

Disciplina 2°.semestre/2004

Aula6

Redes de Sensores Sem Fio



DEF
40 Anos

UFMG

Linnyer Beatrys Ruiz

linnyer@dcc.ufmg.br

Depto. Engenharia Elétrica UFMG

Gerenciamento de RSSF

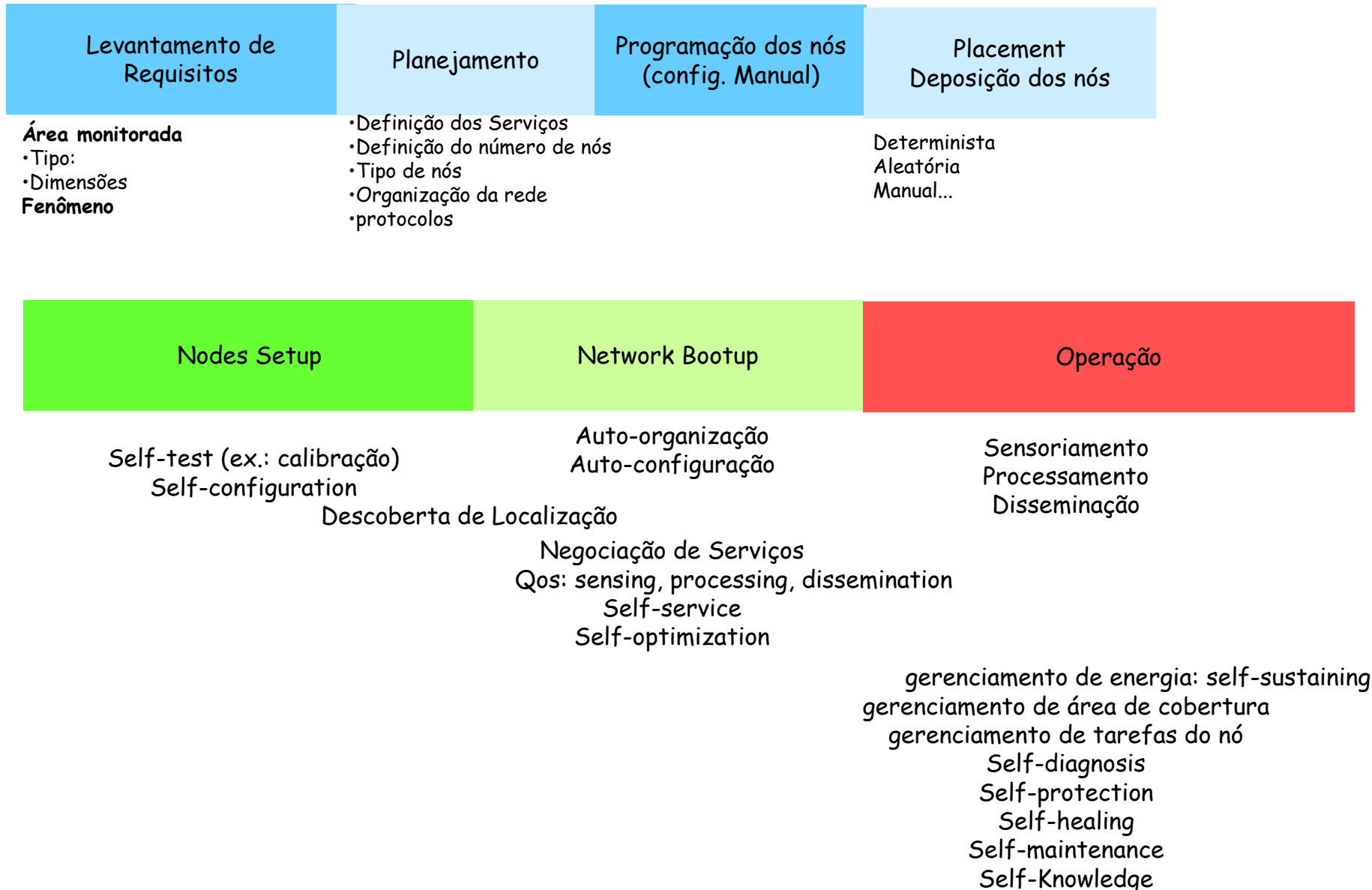
Arquitetura MANNA

Linnyer Beatrys Ruiz

Breve Revisão de Conceitos

- Gerência \neq Gerenciamento
- Objetivos do gerenciamento:
 - Promover a produtividade dos recursos e a qualidade de serviços da rede
- Organização bidimensional para o gerenciamento de redes (tradicionais)
 - **Áreas funcionais:**
 - Configuração, falhas, segurança, desempenho e contabilização
 - **Níveis de gerenciamento**
 - Elemento de rede, gerenciamento de elemento de rede, gerenciamento de rede, gerenciamento de serviços e gerenciamento de negócios

Atividades e Funções de Gerenciamento



Arquitetura MANNA

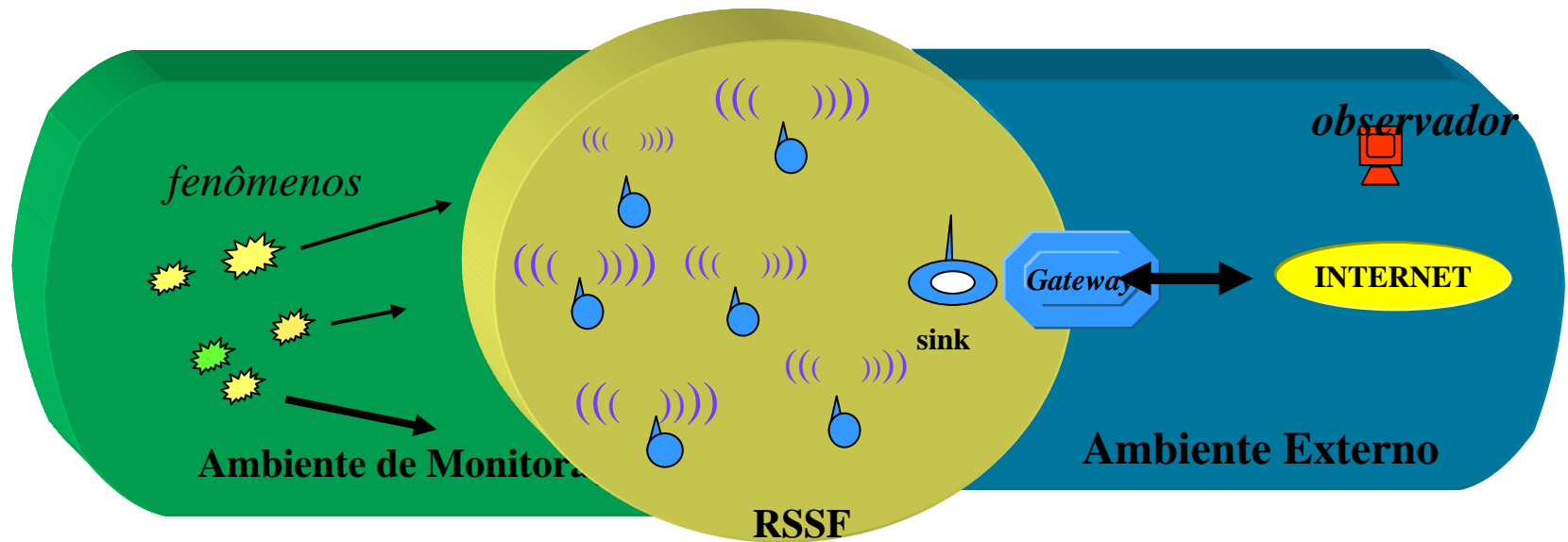
- Origem no hebraico *Man hu* = "**Que é isto?**"
- Alimento fornecido por Deus aos israelitas durante 40 anos no deserto (Êxodos 16)
- Só colhiam o necessário para um dia e o faziam no orvalho
- Era como uma semente miúda que era lançada do céu e cobria a terra como geada.
- Tinha gosto de bolo de mel.
- Coisa excelente, vantajosa [Aurélio].
- Confiabilidade

Como promover produtividade de recursos em redes com:

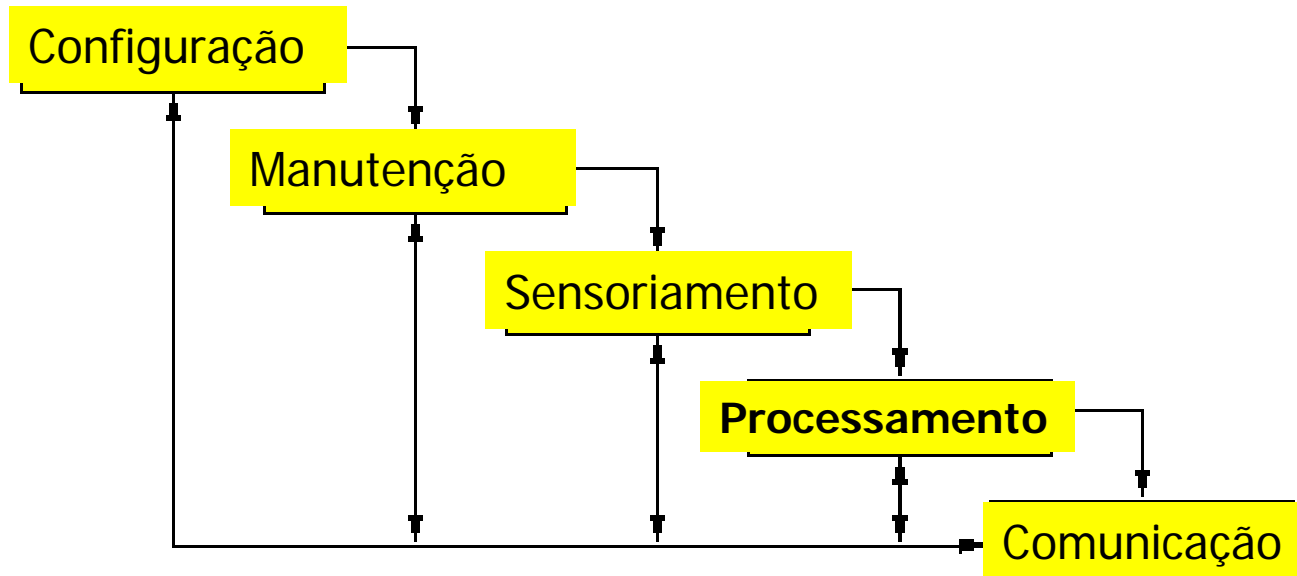
- Restrições severas de hardware e software
- Falhas não são exceções
- Topologia dinâmica
- Alta densidade de nós
- Tolerância a falhas
- Nós descartáveis
- Nós realizam tarefas comuns (colaborativas)
- Organização e operação desacompanhadas
- Dependentes da aplicação



Como promover a integração das RSSFs com outras redes?



Ciclo de Vida de uma RSSF



Estas fases são simultâneas em suas ocorrências e podem estar ativas em diferentes momentos do tempo de vida das redes de sensores

REQUISITOS DO GERENCIAMENTO

- ✓ O gerenciamento deve ser simples
- ✓ aderente às peculiaridades das RSSF
- ✓ Concebido a partir de uma arquitetura aberta e flexível
- ✓ Promover a integração de diferentes soluções para problemas específicos
- ❖ aderência a padrões estabelecidos pode ser um fator complicador

Motivação

- Não existe uma separação lógica entre as funcionalidades de gerenciamento e as funcionalidades da rede.
- Não foram encontrados na literatura trabalhos que apresentem uma solução integrada para RSSFs, uma arquitetura de gerenciamento ou mesmo um modelo de informação genérico

Arquitetura MANNA

1. Utilização de paradigmas tradicionais visando integração com outras redes no futuro
2. Estabelece um modelo funcional para RSSFs
3. Organização Tri-dimensional para o gerenciamento de RSSFs
4. Esquema para definição de Funções e Serviços
5. Lista de Funções de Gerenciamento
6. Lista de Serviços de Gerenciamento
7. Modelo de informação para RSSFs
8. Arquitetura: funcional, física e de informação
9. Propõe o uso do paradigma de “auto-gerenciamento” (self-management)

Conceitos Tradicionais

- Modelo gerente-agente e objeto gerenciado

Gerente: parte da aplicação capaz de processar dados e informações com objetivo de tornar a rede eficaz e eficiente. Emite operações, recebe respostas e notificações dos agentes. Em aplicações distribuídas negocia com outros gerentes.

Agentes: parte da aplicação distribuída (embutida) no elemento gerenciável. Responde pelo elemento de rede às operações do(s) gerente e envia notificações na ocorrência de determinados eventos.

Objeto gerenciável: representa a recurso através de atributos, notificações, comportamento...

Arquitetura MANNA

Modelo Funcional

Sensoriamento

Sensoriamento		
Coleta	Periódica	Os nós sensores coletam dados sobre o(s) fenômeno(s) em intervalos regulares. Um exemplo são as aplicações que monitoram o canto dos pássaros. Os sensores farão a coleta durante o dia e permaneceram desligados durante a noite.
	Contínua	Os nós sensores coletam os dados continuamente. Um exemplo são as aplicações de exploração interplanetária que coletam dados continuamente para a formação de base de dados para pesquisas.
	Reativa	Os nós sensores coletam dados quando ocorrem eventos de interesse ou quando solicitado pelo observador. Um exemplo são as aplicações que detectam a presença de objetos na área monitorada.
	Tempo Real	Os nós sensores coletam a maior quantidade de dados possível no menor intervalo de tempo. Um exemplo são aplicações que envolvem risco para vidas humanas tais como aplicações em escombros ou áreas de desastres. Um outro exemplo são as aplicações militares onde o dado coletado é importante na tomada de decisão e definição de estratégias.

Tabela 4.2: Caracterização das Redes de Sensores Sem Fio segundo o sensoriamento.

Arquitetura MANNA

Modelo Funcional

Configuração		
Composição	Homogênea	Rede composta de nós que apresentam a mesma capacidade de hardware. Eventualmente os nós podem executar software diferente.
	Heterogênea	Rede composta por nós com diferentes capacidades de hardware.
Organização	Hierárquica	RSSF em que os nós estão organizados em grupos (<i>clusters</i>). Cada grupo terá um líder (<i>cluster-head</i>) que poderá ser eleito pelos nós comuns. Os grupos podem organizar hierarquias entre si.
	Plana	Rede em que os nós não estão organizados em grupos
Mobilidade	Estacionária	Todos os nós sensores permanecem no local onde foram depositados durante todo o tempo de vida da rede.
	Móvel	Rede em que os nós sensores podem ser deslocados do local onde inicialmente foram depositados.
Densidade	Balanceda	Rede que apresenta uma concentração e distribuição de nós por unidade de área considerada ideal segundo a função objetivo da rede.
	Densa	Rede que apresenta uma alta concentração de nós por unidade de área.
	Esparsa	Rede que apresenta uma baixa concentração de nós por unidade de área.
Distribuição	Irregular	Rede que apresenta uma distribuição não uniforme dos nós na área monitorada.
	Regular	Rede que apresenta uma distribuição uniforme de nós sobre a área monitorada

Tabela 4.1: Caracterização das Redes de Sensores Sem Fio segundo a configuração.

Arquitetura MANNA

Modelo Funcional

Classificação segundo a Comunicação		
Disseminação	Programada	Os nós disseminam em intervalos regulares.
	Contínua	Os nós disseminam os dados continuamente.
	Sob Demanda	Os nós disseminam os dados em resposta à consulta do observador e à ocorrência de eventos.
Tipo Conexão	Simétrica	Todas as conexões existentes entre os nós sensores, com exceção do nó sorvedouro têm o mesmo alcance.
	Assimétrica	As conexões entre os nós comuns têm alcance diferente.
Transmissão	Simplex	Os nós sensores possuem transceptor que permite apenas transmissão da informação.
	Half-duplex	Os nós sensores possuem transceptor que permite transmitir ou receber em um determinado instante.
	Full-duplex	Os nós sensores possuem transceptor que permite transmitir ou receber dados ao mesmo tempo.

Tabela 4.3: Caracterização das Redes de Sensores Sem Fio segundo a comunicação (Parte A).

Arquitetura MANNA

Modelo Funcional

Classificação segundo a Comunicação		
Alocação de Canal	Estática	Neste tipo de rede se existirem “n” nós, a largura de banda é dividida em “n” partes iguais na frequência (FDMA – <i>Frequency Division Multiple Access</i>), no tempo (TDMA – <i>Time Division Multiple Access</i>), no código (CDMA – <i>Code Division Multiple Access</i>), no espaço (SDMA – <i>Space Division Multiple Access</i>) ou ortogonal (OFDM – <i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>). A cada nó é atribuída uma parte privada da comunicação, minimizando interferência.
	Dinâmica	Neste tipo de rede não existe atribuição fixa de largura de banda. Os nós disputam o canal para comunicação dos dados.
Fluxo de Informação	<i>Flooding</i>	Neste tipo de rede, os nós sensores fazem <i>broadcast</i> de suas informações para seus vizinhos que fazem <i>broadcast</i> desses dados para outros até alcançar o ponto de acesso. Esta abordagem promove um alto <i>overhead</i> mas está imune às mudanças dinâmicas de topologia e a alguns ataques de impedimento de serviço (DoS – <i>Denial of Service</i>).
	<i>Multicast</i>	Neste tipo de rede os nós formam grupos e usam o <i>multicast</i> para comunicação entre os membros do grupo.
	<i>Unicast</i>	Neste tipo de rede, os nós sensores podem se comunicar diretamente com o ponto de acesso usando protocolos de roteamento multi-saltos.
	<i>Gossiping</i>	Neste tipo de rede, os nós sensores selecionam os nós para os quais enviam os dados.
	<i>Bargaining</i>	Neste tipo de rede, os nós enviam os dados somente se o nó destino manifestar interesse, isto é, existe um processo de negociação.

Tabela 4.4: Caracterização das Redes de Sensores Sem Fio segundo a comunicação (Parte B).

Arquitetura MANNA

Modelo Funcional

Classificação segundo o Processamento		
Cooperação	Infra-estrutura	Os nós sensores executam procedimentos relacionados à infra-estrutura da rede como por exemplo, algoritmos de controle de acesso ao meio, roteamento, eleição de líderes, descoberta de localização e criptografia.
	Localizada	Os nós sensores executam além dos procedimentos de infra-estrutura, algum tipo de processamento local básico como por exemplo, tradução dos dados coletado pelos sensores baseado na calibração.
	Correlação	Os nós estão envolvidos em procedimentos de correlação de dados como fusão, supressão seletiva, contagem, compressão, multi-resolução e agregação.

Tabela 4.5: Caracterização das Redes de Sensores Sem Fio segundo o processamento

Organização para o Gerenciamento

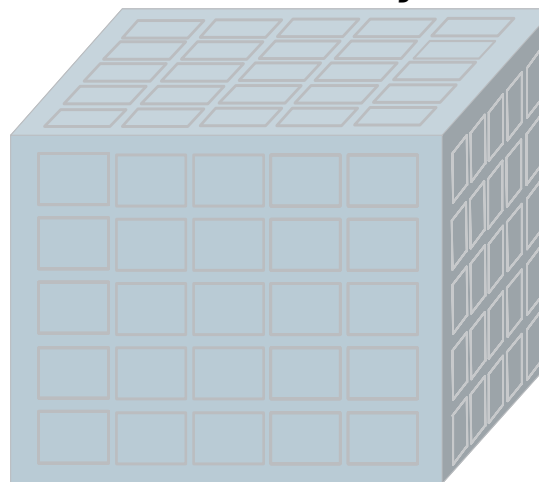
■ Funções

Funcionalidades das RSSFs

Configuração
Manutenção
Sensoriamento
Processamento
Comunicação

Áreas Funcionais

Gerenciamento de Configuração
Gerenciamento de Falhas
Gerenciamento de Desempenho
Gerenciamento de Segurança
Gerenciamento de Contabilização



Níveis de Gerenciamento

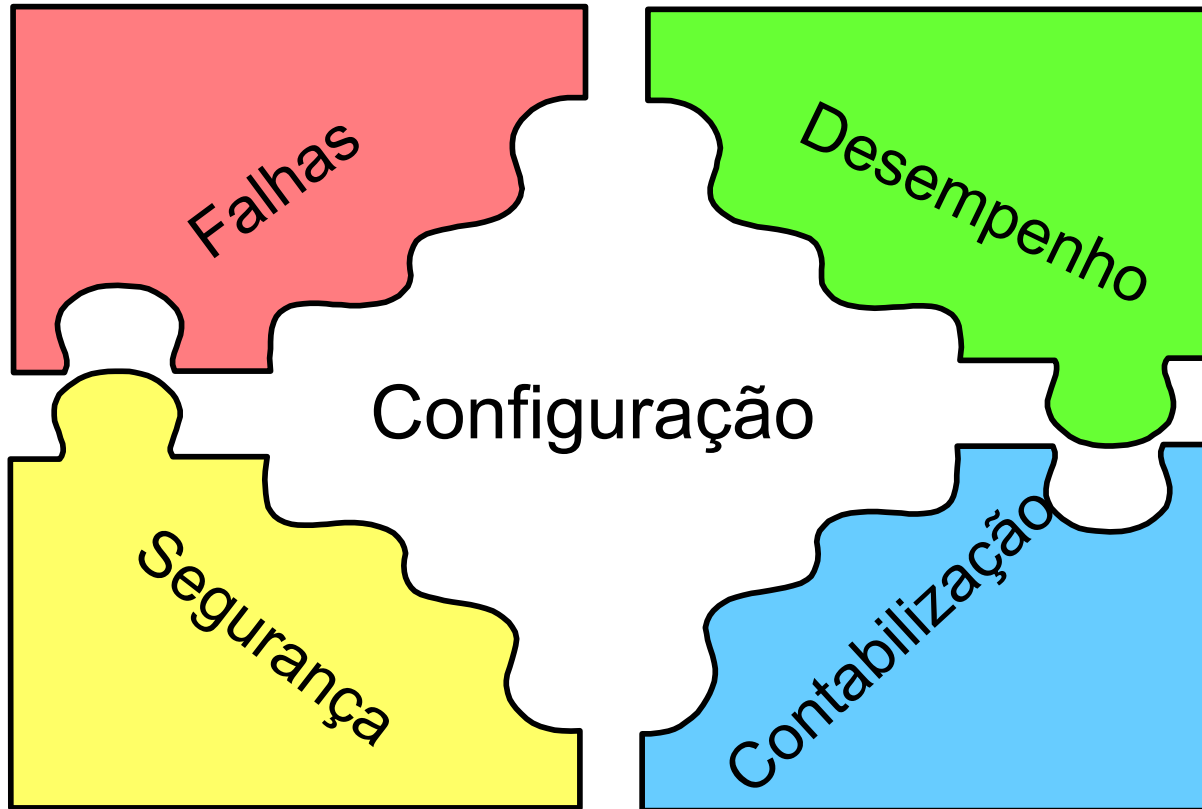
Gerenciamento de Negócio
Gerenciamento de Serviços
Gerenciamento de Rede
Gerenciamento de Elemento
Elemento de Rede

Organização tri-dimensional

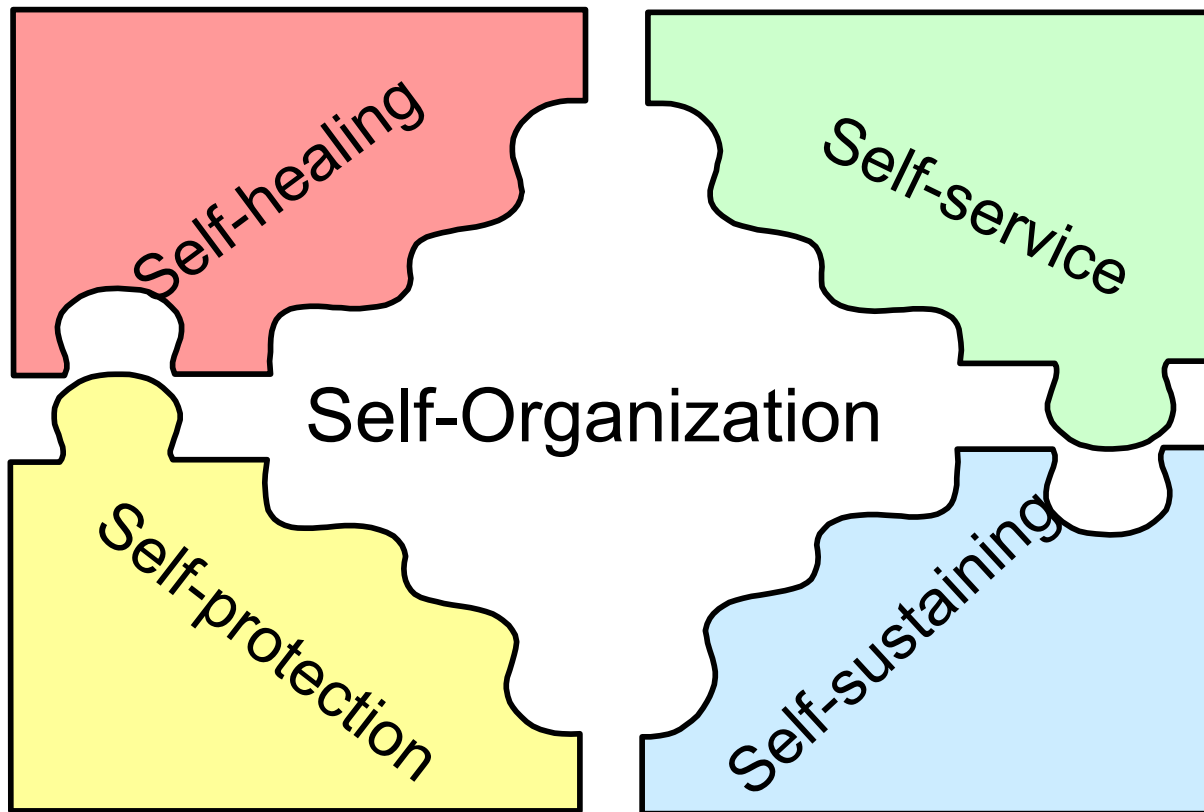
- A terceira dimensão foi incluída para tornar o gerenciamento compatível com a aplicação. Permitir estratégias de integração dependentes da aplicação
- A interseção dos três planos define uma célula.
- Cada célula contém um conjunto de funções
- Observando as características da aplicação, instancia-se um conjunto de funções

Áreas Funcionais de Gerenciamento

Definidas no gerenciamento tradicional e re-pensadas pela arquitetura MANNA para o gerenciamento de RSSF



Áreas Funcionais de auto-Gerenciamento (conforme MANNA)



Gerenciamento de Configuração

- Qualquer problema ou situação não prevista na configuração da rede pode comprometer o serviço oferecido.
- O gerenciamento da configuração é uma das áreas funcionais de maior relevância no gerenciamento de RSSF

Gerenciamento de Falhas

- Falhas não são exceções
- RSSF podem apresentar problemas independentes da energia
 - ❖ eventos de qualidade de serviço
 - ❖ eventos de processamento
 - ❖ eventos de comunicação
 - ❖ falhas físicas de equipamento
 - ❖ eventos ambientais
 - ❖ eventos de violação integridade
 - ❖ eventos de violação operacional
 - ❖ evento de violação no domínio do tempo

Gerenciamento de Desempenho

- Self-service
 - RSSFs são usuárias e provedoras de seus serviços
- Algumas métricas:
 - Precisão
 - Atraso
 - Área de cobertura
 - Exposure:
 - Tempo de organização da rede, tempo de operação, tempo de recuperação, escalabilidade

Gerenciamento de Segurança

- Vulnerável a ameaças
 - internas, externas, acidentais ou maliciosas
 - DoS – impedimento do serviço
- Funções de gerenciamento devem prover
 - Confiabilidade
 - Disponibilidade
 - Privacidade
 - Autenticidade
 - Integridade
- Envolve funcionalidades da pilha de protocolos

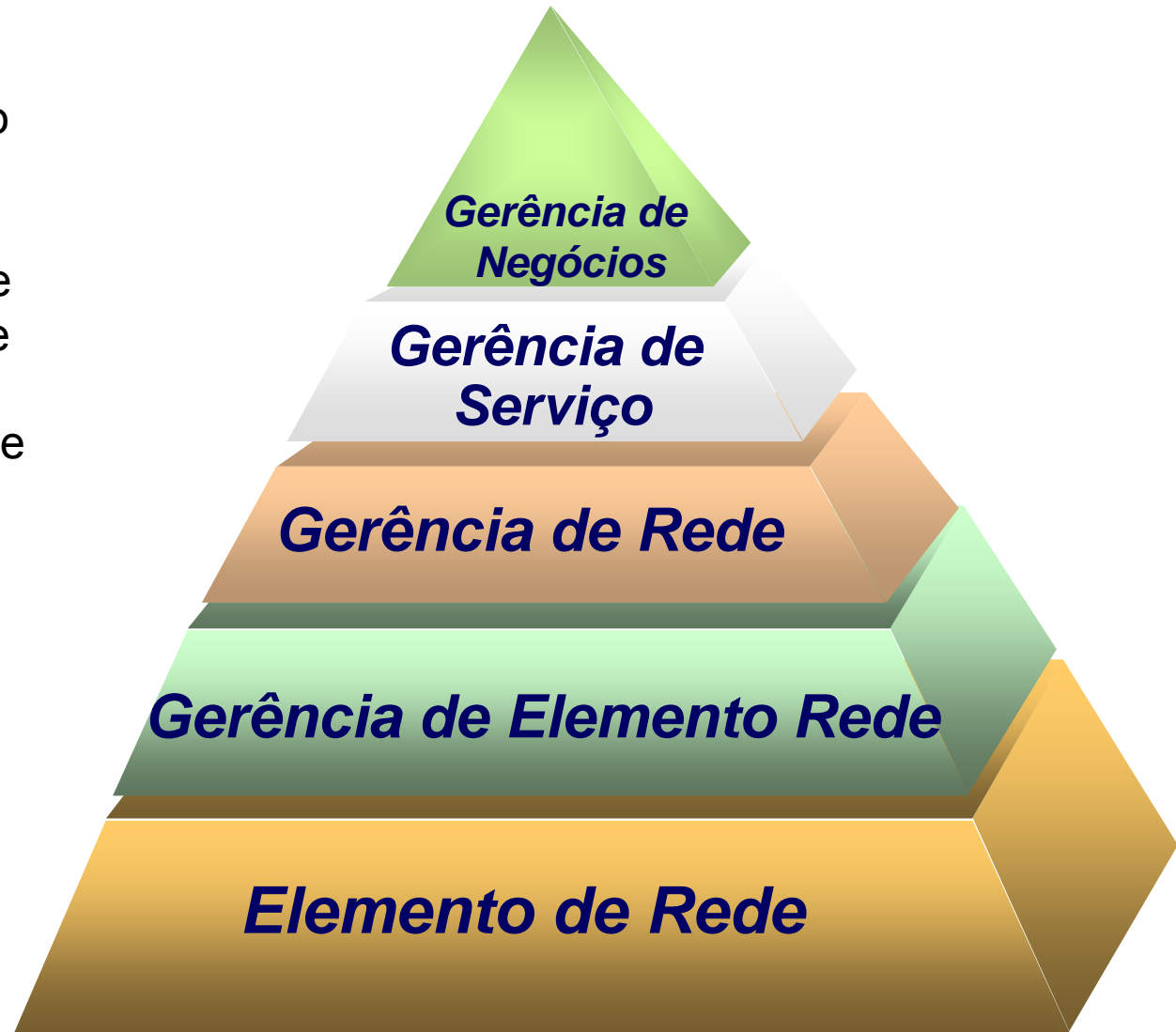


Gerenciamento de Contabilização

- A contabilização inclui as funções relacionadas aos registros dos recursos consumidos, estabelecendo métricas, quotas e limites que poderão ser utilizados por funções de outras áreas funcionais
- Self-sustaining
- Se o número de parâmetros supervisionados aumenta, o consumo de recursos também aumenta e o tempo de vida da rede diminui
- Custos devem ser amortizados. Ex.: usando predição

Níveis de Gerenciamento

Somente a partir da definição da aplicação e de seus requisitos na camada de negócios e serviços é que, se pode planejar as camadas de gerenciamento de rede, gerenciamento de elemento de rede e definir o elemento de rede a ser utilizado.

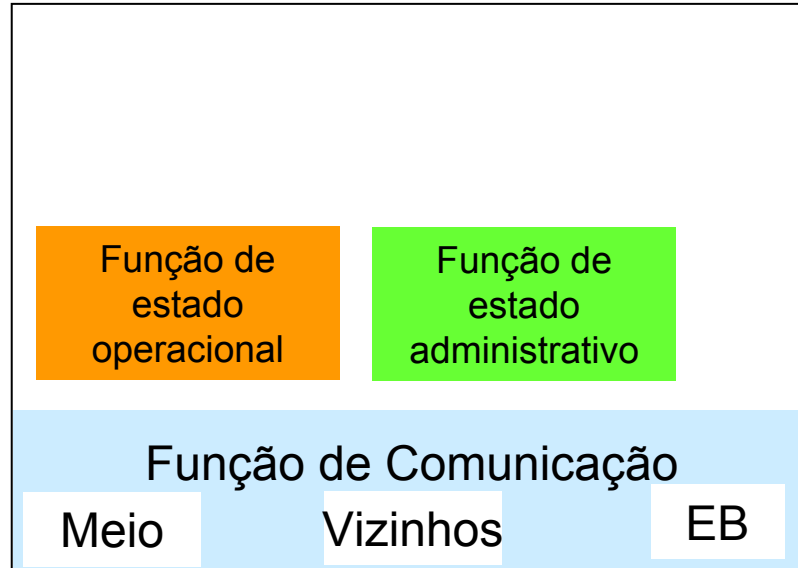


Gerenciamento de Serviço

- Qos Sensing
- Qos Processing
- Qos Dissemination

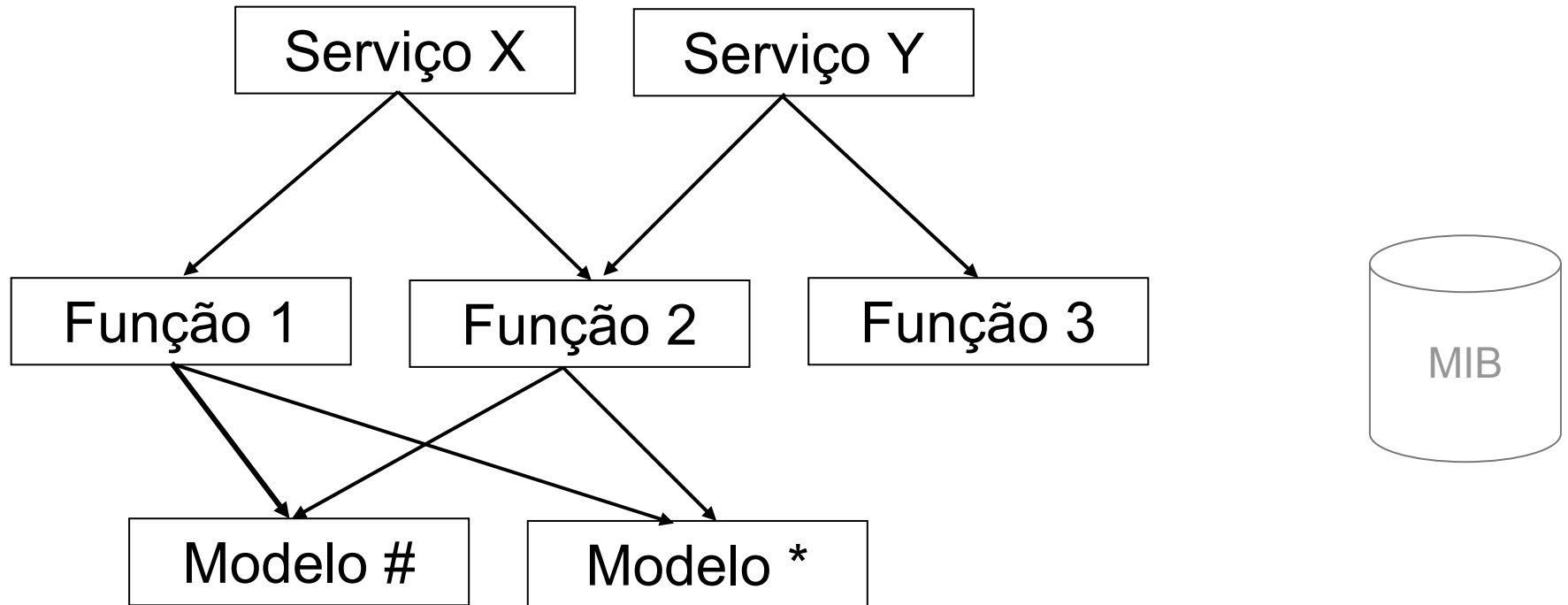
- Exemplo para QoS Sensing:
 - A habilidade de sensoriamento diminui quando a distância do fenômeno aumenta
 - A habilidade de sensoriamento pode melhorar com o tempo de sensoriamento (exposição)
 - A percepção também pode variar com o ângulo de exposição do fenômeno ao dispositivo sensor do nodo.
 - Deve-se considerar interferências do meio sobre o chip (sensor) e sobre a atividade de sensoriamento
 - Ex.: campo magnético, presença de agentes químicos, variações bruscas de temperatura.

Gerenciamento de Elemento de Rede



Ao elemento de rede são acrescentadas
funções de gerenciamento

Construção de uma Aplicação de Gerenciamento Serviços de Gerenciamento

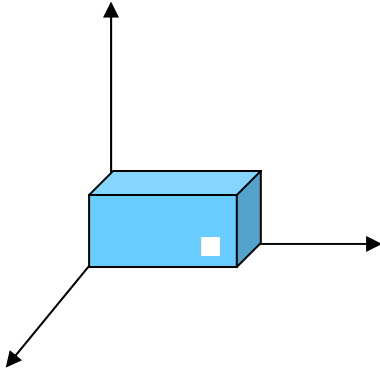


Automáticos, semi-automáticos e manuais

Serviços e Funções de Gerenciamento

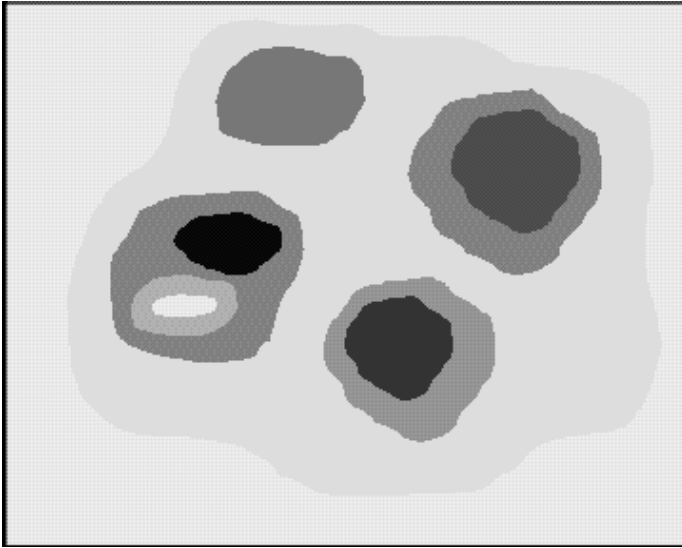
- Os serviços de gerenciamento são executados por um conjunto de funções que quando bem sucedidas, concluem a execução dos mesmos.
- As funções de gerenciamento representam as menores partes funcionais de um serviço de gerenciamento.

Funções de Gerenciamento

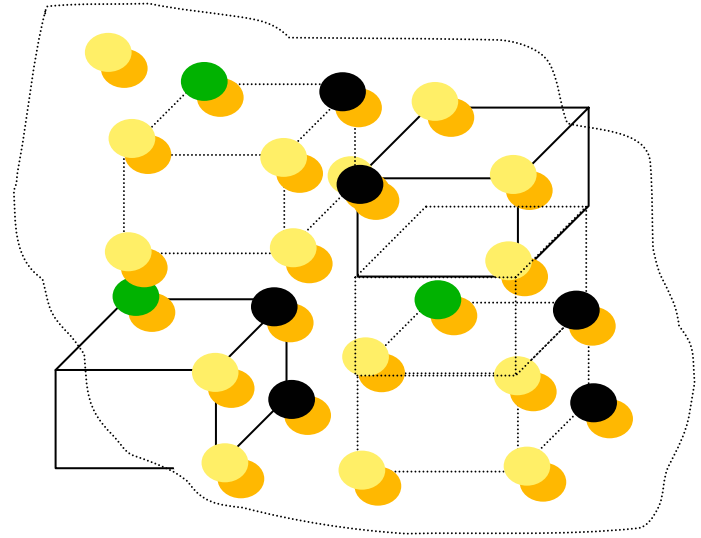


- ...
- Função de configuração de parâmetros
- Função de geração do mapa de topologia
- Função de cálculo da densidade
- Função de controle da densidade
- Função de definição da área de cobertura
- ... Automáticas, semi-automáticas e manuais

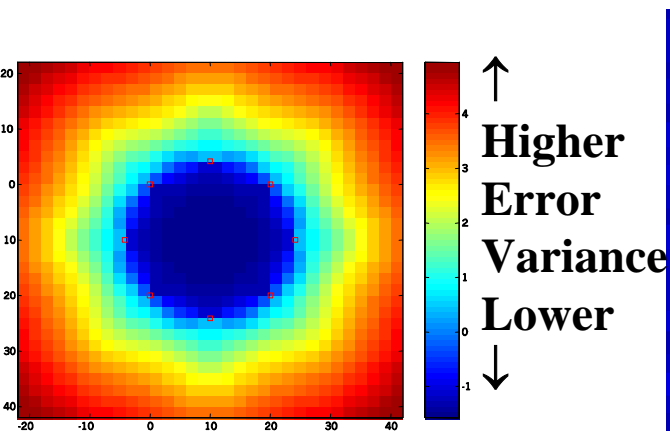
Modelo ou Mapas



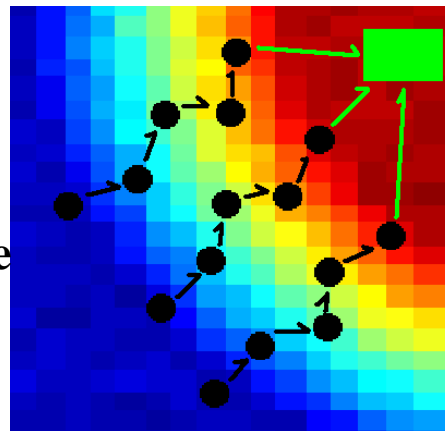
Mapa de energia



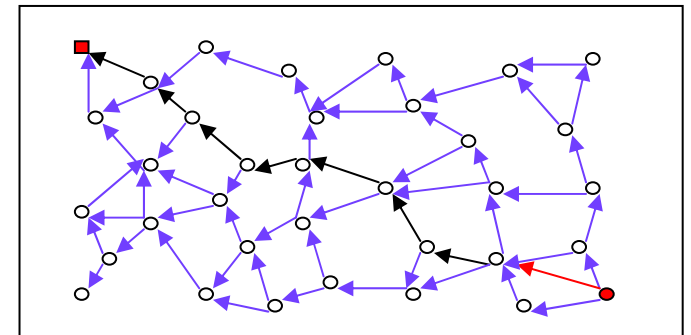
Mapa de topologia



Mapa de custo



Mapa de área de cobertura



Mapa de conectividade

Serviços de Gerenciamento (Self-management)

- ...
- Auto-organização
- Auto-configuração
- Auto-diagnóstico
- Auto-cura
- Auto-descoberta
- Auto-otimização
- Auto-serviço
- Auto-consciência
- Auto-conhecimento
- Auto-sustento
- Auto-manutenção
- ...

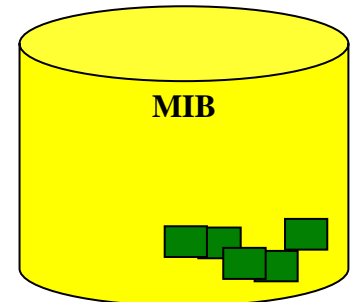
Arquitetura Informação

- Informação estática (diagrama de classes)
 - Classes de objetos de suporte
 - Classes de objetos gerenciadas
- Informação dinâmica (mapas para representação de estado)
 - Mapa de topologia
 - Mapa de energia
 - Mapa de área de cobertura de sensoriamento
 - Mapa de área de cobertura de comunicação

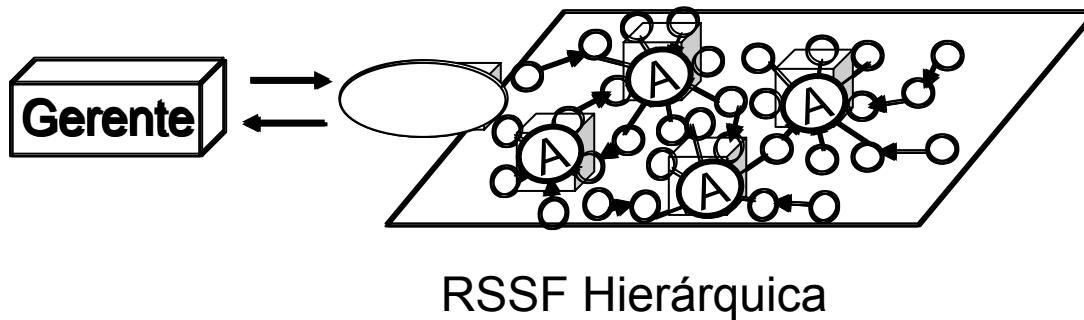
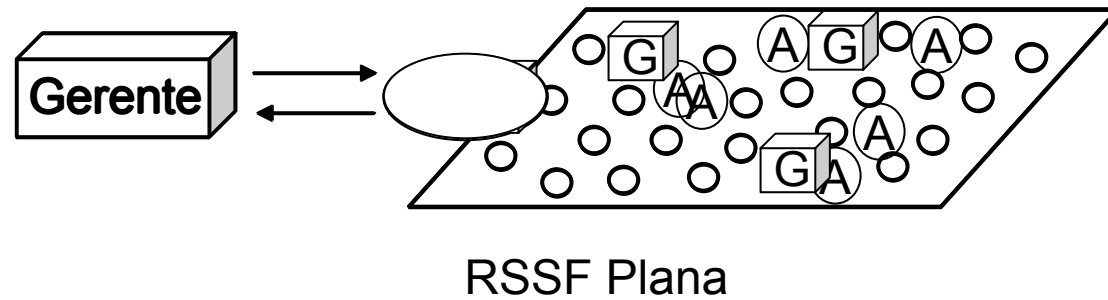
BASE DE INFORMAÇÃO DE GERENCIAMENTO

- ERROS TEMPORAIS
- ERROS ESPACIAIS
- MEDIDAS PROBABILÍSTICAS

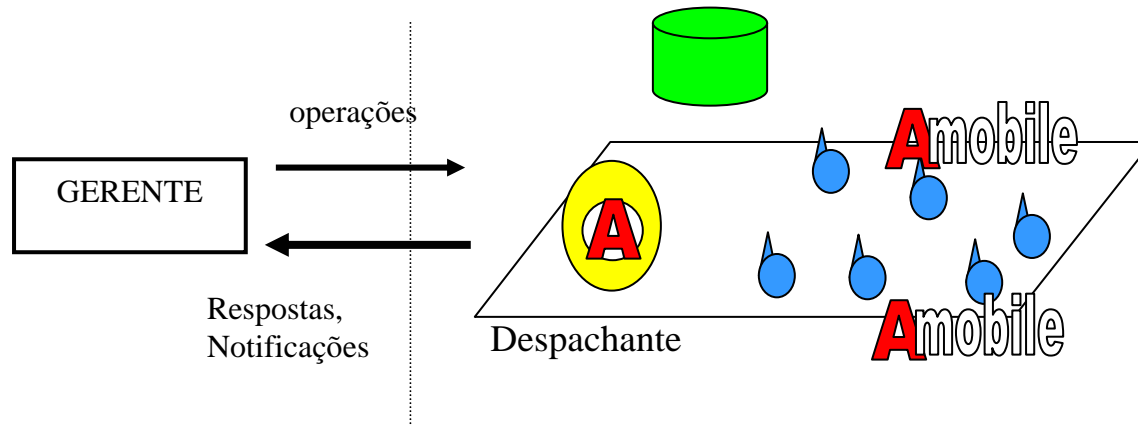
- POLÍTICAS DE ATUALIZAÇÃO
- LIMITAÇÃO DE ESCOPO



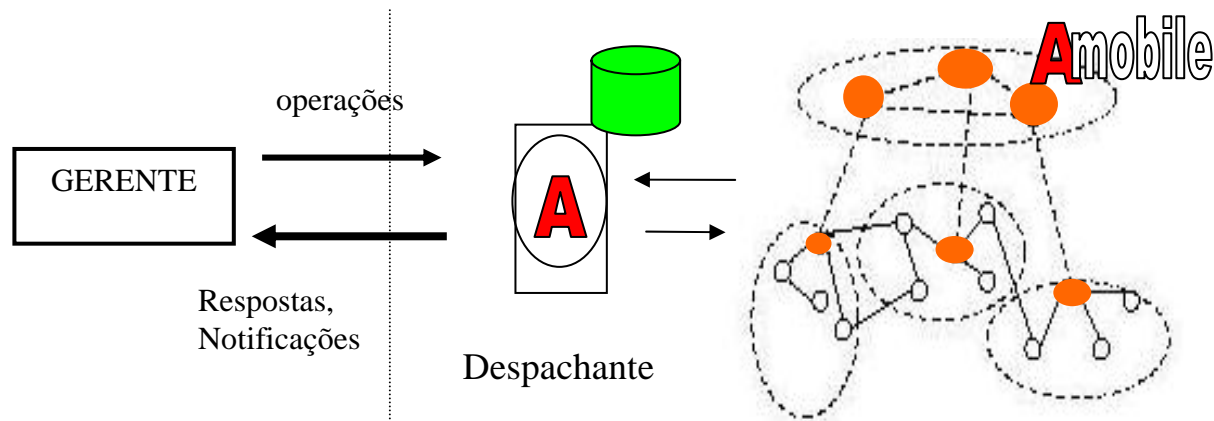
Arquitetura Funcional MANNA



Arquitetura Funcional MANNA (Usando Mobilidade de Código)



Aclone



Arquitetura Funcional MANNA (Usando Mobilidade de Código)

- requisitos de largura de banda são reduzidos.
- o agente pode migrar para um outro nodo quando o nodo hospedeiro estiver comprometido;
- escalabilidade da rede é suportada;
- quando os nodos da rede são móveis, o agente pode migrar para regiões de interesse independente do movimento dos nodos;
- extensibilidade é suportada,
- maior estabilidade, pois os agentes móveis podem ser enviados quando a conexão de rede está viva e retornar os resultados quando a conexão é restabelecida junto com os dados da rede;
- redução no atraso nas ações de gerenciamento;
- os gerentes não precisam instruir os agentes o tempo todo;
- a parte principal do gerenciamento não fica apenas no gerente;
- a clonagem de agentes pode influenciar na robustez e tolerância a falhas.

Arquitetura Física

- Define como a informação de gerenciamento será trocada entre as entidades de gerenciamento
- Não define uma pilha de protocolos para as interfaces mas provê perfis de protocolos que podem ser adequados a cada tipo de aplicação
- MannaNMP na camada de aplicação

Camada	Protocolos
Transporte	PFSQ, ESRT, RMST
Rede	DD, SPIN, SAR, MULTI, STORM, PROC, TinyBeaconing, LEACH, LEACH-C, TEEN, PEGASIS, ICA, GEOMOTE, GEAR, GPSR
Enlace	S-MAC, ARC, T-MAC, B-MAC, DE-MAC, TRAMA
Física	Transmissão em Rádio Frequência (RF), ótica e infra-vermelho

Desenvolvendo uma Solução de Gerenciamento

- Aplicação que monitora a qualidade do ar utilizando 188 nós sensores (em média);
- Sensoriamento/disseminação contínuos;
- Utilizando parâmetros de nós reais;
- Selecionando serviços e funções de gerenciamento da lista proposta pela arquitetura.
- Objetivos:
 - Avaliar o impacto da configuração sobre o desempenho da rede
 - Avaliar o impacto do gerenciamento sobre a aplicação construída

MANNASim: Uma ferramenta de Simulação para RSSFs

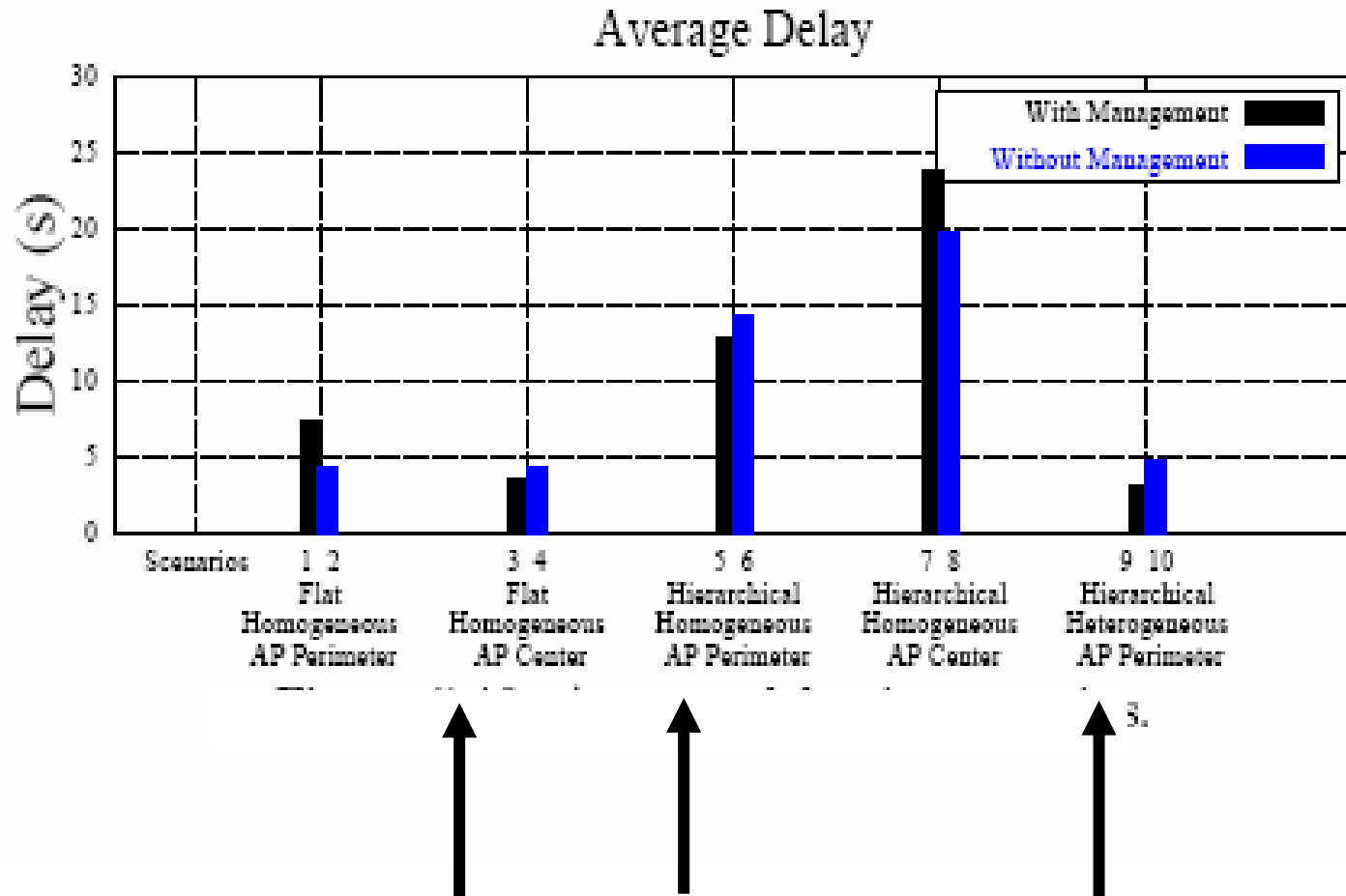
- **Motivação:**
 - Não haviam cenários de simulação disponíveis na literatura;
 - Não foram encontradas ferramentas de simulação específicas para RSSFs disponíveis;
 - A especificação foi obtida dos modelos de informação e do modelo funcional já propostos;
 - Construir um software livre que pudesse atender a outros pesquisadores;
- Disponibilizar uma ferramenta de simulação (baseada no NS-2) que permita construir aplicações de RSSFs e também aplicações de gerenciamento

Cenários de Simulação

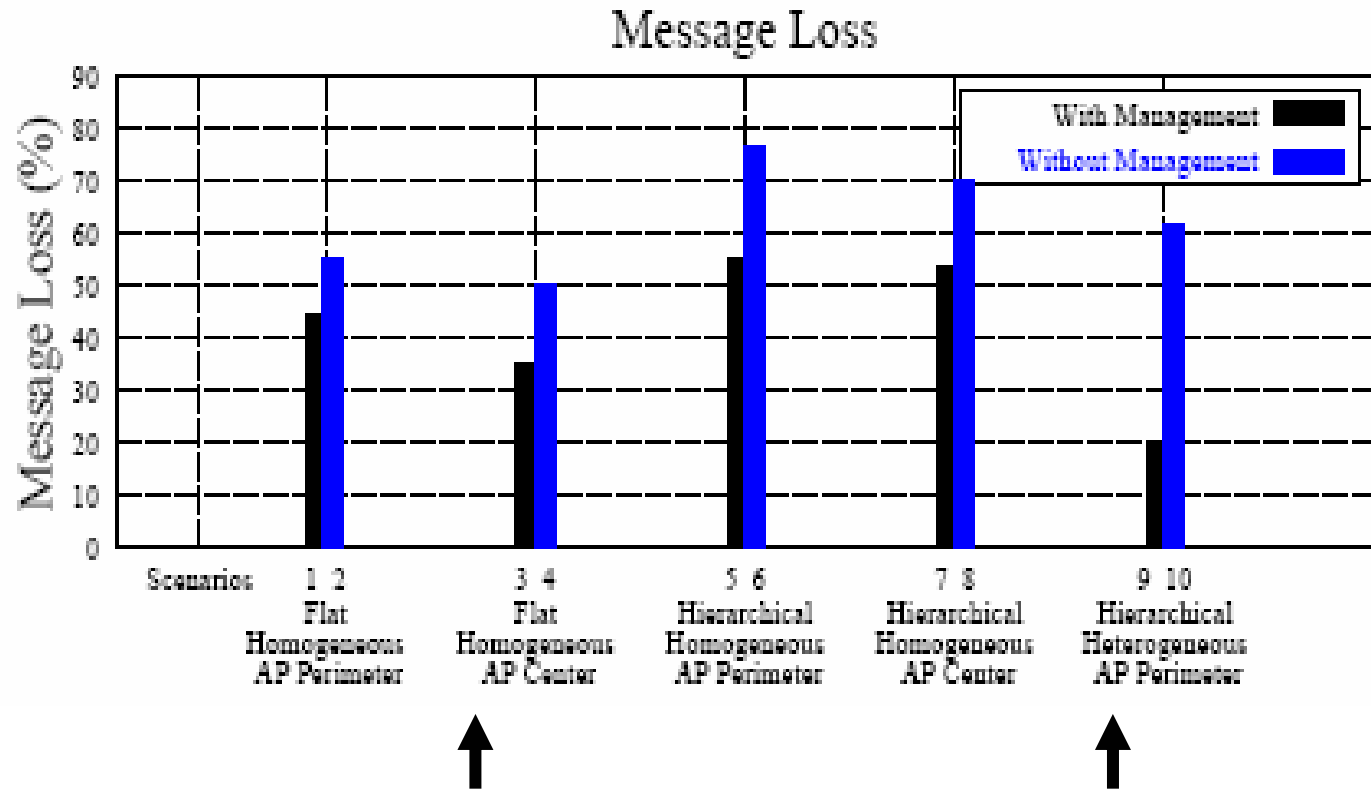
- RSSFs plana e hierárquica
- Hierárquica homogênea e heterogênea
- Com ponto de acesso localizado no perímetro ou no centro da rede
- Auto-gerenciada (utilizando serviços e funções automáticas) x não gerenciadas
- RSSF densa contendo 20% de redundância
- Gerenciamento centralizado (visão global da rede e estendendo a capacidade de processamento sem consumir energia)

Resultados dos Experimentos

Atraso Médio

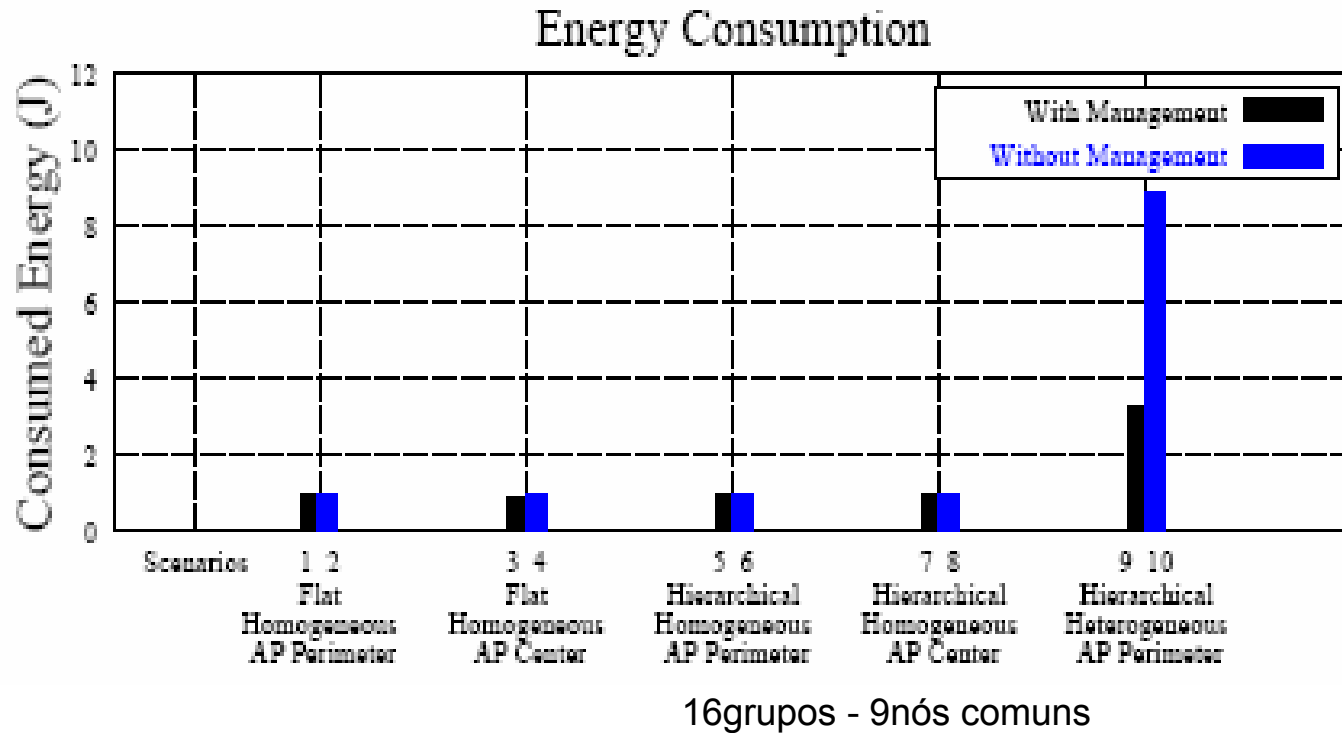


Resultados dos Experimentos Mensagens Perdidas



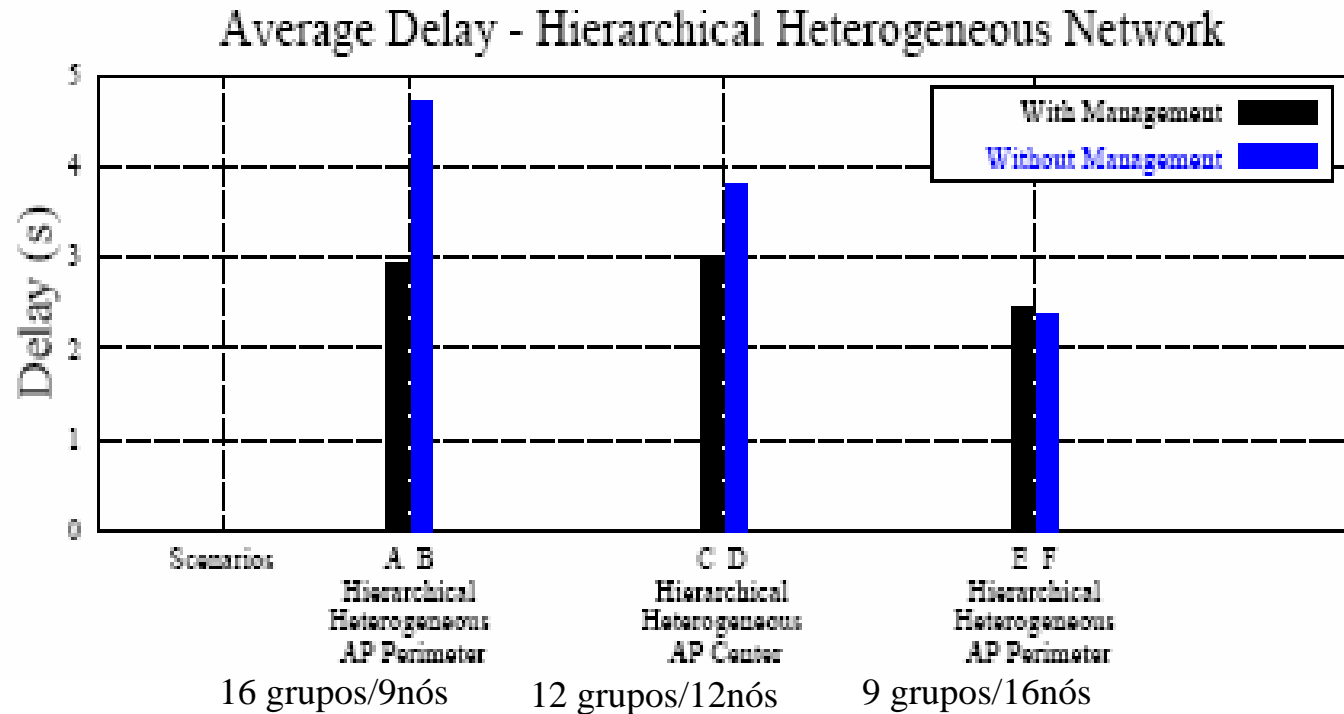
Resultados dos Experimentos

Consumo de Energia

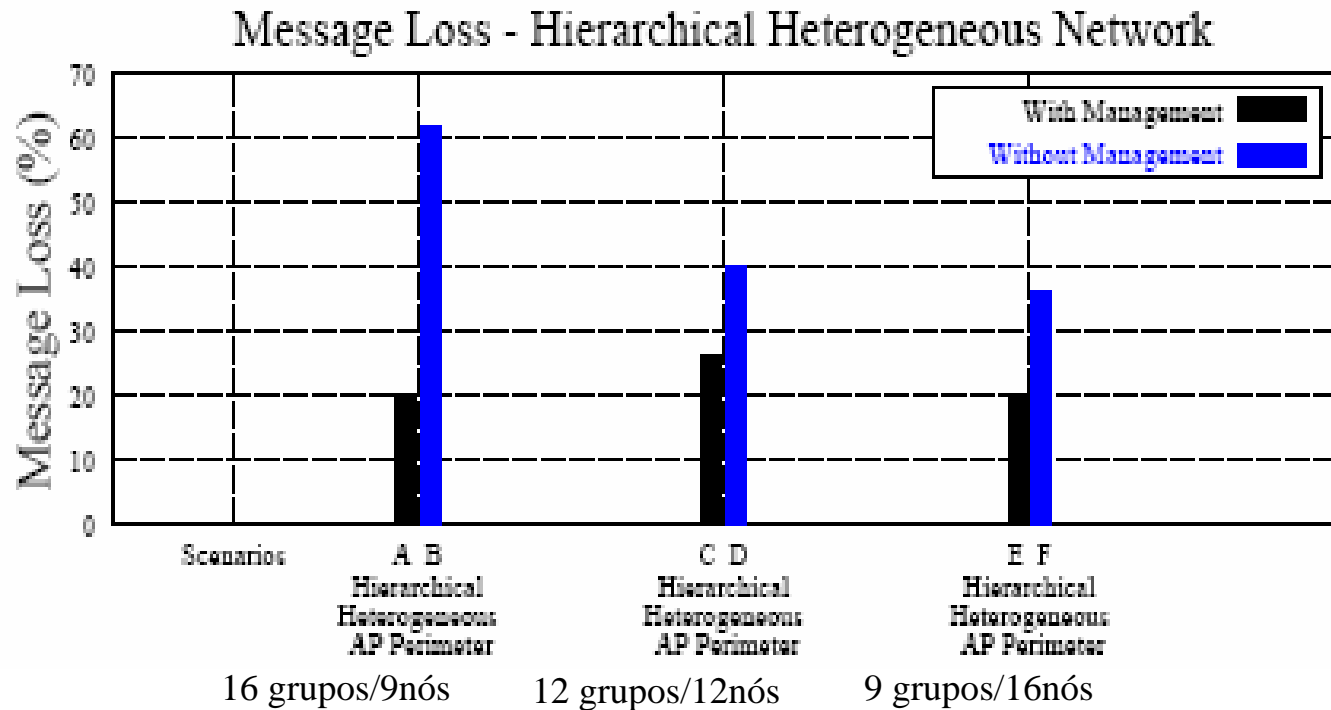


Outros experimentos para RSSFs organizadas em 12 grupos de 12 nós comuns e 9 grupos de 16 nós comuns.

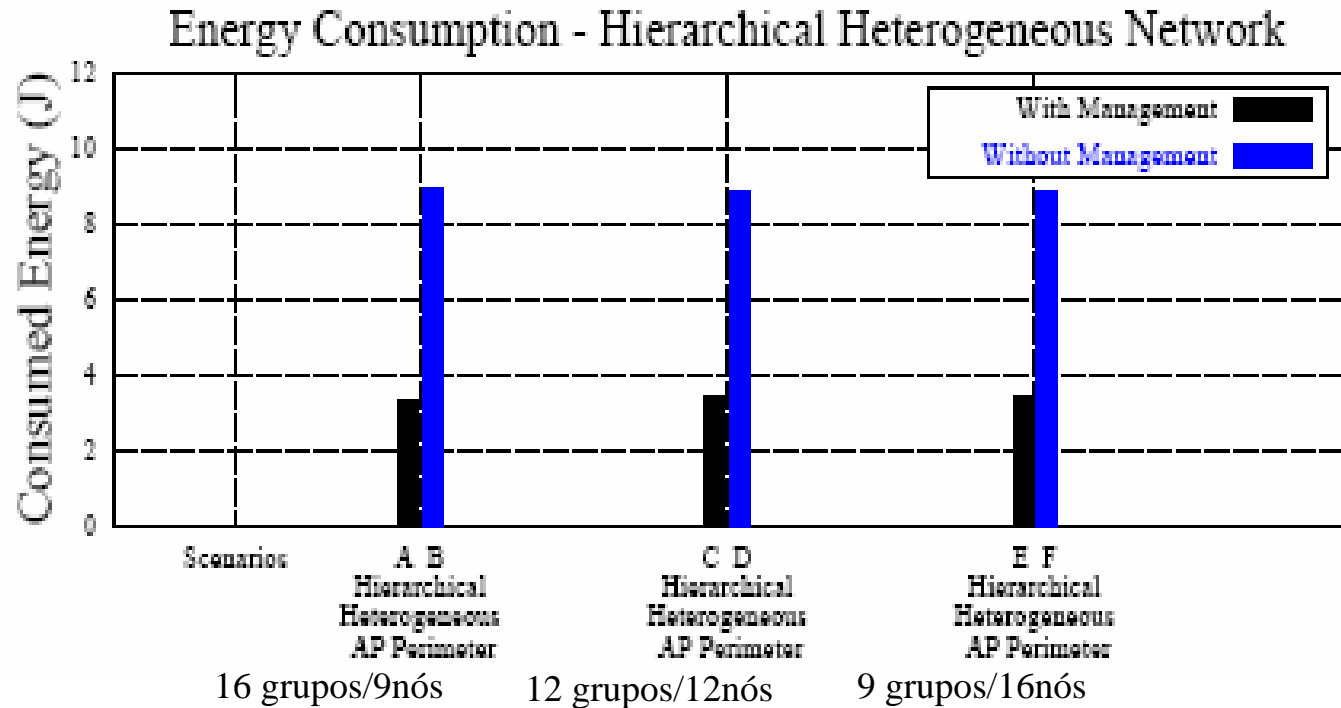
Resultados dos Experimentos com RSSF Hierárquicas Heterogêneas: Atraso Médio



Resultados dos Experimentos com RSSF Hierárquicas Heterogêneas: Mensagens Perdidas



Resultados dos Experimentos com RSSF Hierárquicas Heterogêneas: Energia Consumida



Conclusão sobre os Experimentos

- Os resultados dos experimentos mostram que a solução de gerenciamento desenvolvida a partir da seleção e implementação de alguns serviços e funções automáticas promove a produtividade da rede.
- Várias condições tiveram que ser assumidas para a realização do trabalho.
- Não é objetivo desta tese a implementação de uma solução completa de gerenciamento.

Conclusões

- O arcabouço proposto traz contribuições para a área, além de bases técnicas para a evolução deste tipo de tecnologia uma vez que não havia na literatura qualquer proposta relacionada ao tema.
- A tarefa de desenvolver soluções de gerenciamento para redes com características tão particulares não foi trivial. A tarefa tornou-se ainda mais difícil em função da novidade do tema e da interdisciplinaridade.

Conclusões

- A aplicação do paradigma de auto-gerenciamento mostra-se interessante para as RSSFs;
- A lista de serviços e funções pode servir como guia para a construção de aplicações de RSSFs e aplicações de gerenciamento para estas redes;
- A ferramenta MANNASim estará disponível para outros pesquisadores.

www.dcc.ufmg.br/~linnyer