

X SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA
XXVIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA
URCA

10 a 14 de NOVEMBRO de 2025

Tema: "UNIVERSIDADE E SOCIEDADE NA AGENDA
2030"



**Fenômenos de Transporte em Geometrias Ramificadas bio-
inspiradas**

Thaynara Torres Saraiva¹, Apiano Ferreira Moraes Neto²

Este trabalho investiga o comportamento de redes vasculares vegetais sob condições de transporte análogas a sistemas elétricos resistivos. Utilizando a geometria ramificada dos veios foliares do pau-ferro (*Libidibia ferrea*) como substrato físico, desenvolvemos um modelo computacional que mapeia a rede vascular em um circuito elétrico equivalente, onde cada canal é representado como um resistor cuja resistência é proporcional ao seu comprimento.

A metodologia consiste em: (i) aquisição e processamento digital de imagens de folhas em alta resolução; (ii) extração da topologia da rede vascular utilizando o software Inkscape; (iii) construção de um grafo ponderado em Python, onde os nós representam bifurcações e as arestas correspondem aos segmentos vasculares; (iv) imposição de condições de contorno tipo Dirichlet, com potencial elétrico $V_0 = 1$ V no canal central (nervura principal) e $V = 0$ V nos nós periféricos (extremidades foliares); (v) solução do sistema linear resultante das leis de Kirchhoff para determinar a distribuição de potenciais e correntes na rede intacta.

A análise de robustez estrutural é realizada através de um protocolo de falha progressiva: o potencial V_0 é incrementado gradualmente até que a corrente em algum resistor exceda um limiar crítico predefinido, causando a "queima" (remoção) daquele segmento da rede. O processo é iterado recursivamente, recalculando a distribuição de correntes após cada falha, até

¹ Universidade Regional do Cariri, email: thaynara.torres@urca.br

² Universidade Regional do Cariri, email: apiano.morais@urca.br

X SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA
XXVIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA
URCA

10 a 14 de NOVEMBRO de 2025

*Tema: "UNIVERSIDADE E SOCIEDADE NA AGENDA
2030"*



que o transporte cesse completamente por desconexão entre fonte e sumidouros ou por esgotamento de caminhos condutivos.

Os resultados esperados incluem: (i) caracterização da hierarquia de vulnerabilidade dos segmentos vasculares; (ii) identificação de canais críticos cuja falha provoca colapso global do transporte; (iii) quantificação da resiliência estrutural através de métricas como número de falhas até colapso total e taxa de degradação da condutância efetiva; (iv) comparação de padrões topológicos entre diferentes espécimes para identificar arquiteturas otimizadas quanto à redundância e resistência a danos.

A abordagem conecta fenômenos de transporte, teoria de redes complexas e biomimética, com potenciais aplicações no design de sistemas microfluídicos robustos, redes de distribuição tolerantes a falhas e na compreensão de estratégias evolutivas de resiliência em plantas vasculares.

Palavras-chave: Redes Vasculares. Biomimética. Teoria de Grafos. Resiliência Estrutural. Circuitos Resistivos.

Agradecimentos:

Gostaria de expressar minha gratidão à Universidade Regional do Cariri pelo apoio concedido através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). A oportunidade de realizar esta pesquisa enriqueceu profundamente minha jornada acadêmica e será crucial para o meu desenvolvimento profissional futuro. Sou grata por ver a pesquisa valorizada e pelo compromisso da universidade com o progresso dos seus estudantes.