



DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA METANÁLISE EM REDE UTILIZANDO SHINY E R

Marcelo Goulart Correia¹, Bernardo Rangel Tura¹

¹ Instituto Nacional de Cardiologia - INC, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

A metanálise em rede é uma abordagem importante na pesquisa científica e na avaliação de tecnologias em saúde, permitindo integrar e visualizar resultados de múltiplos estudos em uma estrutura única. A popularização de métodos de metanálise em rede tem gerado demanda por ferramentas acessíveis e interativas que permitam a análise e visualização desses dados sem a necessidade de programação. Nesse contexto, o desenvolvimento de aplicações web surge como alternativa prática para ampliar o acesso e a compreensão das evidências comparativas entre tratamentos. A aplicação desenvolvida neste trabalho permite realizar metanálises em rede com desfechos dicotômicos, contínuos, de incidência e genéricos, de forma interativa. Seu diferencial está na integração de múltiplos tipos de desfechos em uma única interface amigável, superando limitações de outras ferramentas existentes. A estrutura da aplicação web foi construída em Shiny, com auxílio do pacote shinydashboard. Destaca-se a acessibilidade e facilidade de uso da aplicação, tornando-a adequada mesmo para usuários com pouca experiência em softwares estatísticos. Esta ferramenta simplifica a interpretação das redes de evidências, facilitando a identificação de padrões entre os tratamentos estudados. A aplicação web oferece uma solução prática e eficaz para explorar e comunicar os resultados de metanálises em rede de forma interativa.

Palavras-chave: Metanálise em rede; aplicação web; Shiny; netmeta; R

ABSTRACT

Network meta-analysis is an important approach in scientific research and health technology assessment, as it enables the integration and visualization of results from multiple studies within a single framework. The growing adoption of network meta-analysis methods has increased demand for accessible, interactive tools that allow data analysis and visualization without the need for programming. In this context, the development of web applications emerges as a practical alternative to broaden access to—and understanding of—comparative evidence across treatments. The web application developed in this study enables interactive network meta-analyses for dichotomous, continuous, incidence-rate, and generic outcomes. Its key differentiator is the integration of multiple outcome types within a single user-friendly interface, overcoming limitations observed in other existing tools. The application architecture was built in Shiny with support from the shinydashboard package. Its accessibility and ease of use are notable, making it suitable even for users with limited experience in statistical software. This tool streamlines the interpretation of evidence networks, facilitating the identification of patterns across the treatments under study. Overall, the web application provides a practical and effective solution for interactively exploring and communicating network meta-analysis results.

Keywords: Network meta-analysis; web application; Shiny; netmeta; R

RESUMEN

El metaanálisis en red es un enfoque importante en la investigación científica y en la evaluación de tecnologías sanitarias, ya que permite integrar y visualizar los resultados de múltiples estudios dentro de una estructura única. La creciente popularización de los métodos de metaanálisis en red ha generado demanda de herramientas accesibles e interactivas que permitan el análisis y la visualización de estos datos sin necesidad de programación. En este contexto, el desarrollo de aplicaciones web surge como una alternativa práctica para ampliar el acceso y la comprensión de la evidencia comparativa entre tratamientos. La aplicación desarrollada en este trabajo permite realizar metaanálisis en red de manera interactiva para desenlaces dicotómicos, continuos, de incidencia y genéricos. Su principal diferencial radica en la integración de múltiples tipos de desenlaces en una única interfaz amigable, superando las limitaciones de otras herramientas existentes. La estructura de la aplicación web se construyó en Shiny, con el apoyo del paquete shinydashboard. Destacan la accesibilidad y la facilidad de uso de la aplicación, lo que la hace adecuada incluso para usuarios con poca experiencia en software estadístico. Esta herramienta simplifica la interpretación de las redes de evidencia, facilitando la identificación de patrones entre los tratamientos estudiados. La aplicación web ofrece una solución práctica y eficaz para explorar y comunicar de forma interactiva los resultados de metaanálisis en red.

Palabras clave: Metaanálisis en red; aplicación web; Shiny; netmeta; R

INTRODUÇÃO

Enquanto a metanálise tradicional compara diretamente dois tratamentos com base nos estudos disponíveis, a metanálise em rede permite integrar dados de múltiplas intervenções, combinando comparações diretas e indiretas dentro de uma estrutura única em rede. Essa abordagem amplia o alcance da análise e possibilita inferências mesmo na ausência de comparações diretas entre todos os tratamentos.

A metanálise em rede expande o conceito tradicional de metanálise, que se concentra na combinação e análise de resultados diretos de múltiplos estudos sobre um mesmo tópico (1). Em vez de simplesmente resumir os efeitos médios de diferentes tratamentos, essa abordagem considera as relações entre os tratamentos em um contexto mais amplo, permitindo uma análise mais complexa das interações e padrões presentes nos dados (2).

A metanálise em rede tem se tornado cada vez mais relevante na pesquisa científica, especialmente em campos como medicina, psicologia e ciências sociais (3). Essa abordagem inovadora permite a integração e visualização dos resultados de múltiplos estudos em uma estrutura única, revelando padrões e relações que muitas vezes escapam das análises tradicionais (4).

Ao empregar a metanálise em rede, os pesquisadores podem explorar não apenas os resultados diretos dos estudos, mas também as conexões indiretas entre diferentes tratamentos ou intervenções. Essa visão holística das evidências disponíveis proporciona informações importantes sobre a eficácia relativa dos tratamentos, a presença de subgrupos com padrões específicos de resposta e até mesmo identifica lacunas no conhecimento existente (5).

O pacote Shiny em R surge como uma ferramenta poderosa para criar aplicações web interativas, abrindo novas possibilidades para os pesquisadores explorarem e comunicarem seus resultados de maneira dinâmica e acessível (6). A integração do poder analítico do R com a facilidade de uso do Shiny oferece aos investigadores uma plataforma versátil e eficaz para analisar e apresentar suas metanálises em rede (7).

As visualizações gráficas desempenham um papel crucial na metanálise em rede, oferecendo uma representação intuitiva e informativa das relações entre tratamentos e a rede de evidências resultante. O gráfico de floresta destaca as estimativas dos efeitos de tratamento junto com seus intervalos de confiança. Essas representações visuais não só simplificam a compreensão dos resultados, mas também fornecem uma maneira eficaz de comunicar descobertas complexas de forma clara e concisa (2).

Essa capacidade de visualizar e explorar as redes de evidências de forma interativa é fundamental para os pesquisadores na identificação de padrões, subgrupos de estudos, lacunas na pesquisa e na tomada de decisões informadas (4). Com isso, as visualizações gráficas em metanálise em rede não apenas simplificam a interpretação dos resultados, mas também potencializam a comunicação eficaz das descobertas a outros profissionais de saúde e pesquisadores.

Apesar da consolidação da metanálise em rede como técnica analítica, sua execução prática ainda depende, na maioria das vezes, de ferramentas estatísticas acessadas exclusivamente por meio de linguagem de programação, como no caso dos pacotes do R. Essa

barreira técnica dificulta o uso por profissionais da saúde e pesquisadores com pouca familiaridade computacional, criando demanda por soluções mais acessíveis. Nesse cenário, aplicações web interativas surgem como alternativas viáveis para ampliar o acesso às evidências comparativas.

Recentemente, ferramentas como o MetaInsight (8) foram desenvolvidas para explorar metanálises em rede por meio de interfaces gráficas baseadas em Shiny, utilizando o pacote netmeta como motor analítico (9). No entanto, o diferencial da aplicação proposta neste estudo é sua estrutura modular, capaz de lidar com diversos tipos de desfecho — incluindo desfechos dicotômicos, contínuos, de incidência e genéricos — de forma integrada e personalizável, o que amplia significativamente sua aplicabilidade em diferentes contextos de pesquisa.

Este artigo propõe a criação e apresentação de uma aplicação web em Shiny dedicada à metanálise em rede, desenvolvida como uma solução interativa e acessível para a exploração de redes de evidências. Através dessa abordagem, os pesquisadores terão à disposição uma ferramenta versátil que não apenas simplifica a análise de redes de evidências, mas também facilita a interpretação e a comunicação dos resultados de forma interativa e acessível. A sinergia entre a robustez analítica do R e a facilidade de uso do Shiny representa um avanço no campo das metanálises, capacitando os investigadores a explorar detalhes complexos e a tomar decisões embasadas em uma ampla gama de dados integrados.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento das funcionalidades para as metanálises em rede foi baseado no pacote netmeta em R (10). O pacote netmeta em R oferece recursos para metanálises em rede, porém é acessado exclusivamente por comandos no ambiente de programação R, não dispondo de uma interface gráfica para visualização interativa dos resultados. Diante disso, o presente artigo propõe uma aplicação web desenvolvida em Shiny, que torna a análise mais acessível e visualmente compreensível, especialmente para usuários sem familiaridade com programação.

A implementação da aplicação web interativa foi realizada utilizando o Shiny em R, reconhecido por sua flexibilidade e facilidade de uso na criação de interfaces web dinâmicas. O Shiny oferece um ambiente interativo e responsivo, permitindo aos usuários explorar e interagir com os resultados da metanálise em rede de maneira intuitiva. Complementando o Shiny, o Shinydashboard foi empregado para organizar e estilizar a interface da aplicação, fornecendo uma experiência visualmente atraente e de fácil compreensão para os usuários.

O pacote Shiny tem se destacado como uma importante ferramenta no ecossistema R para o desenvolvimento de aplicações web interativas voltadas à análise e visualização de dados (7, 11).

Para atender às necessidades de diferentes tipos de desfechos suportados pelo pacote netmeta, a aplicação foi estruturada em quatro módulos principais. Cada módulo foi cuidadosamente projetado para abordar um tipo específico de desfecho, incluindo desfechos dicotômicos, contínuos, de incidência e genéricos. Essa divisão modular permite aos usuários uma análise detalhada e personalizada dos resultados de acordo com o tipo de desfecho de seu interesse, fornecendo uma abordagem flexível e abrangente para a exploração dos dados.

As funcionalidades do pacote *netmeta* foram adaptadas e integradas manualmente pelo autor à aplicação desenvolvida no Shiny, com o objetivo de aprimorar a visualização e usabilidade das análises em rede. Isso inclui a implementação de diversas funcionalidades, tais como a geração de gráficos de floresta para visualização das estimativas de efeito e seus intervalos de confiança, a classificação dos tratamentos com base em sua eficácia relativa, e a distinção entre evidências diretas e indiretas para uma análise mais precisa das redes de evidências.

Embora existam outros pacotes em R para metanálise em rede, como *gemtc* (baseado em inferência bayesiana), o *netmeta* foi escolhido por ser uma ferramenta frequentista consolidada, com excelente documentação, resultados reprodutíveis e integração facilitada com a estrutura da aplicação proposta.

A capacidade de carregar dados próprios no formato comma separated values (CSV) é um recurso importante da aplicação, permitindo que os pesquisadores forneçam informações específicas de seus estudos para análise. Além disso, a aplicação permite a configuração do tipo de efeito utilizado na análise (modelo de efeito comum ou de efeitos aleatórios), conforme as abordagens frequentistas adotadas pelo pacote *netmeta*. Também é gerada a estimativa do intervalo de confiança a partir do nível de confiança desejado e a seleção do tratamento de referência para comparação, garantindo uma análise adaptada às necessidades individuais de cada pesquisa.

Para o desenvolvimento da aplicação de metanálise em rede, foram utilizadas as seguintes ferramentas e suas respectivas versões: o pacote *netmeta*, na versão 2.9, para a análise estatística e combinação de resultados de estudos, e o framework Shiny em R, na versão 1.8.1, para a criação da interface web interativa. Além disso, a aplicação foi projetada para ser executada em um ambiente web, o que significa que pode ser acessada através de qualquer sistema operacional e navegador de internet com suporte ao Shiny.

A aplicação foi desenvolvida para facilitar o uso mesmo por pesquisadores sem conhecimento prévio em programação. Para isso, conta com uma interface intuitiva e um banco de dados modelo incorporado, que pode ser visualizado e utilizado como referência para a formatação correta dos dados a serem analisados. Dessa forma, qualquer usuário familiarizado com os conceitos de metanálise em rede poderá utilizar a aplicação de maneira autônoma, sem necessidade de conhecimento técnico em R.

RESULTADOS

A aplicação desenvolvida em Shiny para metanálises em rede oferece uma interface gráfica interativa e intuitiva, permitindo aos usuários explorar e analisar de forma detalhada os resultados de suas metanálises.

A função de Sumário dos Dados fornece uma visão geral das características dos estudos incluídos na metanálise. Os usuários podem visualizar estatísticas descritivas, como o número total de estudos, a média das estimativas de efeito, a heterogeneidade e a inconsis-

tência entre os estudos. Essa funcionalidade permite uma rápida avaliação da distribuição dos dados e da qualidade das evidências disponíveis.

O Gráfico de Floresta é uma ferramenta importante para visualizar as estimativas de efeito de cada estudo, juntamente com seus intervalos de confiança. Ao observar a variação nos resultados dos estudos, os usuários podem identificar padrões e tendências na eficácia dos tratamentos. Essa representação gráfica facilita a compreensão das diferenças entre os tratamentos estudados e fornece uma visão visualmente impactante das evidências.

A função de Ranqueamento dos Tratamentos classifica os tratamentos com base em sua eficácia relativa, apresentando uma lista ordenada dos tratamentos mais promissores. Essa análise comparativa ajuda os usuários a identificarem rapidamente quais intervenções têm maior probabilidade de serem eficazes. O ranqueamento dos tratamentos é uma ferramenta valiosa para orientar a seleção de abordagens terapêuticas mais eficazes.

A aplicação permite aos usuários distinguir entre as evidências diretas, provenientes dos estudos originais, e as evidências indiretas, obtidas por meio das comparações entre tratamentos. Essa distinção é essencial para uma análise mais completa das redes de evidências e para a compreensão das relações entre os diferentes tratamentos. Os usuários podem explorar as conexões entre os tratamentos e avaliar a consistência das evidências diretas e indiretas.

A Tabela GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations) em português, Classificação de Recomendações, Avaliação, Desenvolvimento e Análises (Brignardello-Petersen et al. 2021) (12), fornece uma avaliação da qualidade das evidências, seguindo os critérios estabelecidos pela metodologia GRADE. Os usuários podem verificar de forma sistemática a confiabilidade e a consistência das evidências disponíveis para cada desfecho analisado, auxiliando na tomada de decisões clínicas ou de pesquisa. Além disso, a tabela GRADE oferece uma compreensão visual da qualidade das evidências, destacando os pontos fortes e as limitações de cada estudo incluído na metanálise.

Essas funcionalidades combinadas oferecem aos usuários uma ferramenta abrangente e poderosa para explorar e interpretar as redes de evidências resultantes de suas metanálises. A interface interativa da aplicação permite uma análise detalhada dos dados, facilitando a identificação de padrões, tendências e relações entre os tratamentos estudados. A visualização gráfica dos resultados torna as informações mais acessíveis e compreensíveis, proporcionando uma base sólida para decisões clínicas e direcionamento de pesquisas futuras.

Para fins de demonstração da funcionalidade da aplicação, foi construído um conjunto simulado de dados baseado em um cenário clínico de tratamento da hipertensão arterial. Esse conjunto inclui dez estudos comparando diferentes intervenções (β -bloqueadores, diuréticos, bloqueadores de canais de cálcio e inibidores da enzima conversora de angiotensina – IECA), com desfecho de incidência de insuficiência renal. Os dados foram elaborados com estrutura balanceada entre os grupos e eventos simulados com base em valores plausíveis encontrados na literatura (Tabela-1).

Tabela 1 - Estudos selecionados para a realização da metanálise em rede.

Estudo	Tratamentos	Tamanho amostral	Incidência de insuficiência renal
Estudo 1	β -bloqueador / Ca-bloq	500 para cada grupo	4 no grupo do β -bloqueador e 3 no grupo de Ca-bloq
Estudo 2	IECA / Diurético	350 para cada grupo	2 no grupo de IECA e 3 no grupo de Diurético
Estudo 3	β -bloqueadores / IECA / Ca-bloq	650 para cada grupo	5 para cada grupo
Estudo 4	IECA / Diurético	800 para cada grupo	5 no grupo de IECA e 6 no grupo de Diurético
Estudo 5	β -bloqueador / Diurético / Ca-bloq	300 para cada grupo	2 para cada grupo
Estudo 6	β -bloqueador / Ca-bloq / IECA	450 para cada grupo	3 para cada grupo
Estudo 7	β -bloqueador / Diurético / IECA	700 para cada grupo	5 no grupo de β -bloqueador e 4 nos grupos Diurético e IECA
Estudo 8	Ca-bloq / IECA / Diurético	550 para cada grupo	4 para cada grupo
Estudo 9	β -bloqueador / Diurético/ IECA	400 para cada grupo	3 para cada grupo
Estudo 10	β -bloqueador / Ca-bloq / Diurético	900 para cada grupo	7 no grupo de β -bloqueador e 6 nos grupos Ca-bloq e Diurético

IECA: Inibidores da enzima conversora de angiotensina, Ca-bloq: Bloqueadores de canais de Cálcio

Os usuários podem explorar os resultados por meio das diferentes funcionalidades da aplicação. Por exemplo, ao visualizar o Gráfico de Floresta, podem identificar rapidamente os estudos com maiores efeitos e a consistência das estimativas (Figura-1).

O Ranqueamento dos Tratamentos pode mostrar quais intervenções são mais promissoras. O usuário pode definir qual técnica de ranqueamento deseja aplicar ao modelo (P-Score ou SUCRA) (Figura-2).

A Tabela GRADE oferece uma avaliação da qualidade das evidências para embasar decisões clínicas ou orientar futuras pesquisas. Através dessa tabela, os resultados da comparação direta, indireta e mista são mostrados ao usuário. Também pode-se obter o cálculo do valor de p para a incoerência, sendo uma medida que auxilia a mensurar a inconsistência entre as comparações diretas e indiretas (Figura-3).

Figura 1: Tela da aplicação Shiny com os resultados provenientes dos dados de incidência de insuficiência renal em pacientes que fazem tratamento para hipertensão.

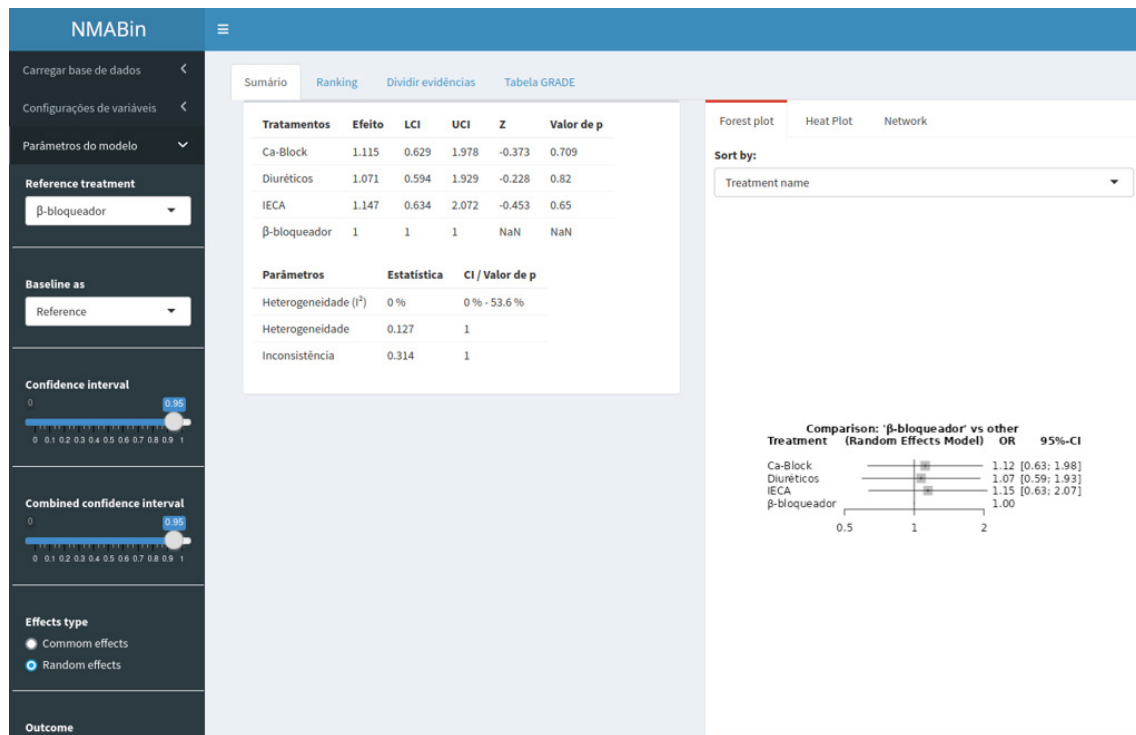


Figura 2 - Tela da aplicação Shiny com o ranqueamento dos tratamentos provenientes dos dados de incidência de insuficiência renal em pacientes que fazem tratamento para hipertensão.

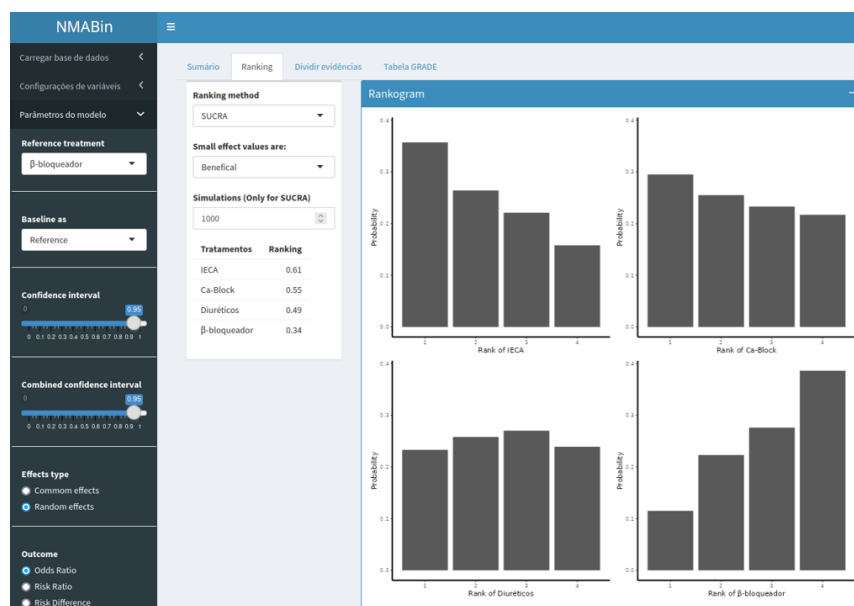


Figura 3 - Tela da aplicação Shiny com a tabela GRADE dos tratamentos provenientes dos dados de incidência de insuficiência renal em pacientes que fazem tratamento para hipertensão.

Arm 1	Arm 2	k	I2	Direct estimate	Indirect estimate	Network meta-analysis	Incoherence
β-bloqueador	Ca-Block	5.00	0.0%	1.106 [0.593; 2.063]	1.169 [0.274; 4.982]	1.115 [0.629; 1.978]	0.9447
β-bloqueador	Diuréticos	4.00	0.0%	1.134 [0.565; 2.278]	0.928 [0.310; 2.785]	1.071 [0.594; 1.929]	0.7630
β-bloqueador	IECA	4.00	0.0%	1.067 [0.526; 2.165]	1.356 [0.461; 3.988]	1.147 [0.634; 2.072]	0.7156

Essa abordagem interativa e visual permite aos pesquisadores e profissionais da saúde uma análise mais detalhada e uma compreensão mais completa das redes de evidências, contribuindo para uma tomada de decisão fundamentada e informada.

A aplicação está disponível para acesso público em ambiente web, por meio do link:

<https://nbbinc.info>.

Não é necessário instalar o R ou o Shiny para utilizá-la. Basta acessar o link e carregar os dados conforme orientações internas da interface.

DISCUSSÃO

A aplicação web construída em Shiny para metanálises em rede oferece uma solução acessível e intuitiva para pesquisadores e profissionais da saúde, especialmente aqueles com pouca experiência em softwares estatísticos. Esta ferramenta simplifica o processo de análise de redes de evidências, permitindo que usuários com diversos níveis de habilidade realizem análises estatísticas complexas de maneira eficaz.

A principal vantagem da aplicação está na sua capacidade de simplificar a análise de metanálises em rede, transformando dados complexos em informações acessíveis e de fácil interpretação. A integração do poder analítico do pacote netmeta com a interface interativa do Shiny oferece uma abordagem eficaz para explorar as relações entre os tratamentos estudados. Isso permite que pesquisadores e profissionais da saúde identifiquem padrões, tendências e relações de uma maneira intuitiva e visualmente impactante.

Ao utilizar a aplicação, os usuários podem aprofundar sua compreensão das interações entre os tratamentos analisados. A visualização gráfica dos resultados, incluindo o Gráfico de Floresta e a Tabela GRADE, fornece uma representação clara da eficácia relativa dos tratamentos e da qualidade das evidências disponíveis. Essas ferramentas auxiliam na identificação das intervenções mais promissoras, direcionando futuras pesquisas e decisões clínicas.

É importante ressaltar que a aplicação não apenas simplifica a análise de dados, mas também promove uma abordagem fundamentada na interpretação dos resultados. A avaliação da qualidade das evidências, seguindo os critérios estabelecidos pela metodologia GRADE, permite que os usuários embasem suas decisões de maneira sólida e informada. Essa

característica é essencial para garantir a confiabilidade das conclusões e a aplicabilidade dos resultados na prática clínica.

Por ser uma ferramenta web, os usuários não têm acesso direto às rotinas de programação do pacote netmeta no R. Isso significa que certas análises ou funcionalidades específicas disponíveis no netmeta podem não estar acessíveis diretamente pela aplicação Shiny. Além disso, novas funcionalidades ou atualizações no pacote netmeta não são automaticamente incorporadas na aplicação web. Cada nova funcionalidade precisa ser implementada e programada na aplicação para que fique disponível aos usuários.

A aplicação em Shiny para metanálises em rede oferece uma abordagem simplificada e acessível para explorar e interpretar redes de evidências em estudos combinados. Sua interface interativa e visualmente atrativa facilita a análise detalhada dos dados, enquanto a avaliação da qualidade das evidências fornece uma base sólida para decisões clínicas e direcionamento de pesquisas futuras. A integração do poder analítico do R com a facilidade de uso do Shiny contribui significativamente para uma tomada de decisão informada e fundamentada na área da saúde e pesquisa médica.

Em comparação com outras soluções disponíveis, como o MetaInsight, a aplicação desenvolvida neste estudo apresenta como diferencial a capacidade de lidar com múltiplos tipos de desfechos (dicotômicos, contínuos, de incidência e genéricos), além de oferecer maior flexibilidade na personalização das análises. Sua estrutura modular permite que pesquisadores configurem parâmetros de análise de forma intuitiva, sem necessidade de programação.

LIMITAÇÕES

Embora a aplicação proposta represente um avanço importante na democratização do acesso a metanálises em rede, algumas limitações devem ser reconhecidas. A principal limitação atual é a ausência de funcionalidades baseadas em inferência bayesiana, disponíveis em pacotes como o gemtc, que poderiam complementar as análises frequentistas oferecidas pelo netmeta. Além disso, a execução local da aplicação ainda é necessária em determinados contextos, especialmente quando o usuário opta por não utilizar a versão online, o que pode restringir seu uso a ambientes com infraestrutura computacional compatível.

Outro ponto a ser considerado é que a aplicação depende de atualizações manuais para incorporar novas funcionalidades ou métodos introduzidos nas versões mais recentes dos pacotes do R, não havendo integração automática com esses recursos. Futuras versões poderão expandir as capacidades analíticas, incluindo módulos para análises de sensibilidade, testes de consistência em rede mais robustos e suporte a modelos híbridos que integrem abordagens bayesianas e frequentistas.

CONCLUSÕES

Este trabalho propõe uma aplicação em Shiny para metanálises em rede, proporcionando uma abordagem acessível e intuitiva para explorar e interpretar redes de evidências resultantes de estudos combinados. Essa aplicação web oferece uma solução prática e eficaz

para pesquisadores e profissionais da saúde, simplificando significativamente o processo de análise estatística de múltiplos estudos.

A aplicação em Shiny para metanálises em rede é uma ferramenta valiosa e importante para a avaliação de tecnologias em saúde. Sua acessibilidade, simplicidade e capacidade de fornecer uma análise detalhada e uma interpretação precisa das redes de evidências contribuem significativamente para uma tomada de decisão informada, fundamentada e eficaz na área da saúde e pesquisa médica.

CONFLITO DE INTERESSE

Nenhum declarado

REFERÊNCIAS

1. Schwarzer, G., Carpenter, J. R., & Rücker, G. (2020). *Meta-analysis with R*. Springer. ISBN: 978-3-030-46001-5
2. Rouse B, Chaimani A, Li T. Network Meta-Analysis: An Introduction for Clinicians. *Intern Emerg Med*. 2016 Dec 2;12(1):103–111. doi:10.1007/s11739-016-1583-7.
3. Sutton, A. J., Ades, A. E., Cooper, N., & Abrams, K. R. (2011). Use of indirect and mixed treatment comparisons for technology assessment. *Pharmacoeconomics*, 29(9), 755-771. doi: 10.2165/11594110-000000000-00000
4. Salanti, G., Nikolakopoulou, A., Sutton, A. J., Reichenbach, S., Trelle, S., Naci, H., ... & Egger, M. (2018). Planning a future randomized clinical trial based on a network of relevant past trials. *Trials*, 19(1), 365. doi: 10.1186/s13063-018-2735-7
5. Valkenhoef, G., Lu, G., & Brock, B. (2012). Automating network meta-analysis. *Research Synthesis Methods*, 3(4), 285-299. doi: 10.1002/jrsm.1054
6. Wickham, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. doi: 10.21105/joss.01686
7. Huang, L., Li, L., & Zhang, Y. (2017). A brief introduction to the Shiny package in R for radiological image analysis. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 7(5), 532-534. doi: 10.21037/qims.2017.10.07
8. Owen, R. K., Bradbury, N., Xin, Y., Cooper, N., & Sutton, A. (2019). MetaInsight: An interactive web-based tool for analyzing, interrogating, and visualizing network meta-analyses using R-shiny and netmeta. *Research synthesis methods*, 10(4), 569–581. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1373>
9. Hemming, K., Hampson, L. V., Madan, J., & Bojke, L. (2020). MetaInsight: An interactive web-based tool for analyzing, interrogating, and visualizing network meta-analyses using R-shiny and netmeta. *Research Synthesis Methods*, 11(3), 413–431. doi: 10.1002/jrsm.1401
10. Schwarzer, G., & Rücker, G. (2022). *netmeta: Network Meta-Analysis using Frequentist Methods*. R package version 2.6-2. URL <https://CRAN.R-project.org/package=netmeta>
11. R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
12. Brignardello-Petersen R, Guyatt GH, Mustafa RA, et al. GRADE guidelines 33: Addressing imprecision in a network meta-analysis. *J Clin Epidemiol* 2021;139:49-56.



Bernardo Rangel Tura

<https://orcid.org/0000-0002-6890-0705>

Enviado para submissão:
25 de Março de 2025

Correspondence address:

Bernardo Rangel Tura
Instituto Nacional de Cardiologia - INC,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mail: brtura@gmail.com

Aceito após revisão:
06 de Janeiro, 2026

Publicado no Fluxo Contínuo
28 de Fevereiro de 2026