



# Um Modelo Híbrido para Apoiar a Tomada de Decisão no Tratamento de Acidentes Vasculares Cerebrais

Image by rawpixel on Freepik

Pedro Antonio Boareto, Juliana Safanelli, Rafaela Liberato, Carla H C Moro, José Eduardo Pécora Junior, Claudia Moro, Eduardo de Freitas Rocha Loures, Eduardo Alves Portela Santos

**O**s Acidentes Vasculares Cerebrais (AVCs) são uma das doenças mais graves da atualidade, ocupando a segunda posição no ranking das principais causas de morte em todo o mundo. Além do risco de morte, os AVCs podem deixar sequelas permanentes, como paralisia parcial e problemas de fala, cognitivos e de memória. No entanto, o diagnóstico precoce dos sintomas e a disponibilidade de cuidados imediatos por equipes especializadas podem minimizar drasticamente esses impactos. Infelizmente, em países de baixa e média renda, o peso dos AVCs é significativo e tem aumentado, com medidas de

cuidados específicos ainda inconsistentes, o que coloca um desafio adicional para os sistemas de saúde já sobrecarregados. Como resultado, muitos pacientes sofrem sequelas que poderiam ser evitadas.

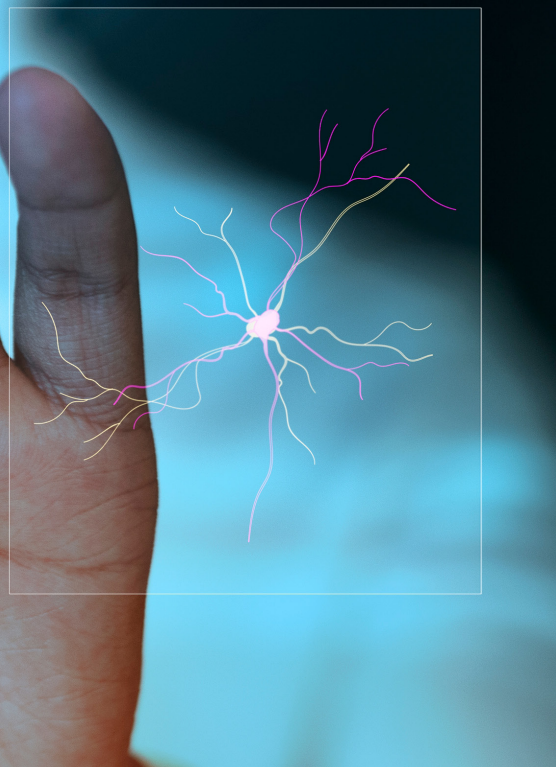
O tratamento dos AVCs é caracterizado por sua alta complexidade, envolvendo diretrizes clínicas, diferentes sistemas de saúde, disponibilidade de recursos e muitos outros fatores. É nesse cenário complexo que técnicas baseadas em computação se destacam como soluções para superar as barreiras dos processos de tratamento, per-

mitindo que gestores obtenham informações significativas para melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

## **Uso de Process Mining, Simulação de Eventos Discretos e Métodos Multicritério de Apoio à Decisão**

Com o intuito de superar essas questões de saúde concernentes aos AVCs por meio da melhoria de processos, a pesquisa que aqui apresentamos utilizou uma combinação de três técnicas: Mineração de Processos (MP), Simulação de Eventos Discretos (SED) e Métodos Multicritério de Apoio à





Decisão (MMAD).

Mineração de Processos (MP): Essa abordagem ajuda a diagnosticar o processo, criando um modelo consistente com base em registros de eventos. A MP analisa o comportamento, gargalos e relações causais entre atividades nos fluxos de processo, utilizando dados reais em

preendidos e para aumentar a eficiência de um processo.

Simulação de Eventos Discretos (SED): Essa metodologia é usada para reproduzir a dinâmica de um sistema, considerando interações entre seus componentes individuais, populações e ambientes. No contexto de cuidados de saúde, a SED simula pro-

## O tratamento dos AVCs é caracterizado por sua alta complexidade, envolvendo diretrizes clínicas, diferentes sistemas de saúde, disponibilidade de recursos e muitos outros fatores

oposição a modelos ideais. No setor de saúde, a MP tem sido usada para garantir que os procedimentos sejam com-

cessos ao longo do tempo, seguindo entidades (como pacientes) à medida que ocupam e liberam os recur-

sos do sistema (como médicos, leitos e equipamentos). A SED é particularmente útil para explorar diferentes cenários de processo e entender como eles afetam o desempenho do sistema.

Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD): A saúde envolve vários indicadores baseados em diferentes papéis profissionais, pontos de vista e perspectivas de resultados (como estado de saúde, eficiência e segurança). Além disso, pode haver metas conflitantes para diferentes crité-



rios. Nesse cenário complexo, os MMAD ajudam a tomar decisões ponderadas. Eles permitem que os tomadores de decisão avaliem e comparem cenários em termos de múltiplos critérios, levando em consideração os diferentes interesses em jogo.

### **Benefícios da Tomada de Decisão para a Melhoria de Processos**

A combinação dessas técnicas foi aplicada ao processo

Portanto, futuras pesquisas podem se concentrar em aprimorar a análise de causas raiz das atividades que requerem melhoria.

A proposta apresentada na pesquisa não apenas fornece uma maneira eficaz de desenvolver melhorias em processos sensíveis e complexos, mas também abre portas para várias outras aplicações. Pode ser usada em estudos mais aprofundados focados em estágios específicos (como a avaliação etiológica) ou na

riscos. Por exemplo, em momentos críticos, como o início da pandemia de COVID-19, essa metodologia poderia ter sido aplicada para definir os melhores cenários para a distribuição de leitos nos hospitais.

A pesquisa demonstrou que a tomada de decisão informada é essencial para melhorar processos de tratamento de saúde complexos. Essa abordagem integrada, que combina MP, SED e MMAD, é uma ferramenta

## **A proposta apresentada na pesquisa não apenas fornece uma maneira eficaz de desenvolver melhorias em processos sensíveis e complexos, mas também abre portas para várias outras aplicações**

de atendimento e tratamento de AVC, com resultados notáveis. Isso é de grande importância, considerando a gravidade que o AVC representa, e qualquer melhoria nesse processo pode ter um impacto significativo na saúde dos pacientes.

O estudo identificou que a redução do tempo de avaliação etiológica é a rota mais promissora para melhorar os indicadores do processo. No entanto, vale ressaltar que a simulação é limitada pela granularidade usada, ou seja, pelos recursos e atividades. A atividade de avaliação etiológica pode conter subatividades complexas que exigem uma análise mais detalhada para entender como essa melhoria deve ser realizada.

criação de versões digitais e operacionais do processo de monitoramento e gerenciamento de

valiosa para os tomadores de decisão na área de saúde, permitindo que eles identifiquem e priorizem áreas de melhoria com base em critérios objetivos, aperfeiçoando assim a qualidade do atendimento e aumentando as chances de salvar a vida dos pacientes.







**Pedro Antonio Boareto**



**Juliana Safanelli**



**Rafaela Liberato**



**Carla H. C. Moro**



**José Eduardo Pécora Junior**



**Claudia Moro**



**Eduardo de Freitas Rocha Loures**



**Eduardo Alves Portela Santos**

## Os Pesquisadores

### Pedro Antonio Boareto

Graduado em Engenharia de Produção pela UFPR em 2021, obteve o título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC-PR em 2022, com foco em métodos de simulação e mineração de processos orientados a suporte à tomada de decisão para processos de Acidente Vascular Cerebral. Iniciou seu Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas na PUC-PR em 2022, com uma abordagem centrada na transformação digital por meio de digital twin e inteligência artificial generativa. Sua experiência profissional abrange diversos setores, incluindo o público de energia, vendas, construção civil e serviços financeiros. Atualmente, atua como líder técnico de engenharia de dados no Bradesco, desenvolvendo soluções inovadoras de computação na nuvem. Seu foco de pesquisa está voltado para a engenharia e ciência de dados, especialmente em contextos hospitalares e industriais. Busca aplicar técnicas avançadas para otimizar processos e aprimorar a eficiência operacional, contribuindo assim para avanços significativos nessas áreas.

### Juliana Safanelli

É enfermeira, Green Belt em Value Based Health Care (VBHC), especialista em Neurociências, mestre em Saúde e Meio Ambiente pela Universidade da região de Joinville (UNIVILLE). É preceptora da residência multidisciplinar em neurologia do Hospital São em Joinville, projetos atuais são o acesso ao cuidado pós AVC; prevenção, engajamento e adesão dos pacientes na prevenção secundária. Defende um atendimento de qualidade na saúde, com base em dados que possibilitem um ciclo de melhoria contínua.

### Rafaela Liberato

Atua como enfermeira pesquisadora no Registro de AVC de Joinville (Joinvasc). Pós-graduação em Saúde 4.0 pela PUCPR. Mestre em Medicina Interna – UFPR. Bacharel em enfermagem pela Associação Educacional Luterana Bom Jesus / IELUSC.

### Carla Moro

Neurologista pela Universidade Federal do Paraná. Atua em Joinville-SC como coordenadora do Programa de Residência Médica em Neurologia e Coordenadora das Unidades de AVC Agudo, Integrat e AIT do Hospital Municipal São José de Joinville. Coordenadora do Centro de Pesquisa da Neurológica. Presidente do Conselho Fiscal da Associação Brasil AVC. Membro Titular da Academia Brasileira de Neurologia. Membro da Word Stroke Organization.

### José Eduardo Pécora Junior

Professor do Departamento de Administração Geral e Aplicada da UFPR, professor visitante na Université Laval e Membro colaborador pesquisador do CIRRELT, Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport, no Hospital de Clínicas da UFPR exerceu o cargo de Chefe do Centro Cirúrgico. Tem um Ph.D. em Administração de Empresas (2008), pelo Departamento de Operações e Sistemas de Decisão na Université Laval no Canadá, com estágio doutoral na Université de Technologie de Troyes (França), M.Sc. em Matemática Aplicada e Computacional pela Universidade Estadual de Campinas (2002) e Bacharel em Matemática Aplicada e Computacional também pela Universidade Estadual de Campinas (1998). Seus interesses de pesquisa incluem, simulação e otimização de sistemas de transporte e sistemas de gestão hospitalar e uso de técnicas de aprendizagem de máquina para resolver problemas empresariais.

### Claudia Moro

Professora titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde (PPGTS). Engenheira de computação, com doutorado em engenharia elétrica pela Universidade de São Paulo, mestrado em Engenharia Elétrica pela UNICAMP, e pós-doutorado em Informática Biomédica na Universidade

de Pavia, Itália. Coordena Grupo de Estudos do Comitê Técnico em Saúde Digital da Rede Nacional de Pesquisa (CT-SD/RNP) e o HAILab (Health Artificial Intelligence Lab) da área de Informática em Saúde do PPGTS/PUCPR. Atua em saúde digital e inteligência artificial em saúde, com desenvolvimento de pesquisas e artefatos principalmente em processamento de linguagem natural em narrativas clínicas, mineração de processos, padrões semânticos de interoperabilidade para registro eletrônico em saúde, terminologias, trajetórias de pacientes e avaliação de intervenções de saúde digital.

### Eduardo de Freitas Rocha Loures

É Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Doutor em Sistemas Industriais pelo Laboratório de Análise e Arquitetura de Sistemas (LAAS-CNRS), França, mestre em Computação Aplicada (Automação) pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Seus interesses de pesquisa atuais incluem sistemas de suporte a decisão, sistema de gerenciamento de desempenho, interoperabilidade empresarial, transformação digital, sistemas físicos cibernéticos.

### Eduardo Alves Portela Santos

Mestre em Engenharia Mecânica e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina. É professor adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina e professor titular do Departamento de Administração da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Em 2009 foi pesquisador visitante do Departamento de Matemática e Ciência da Computação da Eindhoven University of Technology, na Holanda, sob a orientação do Prof. Dr. Wil van der Aalst. Ministra várias disciplinas: mineração de processos, gerenciamento de processos de negócios, gerenciamento da cadeia de suprimentos. Seu interesse de pesquisa inclui gerenciamento de processos de negócios, mineração de processos, monitoramento e controle de processos de negócios, modelagem e análise de processos, sistemas de suporte à decisão, sistemas de informação em saúde.

## Contato

eduardo.loures@pucpr.br

## Referência

Boareto, P. A., Safanelli, J., Liberato, R. B., Moro, C. H., Junior, J. E. P., Moro, C., Loures, E. F. R., Santos, E. A. P. (2022). A hybrid model to support decision making in the stroke clinical pathway. Simulation Modelling Practice and Theory, 120, 102602.

