Revista Geoconexões online

Acessibilidade Geográfica a Serviços de Saúde: Adaptação de Ferramenta de Análise para Uso Online e Criação de Condições para sua Disseminação

OLIVEIRA. Ricardo Dantas de[1]
PEDROSO. Marcel de Moraes[2]
SILVA. Diego Ricardo Xavier[3]

Recebido (Received): 12/12/2023 Aceito (Accepted): 02/02/2024

Como citar este artigo: OLIVEIRA, R.D.; PEDROSO, M.M.; SILVA, D.R.X. Acessibilidade geográfica a serviços de saúde: adaptação de ferramenta de análise para Uso Online e Criação de Condições para sua Disseminação. **Geoconexões online**, v.4, n.1, p.63-75, 2024

RESUMO: O acesso a serviços de saúde envolve diversos obstáculos, que podem tornar complexo o acesso a cuidados resolutivos em tempo oportuno. A Organização Mundial da Saúde (OMS) disponibiliza um software livre denominado ACCESSMOD, que permite a análise do tempo de deslocamento até unidades de saúde a partir da distribuição da população, localização dos estabelecimentos, vias e meios de transporte, relevo e uso da terra. Apresenta as vantagens de considerar as distâncias com base nas vias e não nas distâncias euclidianas, além do uso de grade estatística, que viabiliza a análise da distribuição espacial da população. Este trabalho ilustra a consolidação do ACCESSMOD como ferramenta online, acessível e disseminável para usuários diversos. Para tanto, foram realizadas análises das tecnologias relacionadas à ferramenta ACCESSMOD, de soluções para utilização online, com funcionalidades a serem acrescidas, além dos testes da versão online. O ACCESSMOD foi adaptado para uso online, mediante login e solicitação de uso do serviço. Foram refeitas análises a respeito da acessibilidade geográfica a serviços de saúde. A ferramenta se mostra relevante para a pesquisa acadêmica relativa às barreiras vinculadas a acessibilidade geográfica. Contribui para o planejamento da redistribuição dos serviços de saúde e de ações vinculadas à transportes que reduzam barreiras.

Palavras-chave: Acessibilidade Geográfica, Serviços de Saúde, Ferramenta de Análise.

Geographical Accessibility to Health Services: Adaptation of Analysis Tool for Online Use and Creation of Conditions for its Dissemination

ABSTRACT: Access to health services involves several obstacles, which can make access to timely resolving care complex. The World Health Organization (WHO) provides a free software called ACCESSMOD, which allows the analysis of travel time to health services based on population distribution, location of establishments, routes and means of transportation, relief and land use. As advantages, considers distances based on roads and not Euclidean distances, in addition to the use of statistical grid, which makes it possible to analyze the spatial distribution of the population. This work illustrates the consolidation of ACCESSMOD as an online, accessible and disseminable tool for diverse users. To achieve this, analysis of the technologies of ACCESSMOD tool were carried out, also about solutions for online use, with features to be added, in addition to testing the online version. ACCESSMOD was adapted for online use, by logging in and requesting to access the service. Analyzes regarding geographic accessibility to health services were redone. The tool is relevant for academic research regarding barriers linked to geographic accessibility. It contributes to the redistribution of health services and actions linked to transport that reduce barriers.

KEYWORDS: Geographic Accessibility, Health Services, Analysis Tool.

[1] Pesquisador em Saúde Pública, Laboratório de Informação em Saúde (LIS) / Instituto de Comunicação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) / Fundação Oswaldo Cruz. Doutor em Demografia (Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP). Geógrafo e Mestre em Geografia (UNESP-Rio Claro). E-mail: ricardo.dantas@icict.fiocruz.br Orcid.: https://orcid.org/0000-0003-0144-7288

[2] Pesquisador em Saúde Pública do Laboratório de Informação em Saúde (LIS) / Instituto de Comunicação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) / Fundação Oswaldo Cruz. Graduado em História (USP), Mestre em Economia (PUC-SP) e Doutor em Administração Pública (UNB). E-mail: marcel.pedroso@icict.fiocruz.br Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7323-2107

[3] Pesquisador em Saúde Pública, Laboratório de Informação em Saúde (LIS) / Instituto de Comunicação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) / Fundação Oswaldo Cruz. Graduado em Enfermagem (UNEMAT), Mestre em Epidemiologia e Doutor em Saúde Pública (ENSP/Fiocruz). E-mail: diego.ricardo@icict.fiocruz.br Orcid: http://orcid.org/0000-0001-5259-7732

INTRODUÇÃO

O acesso e a utilização de serviços de saúde envolvem o enfrentamento de diversos tipos de obstáculos, que muitas vezes tornam complexo ou impedem o acesso a cuidados resolutivos em tempo oportuno (Peters et al., 2008). Vários tipos de barreiras são identificados na literatura nacional e internacional, dentre as quais destacam-se as relacionadas à disponibilidade, aceitabilidade e a acessibilidade geográfica (Jacobs et al., 2011, Oliveira et al., 2018). Embora obviamente relacionada à disponibilidade de oferta dos serviços requeridos, a acessibilidade geográfica destaca principalmente a localização dos estabelecimentos e os tempos e custos de deslocamento para acessá-los (Jacobs et al., 2011).

Há na literatura diversos exemplos de estudos a respeito da acessibilidade geográfica a diversos serviços de saúde e baseados em diversas metodologias (Oliveira et al., 2004, Rocha et al., 2017, Ouma et al., 2018, Oliveira et al., 2022). A Organização Mundial da Saúde (OMS) disponibiliza em parceria com universidades europeias um software livre denominado ACCESSMOD (WHO, 2018), que permite a análise do tempo de deslocamento até unidades de saúde a partir das diversas questões que influenciam esse tempo como: distribuição da população, localização dos estabelecimentos, vias e meios de transporte (incluindo velocidades de deslocamento), relevo e uso da terra. Os resultados são baseados na articulação dos mapas das diversas camadas a partir de algoritmos que permitem avaliar de maneira integrada os efeitos de cada uma das questões sobre o tempo de deslocamento. Permite assim identificar vazios assistenciais decorrentes da baixa oferta, assim como do excesso de demanda (áreas de concentração populacional como as metrópoles), além de identificar potenciais locais para novos estabelecimentos, que ampliarão a cobertura dos serviços (Ray & Ebener, 2008).

Comparado a outras metodologias, o ACCESSMOD apresenta as vantagens de considerar as distâncias com base nas formas das vias e nos meios de transporte, e não nas distâncias euclidianas (em linha reta), e de empregar o uso de uma grade estatística, o que viabiliza a análise da distribuição da população em uma determinada área específica, ao invés de considerar a população total a partir do centróide do município (Ray & Ebener, 2008). Ambas possibilitam uma aproximação mais real da acessibilidade geográfica aos serviços de saúde (Oliveira et al., 2022).

Usualmente, é necessário realizar o download desta ferramenta para a máquina do usuário, que realiza as análises individualmente no próprio computador, o que demanda elevada capacidade de processamento. Além disso, todos os arquivos das diversas dimensões devem ser instalados em cada computador no qual as análises serão realizadas.

Adicionalmente às limitações, não há possibilidade de utilização compartilhada pela equipe, o que permitiria a revisão ao longo do processo e não apenas ao final.

Entende-se que por integrar diversas questões relevantes para a acessibilidade geográfica aos serviços de saúde, a aplicação tem grande relevância para o planejamento de ações e programas em diversas escalas espaciais e administrativas. Embasa o enfrentamento de desigualdades na oferta de serviços de atenção à saúde, ao localizar e caracterizar vazios assistenciais.

Nesse contexto, este trabalho ilustra a consolidação do ACCESSMOD como uma ferramenta online, acessível e com possibilidades de disseminação para usuários diversos e suas respectivas equipes. A adaptação da ferramenta ao uso online permite reduzir as limitações e ampliar a utilização do ACCESSMOD. Entende-se que dessa forma, contribuirá para a ampliação do debate sobre a acessibilidade geográfica aos serviços de saúde e os vazios assistenciais, presentes não apenas em países de dimensões continentais como é o caso do Brasil, marcado por históricas e múltiplas desigualdades, mas também em áreas de grande densidade populacional, nas quais muitas vezes os serviços apresenta dificuldades em atender a demanda, o que pode ser exemplificado pelas periferias metropolitanas ou capitais das regiões Norte e Nordeste do país.

Os objetivos específicos envolveram:

1) Adaptar a ferramenta ACCESSMOD para uso online, com o processamento sendo realizado a partir do cluster de servidores de alto desempenho da Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDaS/Icict/Fiocruz) e com disponibilização das informações necessárias às análises: grade estatística de distribuição espacial da população (IBGE, 2016), modelo digital de elevação do relevo (SRTM GL3, 2019), vias e velocidades de deslocamento e uso da terra (OPEN STREET MAP, 2019).
2) Realização de análises teste para avaliar o funcionamento e o desempenho das ferramentas da solução a partir de redes específicas de atenção à saúde no Brasil com base nos Sistemas de Informação em Saúde com a possibilidade de atualização de análises desenvolvidas no âmbito do projeto Inova “Acessibilidade geográfica a serviços de saúde no Brasil: abordagens teóricas, análises de desigualdades e a importância para as políticas de saúde”.
3) Construção de condições para uso remoto do serviço por diversas equipes, a partir da autenticação de usuários, mecanismos de segurança, possibilidade de multiusuários por grupo e paralelização do processamento computacional.

4) Construção de página científica virtual a respeito da adaptação do ACCESSMOD com esclarecimentos sobre a ferramenta e sua lógica de funcionamento a partir do algoritmo Grass GIS. Incluindo também a documentação sobre as camadas utilizadas na ferramenta.

DESENVOLVIMENTO

Para atingir os objetivos, diversos procedimentos metodológicos foram realizados e combinados, relacionados aos seus objetivos específicos. Fundamentalmente envolvem análise das tecnologias relacionadas à ferramenta ACCESSMOD, das soluções que permitem adaptá-la para utilização online, com as diversas funcionalidades a serem acrescidas no futuro, além dos próprios testes da versão online disponibilizada na PCDaS (Pedroso et.al., 2023). A Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDaS - https://pcdas.icict.fiocruz.br/) foi fundamental na adaptação do ACCESSMOD para a utilização online, já que além da garantir a utilização remota e colaborativa, oferece segurança e alto desempenho computacional, compartilhamento pelas equipes e obtenção dos resultados em distintos formatos.

Abaixo segue uma descrição detalhada das etapas envolvidas:

1) Análise das tecnologias relacionadas à ferramenta ACCESMOD (https://www.accessmod.org/), que é um software livre, com código disponível no Github.

2) Adaptação dessas tecnologias para uso em servidores online da Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDaS).

3) Análise comparativa de soluções livres e definição das melhores opções para a versão online da ferramenta de análise da acessibilidade geográfica à serviços de saúde. As soluções consideradas estão relacionadas a distintas funcionalidades:

a) autenticação de usuários,

b) construção de mecanismos de segurança,

c) possibilidade de perfis multiusuários relativos a equipes de pesquisa,

d) paralelização do processamento computacional em servidores,

e) gerenciamento de possibilidades de alteração das diversas camadas necessárias ao processamento da análise da acessibilidade geográfica, com permissões para que os usuários e suas equipes possam alterar inicialmente o mapa de localização dos estabelecimentos de saúde a serem considerados (uso por equipes no Brasil) e em seguida os demais componentes: a grade estatística de distribuição espacial da

população, vias e meios de transporte, o mapa do uso da terra e o modelo digital de elevação (relevo).

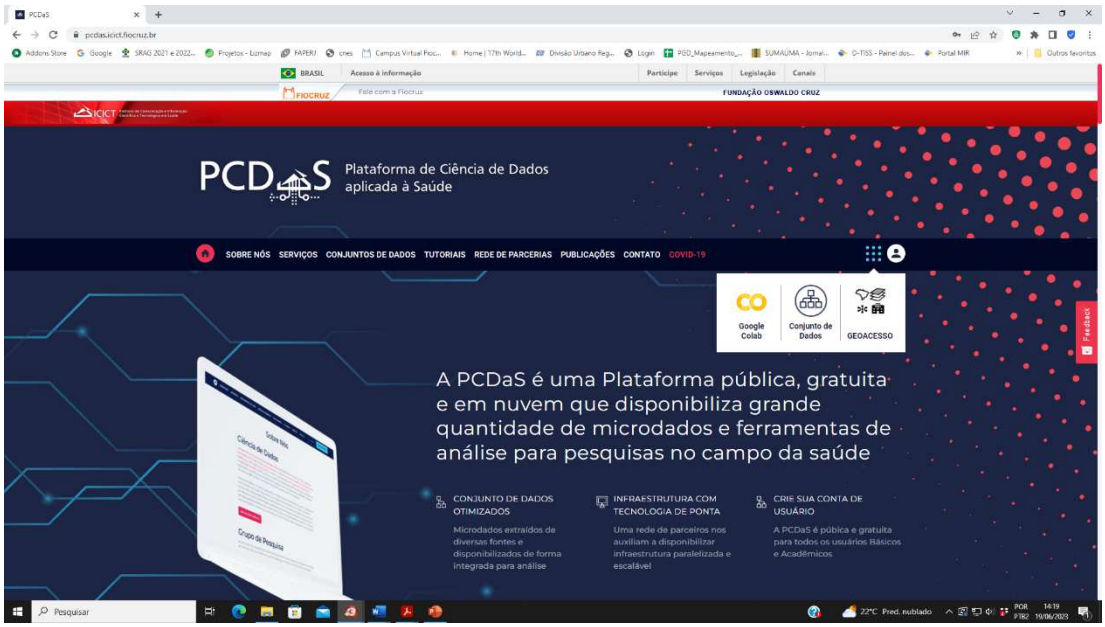
4) Realização de testes comparativos do funcionamento e desempenho da ferramenta online em relação ao uso anterior em computadores pessoais.

5) Desenvolvimento de página científica virtual na qual será possível acessar a ferramenta online, mas também contendo informações a respeito da metodologia da solução e o funcionamento dos algoritmos que a fundamentam.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As etapas relacionadas à adaptação de tecnologias usadas originalmente na ferramenta e a definição das melhores soluções para implementação na Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDaS) foram realizadas e o ACCESSMOD foi adaptado para uso online. O serviço está disponível na Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDaS) em projeto denominado GEOACESSO, com acesso mediante login e solicitação de uso do serviço (Figura 1).

Figura 1: Acesso a ferramenta ACCESSMOD no site da PCDaS

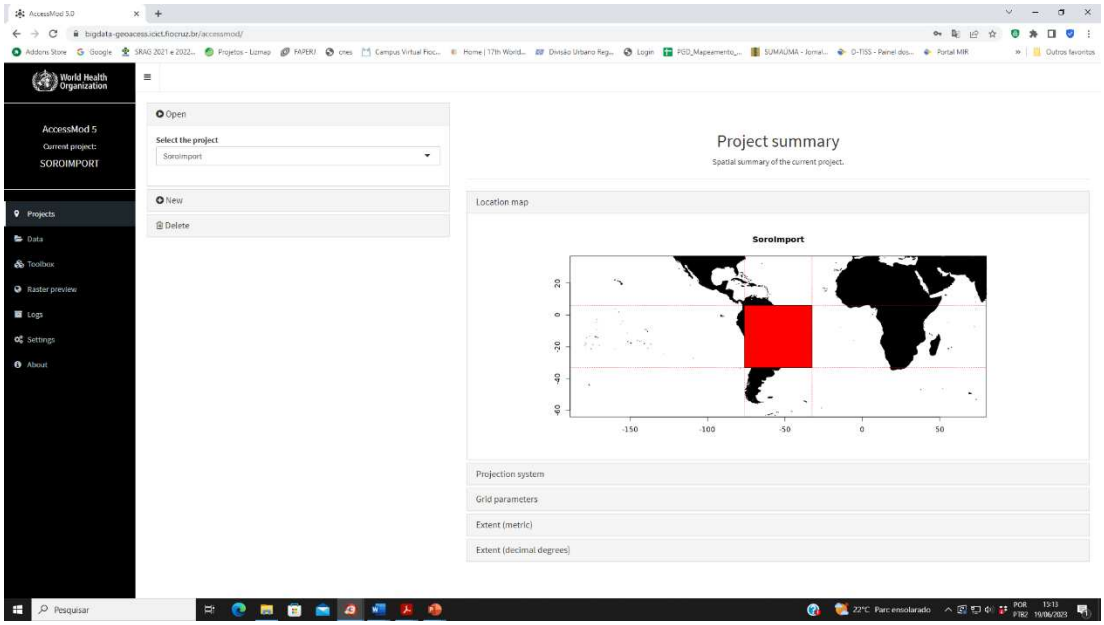


Fonte: Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (www.pcdas.icict.fiocruz.br), 2023.

Seu uso envolve a paralelização do processamento, além de carregamento e disponibilização das camadas que se repetem nas análises: modelo digital de elevação, vias e meios de transporte, uso do solo e grade estatística da população. O serviço online está disponível para outras equipes de pesquisadores com mecanismos de segurança, autenticação, trabalho compartilhado e paralelização do processamento no site da PCDaS (www.pcdas.icict.fiocruz.br).

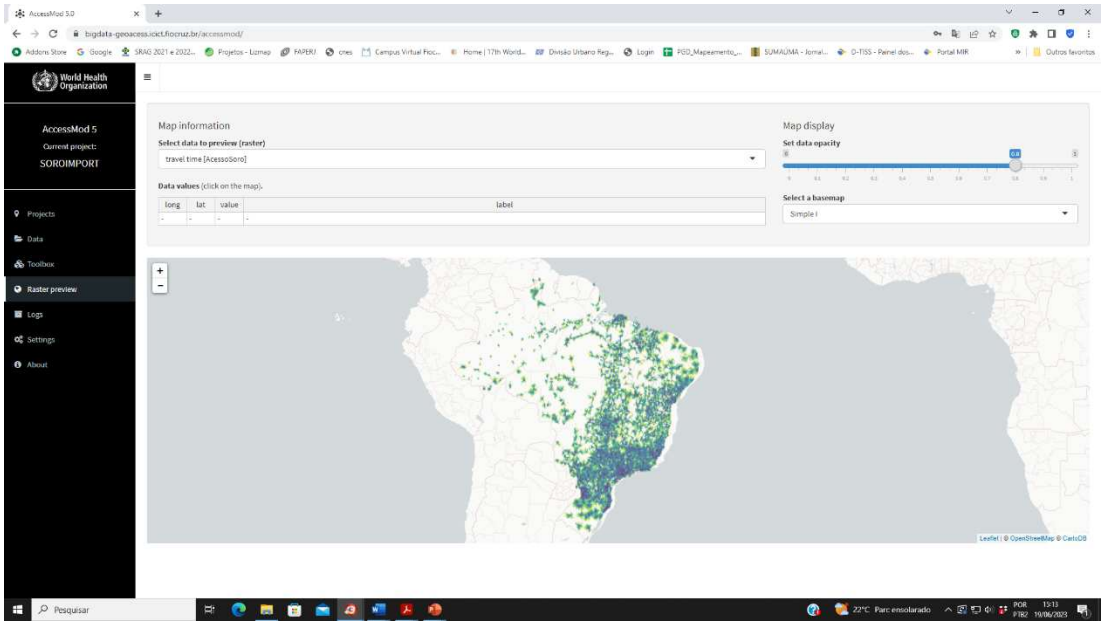
Na página inicial da ferramenta é possível acessar os projetos, as informações carregadas, além de acessar versões raster das informações cartográficas utilizadas nas análises (Figura 2). Para exemplificar os produtos das análises está disponível a figura que registra a possibilidade de alcance em até 2 horas de estabelecimentos de saúde com oferta de soros antiofídicos no Brasil obtida através da versão online (Figura 3).

Figura 2: Página inicial da ferramenta



Fonte: Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (www.pcdas.icict.fiocruz.br), 2023.

Figura 3: Versão raster das possibilidades de acessibilidade geográfica a soros antiofídicos em até 2 horas



Fonte: Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (www.pcdas.icict.fiocruz.br), 2023

A página científica virtual sobre a ferramenta e a metodologia de processamento das análises foi elaborada e disponibilizada em: https://pcdas.icict.fiocruz.br/rede-de-parcerias/acessibilidade-geografica-a-servicos-de-saude-no-brasil/). Contêm informações a respeito da metodologia da solução e o funcionamento dos algoritmos que a embasam, além de incluir a documentação sobre as camadas utilizadas na ferramenta para a produção das análises (Figura 4).

Figura 4: Página científica virtual do projeto



Fonte: Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (www.pcdas.icict.fiocruz.br), 2023

A aplicação online desenvolvida foi testada com a realização de análises da acessibilidade geográfica a serviços de saúde. Foram refeitas a título de teste análises anteriormente publicadas a respeito da acessibilidade geográfica a serviços de atenção a traumas complexos (Oliveira et al., 2018), a municípios que dispunham de capacidade de atenção à saúde de alta complexidade no âmbito da COVID-19 (FIOCRUZ, 2020) e a estabelecimentos com oferta de soros antiofídicos (Oliveira et al., 2022). Nas repetições de análises realizadas anteriormente, foi possível através da instalação online, obter os mesmos resultados com menor tempo de processamento e sem impacto local (Figuras 3, 5 e 6).

No caso da abordagem da acessibilidade geográfica a estabelecimentos com capacidade de atenção integral a traumas complexos, foram considerados 193 com ao menos 100 leitos e seis dos seguintes atributos: leitos de UTI, tomografia computadorizada (TC),

ressonância magnética, serviço de neurocirurgia, serviço de traumato-ortopedia, serviço de hemoterapia, serviço de radiologia intervencionista, serviço de reabilitação, serviço de cirurgia torácica, serviço de urgência emergência, e serviço de cirurgia vascular (Oliveira et al., 2018). 74% da população brasileira acessava em até duas horas um estabelecimento com estes serviços, porém em três deles 100% da população não tinha essa possibilidade (Rio Grande do Norte, Roraima e Amapá), enquanto 100% da população conseguia no caso do Distrito Federal e mais de 98% nos casos de São Paulo e Rio de Janeiro. Por conta da oferta concentrada nas capitais, as piores situações se destacavam nas regiões Norte, Centro-Oeste e interior do Nordeste (Figura 5).

Figura 5: Versão de cartograma das possibilidades de acessibilidade geográfica a instalações de atenção a traumas complexos até 2 horas.

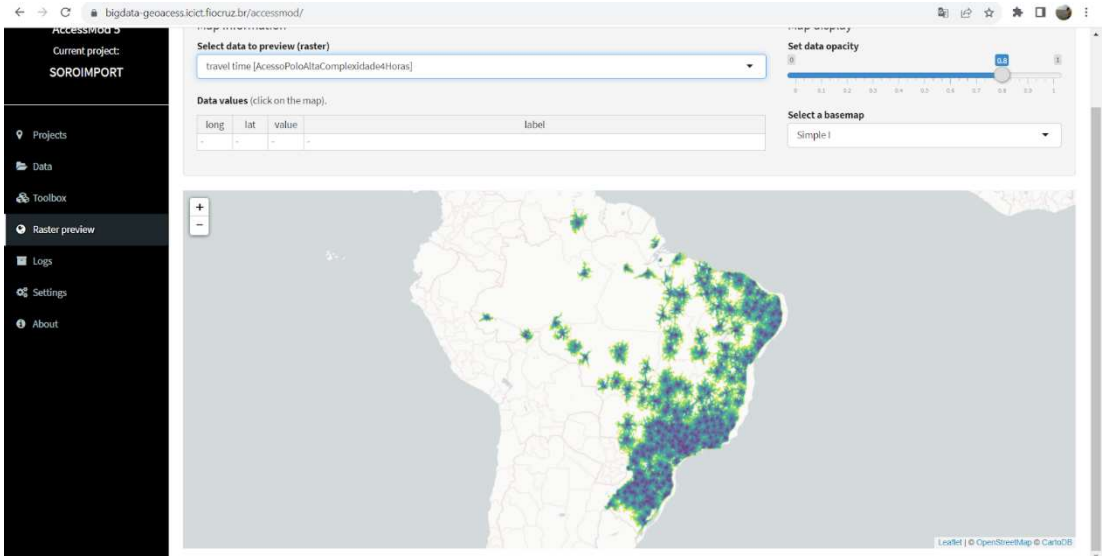


Organizada pelos autores, 2023

A iniciativa MonitoraCovid-19 da Fiocruz disponibilizou em maio de 2020 uma nota técnica em que foram analisadas as possibilidades de acessibilidade geográfica aos serviços de saúde e os fluxos de deslocamento de pacientes de Covid-19 em busca de internação (FIOCRUZ, 2020). A ferramenta foi utilizada para avaliar a população residente a mais de 4 horas de um município polo de atendimento de alta complexidade de acordo o estudo Regiões

de Influência das Cidades (REGIC) 2018 (IBGE, 2020). Cerca de 8 milhões de pessoas residiam a mais de 4 horas desses polos, com piores situações em estados das regiões Norte e Centro-Oeste como Amazonas, Pará e Mato Grosso, além de situações complexas no interior da Região Nordeste e no norte de Minas Gerais (Figura 6).

Figura 6: Versão raster das possibilidades de acessibilidade geográfica a atenção a municípios com capacidade de atenção de alta complexidade a Covid-19 em até 4 horas.



Fonte: Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (www.pcdas.icict.fiocruz.br), 2023

Oliveira et al. (2022) analisaram a acessibilidade geográfica a oferta de soros antiofídicos no Brasil, considerando que a obtenção de soro em até duas horas é condição fundamental para o cuidado resolutivo. 9,8 milhões de pessoas, cerca de 5% da população brasileira registrada no Censo Demográfico 2010, não tinha acesso em até duas horas. Há variações relevantes entre estados e municípios, porém áreas com alta incidência de acidentes ofídicos, como a foz do Rio Amazonas entre os estados do Pará e do Amapá, se caracterizam por dificuldades de acessibilidade geográfica, o que é especialmente problemático (Figura 3).

O serviço do ACCESSMOD está adaptado para uso online e disponível para outros grupos de pesquisadores no site da Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDAS - https://pcdas.icict.fiocruz.br/). Dessa forma, possibilita análises da acessibilidade geográfica a diversos serviços, programas e ações de saúde no Brasil, com destaque àqueles em que o tempo é dimensão fundamental para cuidados resolutivos, mas também em outras situações em que são necessários expressivos e/ou mesmo repetitivos deslocamentos. Porém, até o momento não foram realizadas novas análises.

Para além dos estudos realizados por pesquisadores que participaram da adaptação da ferramenta (Oliveira et al, 2018, FIOCRUZ, 2020, Oliveira et al., 2022), exemplos da literatura internacional demonstram a diversidade dos potenciais de uso na análise da acessibilidade geográfica e inclusive no planejamento de ampliação/redistribuição de redes de atendimento à população.

Destacam-se a abordagem da acessibilidade geográfica a serviços de emergência na África subsaariana (Ouma et al., 2018), a respeito da atenção a emergências obstétrica e cuidados neonatais em países africanos (No Chen et al., 2017, Schimtz et al., 2019) ou em países de baixa e média renda ao redor do planeta (Ebener et al., 2019), sobre a acessibilidade geográfica a imunização infantil no Quênia (Joseph et al., 2020), relativo à acessibilidade à Atenção Primária à Saúde no Mali (Oliphant et al., 2022) e no suporte da recuperação do sistema de atenção à saúde moçambicano após desastre natural (Hierink et al., 2020).

Por conta da possibilidade de estabelecer áreas de abrangência de diversos tipos de serviços, não apenas de saúde, também há exemplos na literatura internacional de usos a respeito da modelagem da degradação florestal e suas vinculações com surgimento de epidemias (Poirier et al., 2021), sobre a acessibilidade geográfica a espaços verdes públicos na Suíça (Chênes et al., 2021) e a escolas primárias no Quênia (Macharia et al., 2022).

Evidencia-se através dos estudos exemplificados o potencial múltiplo da ferramenta, inclusive em estudos publicados em periódicos muito conceituados, assim como da sua disponibilização como serviço online no Brasil. No momento atual há a possibilidade de se trocar a camada relativa aos estabelecimentos de saúde, ou seja, é possível após construir um mapa com as respectivas coordenadas geográficas (latitude e longitude), carregá-lo para a ferramenta e desenvolver as análises. Cabe destacar que os estudos podem ser realizados nas mais diversas escalas espaciais, tanto em nível nacional como os estudos realizados pela equipe e já destacados, como em escalas subnacionais, como um município ou uma região metropolitana.

Futuramente, outras camadas poderão também ser adicionadas ou atualizadas, dependendo da sua disponibilização. No caso da grade estatística, a disseminação dos resultados do Censo Demográfico 2022 permitirá a atualização das informações de densidade e distribuição da população no território brasileiro, pois o dado disponível ainda é relativo ao Censo Demográfico 2010. As camadas de uso da terra e vias e meio de transporte também dependem da atualização pelas respectivas fontes, o que pode evidenciar mudanças nas suas características e tendências ao longo do tempo, quanto correções de registros feitos anteriormente.

A utilização da grade estatística com quadrículas de 200 por 200 metros em todo o território nacional permite uma melhor aproximação da efetiva distribuição e correspondente densidade populacional das mais variadas áreas urbanas e rurais. Isto configura uma vantagem importante do ACCESSMOD em relação a outras ferramentas relevantes de análise da acessibilidade geográfica (Ray & Ebener, 2008), pois tanto o método two-step floating catchment area (Rocha et al., 2017), quanto o r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks (Pereira et al., 2021), necessitam de pontos de origem à priori. No caso de análises a nível nacional ambos utilizam os centróides municipais (ou sedes), o que é um pouco distante da realidade se considerarmos municípios com grande área urbanizada como as capitais ou municípios metropolitanos, assim como os municípios com grande área territorial e núcleos urbanos espalhados em toda a sua área (Altamira e São Félix do Xingu no estado do Pará são exemplos relevantes).

Outra vantagem é que no caso do modelo ACCESMOD o modelo gravitacional considera múltiplos modais de transporte e suas respectivas velocidades de deslocamento (Ray & Ebener, 2008). Tal característica permite dar conta da variedade de formas de movimentação da população nas mais variadas escalas espaciais, com especial destaque às áreas urbanas, onde podem ocorrer deslocamento a pé, de bicicleta, ônibus, carros e potencialmente trens urbanos e metrô, características das principais regiões metropolitanas do país.

A ferramenta ACCESSMOD se mostra relevante para a pesquisa acadêmica relativa a vazios assistenciais e as barreiras de acesso vinculadas a acessibilidade geográfica, relacionadas a tempo e custo de deslocamento (Jacobs et al., 2011, Oliveira et al., 2018). Nesse contexto, contribui para o planejamento da redistribuição da oferta de serviços de saúde, mas também de ações vinculadas à logística de transporte que permitam a redução das barreiras que desafiam a obtenção de cuidados resolutivos em tempo oportuno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adaptação do ACCESSMOD para uso online se mostrou bem-sucedida, com realização de várias análises da acessibilidade geográfica a serviços de saúde. O serviço se encontra disponível de forma gratuita para outros grupos de pesquisadores mediante contato com a equipe da Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde (PCDaS - https://pcdas.icict.fiocruz.br/), com a possibilidade de trabalho coletivo e interações com outros grupos de pesquisadores.

As análises desenvolvidas pela equipe e os mais variados exemplos de estudos realizados por pesquisadores de várias instituições ao redor do planeta e publicados em

periódicos bem avaliados internacionalmente, demonstram a relevância dessa ferramenta. Seu uso online facilita sua utilização e permite sua maior disseminação. Assim, não apenas permite constituir uma agenda de pesquisa sobre acessibilidade geográfica a serviços de saúde no Brasil, como também fornece importantes evidências para o planejamento de políticas e ações que visem reduzir as relevantes e históricas desigualdades na oferta de recursos em saúde. Com isso, contribui para políticas nas mais variadas esferas administrativas, voltadas às mais diversas escalas espaciais.

Embora a desatualização das camadas consideradas nas análises possa ser considerada uma limitação, pode se considerar as aproximações realizadas permitem a interpretação dos desafios da realidade sanitária e das necessidades relacionadas. Ainda assim, atualizar as camadas está sempre na pauta da equipe.

Por fim, é importante considerar que a disponibilização de uma ferramenta extremamente técnica e complexa de forma online, simples e amigável contribui no acesso aberto ao desenvolvimento tecnológico, nesse caso, no campo da saúde pública. O compartilhamento de informações e capacidade de processamento disponibilizado pela proposta deste texto encurta a curva de aprendizagem e democratiza o conhecimento facilitando a reprodutibilidade das análises e trazendo avanços na questão da desigualdade de oferta de serviços de saúde, considerando aspectos técnicos na alocação de recursos. Em última análise, deve-se considerar que o uso da infraestrutura digital e das plataformas utilizadas para compartilhar as tecnologias complexas sejam acessíveis e de fácil utilização, a fim de ampliar a participação de diferentes públicos, incluindo pesquisadores, desenvolvedores, profissionais de áreas afins e até mesmo o público em geral.

REFERÊNCIAS

CHÊNES, C., Giuliani, G. & Ray, N. (2021). Modelling physical accessibility to public green spaces in Switzerland to support the SDG11. **Geomatics**, 1: 383-398. https://doi.org/10.3390/geomatics1040022

EBENER, S., Stenberg, K., Brun, M. et al. (2019). Proposing standardized geographical indicators of physical access to emergency obstetric and newborn care in low-income and middle-income countries. **BMJ Global Health** 2019,4:e000778.

Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ. Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde. FIOCRUZ. https://pcdas.icict.fiocruz.br/

Fundação Oswaldo Cruz- FIOCRUZ. (2020). Nota Técnica 7: Regiões e Redes Covid-19: Acesso aos serviços de saúde e fluxo de deslocamento de pacientes em busca de internação. MonitoraCovid-19 – FIOCRUZ. 22p. https://bigdata-covid19.icict.fiocruz.br/nota_tecnica_7.pdf

HIERINK, F., Rodrigues, N., Muñiz, M., Panciera, R. & Ray N. (2020). Modelling geographical accessibility to support disaster response and rehabilitation of a health care system: An impact analysis of Cyclones Idai and Kenneth in Mozambique. **BMJ Open**, 10: e039138. doi: 10.1136/bmjopen-2020-039138

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). Regiões de influência das cidades setor Saúde 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html

JACOBS, B., Ir, P., Bigdeli, M., Annear, P. L., Damme, W. V. (2011) Addressing access barriers to health services: an analytical framework for selecting appropriate interventions in low-income Asian countries. Health Policy and Planning. 27(4): 1–13. pmid:21565939. DOI: 10.1093/heapol/czr038

JOSEPH, N. K., Macharia, P. M., Ouma, P. O., Mumo, J., Jalang'o, R., Wagacha, P. W., Achieng, V. O, Ndung'u, E., Okoth, P., Muñiz, M., Guigoz, Y., Panciera, R., Ray, N. & Okiro, E. A. 2020. Spatial access inequities and childhood immunisation uptake in Kenya. **BMC Public Health**, 20: 1407. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09486-8

MACHARIA, P. M., Moturi, A., Mumo, E., Giorgi, E., Okiro, E. A., Snow, R. W. & Ray, N. (2022). Modelling geographic access and school catchment areas across public primary schools to support subnational planning in Kenya. **Children's Geographies**, 1-17. https://doi.org/10.1080/14733285.2022.2153329

NO CHEN, Y., Schmitz, M. M., Serbanescu, F., Dynes, M. M., Maro, G., & Kramer, M. R. (2017). Geographic Access Modeling of Emergency Obstetric and Neonatal Care in Kigoma Region, Tanzania: Transportation Schemes and Programmatic Implications. **Glob Health Sci Pract** 5(3): 430-445. DOI: 10.9745/GHSP-D-17-00110

OLIPHANT, N. P., Sy, Z., Koné, B., Berthé, M., Beebe, M., Samake, M., Diabaté, M., Tounkara, S., Diarra, B., Diarra, A. B., Diawara, C. H., Yakimova, T., Florisse. S., Jackson. D., Ray, N. & Doherty. T. (2022). Improving the efficiency of scale-up and deployment of community health workers in Mali: a geospatial analysis. **PLoS Global Public Health**, 2(10): e0000626. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000626

OLIVEIRA, E. X. G., Carvalho, M. S., Travassos, C. (2004). Territórios do Sistema Único de Saúde: mapeamento das redes de atenção hospitalar. **Cad Saúde Pública**, 20(2): 386–402. pmid:15073618. https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000200006

OLIVEIRA, R. A. D., Duarte, C. M. R., Pavão, A. L. B., Viacava, F. (2019). Barreiras de acesso aos serviços em cinco Regiões de Saúde do Brasil: percepção de gestores e profissionais do Sistema Único de Saúde. **Cad. Saúde Pública**, 35(11):e00120718. pmid:31691779. https://doi.org/10.1590/0102-311X00120718

OLIVEIRA, R. A. D., Silva, D. R. X., Silva, M. G., Levin, J., Noronha. J. C. (2018). ACESSIBILIDADE GEOGRÁFICA A SERVIÇOS DE SAÚDE PARA ATENDIMENTO AO TRAUMA COMPLEXO NO BRASIL. Iniciativa Brasil Saúde Amanhã – Relatórios de Pesquisa. 38p._____https://saudeamanha.fiocruz.br/wpcontent/uploads/2019/08/OLIVEIRA-RICARDO-et-al-Acessibilidade-geogra%CC%81ficaatendimento-trauma-complexo-primeira-abordagem-dezembro-2018.pdf.

OLIVEIRA, R. A. D., Silva D. R. X., Silva, M, G. (2022) Geographical accessibility to the supply of antiophidic sera in Brazil: Timely access possibilities. **PLoS ONE** 17(1): e0260326. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260326

OPEN STREET MAP (OSM). (2019), Open Street Map. https://www.openstreetmap.org/.

OUMA, P. O., Maina, J. K., Thuranira, P. N., Macharia, P. M., Alegana, V. A., English, M., Okiro, E. A., Snow, R. W. (2018). Access to emergency hospital care provided by the public sector in sub-Saharan Africa in 2015: a geocoded inventory and spatial analysis. **Lancet Global Health**. 6. e342–e350. DOI: 10.1016/S2214-109X(17)30488-6

PEDROSO, M. M., Salles, R. P., Saldanha, R. F., Kreischer, V., Souto, G. , Paixão, B. , Cruz, S. R. B., Cardoso, C., Ribeiro, V. P. D., Gritz, R., Bonifacio, C. , Miloski, M., Sousa, C. A. M., Alencar, G. P., Alves, A., Niero Neto, N., Silva, L. S., Ogasawara, E., Barcello, C., Porto, F. A. M., Carraro, L. Z., Lima, J. C. Data Science Platform applied to Health in contribution to the Brazilian Unified Health System. Proceedings of the VLDB Endowment, v. 14, p. 1-16, 2023. Disponível em: https://ceur-ws.org/Vol-3462/DEco2.pdf.

PEREIRA, R. H. M., Saraiva, M., Herszenhut, D., Braga, C. K. V., & Conway, M. W. (2021). r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R5 in R. **Findings**, 21262. https://doi.org/10.32866/001c.21262

PETERS, D. H., Garg, A., Bloom, G., Walker, D. G., Brieger, W. R., Rahman, M.H. (2008) Poverty and access to health care in developing countries. **Ann NY Acad Sci**, 1136:161-71. ttps://doi.org/10.1196/annals.1425.011

POIRIER, O., Ruiz de Castañeda, R., Bolon, I. & Ray, N. (2021). Modeling forest degradation and risk of disease outbreaks in mainland Equatorial Guinea. ***Journal of Public Health and Emergency***, 5:15. https://doi: 10.21037/jphe-20-97

RAY, N., Ebener, S. (2008). AccessMod 3.0: computing geographic coverage and accessibility to health care services using anisotropic movement of patients. **Int J Health Geogr.** 7(63). pmid:19087277. https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-63

Rocha, T.A.H., da Silva, N.C., Amaral, P.V. et al. (2017). Addressing geographic access barriers to emergency care services: a national ecologic study of hospitals in Brazil. **Int J Equity Health** 16, 149. https://doi.org/10.1186/s12939-017-0645-4

SCHMITZ, M. M., Serbanescu, F., Kamara, V., Kraft, J. M., Cunningham, M., Opio, G., Komakech, P., Conlon, C. M., Goodwin, M. M. (2019). Did Saving Mothers, Giving Life Expand Timely Access to Lifesaving Care in Uganda? A Spatial District-Level Analysis of Travel Time to Emergency Obstetric and Newborn Care. **Glob Health Sci Pract** 7(Suppl 1):S151-S167. https://doi.org/10.9745/GHSP-D-18-00366

SRTMGL3-versão 3 (2019). Earth Data—Open Access for Open Science. https://earthdata.nasa.gov/eosdis/daacs/lpdaac.

World Health Organization (WHO). (2018) Accesmod 5. https://www.accessmod.org/.