

GLUE: Um modelo de clusterização utilizando mobilidade

Mestrando: Fernando Augusto Medeiros Silva
Orientador: Ricardo Augusto Rabelo de Oliveira



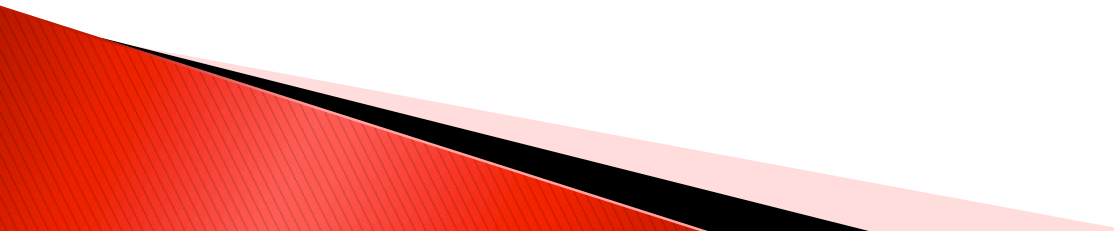
UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto



decom
departamento
de computação

Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ Análise
 - ▶ Proposta
 - ▶ Resultados
 - ▶ Conclusão e Trabalhos Futuros
- 

Problema


- ▶ Turismo com apoio digital frequente
- ▶ Informação originada e consumida in-loco
- ▶ Suporte exclusivo na nuvem deixando de lado a comunicação direta



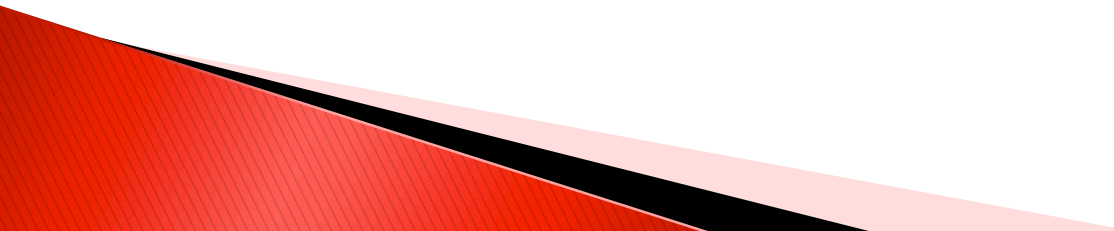
Problema

- ▶ Dispositivos inteligentes com comunicação direta WiFi Direct, Bluetooth
- ▶ Comunicação direta não estruturada
 - Topologia dinâmica – Mobilidade

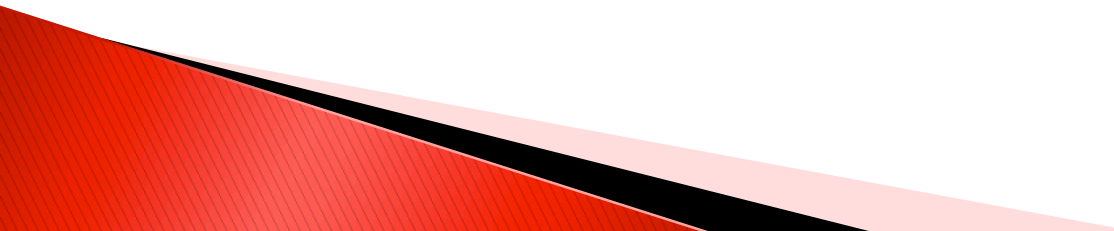
Contribuição

- ▶ Estudo de algoritmos de clusterização
 - ▶ Implementação de algoritmo para o contexto de mobilidade
 - ▶ Simulação dos algoritmos
 - ▶ Estudo de viabilidade em equipamento commodity utilizando WiFi Direct
 - ▶ Evolução do conhecimento comprovado pelo artigo publicado no MOBIWAC 2013: The 11th ACM International Symposium on Mobility Management and Wireless Access
- 

Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ Análise
 - ▶ Proposta
 - ▶ Resultados
 - ▶ Conclusão e Trabalhos Futuros
- 

Referencial Teórico

- ▶ Sistemas Distribuídos
 - ▶ Cluster em MANETs
 - ▶ Redes Moveis Ad Hoc
 - ▶ WiFi P2P
- 

Sistemas Distribuídos

- ▶ Coleção de entidades que executam em processadores separados e concorrentemente.
- ▶ Esses sistemas interagem por algum modelo de troca de informações e de forma a resolver um problema em comum, agindo como um só elemento.

Algoritmos Distribuídos

- ▶ Algoritmos para sistemas distribuídos
- ▶ Caracterizam pela troca de mensagens entre os elementos processados
- ▶ Diferem-se pelos seus atributos
 - Modelo de tempo
 - Síncronos
 - Assíncronos

Modelos de Tempo

- ▶ Síncrono: assume que as entidades executam computação simultaneamente em resposta a um relógio global.
- ▶ Assíncrono: Executam os passos em ordem arbitrária

Template Sincrono

Algoritmo 3.1: S_Template

Input: $s = 0, MSG_i(0) = \emptyset$

2 Action: if $n_i \in N_0$ then

3 *Executa processamento;*

4 *Envia uma mensagem em cada aresta do conjunto Out_i (possivelmente vazio)*

Input: $s > 0, MSG_i(1), \dots, MSG_i(s)$ sendo que $origin(msg) = c_k \in In_i$ com $1 \leq k \leq |In_i|$ para $msg \in \bigcup_{r=1}^s MSG_{i(r)}$

6 Action: begin

7 *Executa processamento;*

8 *Envia uma mensagem em cada aresta do conjunto Out_i (possivelmente vazio)*

Template Assíncrono

Algoritmo 3.2: A_Template

Input: $msg_i = nil$

2 Action: if $n_i \in N_0$ then

3 *Executa processamento;*

4 *Envia uma mensagem em cada aresta do conjunto Out_i (possivelmente vazio)*

Input: msg_i sendo que $origin(msg) = c_k \in In_i$ com $1 \leq k \leq |In_i|$

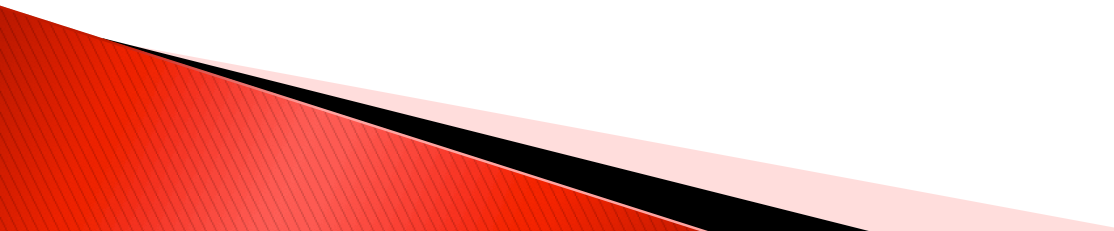
6 Action: if B_k then

7 begin

8 *Executa processamento;*

9 *Envia uma mensagem em cada aresta do conjunto Out_i (possivelmente vazio)*

Referencial Teórico

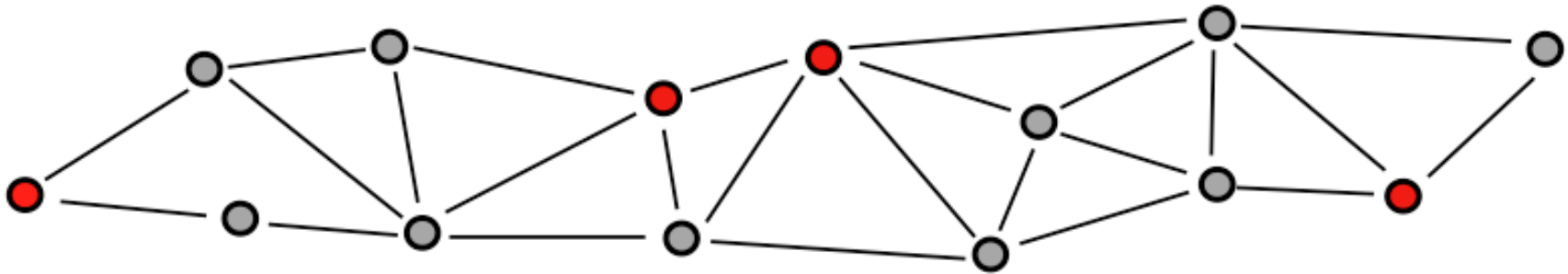
- ▶ Sistemas Distribuídos
 - ▶ Clusterização
 - ▶ Redes Moveis Ad Hoc
 - ▶ WiFi P2P
- 

Clusterização

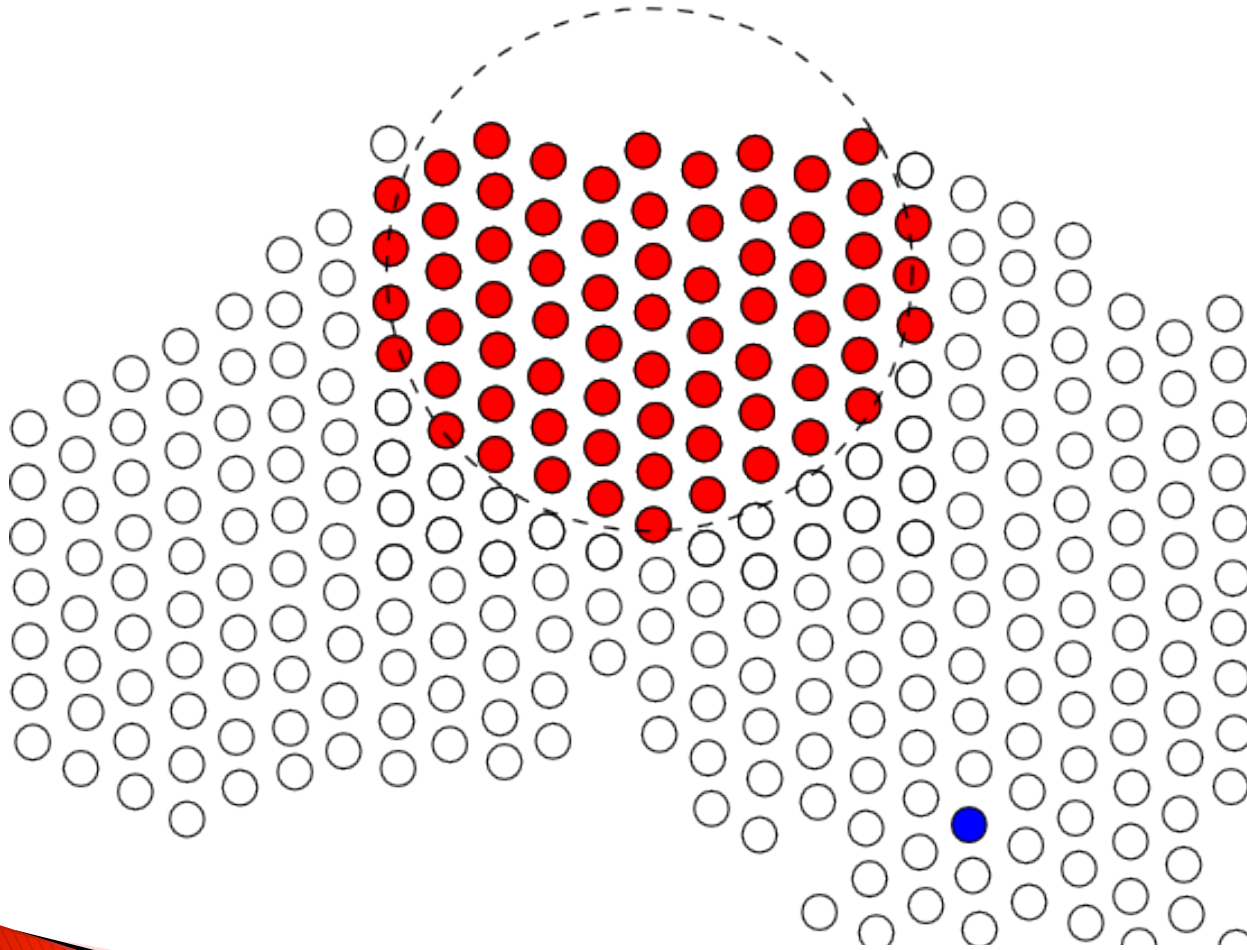
- ▶ Formação de um conjunto dominante mínimo
- ▶ Problema NP Completo

Cluster

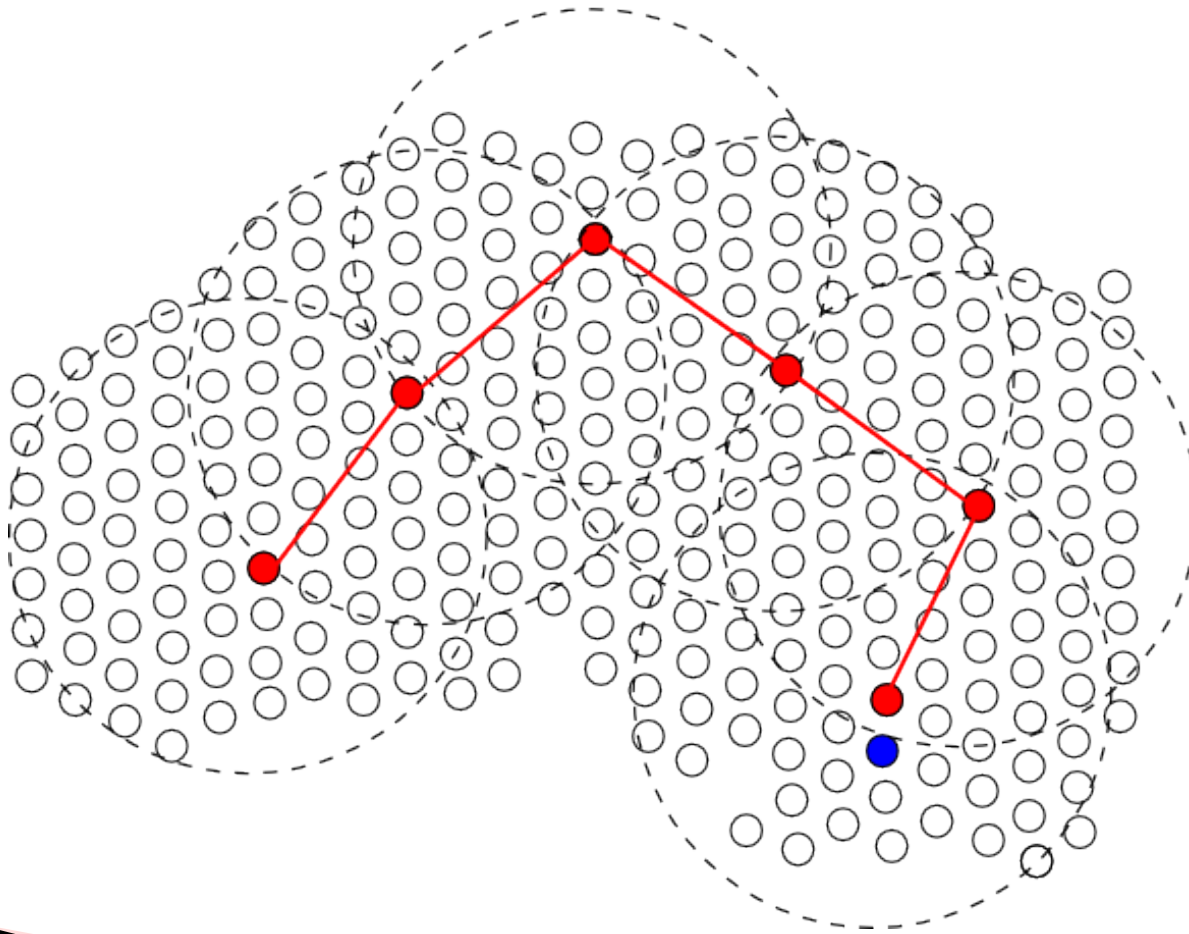
- ▶ Vértices do conjunto dominante são Cluster Heads
- ▶ Roteamento Eficiente



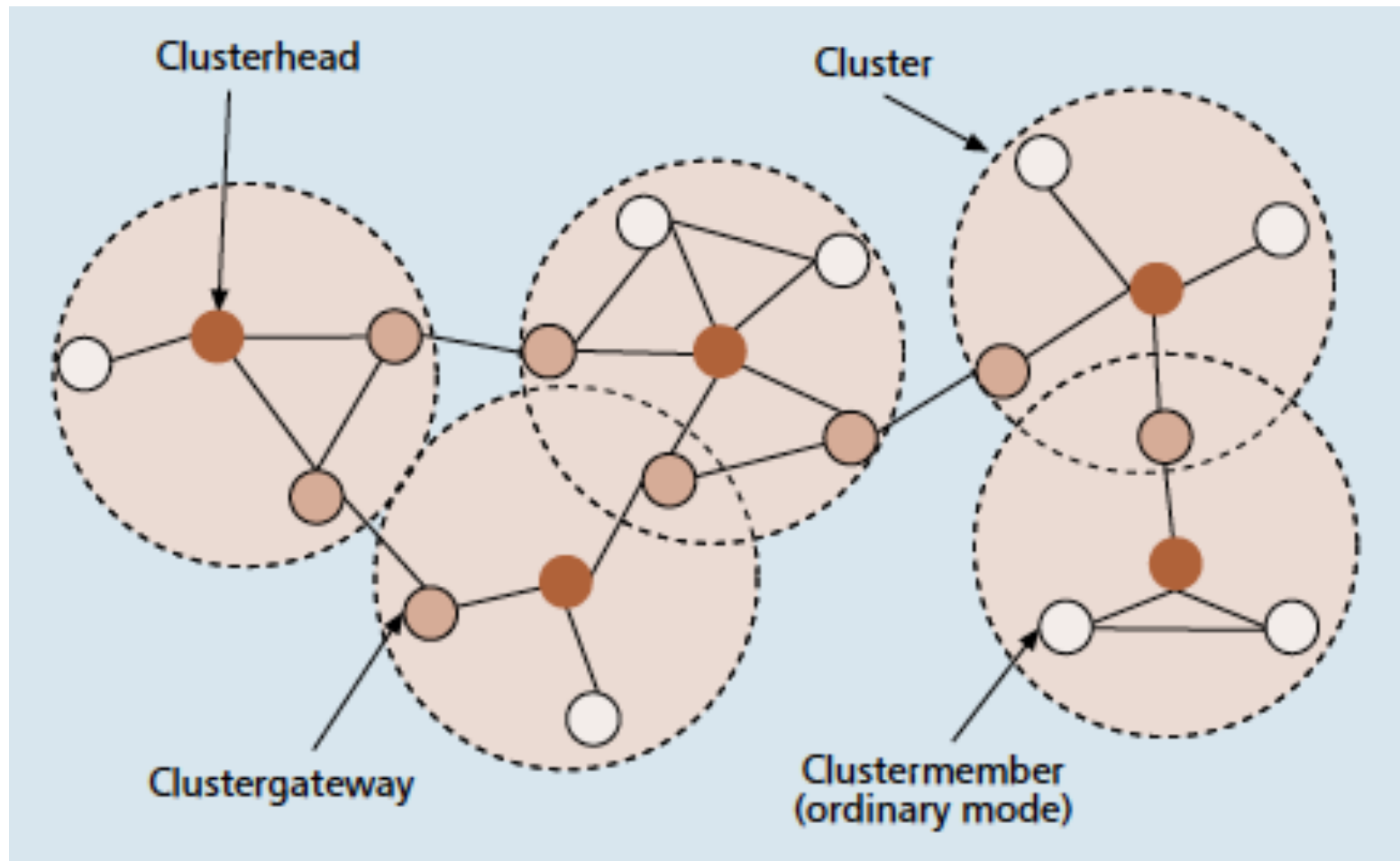
Flood



Hierárquico por Cluster



Estrutura do Cluster

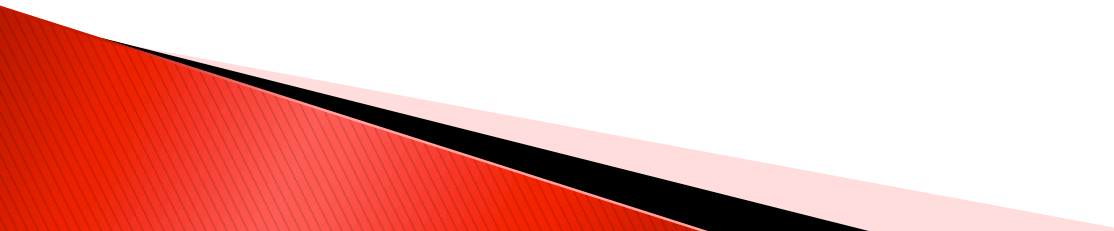


Referencial Teórico

- ▶ Sistemas Distribuídos
- ▶ Cluster em MANETs
- ▶ Redes Moveis Ad Hoc
- ▶ WiFi P2P



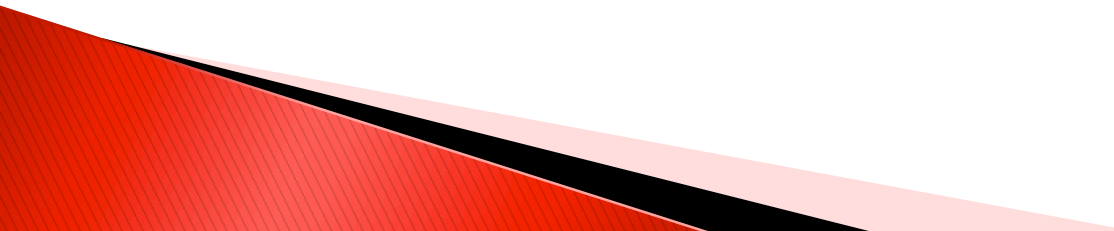
Redes Moveis Ad Hoc

- ▶ Topologia dinâmica
 - ▶ Banda limitada
 - ▶ Energia limitada
 - ▶ Seguranca física limitada
- 

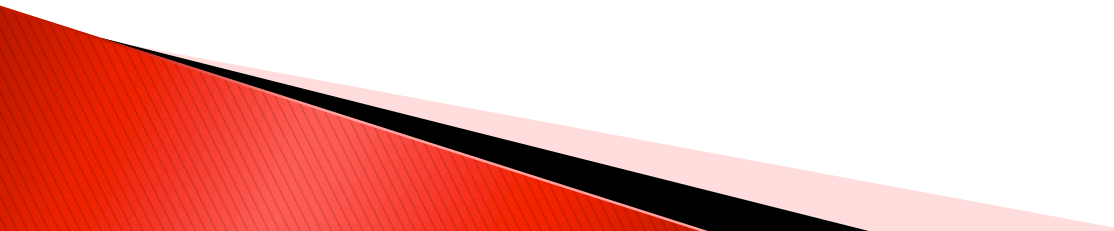
Topologia dinâmica

- ▶ Elementos não conhecidos
- ▶ Elementos alteram suas propriedades
- ▶ Elementos entram e saem da rede

P2P

- ▶ Lida com problemas parecidos das MANETs
 - ▶ Origem em compartilhamento de arquivos
 - ▶ Controle descentralizado
 - ▶ Auto-Organização
 - ▶ Escalabilidade
 - ▶ Movimento para Ubicomp
- 

Referencial Teórico

- ▶ Sistemas Distribuídos
 - ▶ Cluster em MANETs
 - ▶ Redes Moveis Ad Hoc
 - ▶ WiFi P2P
- 

WiFi P2P

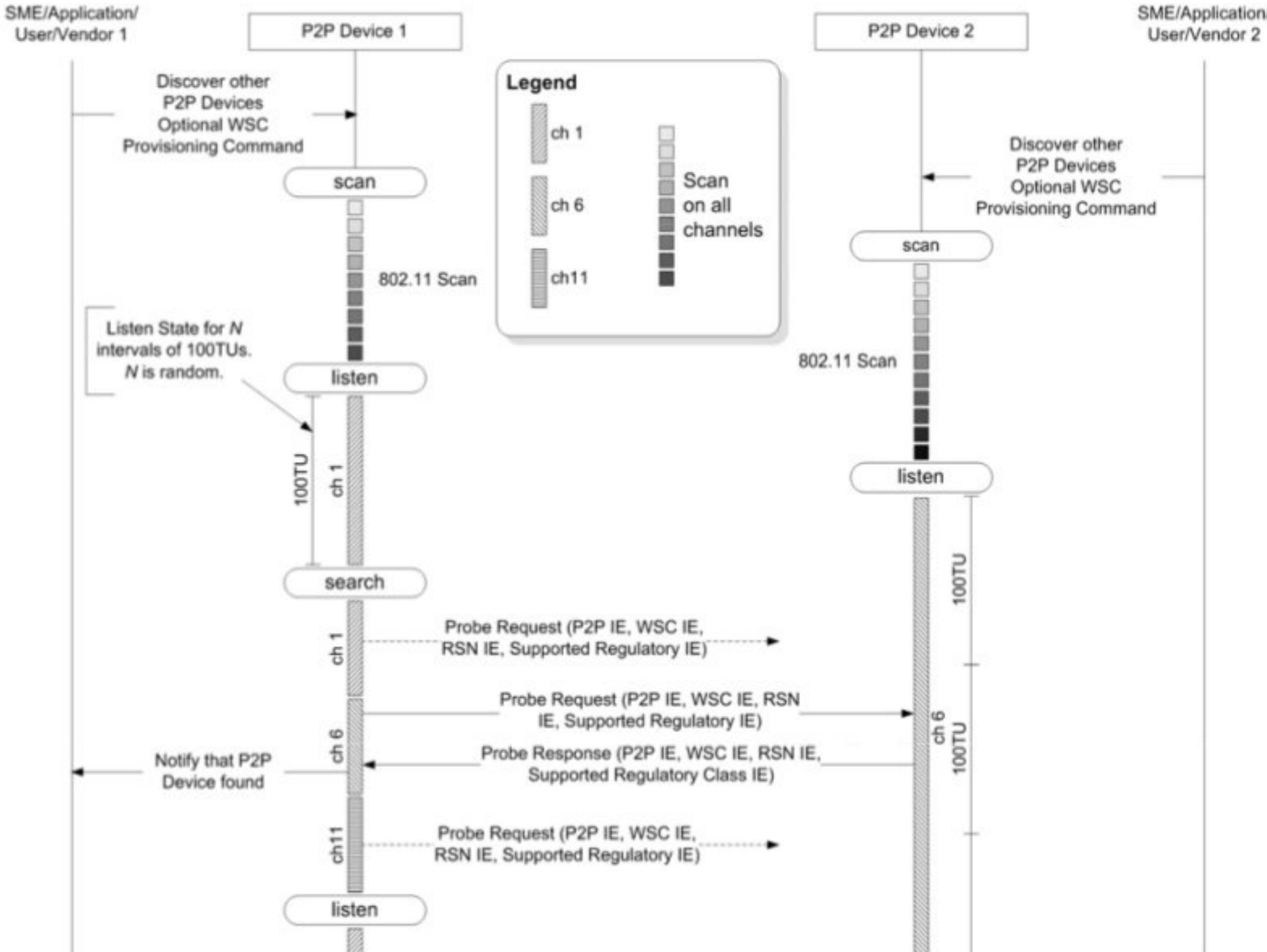
- ▶ Especificação do WiFi Alliance
- ▶ Diferente do modo Ad Hoc do 802.11
- ▶ Utiliza dos fundamentos do modo infraestruturado do 802.11

WiFi P2P

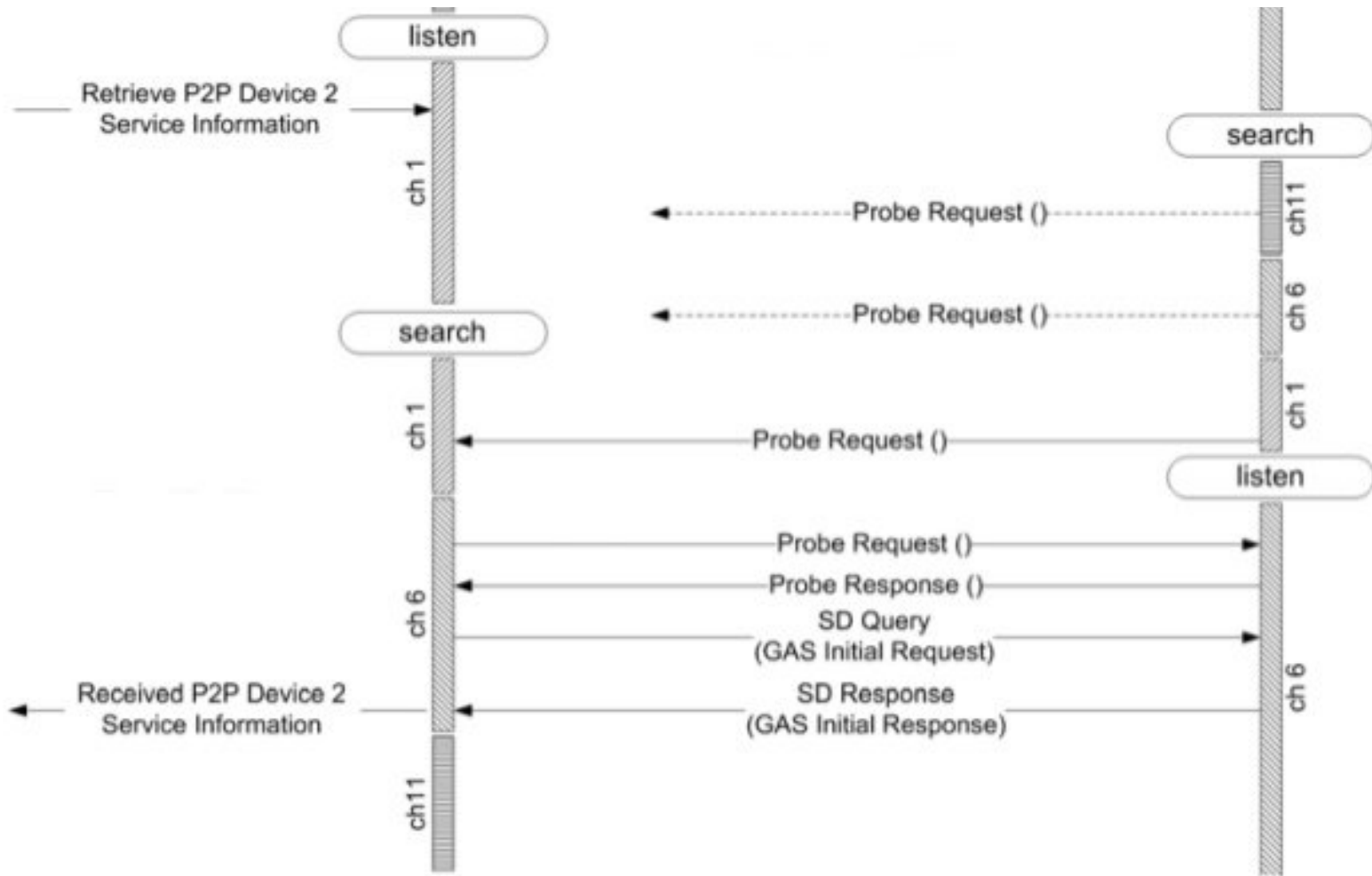
- ▶ Implementado em dispositivos móveis
- ▶ Descoberta de serviços próximos
- ▶ Construída sobre alicerce maduro

WiFi P2P – Elementos

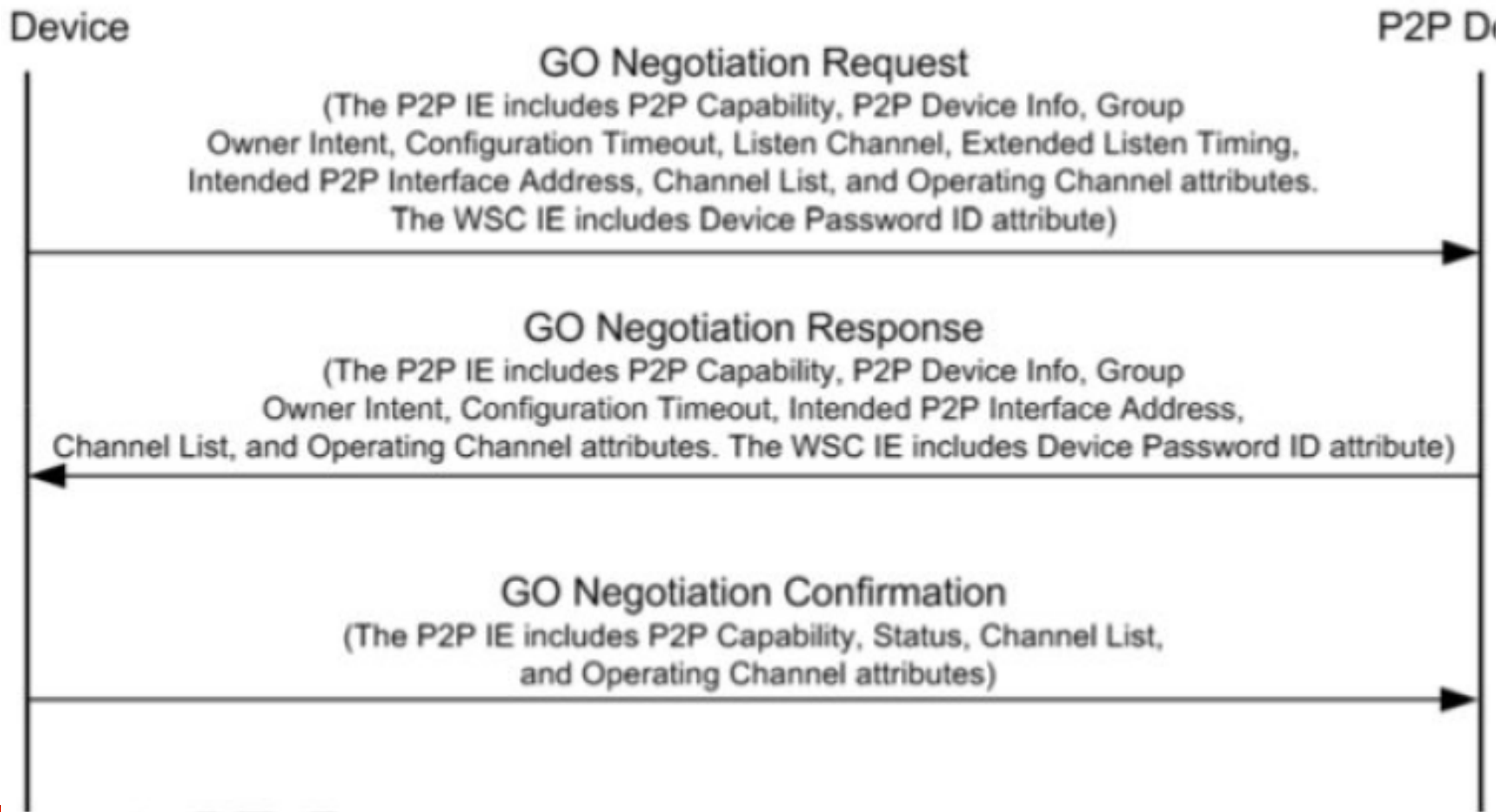
- ▶ P2P Devices
 - Dispositivos que implementam os papeis Cliente e GO
- ▶ P2P Cliente
 - Implementa o Cliente STA
- ▶ P2P GO
 - Implementa funcionalidade equivalente ao AP



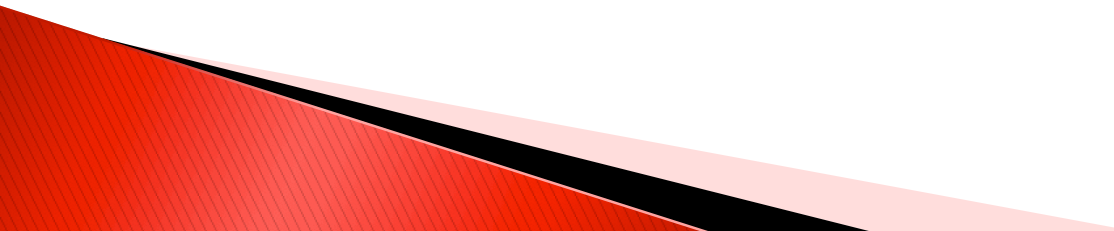
WiFi P2P – Descoberta de Serviços



WiFi P2P – Negociação de grupo



Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ Análise
 - ▶ Proposta
 - ▶ Resultados
 - ▶ Conclusão e Trabalhos Futuros
- 

Artigos Relacionados

Li – Utiliza um esquema por ID com uso mínimo de mensagens

LCC – Constroi clusters ao redor do menor ID,

GAME – Utiliza vários parâmetros

MCFA – Utiliza Mobilidade como métrica para formação

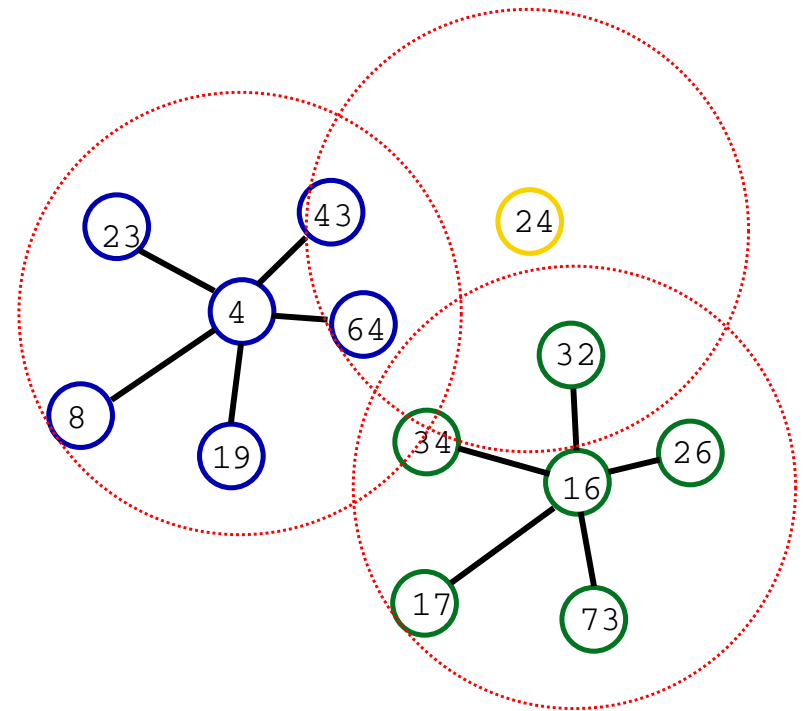
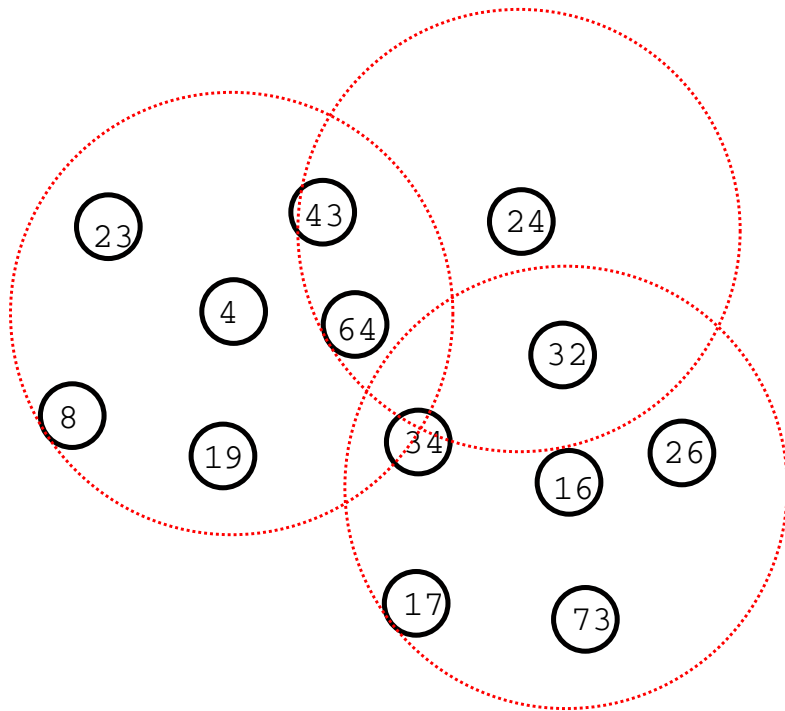
Artigos Relacionados

- ▶ Li (Li & Dai 2009)
 - Uso do ID como contador decrescente
 - Uma mensagem para inicio de formação por cluster
 - Não lida com a mobilidade
 - Não permite fusão

Artigos Relacionados

- ▶ LCC de Lin (Lin & Gerla 1997)
 - Nós publicam seu ID
 - Nó que escuta Ids maiores que o seu é o Head
 - Não lida com a mobilidade
 - Permite a fusão de clusters

LIC/LCC



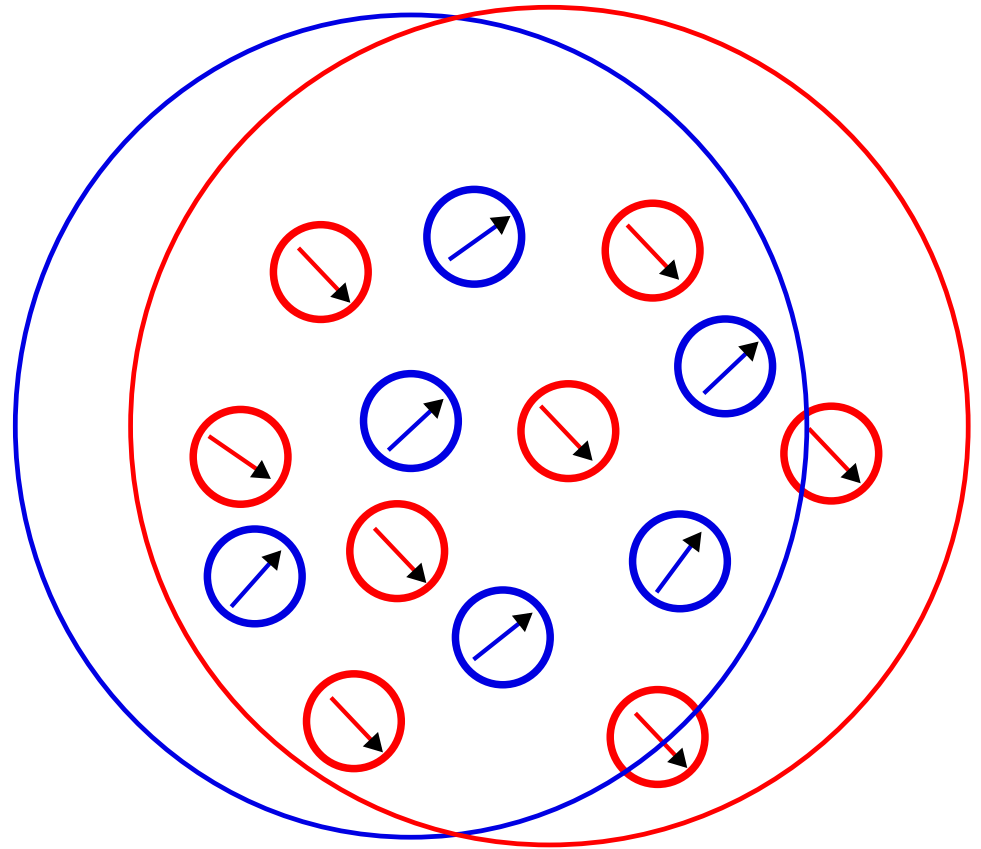
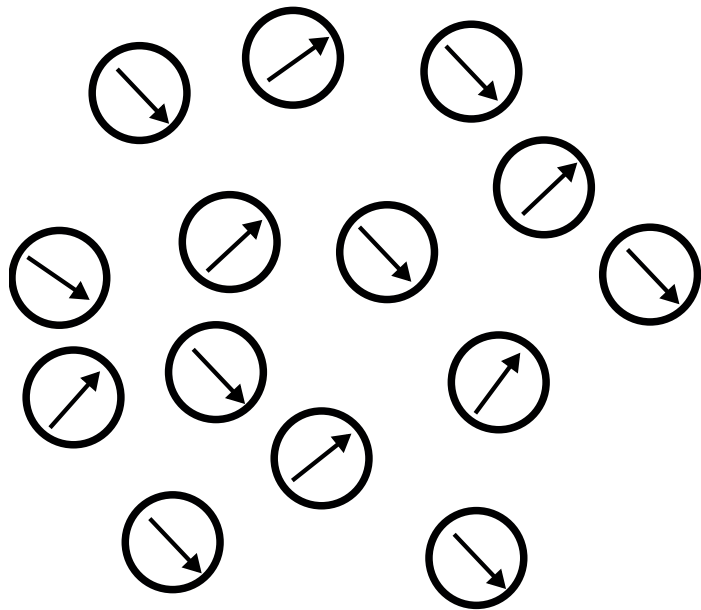
Artigos Relacionados

- ▶ Método GAME de Sun e Sun (hui Sun, Sun, qing Yang & jiu Xu 2011)
 - Mais recente
 - Utiliza uma métrica combinada com pesos
 - Lida com a mobilidade
 - Permite a fusão

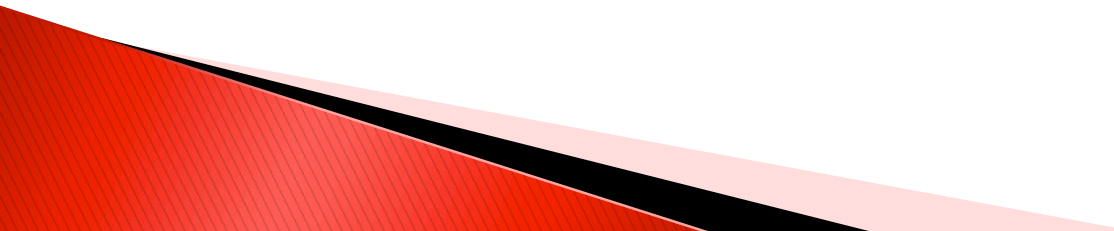
Artigos Relacionados

- ▶ **MCFA de Akbari (Akbari Torkestani & Meybodi 2011)**
 - Baseado em mobilidade
 - Utiliza um Automato
 - Utiliza a mobilidade
 - Não permite fusão

MCFA



Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ **Análise dos Algoritmos**
 - ▶ Proposta
 - ▶ Resultados
 - ▶ Trabalhos Futuros
- 

Análise

- ▶ Classificação baseada no modelo de Yu (Yu e Chong 2005)
- ▶ Adicionado parâmetro de possibilidade de fusão de clusters

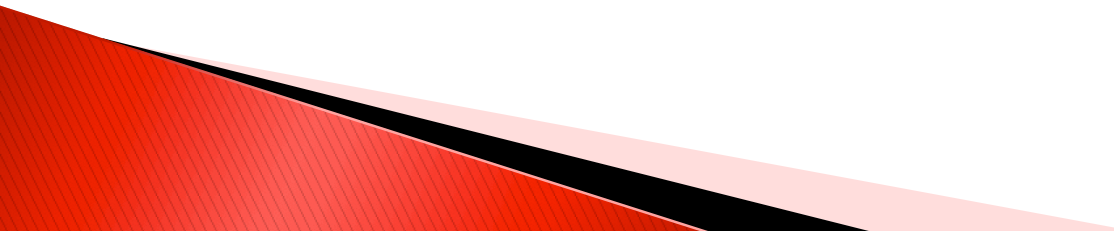
Parâmetros

Parâmetro	Descrição
Uso de mensagens de controle específicas	Requer mensagens específicas para a formação do cluster. Não pode ser formado com mensagens de outra natureza como dados.
Efeito Cascata	Indica que reeleger um único líder pode afetar a estrutura de varios outros clusters e alterar a topologia de toda a rede
Assume nos estaticos na formação	Os nós devem ser assumidos como estaticos na fase de formação para que informação precisa de vizinhança seja obtida
Ciclo de computação constante	O número de vezes que o processo de formação deve ser executado para completar.
Fusão de Clusters	Utiliza alguma criterio para fundir dois clusters em um só

Comparação dos Algoritmos

Algoritmo	LCC	Li	GAME	MCFA	GLUE
Uso de mensagens específicas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Assume nós estáticos na formação	Sim	Sim	Não	Não	Não
Efeito Cascata	Sim	Não	Não	Não	Não
Fase de formação de cluster	Estática	Estática	Estática	Recursiva	Recursiva
Permite fundir clusters	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Uso de mobilidade na manutenção	Não	Não	Sim	Sim	Sim

Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ Análise dos Algoritmos
 - ▶ **Proposta**
 - ▶ Resultados
 - ▶ Conclusão e Trabalhos Futuros
- 

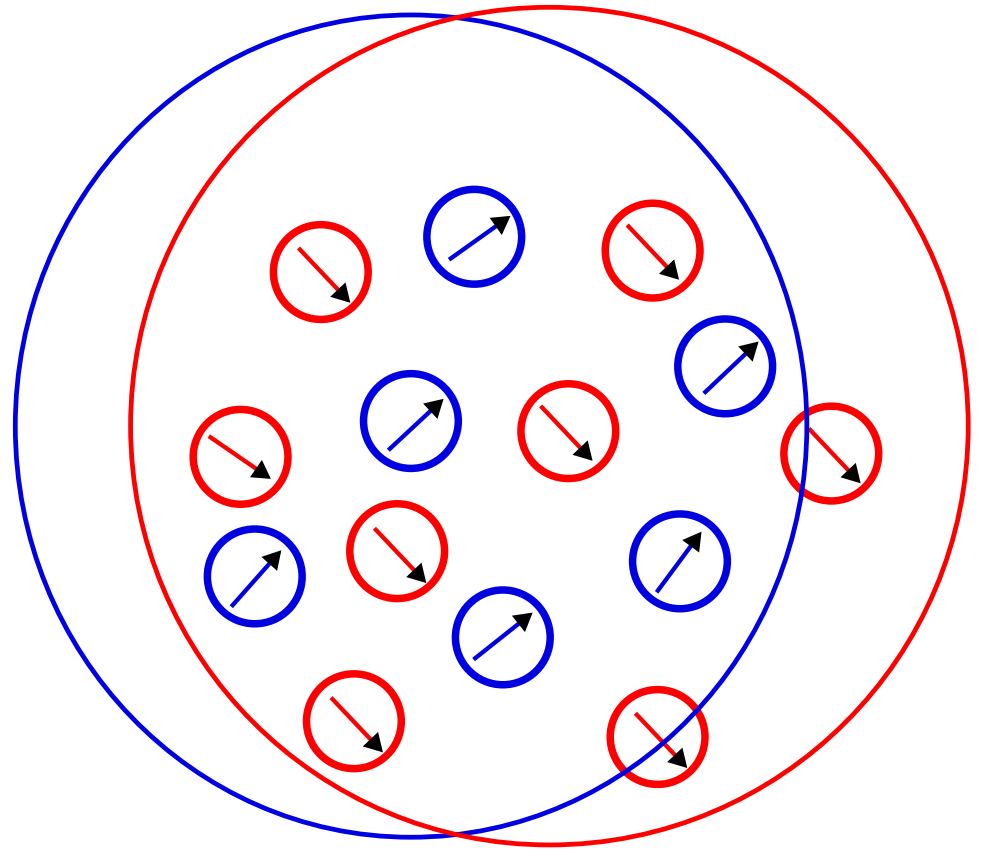
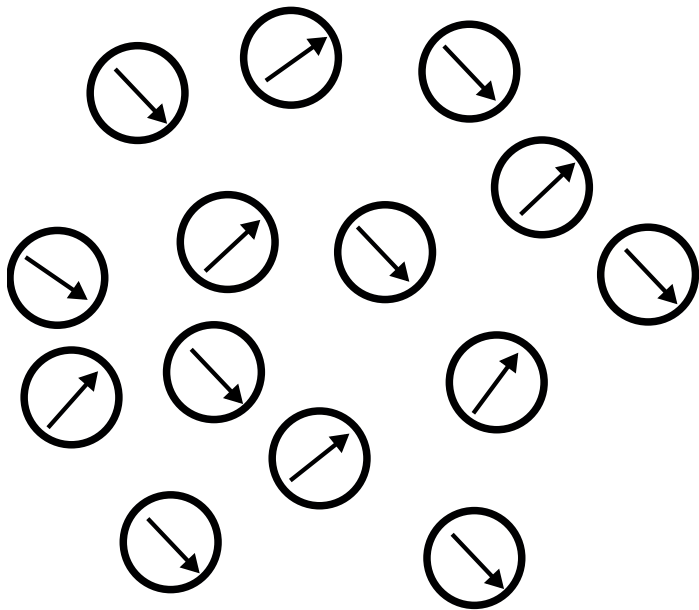
GLUE

- ▶ Algoritmo Cluster com Líder (Cluster Head)
- ▶ Formação
- ▶ Manutenção

Mensagens

Mensagem	Uso
MOBILITY UPDATE	Atualizaçãoo de Mobilidade e informação de fusão
ASFREQ	Formação. Descoberta
RERM	Pedido de Mobilidade Relativa
CHSEL	Notificação de escolha de líder
JREQ	Pedido de ingresso em cluster
LREQ	Notificação de abandono de cluster

GLUE – Formação



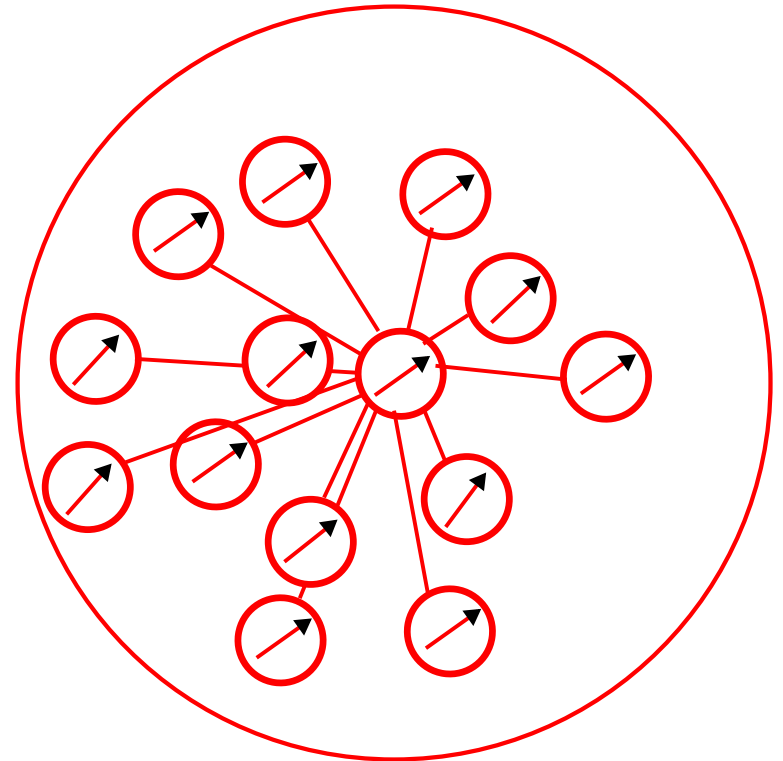
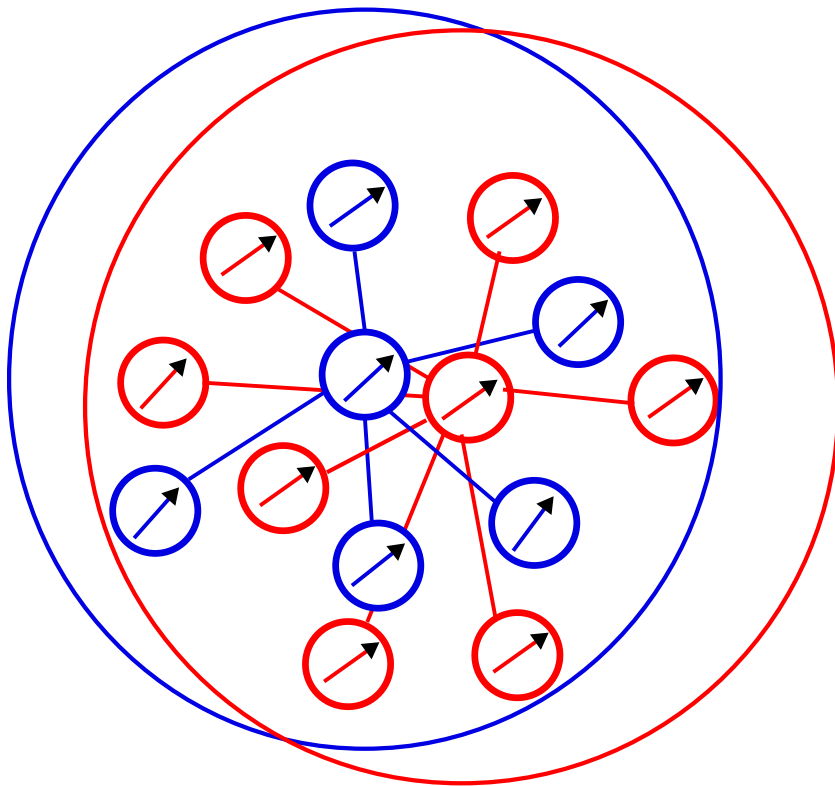
Formação

- ▶ Formação de ActionSet
 - Mensagens de Mobilidade
 - Formação do ActionSet
 - Cálculo de Mobilidade Agregada
- ▶ Eleição de Líder
 - Requisição de Mobilidade
 - Eleição iterativa utilizando Autômato

Manutenção

- ▶ Perda de conexão
 - Join
 - Reinício
- ▶ Sobreposição de Mobilidade
 - Fusão do Glue

GLUE – Fusão



Fusão

- ▶ **Princípios**
 - **Manutenção pela mobilidade**
 - **Sobreposição Física e Móvel inicia fusão**
 - **Sobreposição somente física ou móvel não altera o cluster**

Fusão

- ▶ Nós Cluster Head enviam parâmetros de fusão na mensagem MOBILITY_UPDATE
 - *ClusterID*
 - Lista de Nós
- ▶ Nós Cluster Head que recebem mensagem de mobilidade de outro Cluster Head verificam se estão sobrepostos por nós e mobilidade

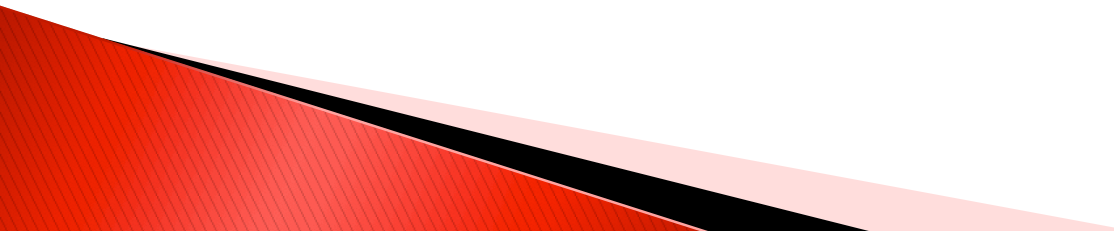
Verificação de Sobreposição

- ▶ Verificação de Fusão de Heads
 - Velocidade Relativa ($RM_{(i,j)}$) entre os Heads $< M$ (valor arbitrário)
 - Nós vizinhos são os mesmos $.N_i = N_j$
 - Verificar se o $ERM_{(i)}$ maior que o nó originário

Fusão

- ▶ Se um nó Cluster Head detecta sobreposição e mobilidade relativa maior, ele desiste do papel enviando um LREQ
- ▶ Nós que recebem a mensagem LREQ procuram se afiliar ao cluster mais próximo com menor mobilidade

Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ Análise dos Algoritmos
 - ▶ Proposta
 - ▶ Resultados
 - ▶ Trabalhos Futuros
- 

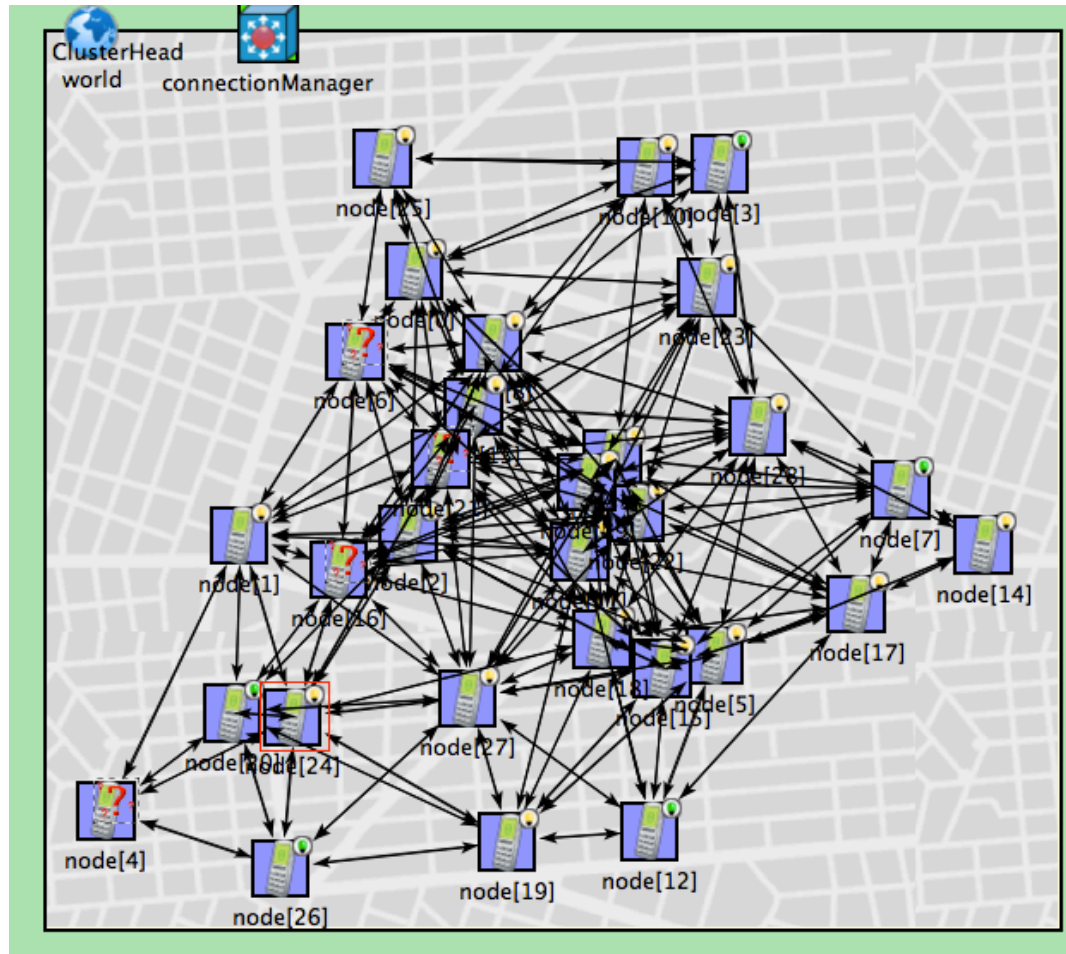
Resultados

- ▶ Ambiente de Testes
- ▶ Resultados Simulação
- ▶ Teste de Viabilidade

Ambiente de Testes

- ▶ **Omnet++ 4.2**
 - Simulador Discreto de eventos
 - Livre para Academia
- ▶ **MiXiM**
 - Suite de Mobilidade e Redes Sem Fio
- ▶ **BonnMotion**
 - Gerador de Padrões de Mobilidade

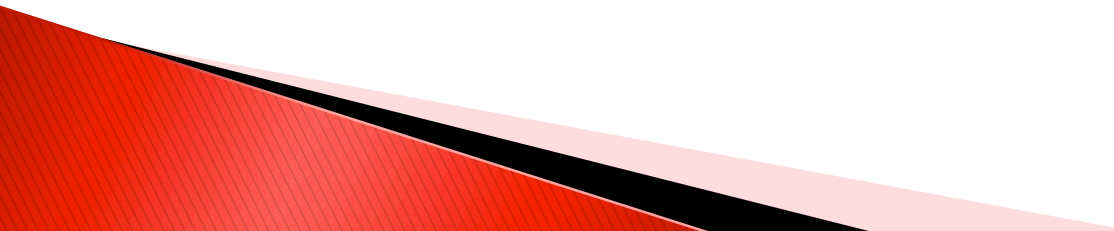
Visualizador TK



Padrões de Mobilidade

- ▶ RWP – Random Waypoint
 - Movimento aleatório sobre caminhos pré-estabelecidos
- ▶ RPGM – Reference Point Group Model
 - Movimento de caminhos seguindo líder, comportamento de cooperação
- ▶ RWP+RPGM
 - Dois modelos combinados

Parâmetros de Simulação

- ▶ Testes com 30, 45, 60, 75, 90 nós.
 - ▶ 30 Execuções
 - ▶ Ambiente de 500mx500m
 - ▶ Velocidade de 0 m/s à 2 m/s
 - ▶ Condição de parada para a formação MCFA/
GLUE 0.9
 - ▶ Limiar de fusão para o GLUE 0.1
- 

Resultados

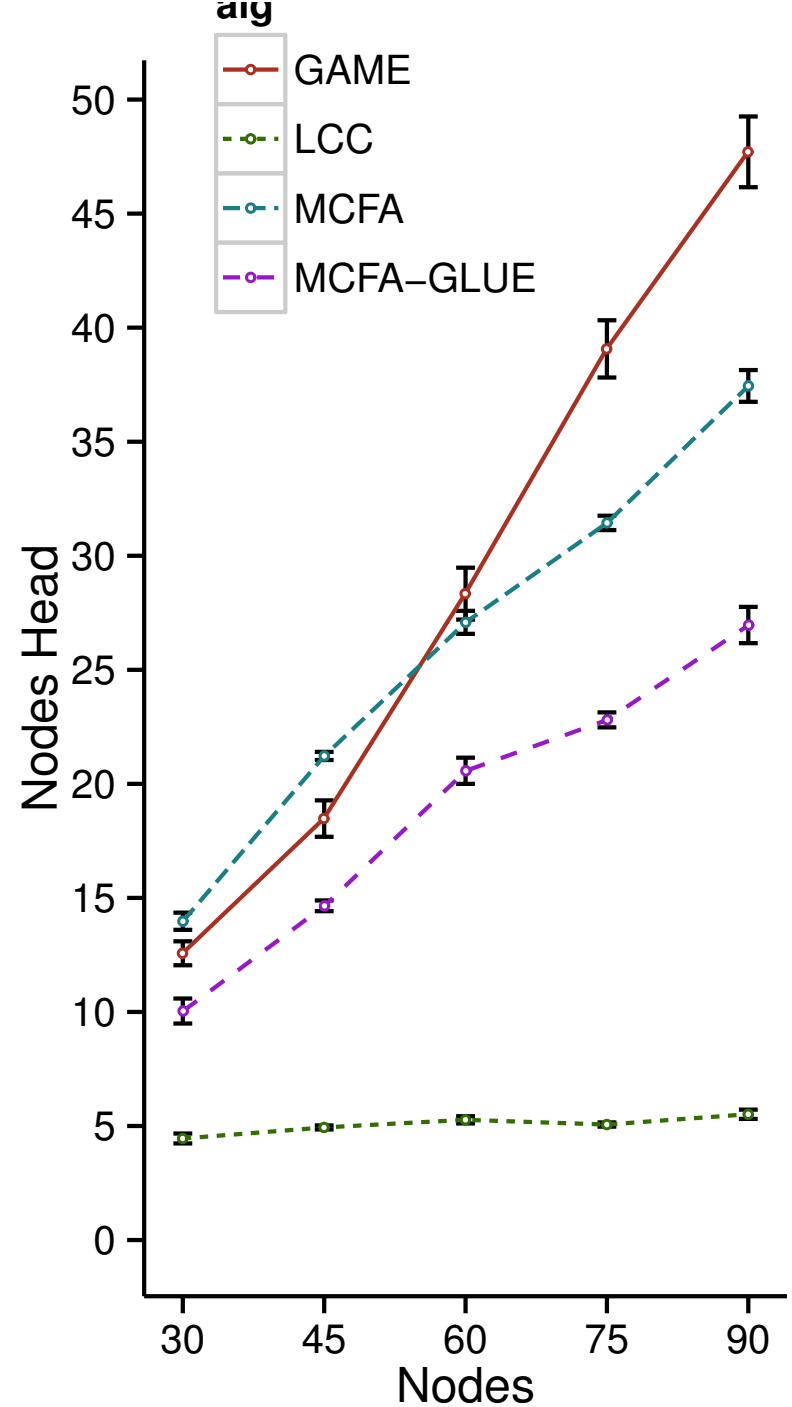
- ▶ Ambiente de Testes
- ▶ Resultados Simulação
- ▶ Teste de Viabilidade

Resultados

- ▶ Número de clusters Formados
 - Análise do número médio de nós no estado Cluster Head
 - Mostra a eficiência do algoritmo
 - 50 segundos é o tempo de estabilização
- ▶ Desconexões por segundo
 - Estabilidade do cluster
 - Medido nas mudanças de estado para *UNDEFINED*

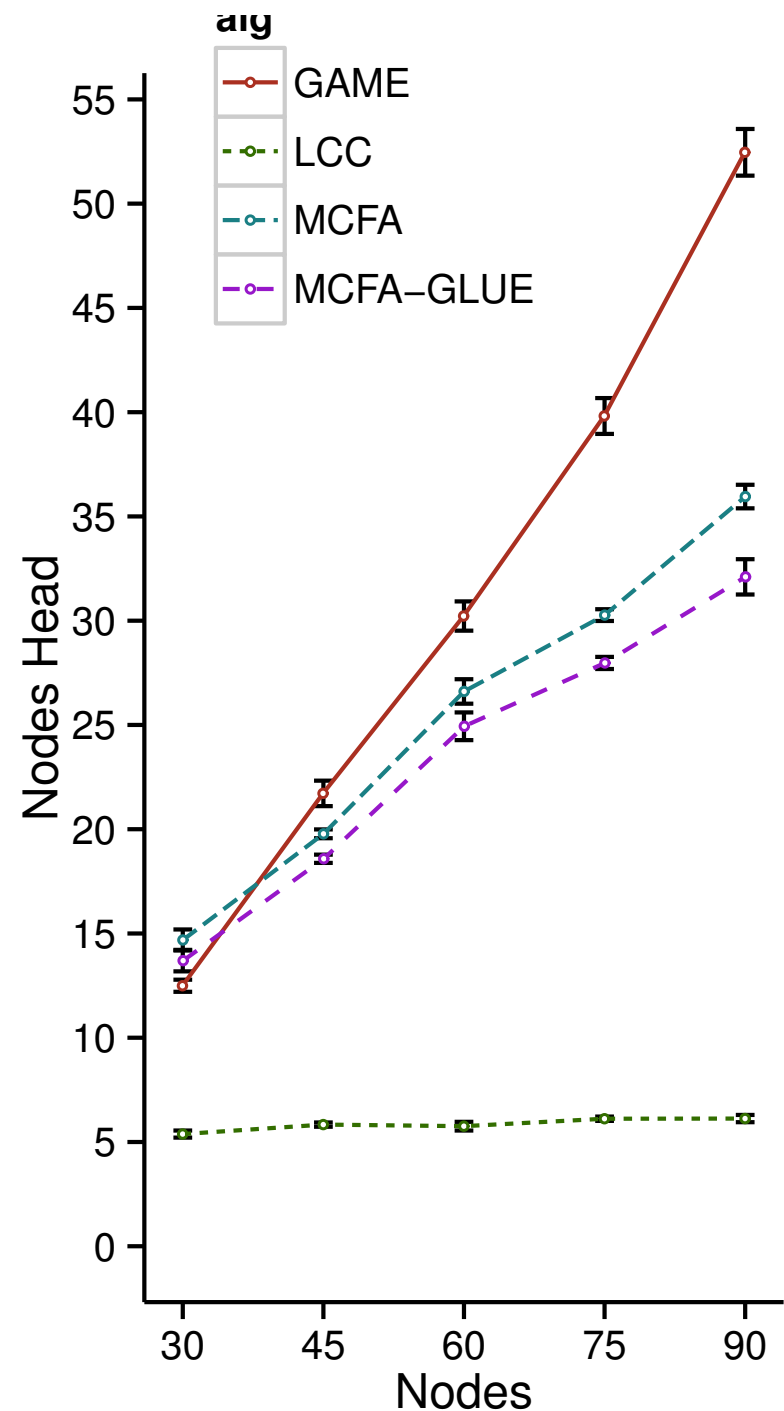
Clusters Médios

Clusters formados
utilizando
Modelo RPGM



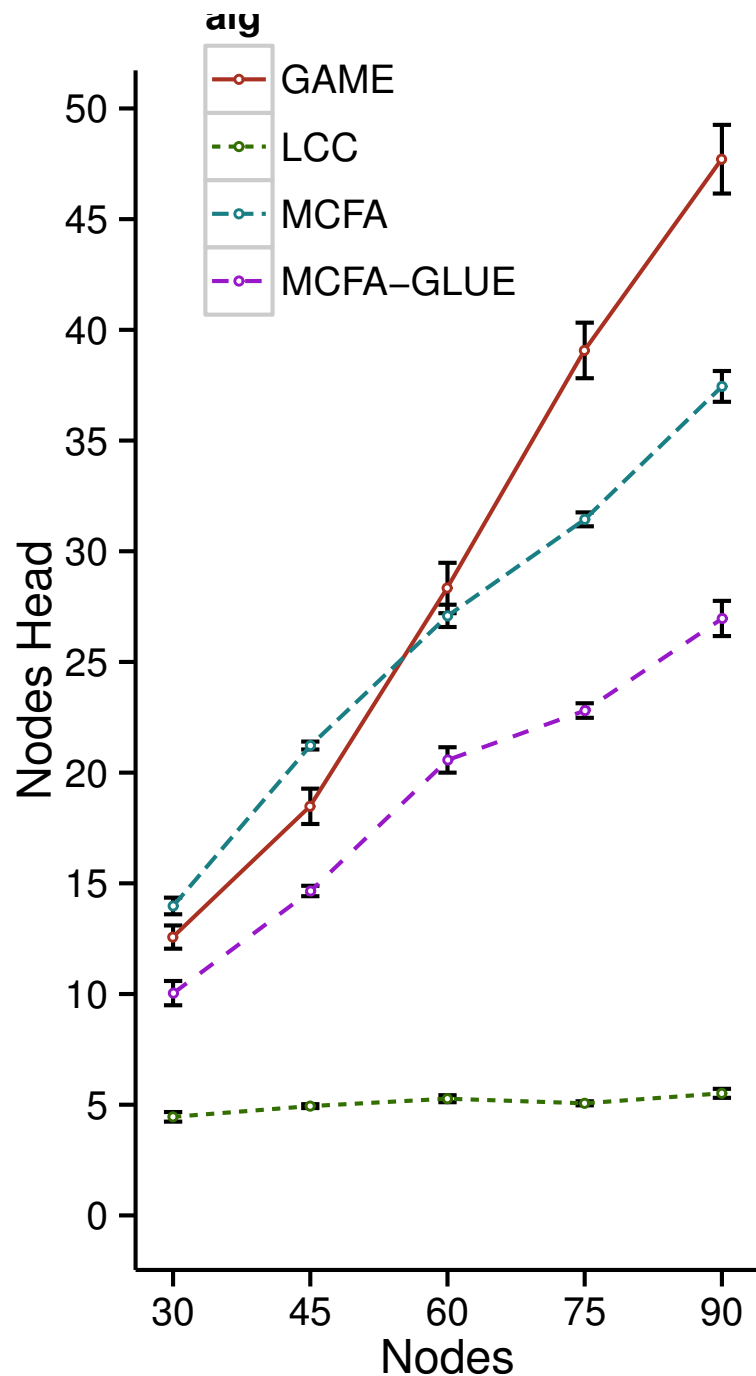
Clusters Médios

Clusters formados
utilizando
Modelo RWP



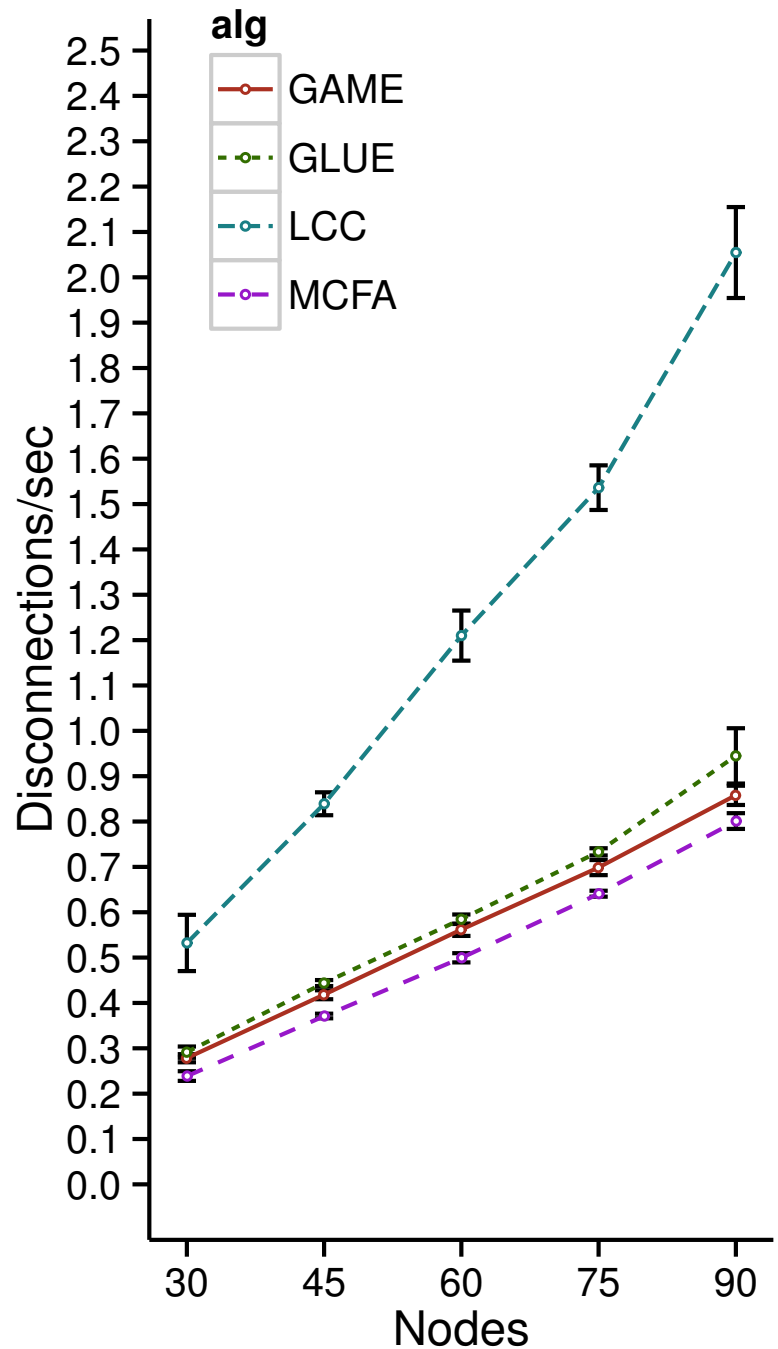
Clusters Médios

Clusters formados
utilizando
RPGM e RWP
Combinados



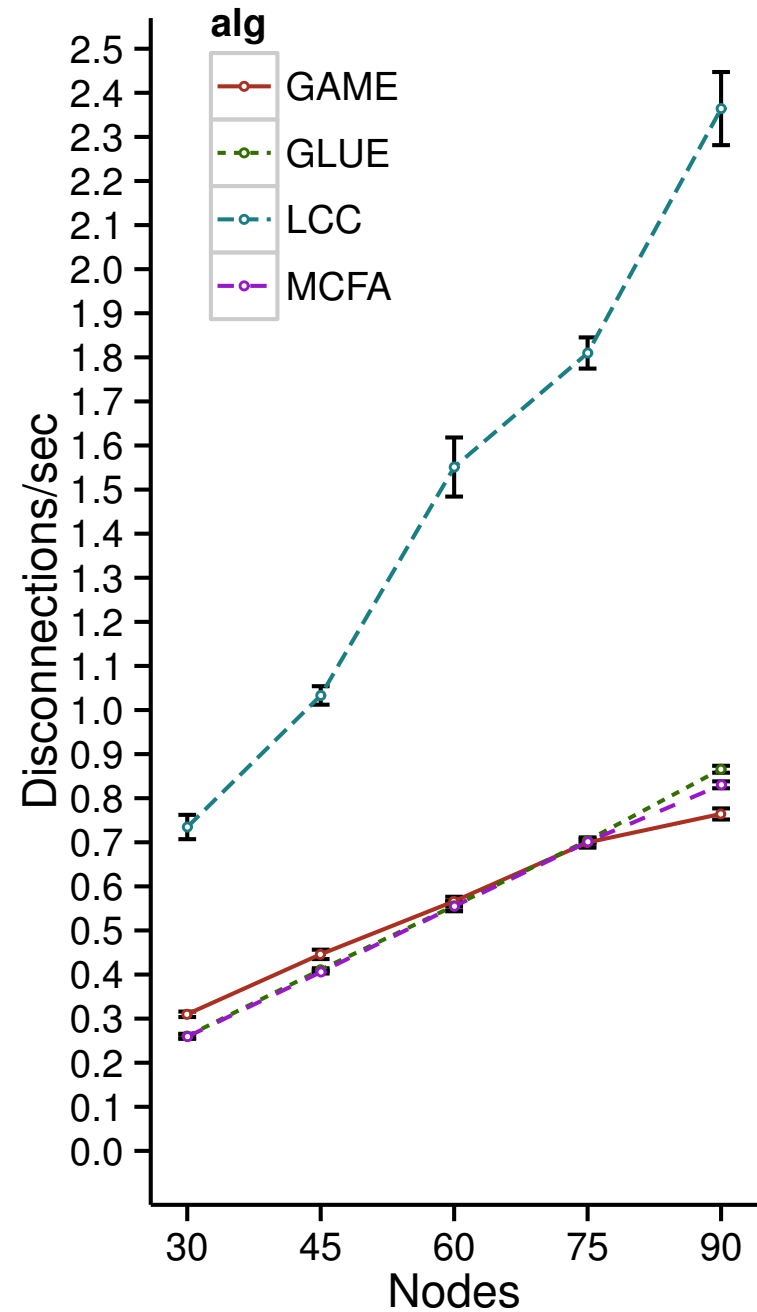
Desconexões

Desconexões/sec
utilizando
Modelo RPGM



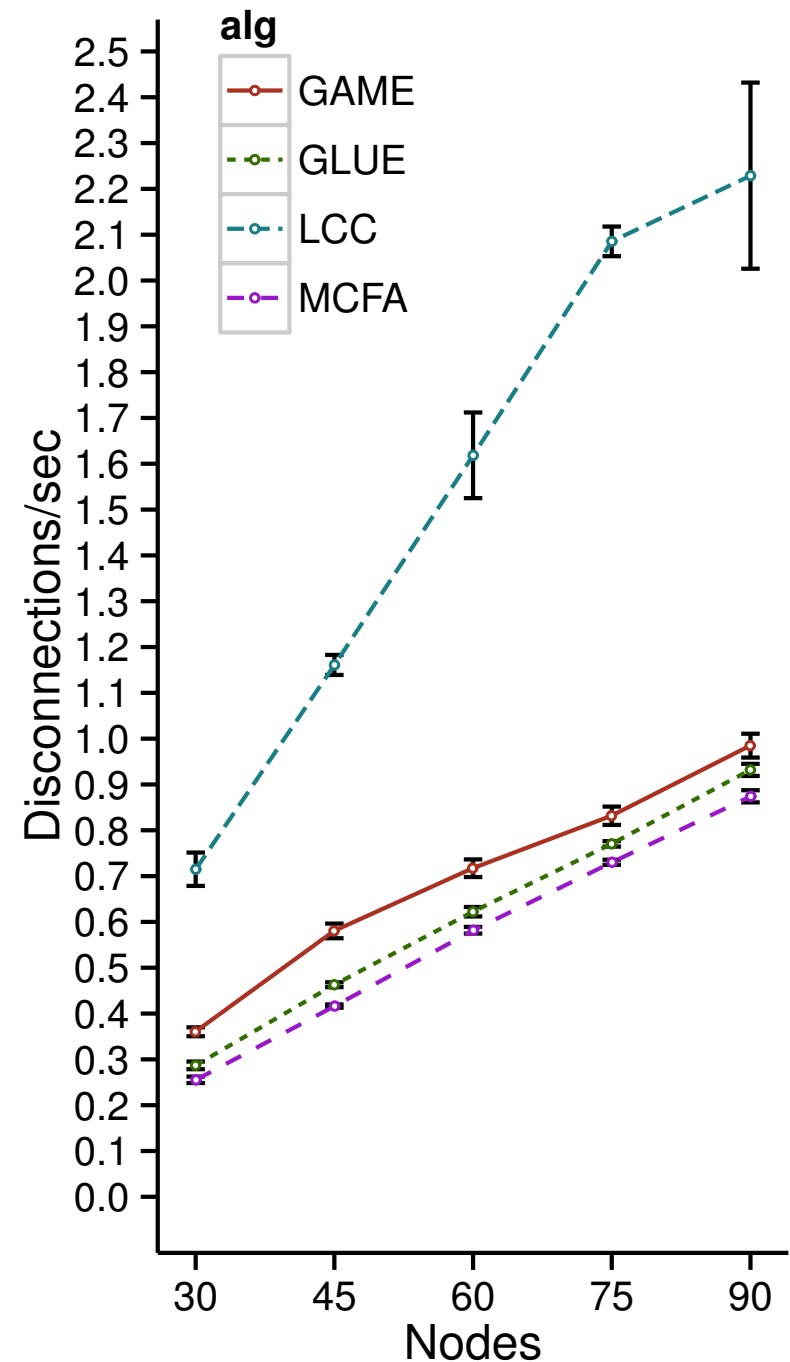
Desconexões

Desconexões/sec
utilizando
Modelo RWP



Desconexões

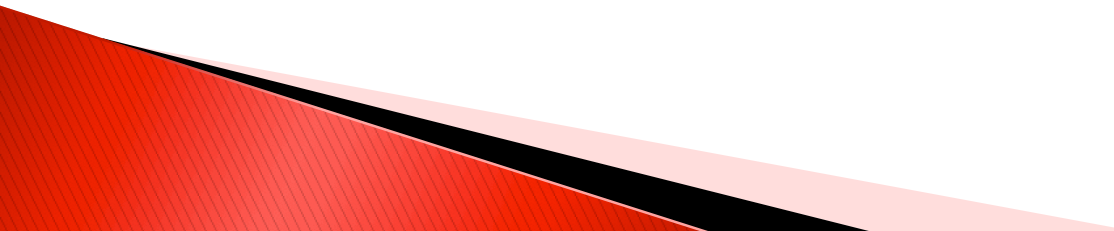
Desconexões/s
utilizando
RPGM e RWP
Combinados



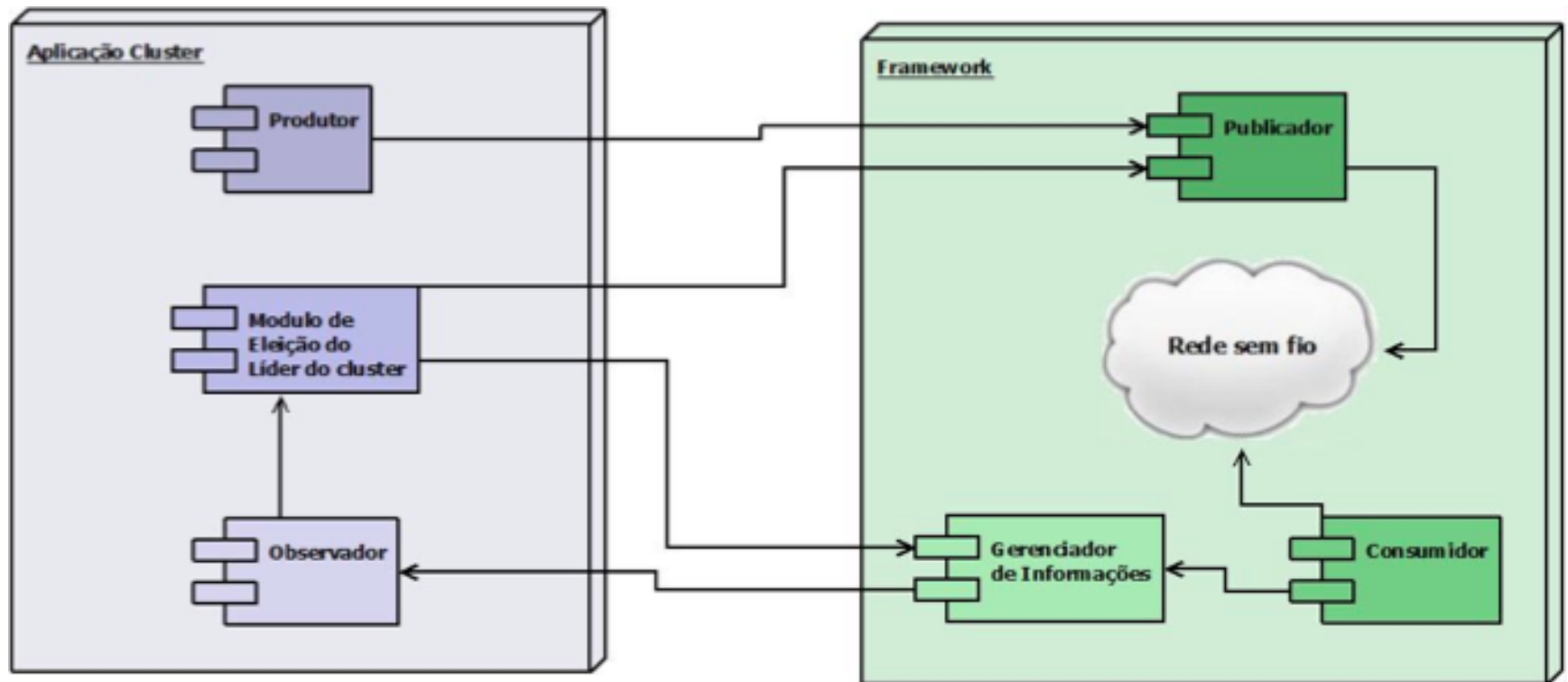
Resultados

- ▶ Ambiente de Testes
- ▶ Resultados Simulação
- ▶ Teste de Viabilidade

Teste de Viabilidade

- ▶ Implementação em APK Android
 - ▶ Hardware Comodity
 - ▶ Implementado sobre a notificação de serviços
 - ▶ Implementado sobre Framework WiFi Direct iMobilis
 - ▶ Testes mostram a viabilidade, ainda é necessário maturidade
- 

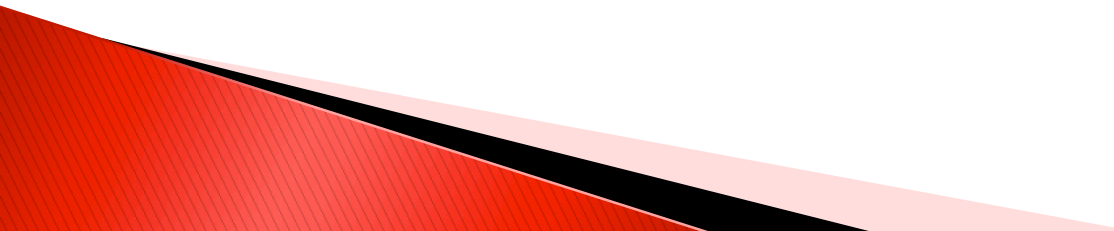
Framework



Resultados Teste de Viabilidade

Movimentação	Número de Tablets	Número de Clusters
Parado	2	2
Movimentando	2	2
Parado	3	3
Movimentando	3	2
Parado	4	4
Movimentando	4	2

Organização

- ▶ Problema
 - Contextualização
 - Contribuição
 - ▶ Referencial Teórico
 - ▶ Relacionados
 - ▶ Análise dos Algoritmos
 - ▶ Proposta
 - ▶ Resultados
 - ▶ Conclusão e Trabalhos Futuros
- 

Conclusão

- ▶ O Algoritmo do GLUE permitiu a fusão de clusters utilizando uma sobreposição de mobilidade.
- ▶ O número de clusters formado foi o segundo menor sem perder a estabilidade

Trabalhos Futuros

- ▶ Aprofundar na implementação do GLUE utilizando o Framework do WiFi Direct
- ▶ Implementar o Glue diretamente na formação do grupo do WiFi Direct