

Análise da equidade na distribuição de ressonâncias magnéticas no Brasil

Lucas Picão de Melo
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0003-4358-4221

Fernando Pasquini
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0002-2259-7229

Abstract— Magnetic Resonance (MRI) equipment is essential for patient care that must be offered by the Unified Health System (SUS) to the entire Brazilian population on an equal basis. The research aimed to geographically locate the municipality of all MR equipment available to SUS and, through the Voronoy Diagrams method, generate maps that visualize the distribution of these equipment throughout the national territory and compare them with data such as population, HDI. Voronoy diagrams were used to elaborate the maps in the QGIS software. Data regarding the number of devices were obtained through the DATASUS platform. Data on population and HDI were taken from IBGE databases. With the data obtained, several maps were created that contained information such as: amount of equipment per municipality in Brazil, Voronoy diagram in relation to all Brazilian municipalities that have MRI available to SUS, Brazilian population per municipality, among others. Overlapping maps was also performed to clarify the correlation between variables. By analyzing the various maps generated, the inequitable distribution of the number of MRI devices available to the SUS is clear, causing residents of municipalities in the interior of Pará to have to travel much more than residents of municipalities in the interior of São Paulo to carry out an exam, for example. The distribution of Magnetic Resonance equipment is not very equitable and more detailed studies are needed, which would promote a more equitable distribution of public resources, to mainly serve these needy centers.

Keywords — *Magnetic Resonance, Voronoy, SUS, Equity, Health;*

I. INTRODUÇÃO

A ressonância magnética corresponde a um equipamento de diagnóstico por imagem de suma importância para o diagnóstico preciso de processos patológicos, especialmente em tecidos moles, como o cérebro, os órgãos torácicos, abdominais e pélvicos, os vasos sanguíneos, músculos, articulações e as mamas [1].

O exame é não invasivo, assim como o raio-x e a tomografia computadorizada, mas, ao contrário destes, não utiliza radiação ionizante para ser realizado. Portanto, é mais adequado para crianças, gestantes e indivíduos que necessitam fazer muitos exames de imagem [2].

O princípio básico utilizado por essa tecnologia é a ressonância, que é, resumidamente, a interação do campo magnético produzido pelo aparelho com prótons de hidrogênio do tecido humano e a aplicação de um pulso de radiofrequência, esse pulso é recaptado modificado devido a energia que o próton libera, o sinal recebido é tratado por softwares e então é gerado uma imagem ou informação [3].

Em contrapartida, quando comparada com a tomografia computadorizada, o exame de ressonância magnética é mais longo e tem um custo maior. Assim, embora necessário para a

realização de diversos exames que outros aparelhos não são capazes de fazer com tamanho grau de confiabilidade, a tecnologia não está disponível para suprir toda a demanda da população, devido ao subfinanciamento dos serviços públicos de saúde no Brasil [4].

O Sistema Único de Saúde (SUS) regulamentado em 1990, após a constituinte de 1988 no capítulo VIII da Ordem Social e na seção II referente à Saúde, define, no artigo 196 que: “A saúde é direito de todos e dever do estado, garantindo mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos, e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”. O SUS vem contrapor a situação de indigência que ocorria no país, onde parte da população que não era contribuinte da previdência social ou não tinha condições financeiras para pagar serviços de saúde privados, dependiam da caridade ou morriam sem o atendimento médico necessário [5].

O principal método de análise utilizado nesse trabalho será o Diagrama de Voronoi - também chamado Polígono de Thiessen ou Tesselação de Delaunay - que pode ser empregado em várias áreas, como: arqueologia, biologia, cartografia, mineralogia, meteorologia, fisiologia, estatística e, mais recentemente, em planejamento urbano e regional [6].

II. OBJETIVOS

Assim, os objetivos da presente pesquisa envolvem:

- Análise de dados referentes ao número de ressonâncias magnéticas e de como estão distribuídas geograficamente no Brasil.
- Relacionar a distribuição geográfica dos equipamentos com outras variáveis, como por exemplo: população, IDHM e renda.
- Sugerir o estabelecimento de critérios técnicos para a melhor distribuição dos equipamentos no território nacional.

III. JUSTIFICATIVA

Após a universalização do atendimento em saúde no Brasil, passou ser um desafio para o Ministério da Saúde oferecer um atendimento equitativo e de qualidade para toda a população. Em consulta preliminar ao Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), obtivemos os seguintes dados sobre a quantidade de equipamentos de ressonância magnética disponíveis e não disponíveis ao SUS no Brasil, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de equipamentos de Ressonância Magnética disponíveis e não disponíveis ao SUS no Brasil.

	Quantidade	(%)
Disponíveis ao SUS	1022	36,8
Não disponíveis ao SUS	1755	63,2
TOTAL	2777	100,0

Fonte: Ministério da Saúde – Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil, CNES 2019

Assim, levando em consideração que o número de aparelhos disponíveis ao SUS abrange aparelhos pertencentes ao SUS e ao setor privado, podemos afirmar então que as esferas administrativas públicas, sendo elas: federal, estadual e municipal, detêm menos que 36,8% dos aparelhos de ressonância magnéticas em todo o Brasil.

Logo, faz-se necessário um estudo detalhado sobre como estão distribuídos os aparelhos disponíveis às esferas públicas. Com os dados obtidos no final da pesquisa, poderá ser observado se há realmente um cumprimento quanto a equidade na distribuição dos equipamentos para o atendimento da população por parte do Ministério da Saúde, e servir de subsídio para formação de novas políticas e diretrizes que otimizem os investimentos em saúde.

IV. METODOLOGIA

O presente trabalho será um estudo descritivo, com foco na oferta dos equipamentos de ressonância magnética no Brasil, tendo a equidade na distribuição como ponto principal.

Os dados referentes a quantidade de equipamentos a nível municipal serão obtidos a partir da plataforma online do Cadastro Nacional de Estabelecimentos em Saúde (CNES) disponibilizada pelo Ministério da Saúde em seu portal online DATASUS (TABNET). Tais dados serão expostos em tabelas e gráficos para melhor visualização.

O Diagrama de Voronoi é o conjunto de polígonos construído a partir de pontos não colineares no plano Euclidiano, denominados pontos geradores, $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $n > 2$. Entre esses pontos, são traçadas retas equidistantes entre si, que formam as bordas dos polígonos. Cada polígono deve ser fechado e adjacente a outro, contendo apenas um dos pontos geradores [7]. No caso da pesquisa os pontos são municípios que possuem o equipamento de Ressonância Magnética disponível.

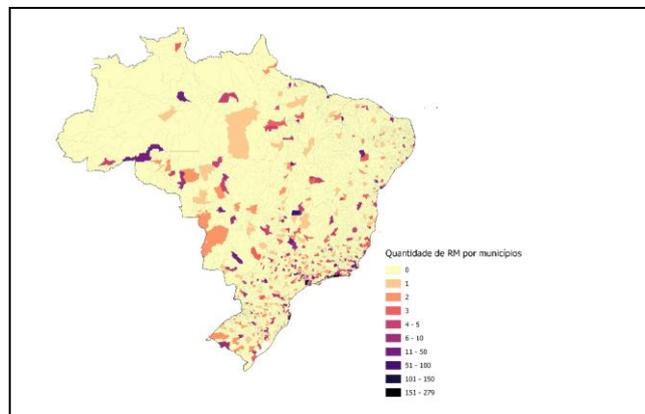
A maioria dos mapas apresentados nesse estudo foram criados pelo autor, utilizando o que QGIS, que é um software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados [8].

Então, com os diagramas relacionados ao número de ressonâncias magnéticas, será feita a comparação com outras variáveis, como por exemplo: população, IDH. Esses dados serão retirados no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [9] e no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

V. RESULTADOS

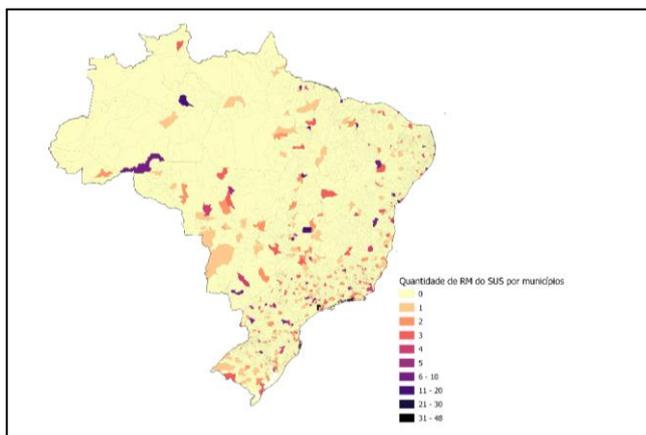
Utilizando os dados extraídos da plataforma DATASUS [10], uma lista de todos os municípios brasileiros que possuem Ressonância Magnética, foram elaborados dois mapas quantitativos do Brasil dividido por municípios com graduação relacionada a quantidade de equipamentos de ressonância magnética, o Mapa 1 considera todos os equipamentos já o Mapa 2 contempla apenas os equipamentos disponíveis ao SUS.

Mapa 1 – Quantidade de equipamentos de Ressonância Magnética disponíveis por município do Brasil.



Fonte: O autor (2020)

Mapa 2 – Quantidade de equipamentos de Ressonância Magnética disponíveis ao SUS por município do Brasil.

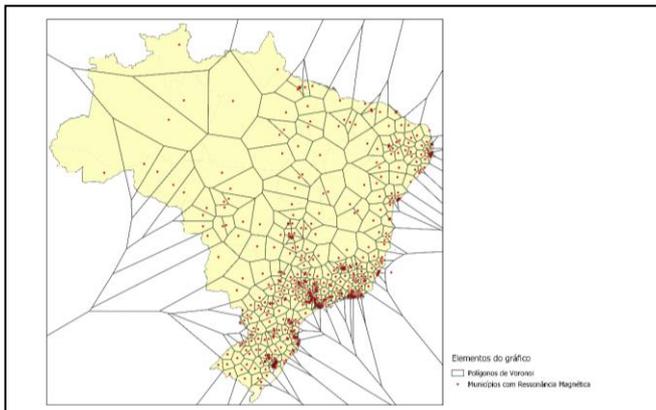


Fonte: O autor (2020)

Como o foco do trabalho é analisar a disponibilidade dos equipamentos pelo sistema de saúde público todos os próximos diagramas/mapas utilizam apenas dados de ressonância magnéticas disponíveis ao SUS.

Utilizando a lista de municípios que possuem os equipamentos disponíveis ao SUS [10], foi possível gerar os pontos geradores do Diagrama de Voronoi, com isso foi gerado o Mapa 3.

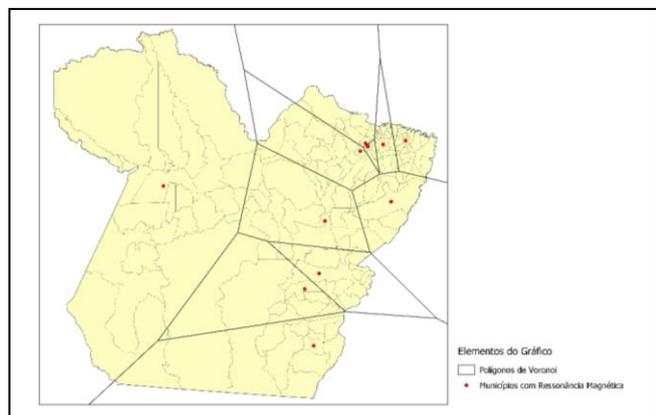
Mapa 3 – Diagrama de Voronoi em relação a todos os municípios brasileiros que possuem Ressonância Magnética disponível ao SUS.



Fonte: O autor (2020)

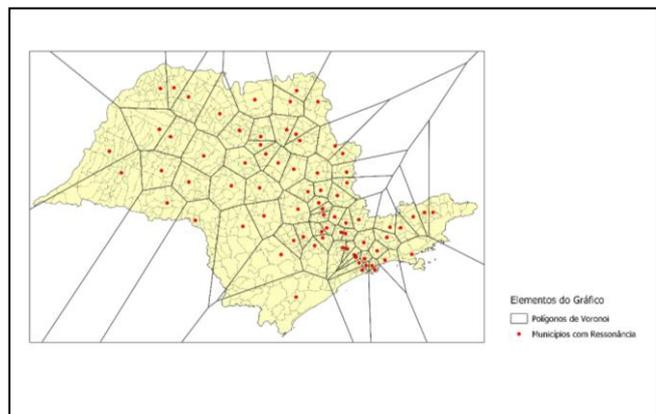
A fim de facilitar a visualização foram escolhidos dois estados, Pará e São Paulo, para serem analisados individualmente, como vemos no Mapa 4 e Mapa 5.

Mapa 4 – Diagrama de Voronoi em relação aos municípios do Pará que possuem Ressonância Magnética disponível ao SUS.



Fonte: O autor (2020)

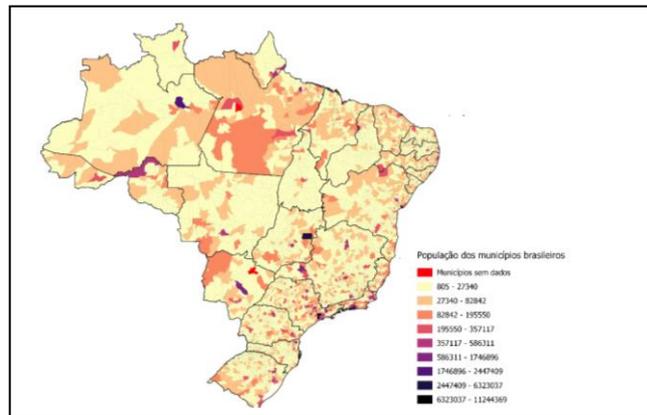
Mapa 5 – Diagrama de Voronoi em relação aos municípios de São Paulo que possuem Ressonância Magnética disponível ao SUS.



Fonte: O autor (2020)

Unindo dados de população por município dos estados do Brasil obtidos pela plataforma online do IBGE [9], foi elaborado o Mapa 6 contendo a população por municípios do país.

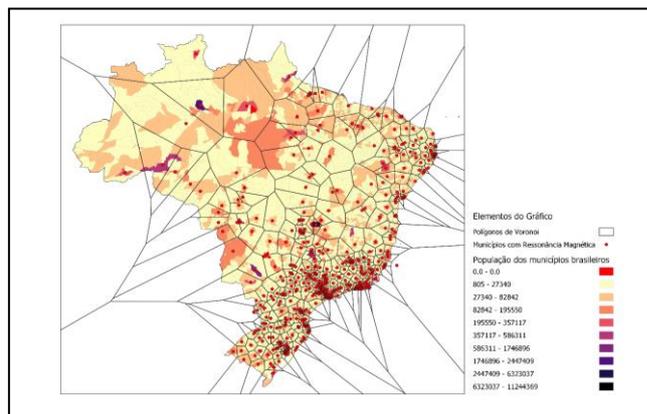
Mapa 6 – População dos municípios brasileiros.



Fonte: O autor (2020)

Para uma melhor percepção da densidade populacional em relação a existência de equipamentos de Ressonância Magnética foi sobreposto o Mapa 6 e 3, gerando o Mapa 7.

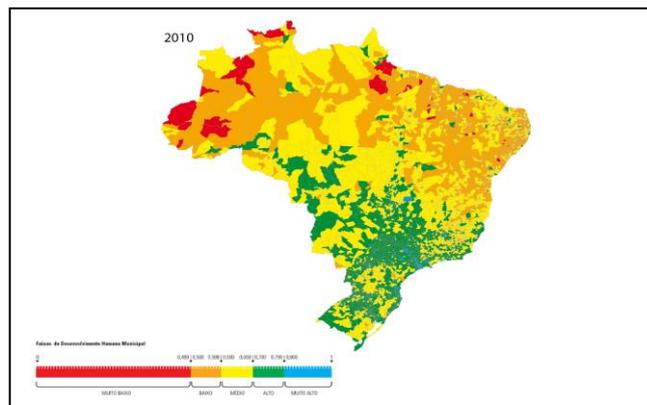
Mapa 7 – População dos municípios brasileiros sobreposto pelo diagrama de Voronoi em relação à municípios que possuem Ressonância Magnética.



Fonte: O autor (2020)

Utilizando do Mapa 8, referente ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) que é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda, desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento [11].

Mapa 8 – Mapa do IDHM do Brasil em 2010.



Fonte: Retirado do site do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Brasil

VI. CONCLUSÃO

Portanto, ao analisar os Mapas 1 e 2 percebe-se, de forma nítida, a diferença que a Tabela 1 apresenta. Essa comprova que mais de 63% dos equipamentos de Ressonância Magnética são da iniciativa privada. Assim, não estão disponíveis ao SUS, além disso, dos 1022 equipamentos que estão disponíveis a esse órgão público, a maioria está concentrada nas regiões sul e sudeste do país.

Nesse sentido, com a utilização do diagrama de Voronoi no Mapa 3, onde os municípios que possuem os equipamentos de Ressonância Magnética são os pontos geradores, é possível perceber a área de abrangência de cada equipamento. Comparando os estados do Pará e São Paulo (Mapas 4 e 5), percebe-se que a relação entre municípios que possuem equipamento aos que não possuem é muito pequena comparado ao estado de São Paulo, onde essa relação é maior. Isso gera uma dificuldade aos moradores do interior do Pará, indica que em média os pacientes têm que se deslocar mais para realizar o exame do que pacientes no estado de São Paulo.

O Diagrama de Voronoi clássico leva em consideração somente a distância no plano euclidiano, para análise mais profunda se faz necessário uma ponderação, que levaria em conta a facilidade do acesso aos pontos geradores como: rodovias, transporte público, segurança, custo entre outros fatores que modificariam os polígonos. Porém essa ponderação é muito complexa quando se trata de uma grande extensão territorial como o Brasil.

Quando os dados da distribuição de equipamentos são correlacionados com dados populacionais (mapa 7), por exemplo, percebe que as regiões norte, nordeste e centro-oeste, apesar de menos densamente povoadas ainda representam grande parte da população brasileira, e possuem menos equipamentos disponíveis ao SUS que as regiões sul e sudeste. Fica mais claro ainda ao compararmos com o Mapa 8, que representa o índice de desenvolvimento humano por município. A maior parte dos municípios do norte e nordeste possuem IDHM de médio à baixo. Uma das dimensões avaliadas pelo IDHM é a longevidade que é impactada diretamente pela qualidade do Sistema de Saúde público da região. Norte e nordeste também correspondem as duas regiões com menores valores de IDHM Renda no país [12].

Concluindo que a distribuição dos equipamentos de Ressonância Magnética é pouco equitativa e se faz necessário estudos mais detalhados, que promoveriam uma distribuição mais equitativa de recursos públicos, para atender principalmente esses centros de carência. O diagrama de Voronoi, ainda que pouco empregado na área de atendimento à saúde se mostrou uma ótima ferramenta, já que exibe de forma bem didática e visual a discrepância na distribuição de equipamentos de Ressonância Magnética entre diferentes regiões do país.

VII. REFERÊNCIAS

[1] INSTITUTO VENCER O CÂNCER. Ressonância Nuclear Magnética. Instituto vencer o câncer, 04 set. 2016. Disponível em: <<https://www.vencercancer.org.br/cancer/diagnostico-2/ressonancia-nuclear-magnetica/>>. Acesso em: 2 abr. 2019.

[2] JUNIOR, A.; YAMASHITA, H. Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética. Revista Brasileira de Psiquiatria, 2001.

[3] MAZZOLA, Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. Revista Brasileira de Física Médica, 2009. 117 - 129. Acesso em: 04 abr. 2019.

[4] MANSO, P. G. Tomografia computadorizada e ressonância nuclear magnética. Arq. Bras. Oftalmol. [online], p. 495-498, 1995.

[5] FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Políticas de Saúde: a organização e a operacionalização do Sistema Único de Saúde. [S.l.]: [s.n.], 2007. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/26570>>.

[6] BOOTS, B. N. Weighting Thiessen Polygons. In: _____ Economic Geography. [S.l.]: [s.n.], v. 56, 1980. p. 248-259.

[7] RHYNSBURGER, D. Analytic delineation of Thiessen Polygons. In: _____ Geographical Analysis. [S.l.]: [s.n.], v. 5, 1973. p. 133-144.

[8] QGIS. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: Julho 2020.

[9] IBGE. Censo Total População. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [S.l.]. 2010.

[10] TABNET. DATASUS. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?cnes/cnv/equipobr.def>>. Acesso em: março 2020.

[11] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Brasil. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>>. Acesso em: Julho 2020.

[12] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. [S.l.]: [s.n.]. 2010.