

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus de Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Informática  
Curso de Engenharia de Computação

Sistema Indicador de Resiliência na Conectividade de Redes Heterogêneas sem fio

Autores: Robson Melo,  
Michele Nogueira,  
Aldri Santos

Aluno: Guilherme Stanga

# Sumário

- Introdução
- Modelo de conectividade da rede
- Proposta
- Análise e avaliação
- Conclusão

# Introdução

- As redes heterogêneas são formadas por diferentes redes com tipo de tecnologias de comunicação distintas.
- Soluções que garantam resiliência e segurança à rede são fundamentais para tolerar as frequentes desconexões dos dispositivos móveis e ainda assim garantir a disponibilidade de conectividade através de diferentes tecnologias de comunicação.

# Introdução

- O objetivo do sistema consiste em indicar quais redes são momentaneamente mais resilientes sob o aspecto de disponibilidade de conectividade.
- O sistema analisa a *fragilidade* e a *robustez* da rede.

# Modelo de conectividade da rede

- Uma rede heterogênea sem fio pode ser representada por um grafo dinâmico não direcionado  $G=(V,E)$ .
- A distância entre dois vértices corresponde ao número de arestas que existe no caminho entre os vértices.

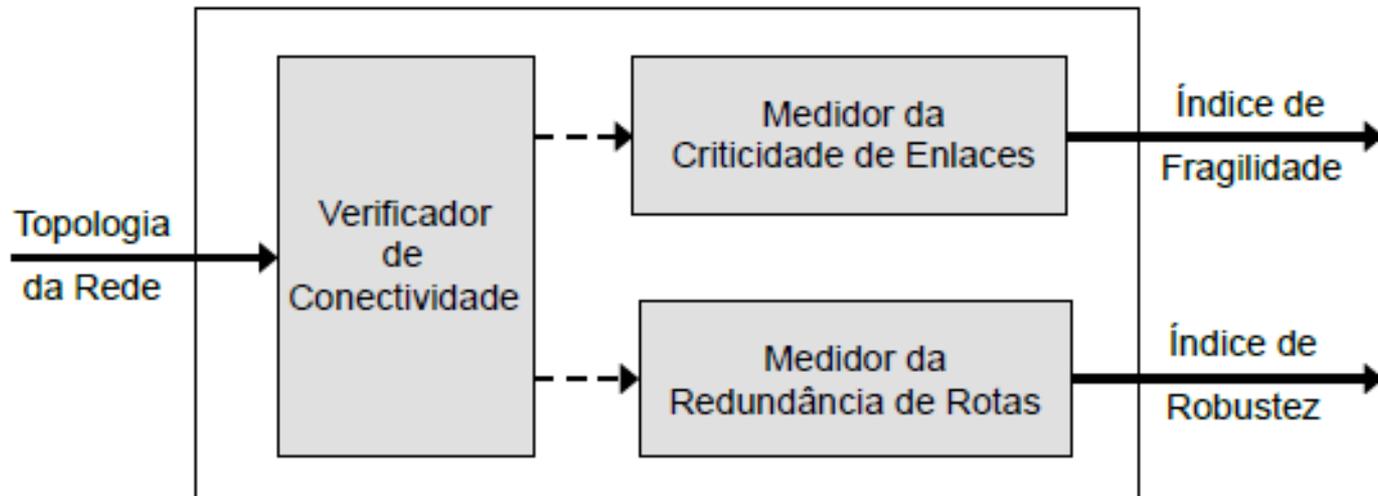
# Modelo de conectividade da rede

- O corte mínimo de um grafo  $G$  compreende um  $C_G$  com o menor número de arestas, ou seja, o número mínimo de enlaces críticos, que se falhos resultam em uma interrupção da conectividade da rede.
- Uma *árvore de corte mínimo* corresponde a um grafo induzido pela remoção de arestas, de modo que exista apenas um único caminho, de menor distância, para qualquer dois vértices

# Proposta

- O sistema indicador de resiliência na conectividade das redes heterogêneas sem fio calcula os índices de *fragilidade* e de *robustez* e indica quais redes são momentaneamente mais seguras em termos de disponibilidade de conectividade.

# Proposta



**Figura 1. Arquitetura do sistema indicador de resiliência**

# Proposta

- Medidor de criticidade de enlaces
- o cálculo da fragilidade tem como referencia as *árvores de corte mínimo*

$$NF = \frac{\min\{w \mid \forall w \in W_c\}}{\max\{w \mid \forall w \in W_c\}}$$

- $w$ : representa o peso de cada aresta.
- $W_c$ : representa o conjunto de todos os  $w$  no grafo.
- Uma topologia com alta fragilidade corresponde àquela que necessita de um menor número de enlaces removidos para desconectá-la.

# Proposta

- Medidor de redundância de rotas
- O coeficiente de agrupamento de  $v$  consiste na quantidade de arestas que os vizinhos de  $v$  têm entre eles, dividido pela quantidade total de arestas que  $v$  poderia ter.
- $C_v$  indica o nível de redundância que um nó tem em termos de conexões

$$C_v = \frac{E_v}{B} = \frac{2 \cdot E_v}{d_v \cdot (d_v - 1)}$$

# Proposta

- Medidor de redundância de rotas
- O coeficiente de agrupamento local  $C_v$  dos vértices possibilita calcular um valor global para a rede toda,  $C_{global}$ .

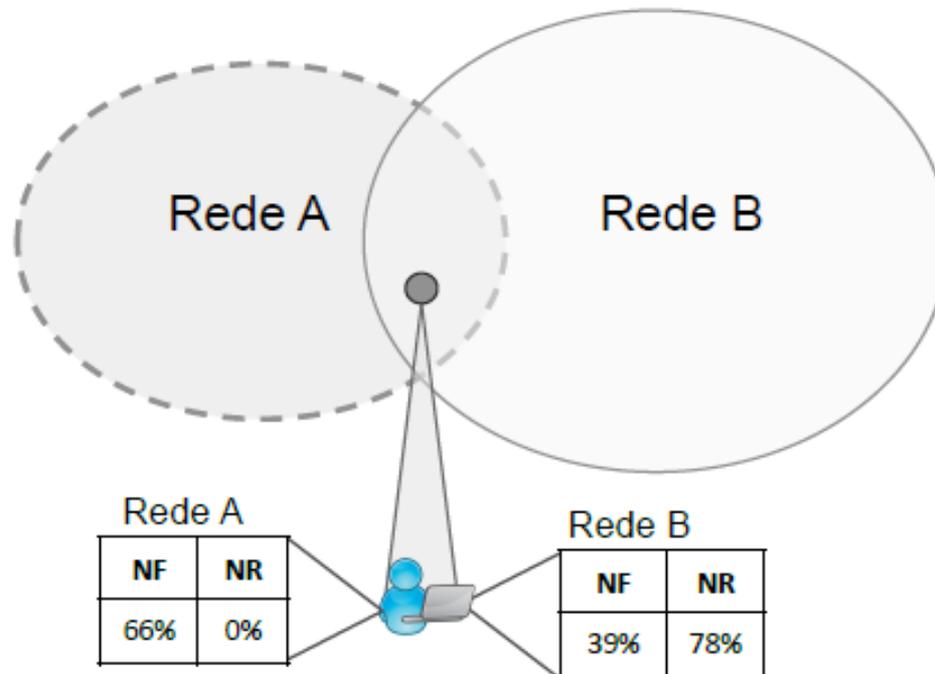
$$C_{Global} = \min\{C_v \mid \forall v \in V_G\}$$

- NR implica na relação entre o  $C_{Global}$  e o máximo  $C_v$  calculado para todos os vértices contidos no conjunto de vértices críticos (CV).
- CV corresponde a todos os vértices presentes no caminho relacionado ao menor corte mínimo.

$$NR = \frac{C_{Global}}{\max\{C_v \mid \forall v \in CV\}}$$

# Proposta

- Funcionamento do sistema indicador de resiliência



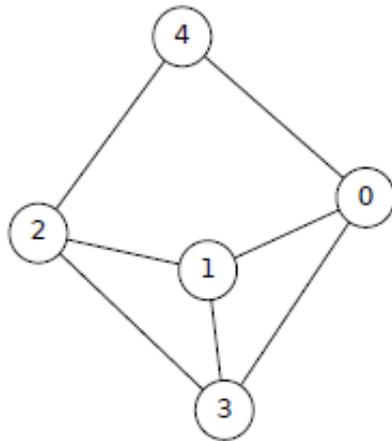
**Figura 2. Cenário de funcionamento do sistema indicador de resiliência**

# Proposta

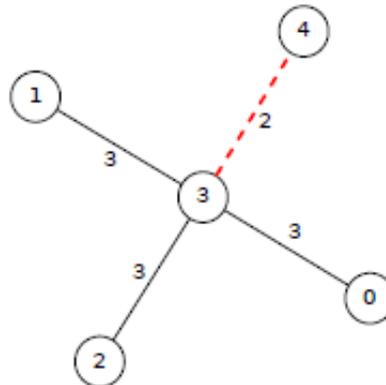
- Funcionamento do sistema indicador de resiliência

$$NF = \frac{\min\{w \mid \forall w \in W_c\}}{\max\{w \mid \forall w \in W_c\}}$$

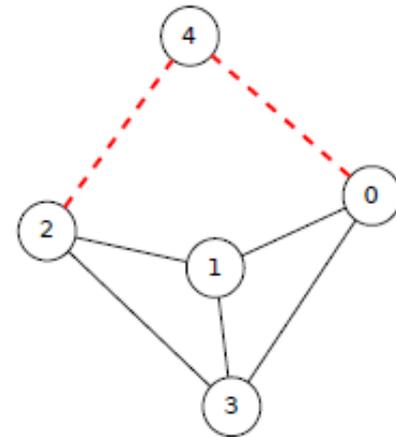
$$NF = \frac{2}{3} = 0,66 = 66\%$$



(a)



(b)



(c)

**Figura 3. Análise de fragilidade**

# Proposta

- Funcionamento do sistema indicador de resiliência
- $Cv2 = \frac{2}{6} = 0,33$      $Cv3 = \frac{4}{6} = 0,66$      $Cv4 = \frac{0}{2} = 0$
- $G_{global} = 0$  e  $NR = \frac{0}{0,66} = 0\%$

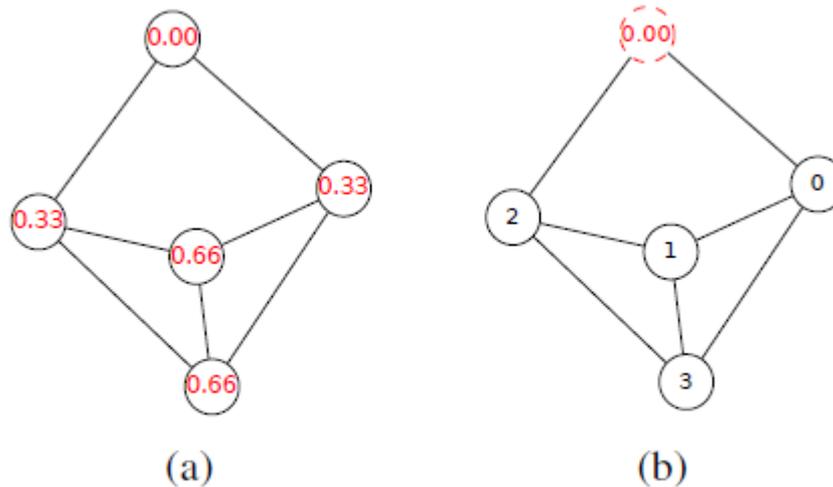


Figura 4. Análise de robustez

# Análise e avaliação

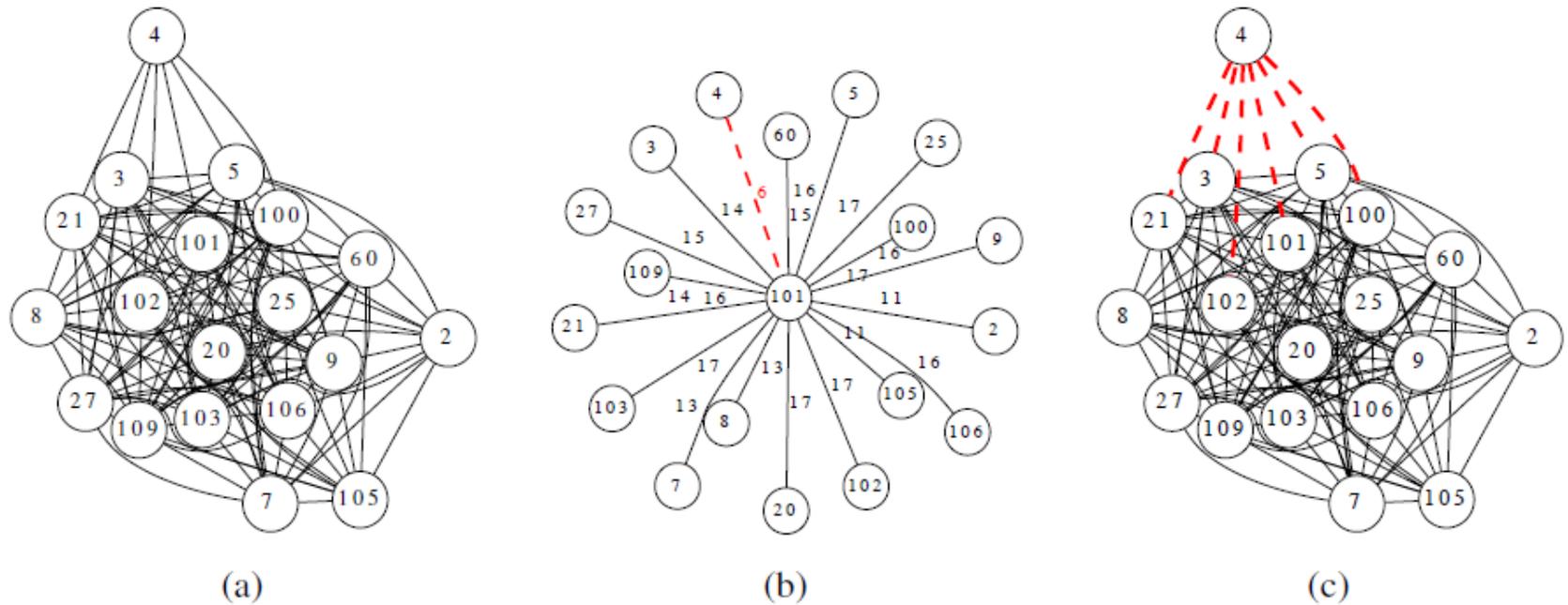
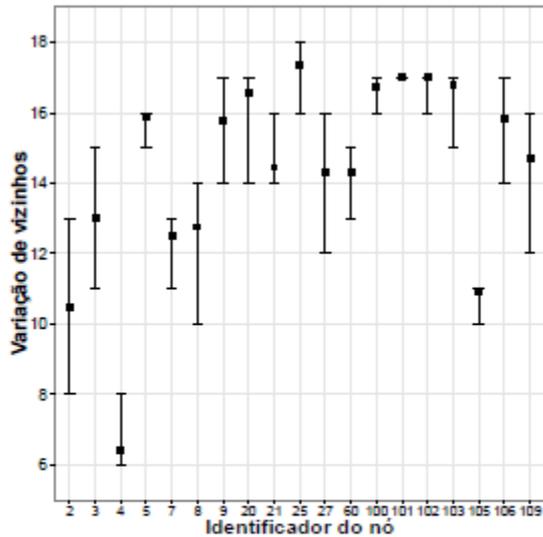
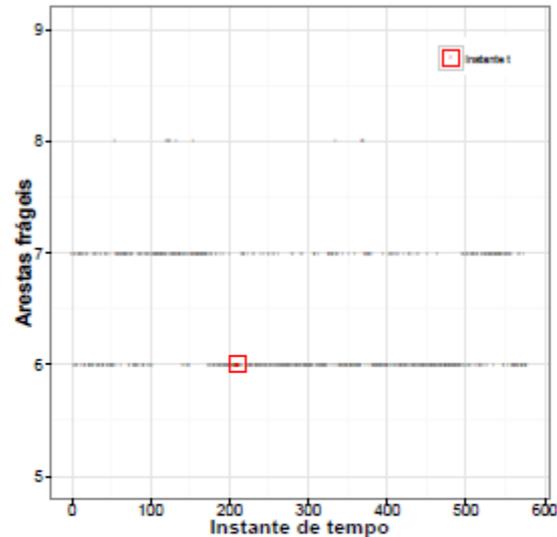


Figura 6. Análise do grafos de conectividade no instante  $t$

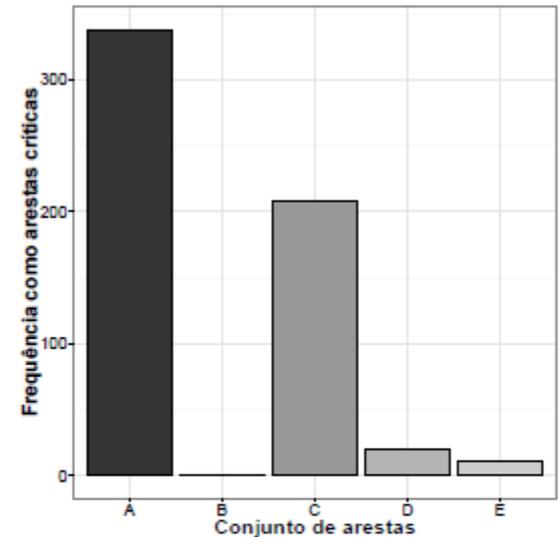
# Análise e avaliação



(a)



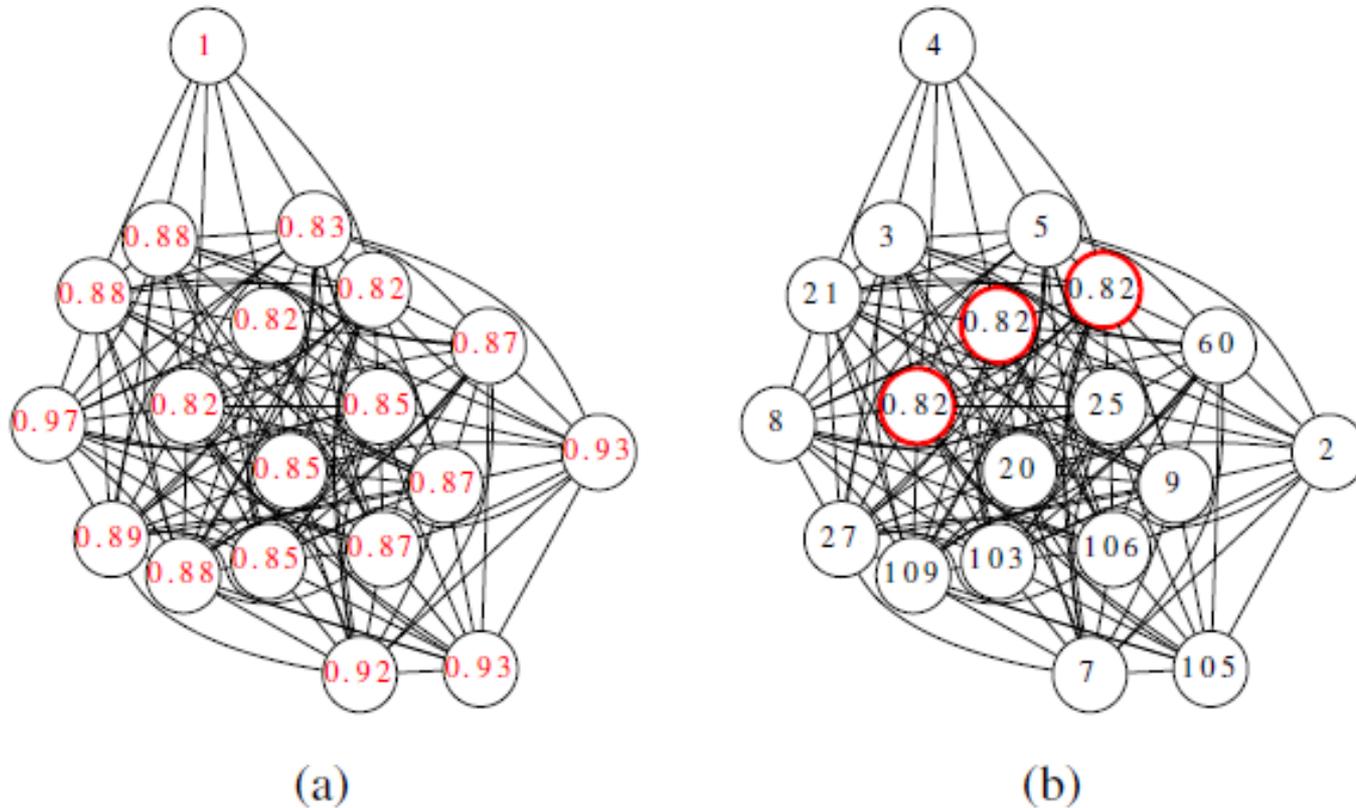
(b)



(c)

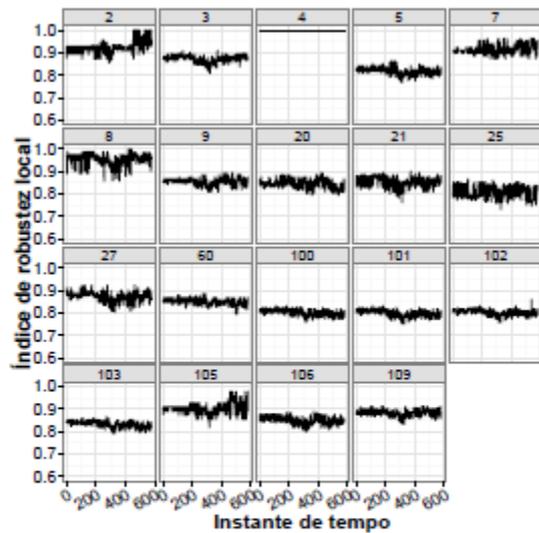
Figura 7. Avaliação da fragilidade

# Análise e avaliação

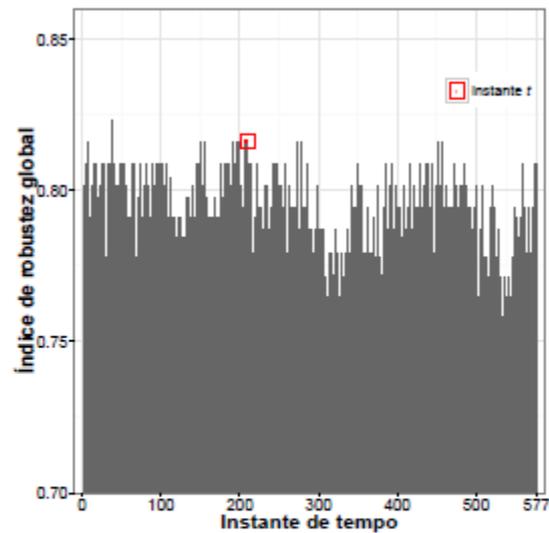


**Figura 8. Análise de agrupamento da rede**

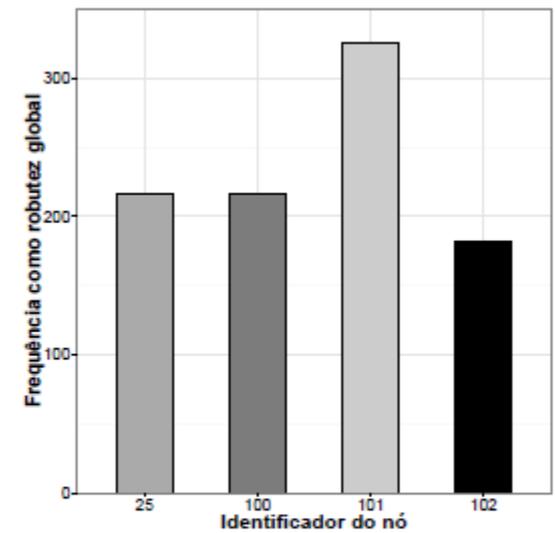
# Análise e avaliação



(a)



(b)



(c)

Figura 9. Avaliação da robustez

# Conclusão

- O trabalho apresentou um sistema que mede a resiliência de redes heterogêneas sem fio no momento da tomada de decisão de transição de acesso entre redes.
- Os resultados mostraram a eficácia do sistema na identificação dos índices de fragilidade e de robustez da conectividade da rede em diferentes momentos de avaliação.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus de Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Informática  
Curso de Engenharia de Computação

Sistema Indicador de Resiliência na Conectividade de Redes Heterogêneas sem fio

Autores: Robson Melo,  
Michele Nogueira,  
Aldri Santos

Aluno: Guilherme Stanga