

SIMULAÇÃO GEOESPACIAL UTILIZANDO MODELAGEM BASEADA EM AGENTES NO CONTEXTO DA IMPLANTAÇÃO DE DESFIBRILADORES EXTERNOS AUTOMÁTICOS PÚBLICOS NA CIDADE DE MARINGÁ, PARANÁ-BRASIL

Pedro Henrique Aguillar da Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Luciano de Andrade (Orientador). E-mail: landrade@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Maringá, PR
Área e subárea do conhecimento: Ciências da Saúde / Saúde Pública.

Palavras-chave: Análise espacial; Parada Cardíaca Extra-Hospitalar; Desfibriladores.

RESUMO

O uso de desfibriladores externos automáticos podem contribuir para o aumento da sobrevida dos pacientes vítimas de Parada Cardiorrespiratórias (PCR) que são atendidos rapidamente e têm seu primeiro choque em tempo hábil. O objetivo deste estudo foi estudar a alocação de novos Desfibriladores Externos Automáticos (DEA's) públicos na cidade de Maringá-Paraná, no Brasil, utilizando a simulação geoespacial, visando diminuir o tempo do acesso da população a eles e melhorar a qualidade do atendimento de paradas cardiorrespiratórias fora do ambiente hospitalar na cidade. Para isso, foram realizadas análises por meio de otimizações matemáticas pelo software Gurobi na linguagem Python e os resultados plotados em mapas a partir do software QGis. Essas análises demonstraram que há possibilidade alocar mais DEAs na cidade de Maringá em locais ideais e, dessa maneira, aumentar a abrangência de maneira organizada e otimizada das ocorrências de PCR na cidade de Maringá-Paraná.

INTRODUÇÃO

A parada cardiorrespiratória (PCR), em que a atividade cardíaca cessa abruptamente, representa uma emergência grave no Brasil, assim como no mundo todo. Órgãos vitais como coração e cérebro não toleram isquemia, podendo levar à falência e óbito rapidamente (GONZALEZ, M. M. *et al*, 2013). No Brasil, há cerca de 200 mil PCRs anuais, e, sem o atendimento em tempo hábil, a taxa de sobrevida é de apenas 5%. A resposta rápida é crucial, já que a taxa de sobrevivência diminui muito a cada minuto após a PCR (NOGUEIRA CAVALHEIRO, C. M. *et al*, 2020). Desfibriladores Externos Automáticos (DEAs) têm o papel essencial de identificar ritmos cardíacos anormais e administrar choques elétricos para restaurar o ritmo normal. Equipados com sensores e algoritmos avançados, são eficazes mesmo sem treinamento médico, salvando vidas em emergências. O uso de DEAs, especialmente em Programas de Acesso Público à Desfibrilação, aumenta as taxas de sobrevivência (GARCIA, L. A. *et al*, 2021). Desfibrilar nos primeiros 5 minutos pode elevar a sobrevivência para 60-70% (PERKINS, G. D. *et al*, 2015). Contudo, a

disponibilidade de DEAs fora do hospital é preocupante, pois muitas PCR's ocorrem longe desses dispositivos. Otimizar matematicamente a alocação de DEAs é eficaz para maximizar a acessibilidade, fato que auxilia na redução do tempo para o primeiro choque, melhorando em muito as taxas de sobrevivência (LEUNG, K. H. B. *et al*, 2022). O objetivo do estudo em questão foi realizar simulações geoespaciais e otimizações matemáticas para coordenar a alocação de novos DEAs públicos em Maringá-Paraná, visando melhorar o atendimento de PCR's fora do hospital nesta cidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Maringá, situada na região Norte do estado do Paraná, possui 409.657 habitantes, com uma densidade demográfica de 841,16 habitantes por km², e conta com 5 Desfibriladores Externos Automáticos (DEA's) disponíveis para essa população (Figura 1), o que, na prática, significa haver aproximadamente 81.931 habitantes para cada DEA na cidade.

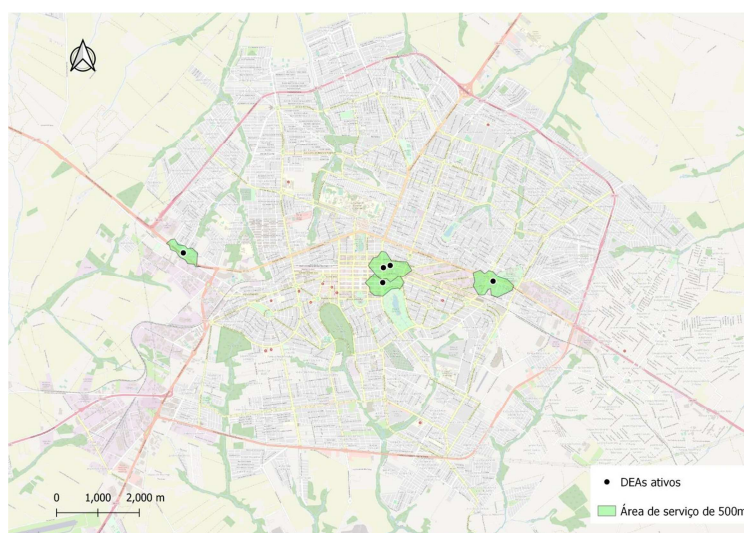


Figura 1 – Regiões de abrangência dos DEAs atualmente ativos na cidade.

Todos os eventos de Parada Cardiorrespiratória (PCR) ocorridos no ano de 2017 na região da cidade de Maringá-PR, ocorridos em locais públicos ou privados-residenciais, foram considerados. Para isso, obtivemos dados a partir dos registros de atendimentos do SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência) no ano de 2017, na cidade de Maringá-Paraná. Ao todo, foram registrados 197 eventos de PCR no ano descrito e, nesse caso, selecionamos as que ocorreram em áreas densamente povoadas, visando a relevância para pesquisa.

Consideramos como locais candidatos para a alocação de DEA's na área urbana de Maringá apenas os locais de acesso público e excluimos os pontos residenciais. Para otimizar a localização de novos DEAs, utilizamos áreas de serviço de 500 metros, priorizando essa dimensão. Consideramos os 5 DEAs já em operação para evitar interferências, excluindo PCR's já cobertas por eles na análise. Estabelecemos

essas áreas de serviço considerando uma distância de 500 metros entre pontos candidatos e PCRs não cobertas pelos DEAs ativos. Usamos a fórmula do Problema de Localização de Cobertura Máxima (MCLP) com o software Gurobi em Python para otimizar a cobertura dos pontos de PCR pelos pontos candidatos destacados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o QGIS, criamos mapas isócronos para avaliar a cobertura atual do SAMU com um tempo máximo de 5 minutos para chegada à PCR. Observamos que a cobertura atual, incluindo DEAs ativos, é insuficiente, excedendo o tempo recomendado pela OMS para o primeiro choque para a maioria das ocorrências de PCRs na cidade.

Considerando os pontos candidatos avaliados, ao aplicar a fórmula do Problema de Localização de Cobertura Máxima (MCLP) e realizar a otimização com o software Gurobi, utilizando a matriz de distância de 500 metros, foram identificados 68 pontos ideais para a alocação de novos DEAs na cidade de Maringá-Paraná (Figura 2).

Nossos resultados demonstram que a implementação estratégica de 68 novos DEA's na cidade seria crucial para reduzir substancialmente o tempo até o primeiro choque em casos de PCR, contribuindo fortemente para a queda das taxas de mortalidade em eventos de PCR fora do hospital em locais públicos, como terminais de ônibus, supermercados, shoppings e prédios públicos. Com essa iniciativa, aproximadamente 60% (59,65%) da população estaria coberta, assegurando a disponibilidade de um DEA em média de 5 minutos em situações de emergência, o que ampliaria consideravelmente as chances de sobrevivência em tais casos.

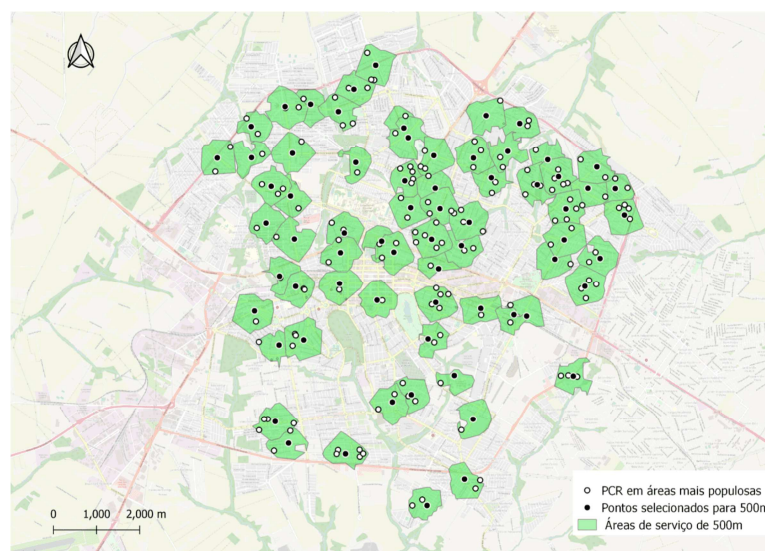


Figura 2 – Matriz de distância com área de serviço de 500 metros.

CONCLUSÕES

De maneira global, o estudo sugere que a condição atual na cidade de Maringá é altamente ineficaz. Assim, a alocação coordenada de novos DEA's pode resultar em uma abrangência significativamente ampliada de PCRs e isso reitera a importância de estudos orientados por dados a fim de otimizar o acesso à saúde da população.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária e à Universidade Estadual de Maringá pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

Garcia, L. A. Et al. Desfibrilador Externo Automático (DEA): importância da sua operacionalização eficiente e acesso facilitado no âmbito extra-hospitalar /Automatic External Defibrillator (AED): importance of its efficient operation and facilitated access in the extra-hospital scope. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 26722–26729, 2021.

GONZALEZ, M. M. et al. I Guideline for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care - **Brazilian Society of Cardiology**: Executive Summary. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 100, n. 2, p. 105–113, 2013.

LEUNG, K. H. B. et al. 270 Mathematically optimised public access defibrillator placement – fairness or accessibility?. **BMJ Open**, v. 12, n. Suppl 1, 1 maio 2022.

NOGUEIRA CAVALHEIRO, C. M. et al. Prevalência de óbito em via pública por infarto agudo do miocárdio no Brasil em 10 anos. Importância do conhecimento sobre suporte básico de vida. **Revista de Saúde**, v. 11, n. 1, p. 55–63, 16 jun. 2020.

PERKINS, G. D. et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. **Resuscitation**, v. 95, p. 81–99, out. 2015.