

Análise e visualização do processo de regionalização do Sistema Único de Saúde (SUS): Uma perspectiva em sistemas complexos

Gabriely R. Pereira¹, Luciano da F. Costa², Fabio Kon¹

¹ Departamento de Ciência da Computação – Instituto de Matemática e Estatística
Universidade de São Paulo (USP) – CEP 05508-090 – São Paulo – SP – Brasil

² Instituto de Física de São Carlos
Universidade de São Paulo (USP) – São Carlos, SP – Brasil

gabriely.pereira@usp.br, luciano@ifsc.usp.br, kon@ime.usp.br

Abstract. *The health regionalization process in Brazil aims to guarantee the population's right to health, reducing social and territorial inequalities. A health region is composed of a collection of adjacent municipalities, organized to promote greater efficiency in providing health services. Health managers have the autonomy to identify health regions, without pre-established criteria. So, a data-driven tool that helps their analyses can be very useful. Our research aimed to analyze the health regionalization process using data from patient flow records from the National Hospital Information System (SIHSUS). Using complex systems techniques, we sought to analyze the patient movement network and propose means of evaluating and visualizing the behavior of health regions in each Brazilian state. Among the main results, we observe that the movement of patients is closely related to the health regions. To support evidence-based public policymaking, we developed a web platform showing all visualizations and analyses in an accessible and interactive way.*

Resumo. *O processo de regionalização de saúde no Brasil tem o objetivo de garantir o direito à saúde da população, reduzindo as desigualdades sociais e territoriais. Uma região de saúde é composta por uma coleção de municípios adjacentes, organizados para promover uma maior eficiência no acesso aos serviços de saúde. Os gestores têm autonomia para identificar as regiões de saúde, sem critérios pré-estabelecidos. Logo, uma ferramenta orientada por dados que auxilie suas análises pode ser de grande utilidade. Esta pesquisa teve como objetivo analisar o processo de regionalização da saúde utilizando dados de fluxos de pacientes a partir do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIHSUS). Através de técnicas de sistemas complexos, analisamos a rede de movimentação de pacientes propondo meios de avaliação e visualização do comportamento das regiões de saúde em cada estado brasileiro. Entre os principais resultados, observamos que a movimentação de pacientes está relacionada às regiões de saúde. Para apoiar a elaboração de políticas públicas com base em evidências, implementamos uma plataforma web exibindo todas as análises desenvolvidas de forma acessível e interativa.*

1. Introdução

Com o aumento da geração e armazenamento de dados, houve um grande empenho computacional para acompanhar esse crescimento no processamento e análise desses dados. As técnicas de sistemas complexos oferecem ferramentas que realizam extração de informações em grandes conjuntos de dados, além de detectar padrões neles.

O Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil é um dos maiores sistemas de saúde pública do mundo, garantindo acesso integral, universal e gratuito para toda a população do país. De acordo com a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), a taxa de cobertura de planos de saúde no Brasil é de 25,7%, pela atualização de agosto de 2022. Dessa forma, praticamente 3/4 da população brasileira depende apenas do SUS.

Sua organização é baseada numa estrutura de regionalização do atendimento à população. Define-se uma Região de Saúde como um conjunto de municípios vizinhos escolhidos para integrar a organização, o planejamento e a execução de ações e serviços de saúde [Brasil 2011]. Idealmente, os habitantes pertencentes a uma determinada região de saúde não precisariam ultrapassar os limites de sua região para receber os serviços de saúde, já que a região de saúde tem o objetivo de atender às demandas e interesses locais [Brasil 2006].

As informações sobre internações de pacientes, o CID10 (10ª Classificação Internacional de Doenças) dos diagnósticos, e município de residência e de internação são disponibilizados publicamente pelo DATASUS (Departamento de Informática do SUS), de forma não identificada, na base de dados SIH/SUS (Sistema de Informações Hospitalares). Com isso, podemos desenhar a rede de fluxos de pacientes entre municípios diferentes e analisar a movimentação desses pacientes em relação aos limites das regiões de saúde.

Analisar o deslocamento dos pacientes pode informar a adequação das regiões de saúde ao princípio de cobrir sua demanda local. Felizmente, nossos resultados indicam uma grande correlação entre a delimitação das regiões e a movimentação dos pacientes. Essa correlação tem crescido temporalmente, indicando uma maior adequação dos fluxos de pacientes às suas regiões de saúde nos últimos anos.

2. Motivação e Objetivos

Na organização e gerenciamento das regiões de saúde, os gestores possuem liberdade para delimitar as regiões de saúde, escolhendo os municípios a participar da região de acordo com critérios particulares não pré-estabelecidos. Com isso, uma ferramenta orientada por dados que auxilie suas análises poderia ser de grande utilidade. Cardoso et al. defendem que os problemas do acesso aos serviços só serão resolvidos através da concretização da regionalização de saúde [Cardoso et al. 2016]. Para auxiliar no processo de análise da eficiência e evolução das regiões de saúde no Brasil, buscamos responder às seguintes questões de pesquisa em relação às internações hospitalares cobertas pelo SUS:

Q1: A movimentação dos pacientes está relacionada à delimitação das regiões de saúde? O quanto?

Q2: Existe uma evolução na autossuficiência das regiões de saúde ao longo dos anos?

Q3: As alterações das regiões de saúde ao longo dos anos interferiram na movimentação dos pacientes? Houve melhorias?

Para alcançar esses objetivos, utilizamos métodos de sistemas complexos, analisando a rede de movimentação de pacientes e, com isso, o comportamento da população que utiliza os serviços de saúde em nível hospitalar.

3. Trabalhos relacionados e Contribuições

O objetivo desta pesquisa foi investigar a eficiência das regiões de saúde brasileiras. Com isso, identificamos na literatura os seguintes trabalhos relacionados e acreditamos ter alcançado as seguintes contribuições como parte deste trabalho:

Verificação da relação entre a movimentação de pacientes e a delimitação das regiões de saúde brasileiras. O processo de regionalização da saúde tem o objetivo de descentralizar o planejamento e acesso aos serviços de saúde pela população. Dessa forma, pacientes pertencentes a uma região de saúde não precisariam se locomover para outras regiões para conseguir atendimento. Há na literatura trabalhos [Koylu et al. 2018; Chen 2021] que detectam regiões geográficas a partir de fluxos de usuários, entretanto nosso trabalho traz inovação ao permitir a comparação quantitativa entre as regiões originais e as regiões detectadas, auxiliando a compreensão do comportamento dos pacientes em relação às regiões de saúde. Em nossos resultados, podemos verificar as áreas em que essa relação é mais forte que outras, o que pode indicar uma maior efetivação da regionalização nelas, bem como áreas em que a regionalização não está se comportando como planejado.

Avaliação das regiões de saúde com base na movimentação de pacientes. Podemos encontrar na literatura o desenvolvimento de algumas métricas para a eficiência das regiões de saúde [Uchimura et al. 2017; Araujo et al. 2016; Viana et al. 2017]. Existe o interesse em analisar a evolução dos efeitos da regionalização no Brasil, mas poucas iniciativas analisaram o fluxo dos pacientes. Este trabalho apresenta uma inovação na forma de avaliar a eficiência das regiões de saúde ao criar um índice de desempenho a partir do desenvolvimento de taxas de permanência e atração de pacientes numa região, conforme a rede de movimentação.

Desenvolvimento de um dashboard de análise das regiões de saúde. Uma boa decisão requer o acesso a evidências válidas, especialmente as decisões relacionadas à saúde pública, que atinge a tantos. Diferente dos outros trabalhos relacionados, desenvolvemos uma plataforma aberta disponibilizando nossos resultados da análise às regiões de saúde de forma interativa e facilmente acessível, além de disponibilizarmos, como software livre, o código-fonte com os cálculos e com a estrutura da plataforma.

4. Metodologia e Resultados

Cada uma das três abordagens que utilizamos pretende responder, em conjunto, às questões de pesquisa deste projeto.

a Detecção de comunidades

A partir da rede de fluxo intermunicipal de pacientes, aplicamos a técnica de detecção de comunidades (pelo algoritmo *Infomap* [Rosvall e Bergstrom 2008]) para encontrar possíveis agrupamentos de municípios a partir dos dados. Dentre os algoritmos testados, o *Infomap* nos apresentou resultados mais relevantes, por conta de sua configuração mais fiel à rede de movimentação espacial (a tese completa¹ apresenta mais detalhes deste resultado). Como as regiões de saúde são, por definição, agrupamentos de municípios adjacentes pertencentes a um mesmo estado [Brasil 2011], fizemos uma análise de comparação dos agrupamentos sugeridos pela solução orientada pelos dados e os agrupamentos definidos na organização original das regiões de saúde. O resultado deste método nos mostra que, realmente, o comportamento da movimentação dos pacientes está relacionado à divisão das regiões de saúde. Além disso, utilizamos um comparador de partições (o algoritmo *Adjusted Rand Index* [Hubert e Arabie 1985]) para medir numericamente o nível de semelhança entre os agrupamentos. A Figura 2, no final desta Seção, apresenta, por exemplo, esse resultado para o Estado do Rio de Janeiro em 2019. Isso já responde positivamente a primeira questão de pesquisa (Q1).

b Índice de desempenho

O objetivo do índice de desempenho é medir o nível de suficiência de cada região de saúde isoladamente, apontando áreas que necessitam de maior atenção do poder público. Temos esse interesse pois, idealmente, uma região de saúde deveria ser capaz de fornecer os serviços de saúde suficientes para sua

¹<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-17102022-172023/publico/TextoDefinitivoGabriely.pdf>

própria população [Brasil 2006]. Com base na literatura, desenvolvemos dois índices: a “taxa de permanência” e a “taxa de atração”, para quantificar, em conjunto, o desempenho de uma região de saúde. Seu cálculo é feito da seguinte forma:

$$\text{Taxa de permanência} = \frac{\text{atendimentos locais}}{\text{atendimentos locais} + \text{atendimentos exportados}};$$

$$\text{Taxa de atração} = \frac{\text{atendimentos importados}}{\text{atendimentos importados} + \text{atendimentos locais}}.$$

A partir do desenvolvimento e emprego do índice em todos os anos da base, conseguimos responder a segunda questão de pesquisa deste trabalho (Q2).

c Visualização do processo de regionalização

O objetivo final deste projeto inclui o desenvolvimento de uma plataforma aberta com a finalidade de automatizar a realização das análises desta pesquisa para gestores, pesquisadores, jornalistas e público geral. Essa terceira abordagem promove uma análise visual e interativa que facilita o entendimento geral do processo de regionalização da saúde no Brasil, estado por estado. Para isso, desenvolvemos um *dashboard* com três principais seções: "Fluxo de pacientes", "Divisões sugeridas" e "Permanência vs. atração", sendo que as duas últimas estão relacionadas à detecção de comunidades e ao índice de desempenho, respectivamente. As Figuras 1, 2 e 3 apresentam o *dashboard*.

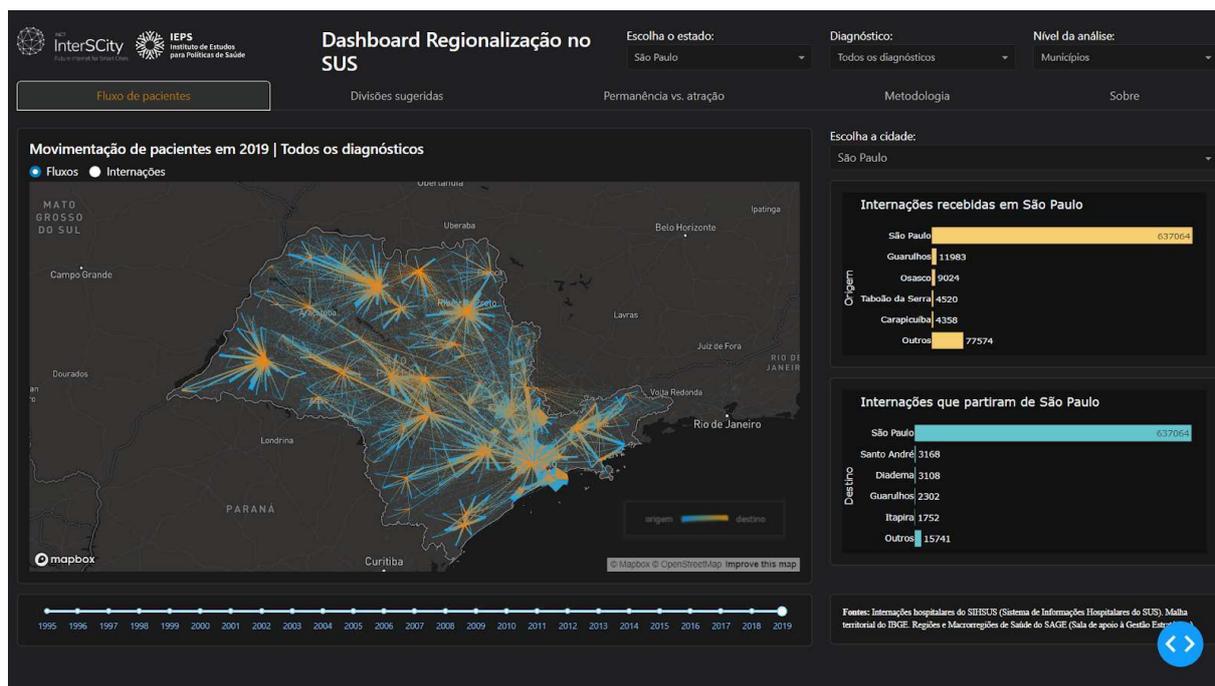


Figura 1. Seção "Fluxo de pacientes" do *dashboard* para o estado de São Paulo.

Através das análises permitidas pelo *dashboard*, podemos fazer o acompanhamento da situação de cada região de saúde ao longo dos anos, analisando também os resultados para os anos em que houve alterações na divisão das regiões. Isso possibilita respondermos à terceira questão de pesquisa do projeto (Q3). Uma possível análise através do *dashboard* é a detecção de áreas no estado em que a movimentação dos pacientes não corresponde à divisão atual das regiões, como podemos observar pela Figura 2, no

mapa principal, quando o limite em amarelo (produzido pelo algoritmo) não bate com o limite em azul (as regiões de saúde). Isso demonstra que os fluxos nestes pontos não condizem com a regionalização esperada. Isto é, nessas áreas os pacientes tendem a sair de suas regiões de saúde para receber o serviço de saúde desejado.

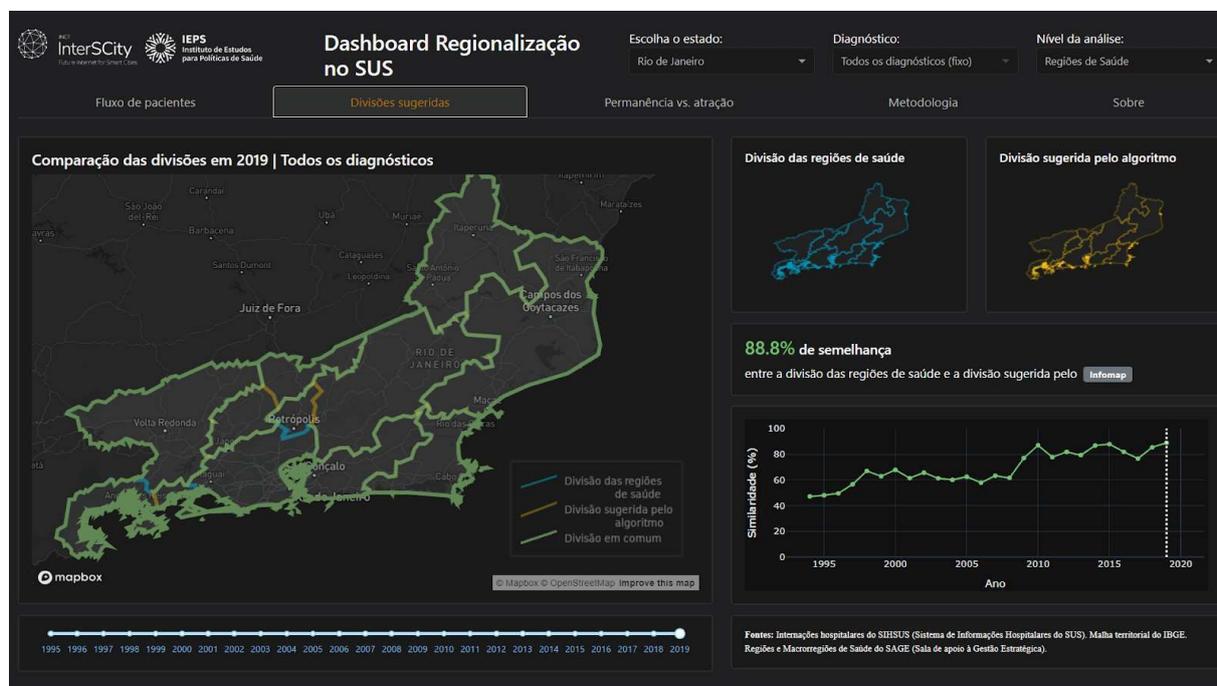


Figura 2. Seção "Divisões sugeridas" do *dashboard* para o estado do Rio de Janeiro.

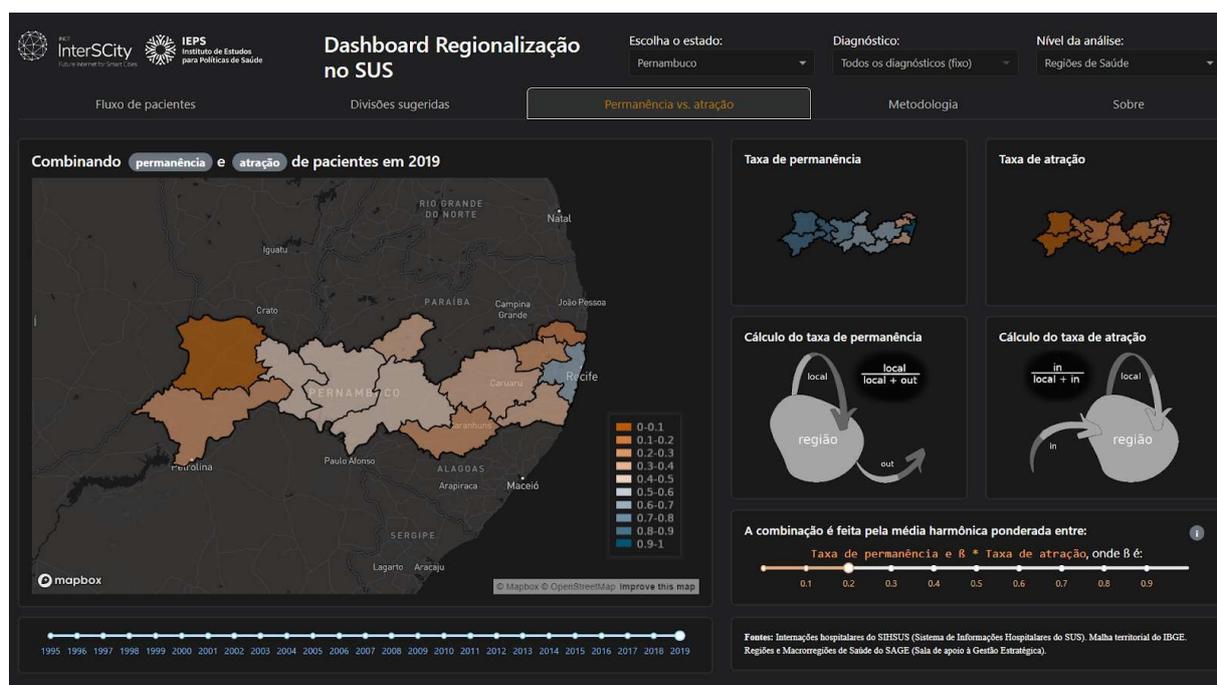


Figura 3. Seção "Permanência vs. atração" do *dashboard* para o estado de Pernambuco.

5. Discussões Finais

Este trabalho teve o objetivo de desenvolver e disponibilizar uma ferramenta de análise da regionalização da saúde pública no Brasil por meio da movimentação de pacientes por internações hospitalares. Os métodos desenvolvidos para cumprir com o objetivo desta pesquisa geraram contribuições na academia, podendo influenciar futuras pesquisas, bem como na prática, abrindo horizontes para a análise do processo de regionalização da saúde no Brasil, especialmente ao desenvolver uma plataforma web de software livre. A plataforma (Dashboard Regionalização SUS) e o código fonte podem ser acessados pelo portal do InterSCity (o INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes), através do link: <https://interscity.org/health/>.

Esperamos, enfim, que o trabalho desenvolvido aqui seja um novo passo em direção à resolução dos problemas do acesso aos serviços de saúde. Estamos agora trabalhando para divulgar o sistema para Secretarias Estaduais de Saúde ainda neste semestre, numa parceria com o Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (<http://ieps.org.br>). Acreditamos que ele, juntamente com outros trabalhos que possam ser derivados a partir dele, contribua de alguma forma para a efetivação de um sistema de saúde mais baseado em evidências, melhorando os serviços que são oferecidos para a população em nosso país. Indica-se apoio do CNPq (processo 307085/2018-0) e FAPESP (processos 15/22308-2 e 14/50937-1).

References

- Brasil. (2011) “Decreto nº 7.508 de 28 de junho de 2011”. URL: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7508.htm
- Brasil. (2006) “Regionalização solidária e cooperativa” (Série Pactos pela Saúde v.3). URL: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/regionalizacao2006.pdf>
- Cardoso, M., Santana, A. I., Santos, A. e Cordeiro, T. (2016) “Processo de regionalização na saúde: perspectivas históricas, avanços e desafios”. Em: *Enfermagem Brasil* 15, pg. 227.
- Koylu, C., Delil, S., Guo, D. e Çelik, R. (2018) “*Analysis of big patient mobility data for identifying medical regions, spatio-temporal characteristics and care demands of patients on the move*”. Em: *International Journal of Health Geographics* 17 (8/2018).
- Chen, W. (2021) “*Delineating the spatial boundaries of megaregions in China: a city network perspective*”. Em: *Complexity* 2021.
- Uchimura, L., Felisberto, E., Fusaro, E., Ferreira, M. e Viana, A. (2017) “*Evaluation Performance in health regions in Brazil*”. Em: *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil* 17, S259 - S270.
- Araujo, D., Hamann, E., Lima, F., Laguardia, J. e Gutierrez, M. (2016) “Avaliação de desempenho das redes de atenção à saúde: uma proposta de indicadores”. Em: *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde* 10.3.
- Viana, A., Ferreira, M., Cutrim, M., Fusaro, E., Souza, M., Mourão, L., Pereira, A., Mota, P., Lozzi, F. e Uchimura, L. (2017) “O processo de regionalização no Brasil: influência das dimensões política, estrutura e organização”. Em: *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil* 17, S27 - S43.
- Rosvall, M. e Bergstrom, C. T. (2008) “Maps of random walks on complex networks reveal community structure”. Em: *Proceedings of the national academy of sciences* 105.4, pgs. 1118–1123.
- Hubert, L. e Arabie, P. (1985) “Comparing partitions”. Em: *Journal of classification* 2.1, pgs. 193–218.