



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ

# Sistema de Recomposição Automática para Rede de Distribuição de Energia Desenvolvido em JADE

Workshop-Escola de Sistemas de Agentes seus Ambientes e aplicações  
WESAAC-2019

Raimundo Sampaio, Lucas Melo,  
Ruth Leão e Giovanni Barroso

# Sumário

## 1. Introdução

Um pouco de Redes Eléctricas Inteligentes

## 2. Técnicas para desenvolvimento de SRA

Sistemas centralizados vs. distribuídos

## 3. Formulação do SMRA

Objetivo, restrições e modelos

## 4. Sistema Teste e Simulador de Validação

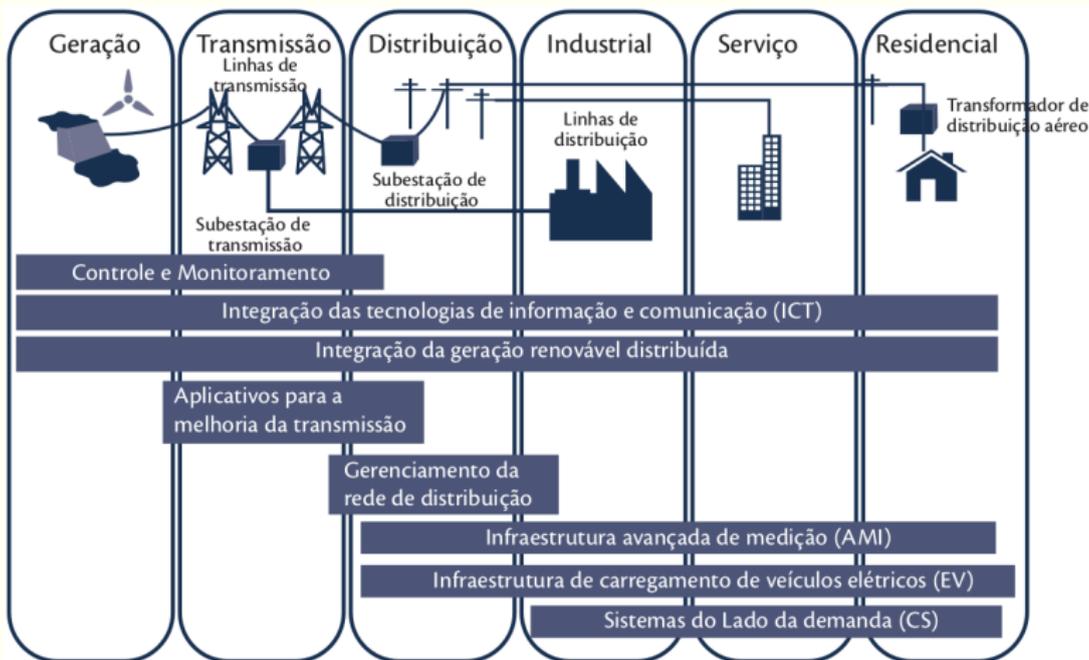
Rede eléctrica de distribuição de Aquiraz

## 5. Estudo de Caso

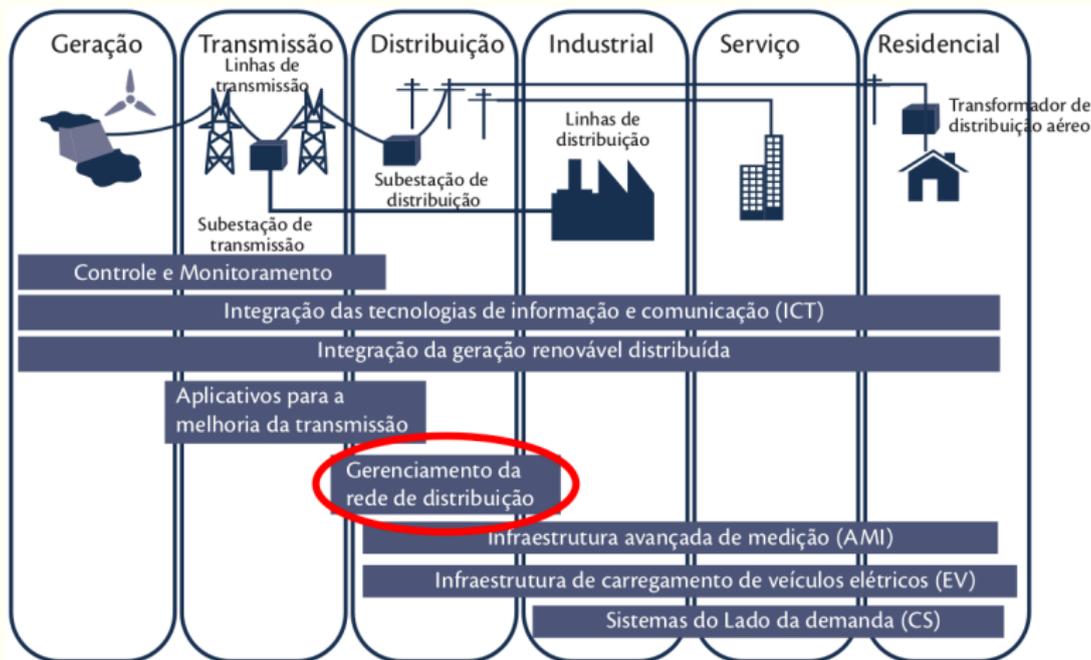
Análise do SMRA

## 6. Conclusão

# Redes Elétricas Inteligente



# Redes Elétricas Inteligente



# Sistemas Multiagentes

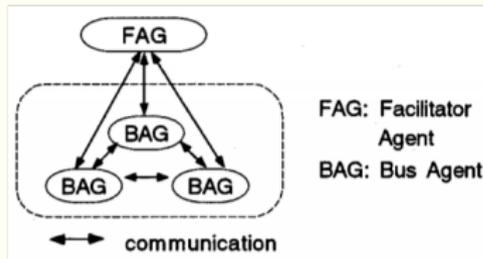
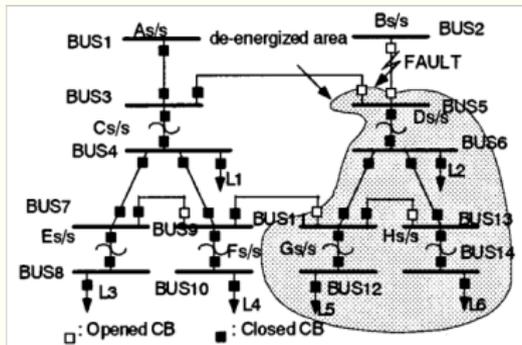
McArthur, 2007 - Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications—Part I: Concepts, Approaches, and Technical Challenges;

McArthur, 2007 - Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications—Part II: Concepts, Approaches, and Technical Challenges;

	Conferences			IEEE & IEE Journals	Totals
	ISAP 2001	ISAP 2003	ISAP 2005		
Protection	1	0	1	5	7
Modeling & Simulation	1	3	3	16	23
Distributed Control	0	3	8	15	26
Monitoring & Diagnostics	2	2	2	6	12
Totals	4	8	14	42	68

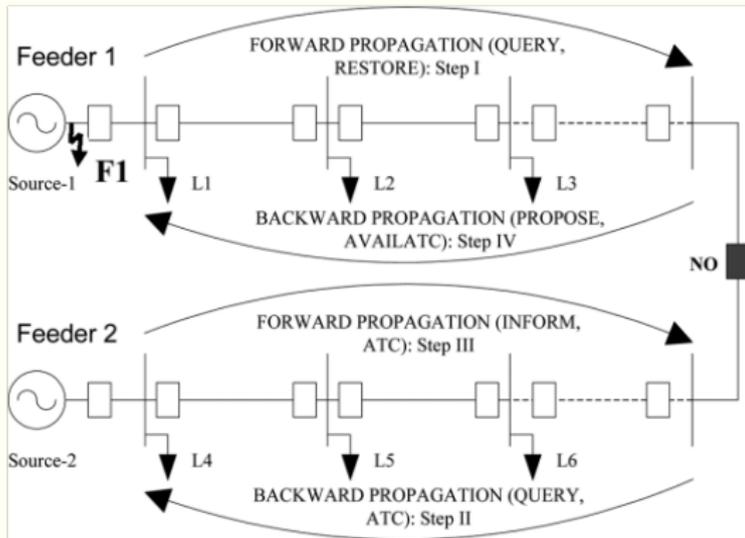
# Sistemas Multiagentes

Nagata, 2002 - A Multi-Agent Approach to Power System Restoration.



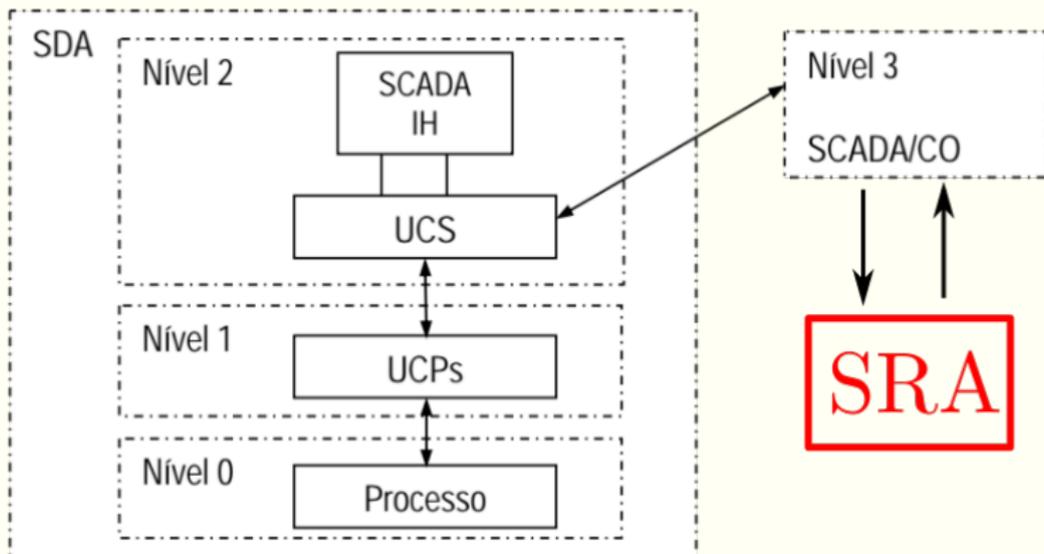
# Sistemas Multiagentes

Solanki, 2007 - A Multi-Agent Solution to Distribution Systems Restoration.



- ❖ Sistema de Recomposição Automática centralizado:
  - ❖ Força Bruta ( $2^n$  alternativas);
  - ❖ Metaheurísticas: AG, PSO, ED, etc;
- ❖ Sistema de Recomposição Automática distribuído;
  - ❖ Sistema Multiagente de Recomposição Automática.

# SMRA



# SMRA: Formulação

$$\max \left\{ \sum_{i \in A} w_i \right\} \quad (1)$$

$w_i$  pode assumir valores de potência de carga, número de clientes ou carga prioritária em cada trecho presente no conjunto  $A$  que representa todos os trechos da rede.

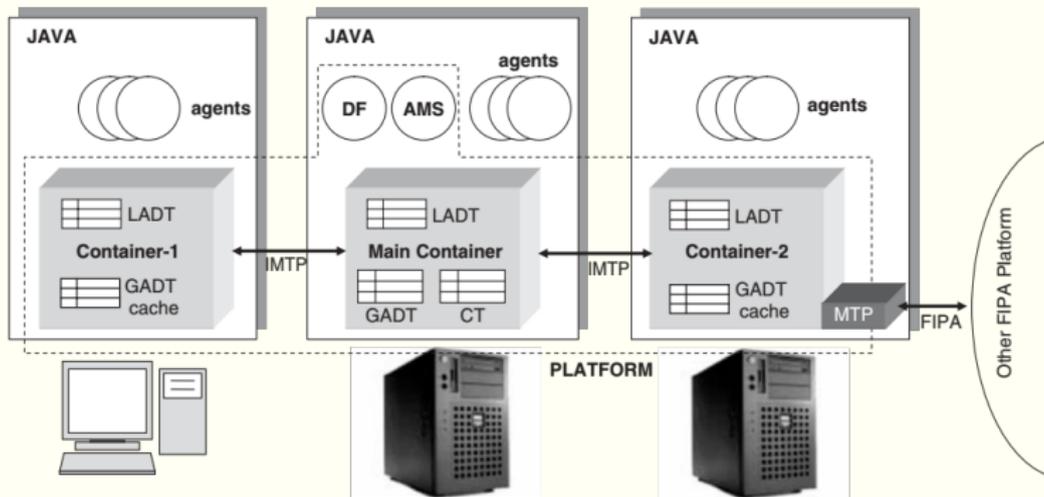
Sob as restrições:

$$\begin{aligned} S_{j \in T} &< S_{max} \\ I_{i \in A} &< I_{max} \end{aligned}$$

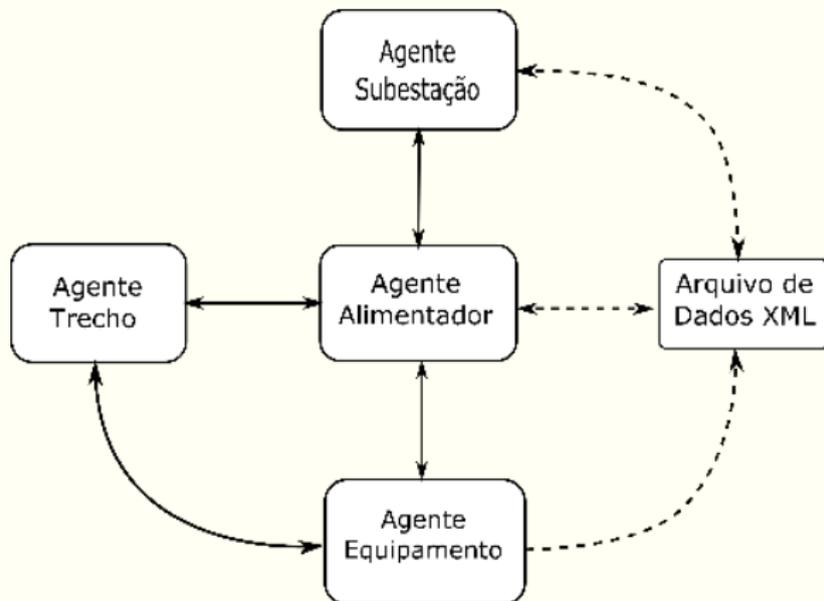
Em que  $j \in T$  é o conjunto dos trafos da subestação e  $i \in A$ .  $S$  e  $I$  são as potências e correntes dos transformadores e condutores, respectivamente.

# SMRA: Implementação

- ❖ JADE
- ❖ FIPA.



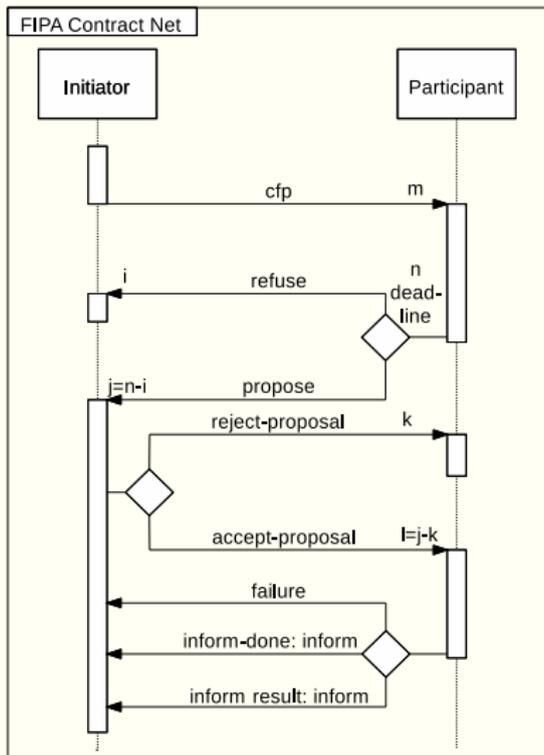
# SMRA: Modelo



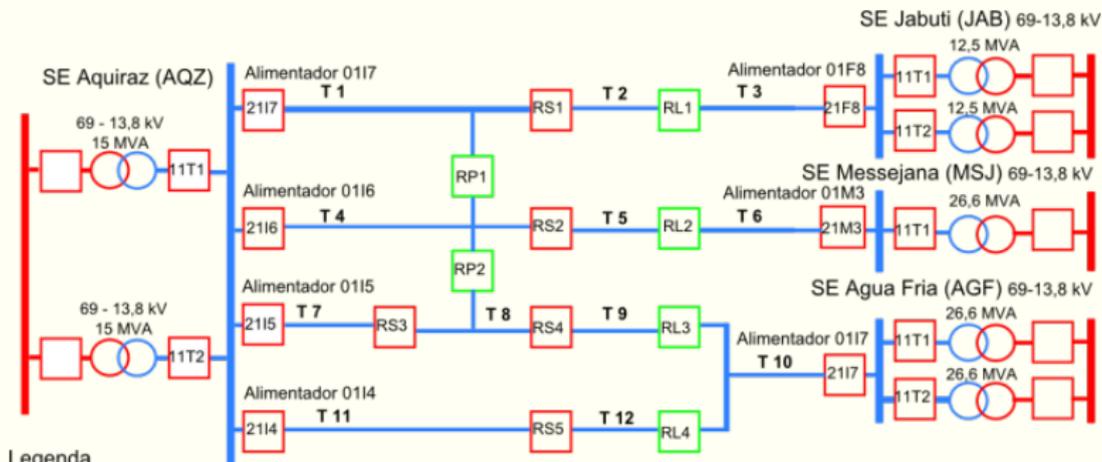
—— Mensagens trocadas entre agentes padrão FIPA-ACL

- - - - Consulta e inserção de dados no arquivo de dados

# SMRA: Modelo



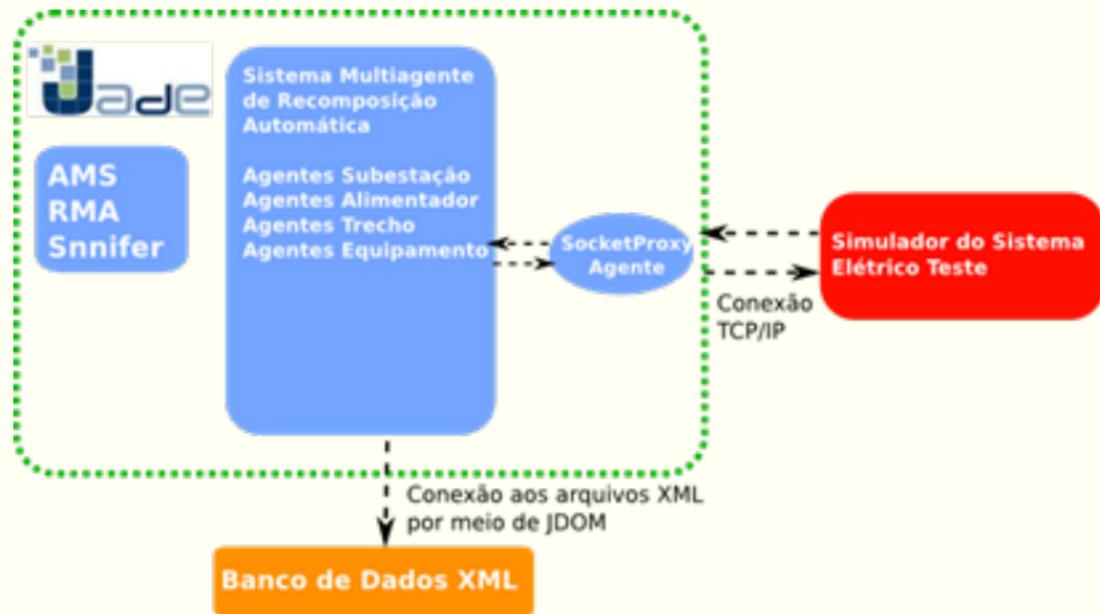
# Sistema Teste + Simulador



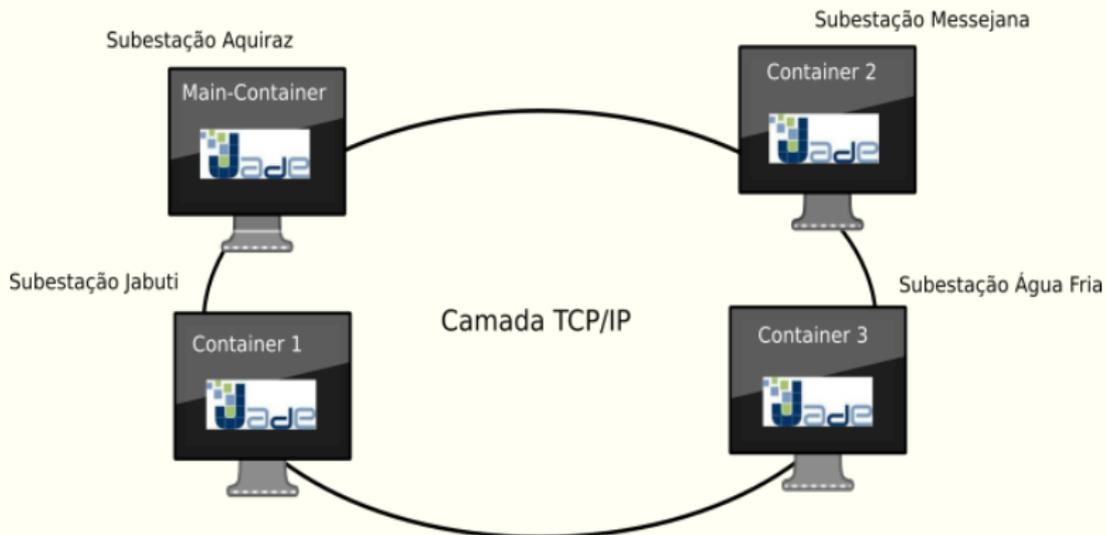
# Sistema Teste + Simulador



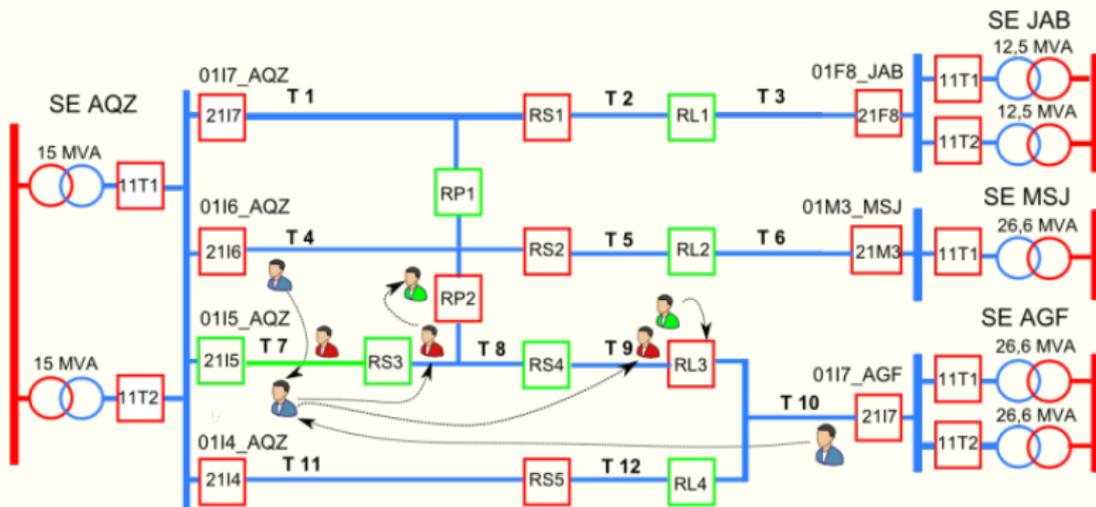
# Sistema Teste + Simulador



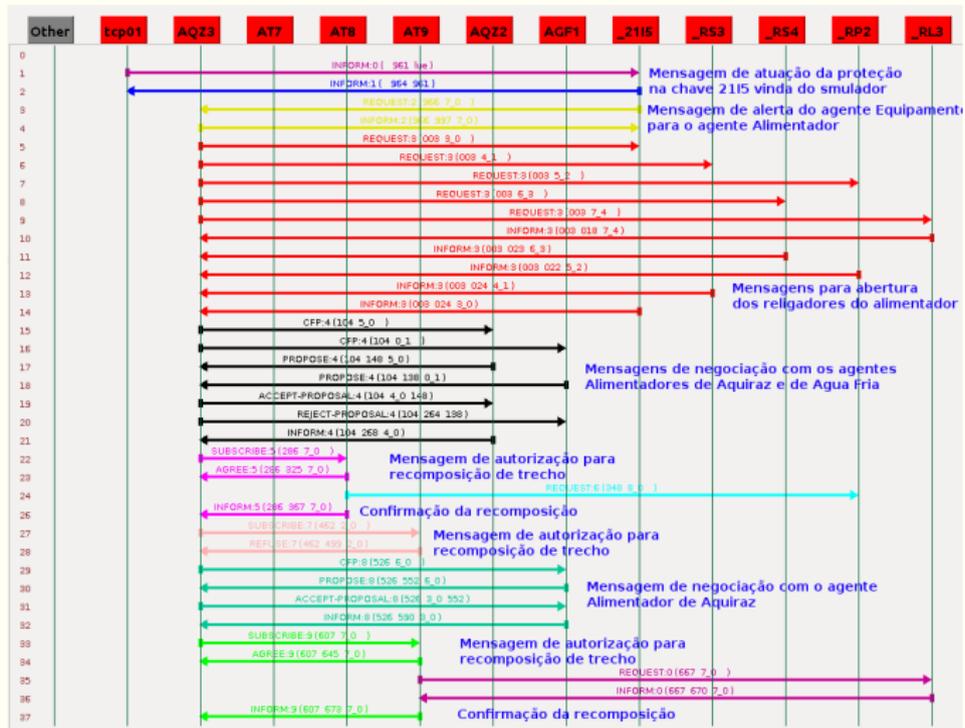
# Sistema Teste + Simulador



# Estudo de Caso



# Estudo de Caso



# Resultados

- ❖ Os agentes com inteligência local e distribuída foram capazes de analisar dados sistêmicos necessários à recomposição de sistemas complexos;
- ❖ Foi usado arquivo com estrutura de dados padrão XML, de fácil leitura e utilizado pela norma IEC 61.850 e pelo padrão CIM (Common Information Model);

# Resultados

- ❖ Modularidade, escalabilidade, extensibilidade e tolerância à falha, características intrínsecas dos SMA, proporcionam ao SMRA maior facilidade de manutenção e flexibilidade para expansão das funcionalidades dos agentes e criação agentes;
- ❖ O SMRA possibilita a redução de custos operacionais com deslocamento de equipe para recomposição da rede elétrica;
- ❖ O tempo de recomposição da rede elétrica é reduzido, proporcionando melhoria na qualidade de serviço e melhoria da imagem da empresa

# Agradecimentos



Grupo de Redes Elétricas Inteligentes



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ



- ❖ [lucassmelo@dee.ufc.br](mailto:lucassmelo@dee.ufc.br)
- ❖ Obrigado!