para a execução da técnica muitos quadros são exibidos em sequência por alguns segundos de animação (GERSMEHL, 1990; PETERSON, 1995). A proposta representa a visualização cronológica de uma série temporal com cenas exibidas em intervalos regulares ao longo da série, vistas em ordem cronológica a uma taxa constante (DiBIASE et al., 1992).

Para sua construção utilizou-se o serviço *online Clideo*. Inicialmente o processo foi gerado com as ferramentas do menu *Animation* do *ArcGIS 10.3*, o problema foi o tamanho final do arquivo exportado em disco que excedeu 60mb. Como o propósito foi desenvolver um produto para os arquivos suplementares deste artigo e, posterior veiculação dos mesmos nas mídias sociais, esse tamanho dificulta a ação. Dessa forma optou-se por utilizar essa plataforma livre de edição de vídeos onde ambas animações tiveram seu tamanho final em torno de 1mb cada sem degradação qualidade dos *pixels* para telas de *smartphones*. No site, carregou-se em sequência os mapas de cada série (número absoluto de casos e densidade de Kernel), escolhendo-se um intervalo de 2 segundos de visualização para cada *frame*. Essa escolha da velocidade transição dos quadros não foi arbitrária, e sim baseada na discussão de Peterson (1993; 1995) em a velocidade para visualizar a animação depende de sua finalidade, no caso para ver as diferenças entre os métodos de classificação e a distribuição espacial das informações (sejam elas de natureza quantitativa, ordenada ou nominal), uma taxa de um segundo por quadro parece ser adequada. A transição nas animações se dá tanto nas informações quantitativas na área útil do mapa, quanto na data do registro dos casos na margem direita dos mapas, e para atender a percepção dessas duas alterações foi definido o intervalo de tempo de 2 segundos. Essas operações foram caracterizadas pelo uso da variável dinâmica *sincronização*, definindo a correspondência da série temporal, combinada com a variável *frequência*, que foi constante na transição entre os frames. Depois de alguns instantes de

processamento, foram exportados para o formato ISO de compressão e transmissão de vídeos .mp4 (*Moving Picture Experts Group 4* ou *MPEG-4*).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

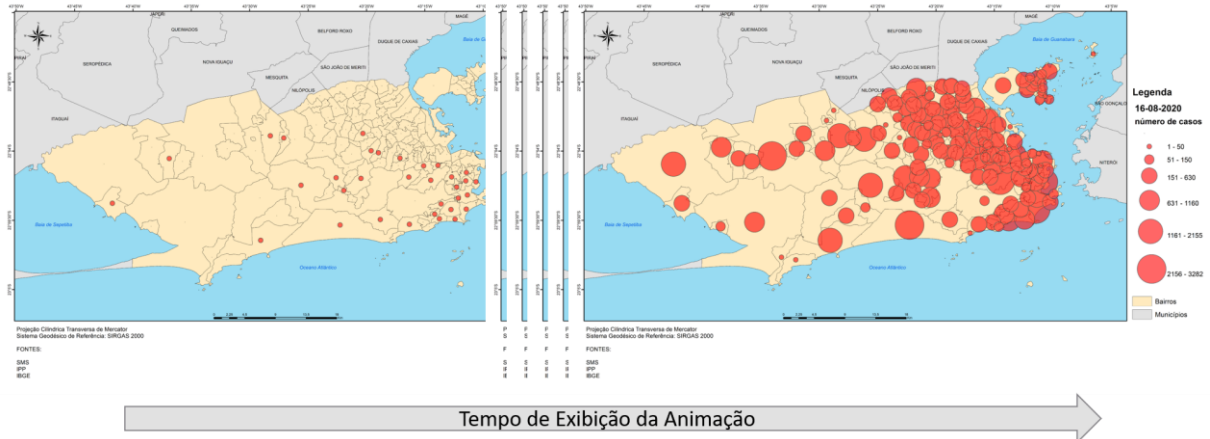
Na cidade do Rio de Janeiro, às medidas de distanciamento social e *lockdown* parcial para as atividades econômicas consideradas pelo governo como não-essenciais (bares, restaurantes, boates, salões de cabeleireiro, *shopping centers* e o comércio em geral), entraram em vigor no dia 23 de março (SICILIANO et al., 2020). Com sua população em torno de 6.747.815 milhões de habitantes, como estimado pelo IBGE (2020), podendo ser afetada pela letalidade do Coronavírus, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro criou medidas estratégicas para subsidiar as operações de tomada de decisão da Secretaria Municipal de Saúde. Uma dessas medidas foi o Painel Rio Covid-19. Lançado no dia 21 de março, o objetivo do painel é ampliar o acesso às informações sobre os casos de contaminação pelo novo coronavírus na capital fluminense.

Fruto da parceria e cooperação técnica entre o Instituto Pereira Passos e os técnicos da Secretaria Municipal de Saúde, o painel está hospedado na plataforma do Centro de Operações Rio (COR RIO), trazendo diariamente o monitoramento dos óbitos, adoentados recuperados, casos confirmados e suspeitos por bairros, que opcionalmente podem ser agrupados por faixa etária e gênero. As atualizações dos números são feitas pela Secretaria Municipal de Saúde com informações também sobre o número de pessoas internadas e quais delas estão em Unidades de Tratamento Intensivo (tanto na rede pública quanto privada). Ao IPP fica encarregada a tarefa de agrupar os dados por bairros, e carregá-los como atributos para cada feição areal no *ArcGIS Experience Builder*. Neste recurso de *web mapping* e processamento, construído no *ArcGIS Online*, a ESRI já apresenta uma prévia de ferramentas de *layout* e de análise predefinidas. O IPP projetou seus próprios modelos gráficos quantitativos que interagem com os conteúdos 2D representados no mapa.

A abordagem baseada em quadros é a forma mais simples de animação (PETERSON, 1995). Os quadros individuais compostos pelos dois tipos de mapeamentos temáticos foram criados com o auxílio da ferramenta *Layout Window* do *ArcGIS 10.3* para a elaboração da composição gráfica mapeamento e, em seguida, foram agrupados em ordem cronológica com o tempo de transição fixado em dois segundos (combinação das variáveis dinâmicas *Ordem*, *Taxa de Variação* e *Duração*) e posteriormente exibidos na sucessão rápida do arquivo de vídeo finalizado.

A Figura 3 mostra a evolução do número de casos por bairro carioca expressos aqui por círculos de proporcionais, definidos por 6 classes de tamanhos diferentes na legenda, como explicado anteriormente na metodologia. Inicialmente seu propósito é indicar se há ocorrência de casos no bairro, pois sua classe mais baixa inicia com valor 1. Proporcionalmente às classes definidas, o mapa estabelece como finalidade uma análise comparativa entre os casos registrados por bairro, apontando: áreas com maiores ocorrências, com ocorrências intermediárias, bem como as feições areais com menor número de casos registrados.

Figura 3 - Evolução por bairro dos casos de COVID-19 na cidade do Rio de Janeiro



Fonte: Os autores (2020).

Dada facilidade de perceber a gradação de tamanhos dos círculos nas transições dos mapas temáticos, nota-se que no início da pandemia (expressa aqui pelo dia 22 de março) os casos estavam restritos 33 (20,2%) dos 163 bairros cariocas, e esses bairros possuíam algo em torno de 1 a 50 ocorrências registradas. Ao longo da animação foi apresentada a evolução espacial das ocorrências, atingindo ao final todos os bairros do município como mostra o vídeo suplementar.

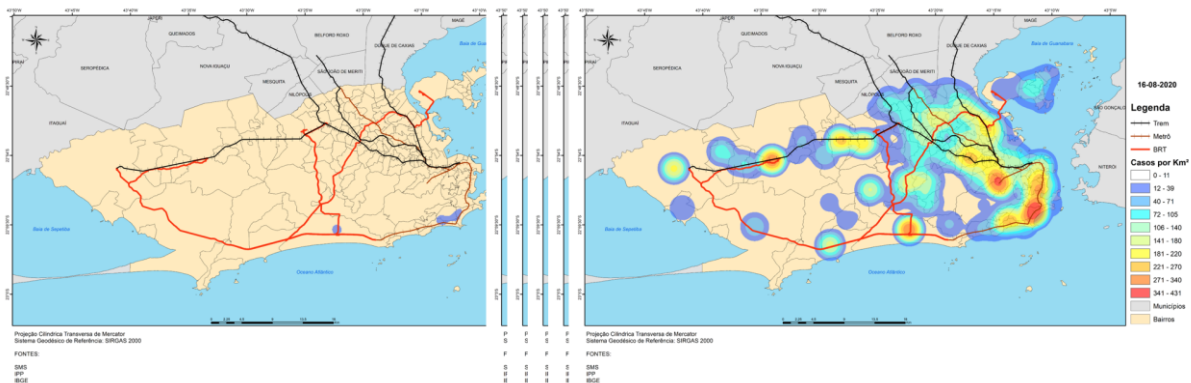
A variação quantitativa não se deu de forma proporcional ao tempo de ocorrência dos primeiros casos naquele, logo não são todos os bairros que apresentaram os primeiros registros de COVID-19 àqueles que ao final da série temporal apresentam os maiores números de casos. Salvo algumas exceções como os bairros Bairro da Tijuca, Copacabana e Tijuca, que iniciaram a série contendo casos evidenciados e terminaram entre os maiores números de ocorrências dentro da cidade. Nota-se o surgimento e rápido crescimento de casos nas zonas Norte e Oeste do município, com um destaque ao bairro Campo Grande, que não possuía casos registrados no início da série investigada, mas ao final figura entre os bairros pertencentes a maior classe, que compreende de 2.156 a 3.282 casos registrados.

Até então nesses mapas, as concentrações de casos podem ser inferidas com a sobreposição de círculos com os três maiores tamanhos (que superam os 1.000 casos registrados), começando de forma mais discreta nos dados do dia 6 de maio na zona sul da cidade e no dia 21 de maio na zona norte da cidade. Na série, essa mesma data do dia 21 mostra a concentração de casos de forma acentuada nos bairros da zona sul da cidade, enquanto na zona norte o mesmo fenômeno somente é verificado no dia 5 de junho. Na zona oeste da cidade, seguindo essa mesma lógica, não é possível inferir uma concentração em toda a sub-região, devido ao tamanho em área desses bairros que é bem superior ao das outras duas zonas, o que é um fator limitante para esse método de mapeamento temático, uma vez que o centro da circunferências dos círculos coincide com o centroide da feição areal. Logo em bairros maiores em tamanho essa concentração não fica tão evidente. Nessa zona os adensamentos de casos são mais perceptíveis a partir dos dados do dia 5 de julho entre os bairros vizinhos Bangu, Padre Miguel e Realengo (parte central e superior do mapa), e no dia 20 de julho entre os bairros Taquara, Tanque, Pechincha, Cidade de Deus e Freguesia (parte central do mapa).

Para melhor compreender a concentração e dispersão dos casos pela cidade do Rio de Janeiro, com menos incerteza posicional, foi proposto o segundo mapeamento temático baseado

na técnica de Densidade de Kernel. A estimativa da densidade permite que a resolução espacial de um campo de densidade populacional seja explicitada (LONGLEY et al., 2013). Trata-se de um método para explorar e exibir padrões espaciais de dados pontuais, mostrando áreas mais contínuas e destacando seus locais de alta concentração (CROMLEY & McLAFFERTY, 2012). A ideia dos mapas inseridos na animação esquematizada pela Figura 4 é apresentar os *hot spots* nas zonas de concentração de casos de COVID-19 na cidade.

Figura 4: Concentração dos casos de COVID-19 na cidade do Rio de Janeiro



Fonte: Os autores (2020).

A estimativa de kernel tem sido amplamente utilizada no mapeamento da distribuição espacial desigual de eventos de saúde e, mais recentemente, na identificação de *clusters* (CROMLEY & McLAFFERTY, 2012). Depois de calcular estimativas de kernel, para gerar a densidade de eventos epidemiológicos, cada janela foi regularmente espaçada (obteve-se 3km de espaçamento, seguindo as formulações de KELSALL & DIGGLE, 1995), e foi gerado como resultado mapas de superfícies com contornos suavizados. Os mapas de Kernel que compõem a Figura 4 mostram o espriamento e a variação na intensidade da doença no município do Rio de Janeiro.

Uma alternativa proposta para representar essa dinâmica do coronavírus dentro do espaço urbano carioca, foi plotar além dos limites de bairros, as feições lineares dos principais transportes de massa da cidade. No início da pandemia, os transportes coletivos tiveram seus efetivos sendo reduzidos aos poucos, e até então não haviam sido adotadas medidas preventivas para a população que circulava no interior desses meios de transportes nem a descontaminação de suas estações. Como pode ser observado na Figura 4 são eixos viários que cruzam todo o município, e que de certa forma podem ter contribuído com um maior alcance espacial do vírus. Aglomerações e contato interpessoal, são ações potencializadoras para a propagação do COVID-19, e como sinaliza Liu (2020) nas grandes cidades os transportes públicos que desempenham o papel de transportes de massa (trens, metrô etc.), podem desencadear um “efeito multiplicador” para a transmissão do vírus. Ao observar a animação em termos de distribuição espacial da doença, fica perceptível o quanto ela se espalhou ao longo das linhas de metrô e trem na cidade. Com o caso do BRT o processo é mais pontual tendo alguns bairros terminais desse transporte como Barra da Tijuca e Campo Grande com grandes concentrações da doença. Os meios de transporte de massa é apenas uma das possibilidades de análise para compreender o fenômeno da expansão desse vírus pela cidade.

Foi possível constatar para ambos os métodos temáticos, que a ilusão de movimento (ou mudança) foi criada exibindo os quadros rapidamente, e permitindo uma assimilação de forma simples, tanto da elevação do número de casos quanto sua distribuição e concentração espacial. Não foram necessários muitos quadros para essa dinâmica, mas cabe ressaltar que seguindo a lógica de Peterson (1995), um número maior de quadros permite ao usuário uma visão mais clara da dinâmica da informação, com mudanças mais graduais, possibilitando ao usuário desses mapas uma melhor percepção em alguns segundos de animação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta uma das metodologias adotadas por essa equipe de trabalho, que junto a outros pesquisadores está buscando métodos e alternativas para investigar, analisar e representar de formas simples e eficazes para trabalhar com dados geoespaciais ligados ao COVID-19 na cidade do Rio de Janeiro. O recurso de animação cartográfica, aqui discutido expressa uma dessas metodologias em um longo caminho a ser trilhado nas pesquisas em curso. Percebeu-se que formas simples de comunicação e visualização cartográfica como essa, possibilitam uma fácil percepção do agravamento do coronavírus em um contexto municipal.

Há fatores limitantes nesse tipo de análise, sem sombra de dúvida, que precisam ser ponderados, a começar pelo fato do recorte por bairros, que tende a generalizar os valores quantitativos de acordo com o tamanho da área (subestima ou superestima). É necessário em nos próximos trabalhos, realizar análises espaciais mais fidedignas com a realidade demográfica do município como, por exemplo, combinações de mapas temáticos com a densidade demográfica real da cidade, mapas dasimétricos de população (setor censitário x uso e cobertura da terra) e análises que trabalhem junto com indicadores de vulnerabilidade à epidemia, avaliando assim a concentração de casos em relação às populações de risco.

Para estudos futuros, pretende-se realizar experimentos para produzir outras animações cartográficas, com novos mapeamentos temáticos, com séries temporais maiores e com a animação gerada diretamente no *ArcGIS Online*. De forma semelhante, pretende-se gerar mapas temáticos como o mesmo padrão de fundo e simbologia que se encontram no Painel Rio COVID-19, promovendo testes de percepção com usuários, para comparar a assimilação das informações cartográficas em padrões de cores figura/fundo distintos. Soma-se a essas possibilidades, a geração de novos produtos cartográficos empregando os princípios FOSS (*Free Open Source Software*), para combinar recursos de linguagens livres (*Python, R, ...*) e *softwares* livres (*QGIS, GRASS, GVSIG, ...*) no projeto cartográfico.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os grupos de pesquisas em Cartografia e SIG que estão “fazendo a diferença” nesse período da pandemia do COVID-19 que está assolando o Brasil. São docentes e estudantes que estão dedicando seu tempo e seus esforços para produzir de forma voluntária análises espaciais e mapas temáticos com intuito de melhor informar a população e as autoridades governamentais.

## Referências

BERTIN, J. *Sémiologie Graphique: les diagrammes, les reseaux, les cartes*. Paris: Mouton,

Gauthier-Villars, 1967. 431p.

BREWER, C. A. **Designing Better Maps: A Guide for GIS Users**. Redlands: ESRI Press, 2005. 203p.

BRAGA, M.; CISLAGHI, C.; LUPPI, G.; TASCIO, C. A Multipurpose, Interactive Mortality Atlas of Italy. In: GATRELL, A. C.; LÖYTÖNEN, M. (Eds.) **GISDATA VI: GIS and Health**. London: Taylor & Francis, 2003, 125-137pp.

CORNWELL, B.; ROBINSON, A. Possibilities for Computer Animated Films in Cartography. **The Cartographic Journal**, vol. 3, n. 2, 1966. pp. 79-82.

CARNEIRO, L. I. S.; CANDEIAS, A. L. B. Análise de Dados Sócio-econômicos e Ambientais na Cidade do Recife e a Dengue no Período: 2000-2006. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, pp. 01-09.

CROMLEY, E. K. & McLAFFERTY, S. L. **GIS and Public Health**. New York: The Guilford Press, 2012. 503P.

DiBIASE, D.; MacEACHREN, A. M.; KRYGIER, J. B.; REEVES, C. Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualization, **Cartography and Geographic Information Systems**, v. 19, n. 4, 1992. 201-214pp.

FARIAS, E. S.; CANDEIAS, A. L. B. Desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas para Navegação De Informações Sobre a Dengue. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, 01-06pp.

GATRELL, A. C.; LÖYTÖNEN, M. GIS and Health Research: An Introduction. In: GATRELL, A. C.; LÖYTÖNEN, M. (Eds.) **GISDATA VI: GIS and Health**. London: Taylor & Francis, 2003, 3-16pp.

GERSMEHL, P. J. Choosing tools: nine metaphors of four-dimensional cartography, **Cartographic Perspectives**, n. 5, 1990. 3-17pp.

HALIK, L. The analysis of visual variables for use in the cartographic design of point symbols for mobile Augmented Reality applications. **Geodesy and Cartography**, vol. 61, n. 1, 2012, pp. 19-30.

IBGE. **Cidades Brasileiras**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>. 2020. Acessado em: 13 de Agosto de 2020.

KARL, D. Cartographic Animation: Potential and Research Issues. **Cartographic Perspectives**, n. 13, 1992. 3-9 pp.

KELSALL, J. E.; DIGGLE, P. J. Nonparametric estimation of spatial variation in relative risk. **Statistics in Medicine**, v. 14, 1995. 2335-2342pp.

KIMERLING, A. J.; BUCKLEY, A. R.; MUEHRCKE, P. C.; MUEHRCKE, J. O. **Map Use: Annals of COBRAC 2020 - Florianópolis - SC - Brazil - UFSC - 9 to 12 November 2020**

**Reading, Analysis, Interpretation.** Redlands, ESRI Press, 2016. 908p.

KRAAK, M. J. Cartography and the use of animation. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (Eds.) **Multimedia Cartography**. Berlin: Springer-Verlag, 2007. 317-326pp.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. São Paulo: Bookman, 2013. 560p.

LIU, L. Emerging study on the transmission of the Novel Coronavirus (COVID-19) from urban perspective: Evidence from China. **Cities**, v. 103, 2020. 1-11pp.

MacEACHREN A. M. **How Maps Work: Representation, Visualization and Design**. New York: Guilford Press, 1995. 513p.

MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Editora Contexto, 2013. 142p.

MARTINELLI, M.; GRAÇA, A. J. S. Cartografia Temática: uma Breve História Repleta de Inovações. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 4, 2015. pp. 913-928.

PETERSON, M. P. Interactive Cartographic Animation, **Cartography and Geographic Information Systems**, v. 20, n. 1, 1993. 40-44pp.

PETERSON, M. P. **Interactive and Animated Cartography**. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 257p.

ROBINSON, A. H. **The Look of Maps: An Examination of Cartographic Design**. Madison: University Wisconsin Press, 1952. 88p.

SICILIANO, B.; DANTAS, G.; SILVA, C. M.; ARBILLA, G. Increased ozone levels during the COVID-19 lockdown: Analysis for the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 737, 2020, 1-8pp.

TOSTES, V. de O. **A Comunicação Cartográfica Aplicada à Representação de Agravos Endêmicos na Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2006. 147p.

TYNER, J. A. **Principles of Map Design**. New York: The Guilford Press, 2010. 259p.