

# Uma Contribuição a Coordenação na Computação Pervasiva com Aplicações na Área Médica

---

Rodrigo Santos de Souza



Orientador: Adenauer Corrêa Yamin

**Universidade Católica de Pelotas**  
**Programa de Pós-graduação em Informática**

Dissertação de Mestrado

Agosto de 2009



- 1 **Introdução**
- 2 **Escopo do Trabalho**
- 3 **Middleware EXEHDA**
- 4 **EXEHDA-TS: Concepção de Modelagem**
- 5 **EXEHDA-TS: Prototipação e Estudos de Caso**
- 6 **Considerações Finais**

# Contexto de Pesquisa

## Middleware EXEHDA

É um middleware baseado em serviços com suporte ao desenvolvimento e execução de aplicações amplamente distribuídas, móveis e adaptáveis ao contexto.

## Projeto PERTMED

Projeto executado em conjunto pela UFSM, UFPEL e UCPEL, voltado ao desenvolvimento de um sistema de TeleMedicina para processar demandas da área médica de maneira pervasiva.

# Introdução

## Tema

Coordenação de Aplicações na Computação Pervasiva contemplando aspectos de escalabilidade, proatividade e distribuição.

## Motivações

- Demanda de trabalhos de pesquisa voltadas a mecanismos de suporte à comunicação e coordenação na Computação Pervasiva
- Necessidade da consolidação de um modelo de coordenação para o middleware EXEHDA
- Necessidade de uma infraestrutura de software para o projeto PERTMED capaz de processar demandas da área médica em qualquer lugar todo o tempo

# Escopo do Trabalho



# Computação Pervasiva

## Premissa Central

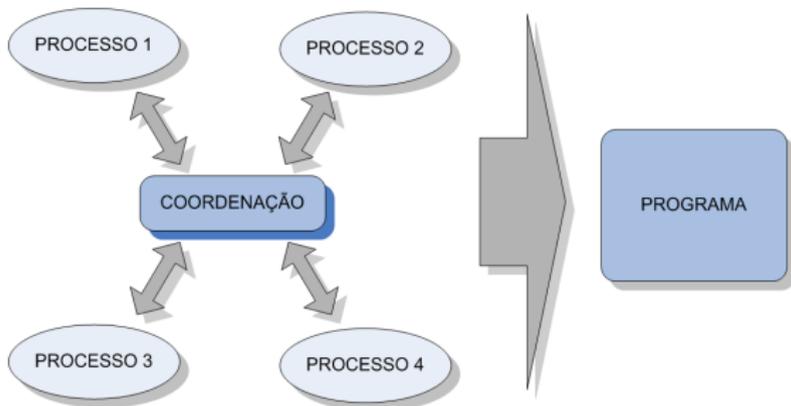
Permitir ao usuário o acesso ao seu ambiente computacional a partir de qualquer lugar, todo o tempo, a partir de qualquer dispositivo.

## Aspectos Gerais

- Contempla mobilidade (física e lógica)
- Promove atividades colaborativas (entre usuários e entre aplicações)
- A computação é largamente distribuída
- Elevada heterogeneidade (hardware e software básico)
- Automatização de aspectos do gerenciamento da infraestrutura computacional

# Modelos de Coordenação em Sistemas Distribuídos

Consistem em mecanismos que gerenciam a comunicação e a cooperação entre os processos envolvidos na computação



# Modelos de Coordenação em Sistemas Distribuídos

## Classificação

- Coordenação Direta
  - A comunicação é direta e explícita
  - Os parceiros devem se conhecer antecipadamente
- Coordenação Baseada em Eventos
  - utiliza mecanismos de publicação e subscrição
  - possuem duas classes de processos: publicadores de eventos e consumidores de eventos
  - os parceiros não precisam se conhecer, mas necessitam estar em execução ao mesmo tempo
- Coordenação Baseada em Espaço de Dados Compartilhados
  - os processos comunicam-se através de um espaço de dados compartilhado
  - as buscas são realizadas de forma associativa
  - os parceiros não precisam se conhecer nem coexistirem no tempo

# Modelos de Coordenação em Sistemas Distribuídos

## Grau de Acoplamento dos Modelos de Coordenação

Modelo	Referencial	Temporal
Coordenação Direta	acoplado	acoplado
Orientado a Eventos	desacoplado	acoplado
Espaço de Dados Compartilhados	desacoplado	desacoplado

# Trabalhos Relacionados

## ● LIME

- direcionado as aplicações voltadas aos ambientes móveis *ad-hoc*
- cada processo tem o seu espaço de tuplas que é compartilhado com os demais de forma transitória, de acordo com a conectividade
- introduz a idéia de reatividade em relação ocorrência de modificações no espaço de tuplas

## ● TOTA

- direcionado às aplicações distribuídas, adaptativas ao contexto voltadas aos ambientes móveis *ad-hoc*
- cada tupla tem uma regra de propagação associada
- as tuplas podem assumir valores diferentes em cada nodo
- a reatividade pode ocorrer por modificações no espaço de tuplas ou pela conexão/desconexão de um nodo

## ● PeerSpace

- tem foco nas redes sem-fio *ad-hoc*
- os nodos são organizados em grupos de forma hierárquica
- cada nodo tem seu próprio espaço de tuplas que pode ser acessado pelos demais de maneira explícita
- a reatividade é consolidada pela idéia de consulta contínua

# Middleware EXEHDA



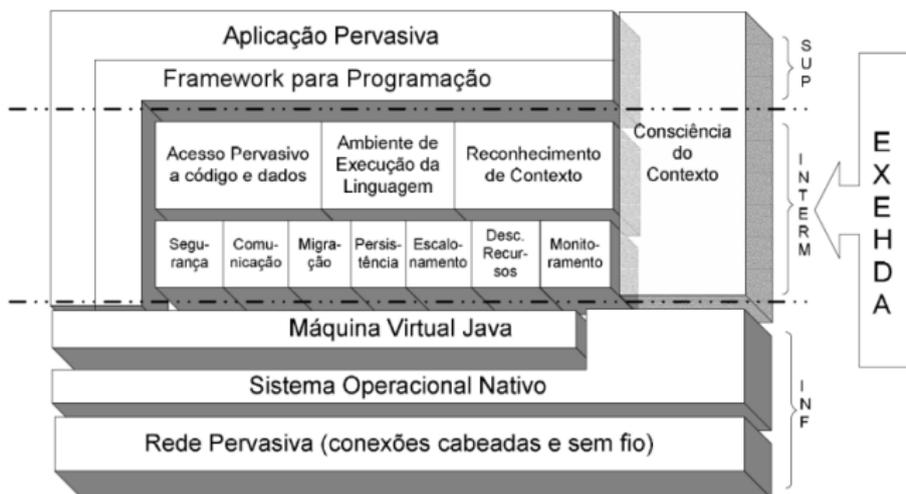
# Middleware EXEHDA: Aspectos Arquiteturais e Funcionais

## Aspectos Gerais

- Gerencia um ambiente pervasivo
- Promove a execução de aplicações pervasivas sobre este ambiente gerenciado
- Constituído a partir de um núcleo mínimo tendo as funcionalidades extendidas por serviços carregados sob demanda, organizados em 4 grupos:
  - execução distribuída
  - comunicação
  - adaptação
  - acesso pervasivo

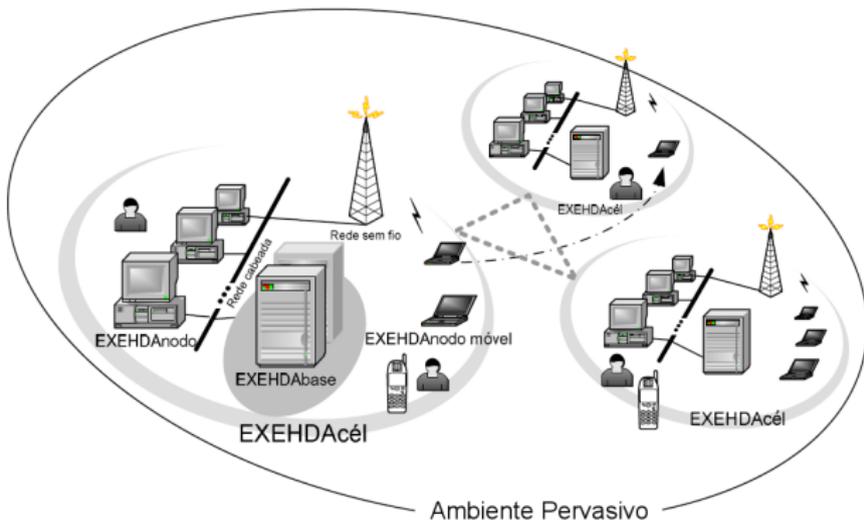
# Middleware EXEHDA: Aspectos Arquiteturais e Funcionais

## Arquitetura de Software

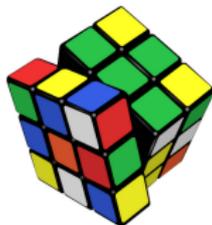


# Middleware EXEHDA: Aspectos Arquiteturais e Funcionais

## Composição do Ambiente Pervasivo



# EXEHDA-TS: Concepção de Modelagem



# EXEHDA-TS: Um Modelo de Coordenação para a Computação Pervasiva

## Visão Geral

- Consiste em um modelo de coordenação escalável e com atuação proativa voltado às aplicações pervasivas, que emprega abstrações de Espaço de Tuplas
- Foi concebido na forma de um serviço para o middleware EXEHDA

# EXEHDA-TS: Características e Funcionalidades

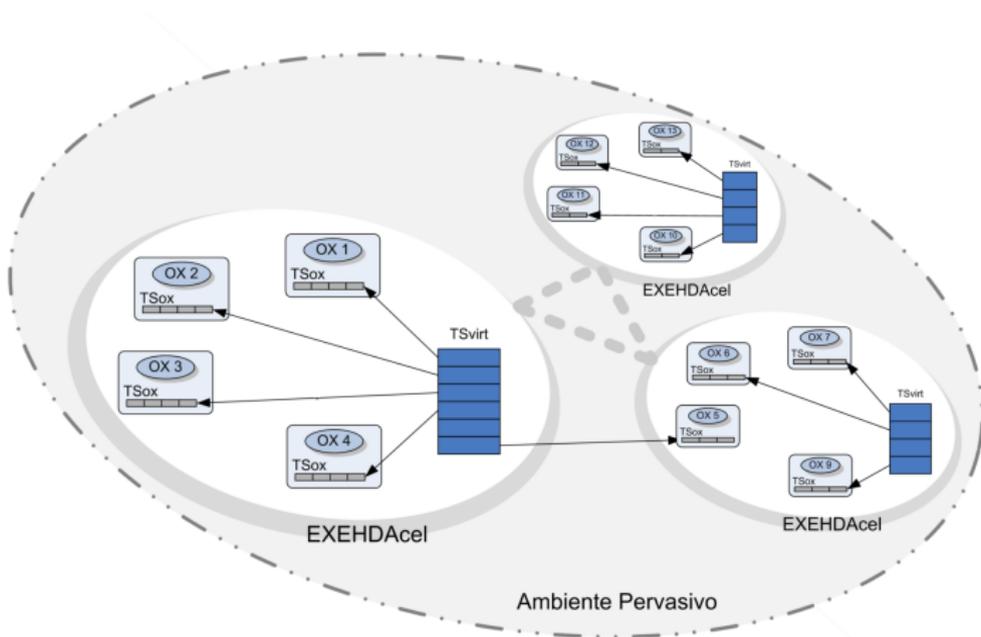
## Composição do Espaço de Tuplas

No EXEHDA-TS, os espaços de tuplas são distribuídos pelo ambiente e organizados através de 2 abstrações:

- **TSox**: Espaço de Tuplas associado a cada OX  
Cada OX pode ter um ou mais TSox
- **TSvirt**: Espaço de Tuplas virtual constituído por um conjunto de referências a vários TSox  
Cada aplicação pode ter um ou mais TSvirt

# EXEHDA-TS: Características e Funcionalidades

## Organização do Espaço de Tuplas



# EXEHDA-TS: Características e Funcionalidades

## Localização das Tuplas

- No próprio nodo
- Na base

## Reatividade

- Subscrição de Eventos
- Consulta Pervasiva

## Abrangência por Perfil

agrupa os TSvirt de acordo com o tipo das informações que os constituem

# EXEHDA-TS: Características e Funcionalidades

## Modos de Sincronização

- **sincronização permanente:** neste modo de operação, uma vez que o TSox tenha sido integrado ao TSvirt, só deixará de ter acesso de sincronização nos momentos de desconexão, independentemente dos destinos do OX decorrentes de processos de migração
- **sincronização sob demanda:** neste modo, o TSox pode deixar de sincronizar com o TSvirt por determinados períodos a fim de reduzir os custos de comunicação

# EXEHDA-TS: Gerenciamento Distribuído

## Instâncias do Serviço

- **instância base:** é executada na base da célula
  - interage com as demais células através das suas respectivas instâncias base do serviço
  - distribui as tarefas entre as instâncias nodais do serviço
  - realiza as operações sobre os TSox armazenados na base
- **instância nodal:** é executada nos nodos
  - gerencia os TSox localizados no próprio dispositivo
  - realiza a computação das operações oriundas nos OX locais
  - repassa as tarefas originadas no nodo à instância base do serviço

# EXEHDA-TS: Gerenciamento Distribuído

## Mecanismo de gerência do TSvirt

O TSvirt contém as referências aos TSox que o constituem, que faz o uso de listas de informações organizadas da seguinte forma:

- **nos nodos:** possui uma lista que organiza os TSox armazenados no nodo
- **na base:** contém as duas listas a seguir
  - a primeira organiza os TSox armazenados na base
  - a segunda contém as referências aos nodos (HostID) onde estão localizados os TSox que compõem o TSvirt.

# EXEHDA-TS: Gerenciamento Distribuído

## Gerência de um TSvirt \*

ObjectID	TSox	Modo Sinc.
app:122e2803965@hostid:1.ucpel	<EXEHDA-TScore>	permanente
app:518a489257d@hostid:1.ucpel	<EXEHDA-TScore>	demanda
app:971b204c7e5@hostid:1.ucpel	<EXEHDA-TScore>	demanda

## Gerência de um TSvirt na Instância Base com TSox nos Nodos \*

HostID
host:3,ID:{cell:ucpel}
host:1,ID:{cell:ucpel}
host:4,ID:{cell:ifsul}

\*Tabelas Exemplo

# EXEHDA-TS: Gerenciamento Distribuído

## Gerenciamento de Templates no TSvirt

As listas de templates contém as informações necessárias para o gerenciamento de eventos de um TSvirt, e são organizadas da seguinte forma:

- **nos dedos:** possui uma lista que organiza os *templates* submetidos pelos OX em execução no nodo
- **na base:** possui uma lista que aglutina todos os templates produzidos pelos OX em execução nos nodos da célula

# EXEHDA-TS: Gerenciamento Distribuído

## Gerência de Eventos em um TSvirt na Instância Nodal \*

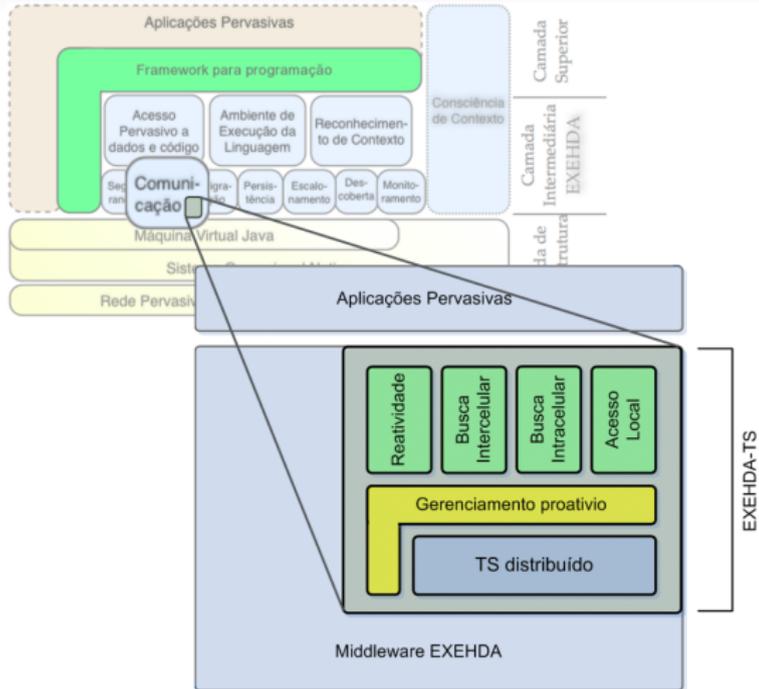
ObjectID	Template	Operação
app:122e2803965@hostid:1.ucpel	<"id",10296,"oxim",?integer>	subscribe
app:971b204c7e5@hostid:1.ucpel	<"id",10296,"bat",?integer>	find

## Gerência de Eventos em um TSvirt na Instância Base \*

ObjectID	HostID	Template	Operação
app:122e2803965@ hostid:1.ucpel	host:1,ID:{cell:ucpel}	<"id",10296,"oxim",?integer>	subscribe
app:971b204c7e5@ hostid:1.ucpel	host:1,ID:{cell:ucpel}	<"id",10296,"bat",?integer>	find
app:971b204c7e5@ hostid:6.ucpel	host:6,ID:{cell:ucpel}	<"id",10916,"bat",?integer>	find

\*Tabelas Exemplo

# EXEHDA-TS: Visão Geral da Arquitetura



# EXEHDA-TS: Prototipação e Estudos de Caso



# EXEHDA-TS: Prototipação

## Tecnologias Utilizadas

- **Aspectos de Programação:** Java foi utilizado na Prototipação do EXEHDA-TS, motivado pelas seguintes características:
  - portabilidade
  - carga dinâmica de código
  - segurança
  - suporte a concorrência
  - produtividade no desenvolvimento estruturado de software
  - suporte ao desenvolvimento de aplicações distribuídas através de RMI

# EXEHDA-TS: Prototipação

## Tecnologias Utilizadas

- **Aspectos de Distribuição das Computações: RMI**
  - é uma ferramenta do Java baseada em RPC que dá suporte à distribuição de computações
  - foi empregada nas comunicações entre processos em execução no mesmo nodo
- **Aspecto do Espaço de Tuplas: LighTS**
  - é uma implementação minimalista e não distribuída do conceito de Espaço de Tuplas
  - foi utilizada para como base para a implementação do núcleo do EXEHDA-TS

# EXEHDA-TS: Prototipação

## Operações do EXEHDA-TS

As operações do EXEHDA-TS são mapeadas como métodos de três classes básicas: ETupleSpace, ETuple e EField

Operação	Descrição
redefine	Alterna entre os modos de sincronização permanente e sob demanda.
insert	Inserção de tuplas.
read	Lê uma tupla sem retirar do espaço de tuplas.
consume	Lê uma tupla retirando do espaço de tuplas.
subscribe e unsubscribe	Faz e retira a subscrição de um evento.
find	Submete uma consulta pervasiva.
adjustTime	Ajusta os tempos associados ao tratamento dado aos nodos desconectados.

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenários Direcionados à Medicina

### Caracterização do Ambiente Pervasivo:

- cada hospital constitui pelo menos uma célula do ambiente pervasivo
- os pacientes possuem um conjunto de sensores e um computador embarcado que comunica-se através de conexão sem-fio
- os profissionais de saúde utilizam um software (Prontuário Eletrônico) para acessar as informações referentes aos pacientes

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Interface do Prontuário Eletrônico

**Paciente**  
**ID:10296 João da Silva**

Monitorar:  Respiração,  Temperatura,  Pulso

Alertas:  Sonoro,  Visual,  Celular,  e-mail

Exames: Especialidade: **Cardiologia**

Código	Exame	Data	Ação
00302	Índice HCL	25/07/2009	Alertar
00306	Índice LDL	25/07/2009	Alertar
00421	eletrocardiograma	24/07/2009	Alertar
00693			

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 1: Paciente Desloca-se Dentro do Escopo Celular

### **Objetivo:**

avaliar o comportamento do EXEHDA-TS na ocorrência de mobilidade física de um nodo no escopo da célula.

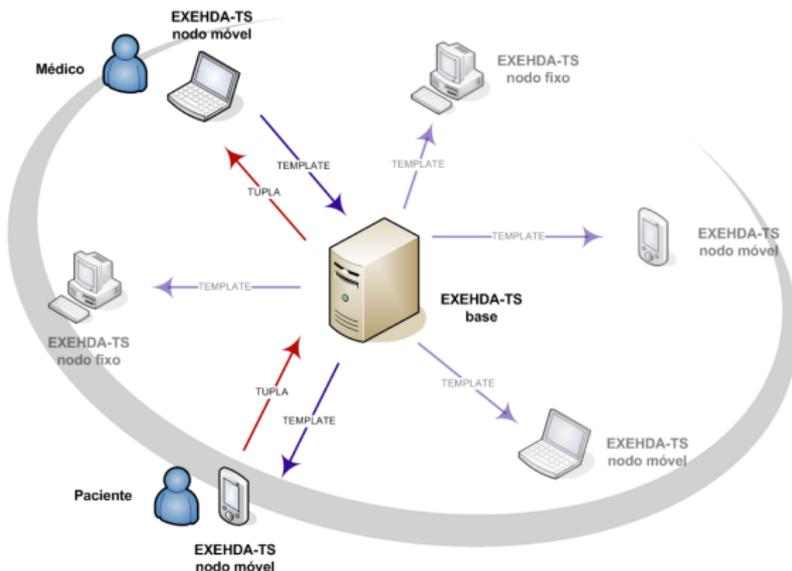
### **Funcionalidade Analisada:**

- Busca distribuída

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 1: Paciente Desloca-se Dentro do Escopo Celular

### Funcionalidade: Busca Distribuída



# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 2: Médico Troca de Dispositivo

### Objetivo:

avaliar o comportamento do EXEHDA-TS diante da mobilidade lógica de um componente de software participante de um TSVirt

### Funcionalidade Analisada

- Desacoplamento referencial
- Reatividade

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 2: Médico Troca de Dispositivo

### Funcionalidade: Desacoplamento Referencial

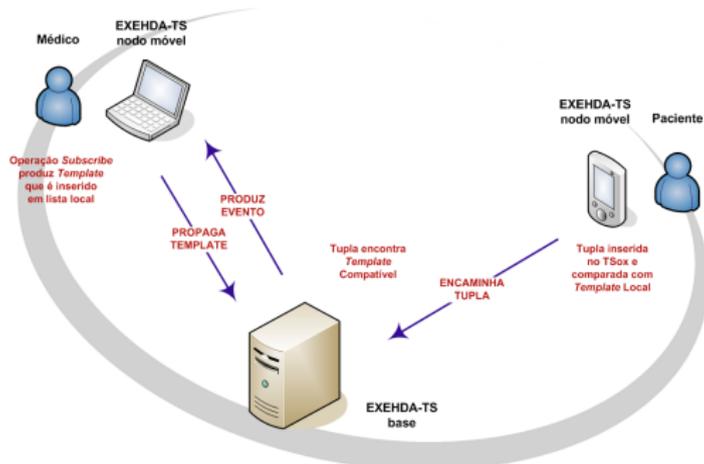
- Necessita ação conjunta com o serviço Executor
- TSox migra juntamente com o OX (no caso do TSox ser armazenado no nodo)
- Realocação das listas de gerência do TSvirt nos dois nodos participantes do processo de migração
- Reajuste dos HostID dos nodos envolvidos, na lista de gerência do TSvirt da instância base

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 2: Médico Troca de Dispositivo

### Funcionalidade: Reatividade

Considerando-se que a subscrição foi realizada antes da migração, então através de um ação conjunta com o serviço Executor, os templates associados ao OX são realocando no novo nodo e o HostID dos nodos envolvidos são ajustados na instância base



# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 3: Médico Troca de Escopo Celular

### **Objetivo:**

avaliar o comportamento do EXEHDA-TS diante da mobilidade física de um nodo para fora de seu escopo celular.

### **Funcionalidade Analisada:**

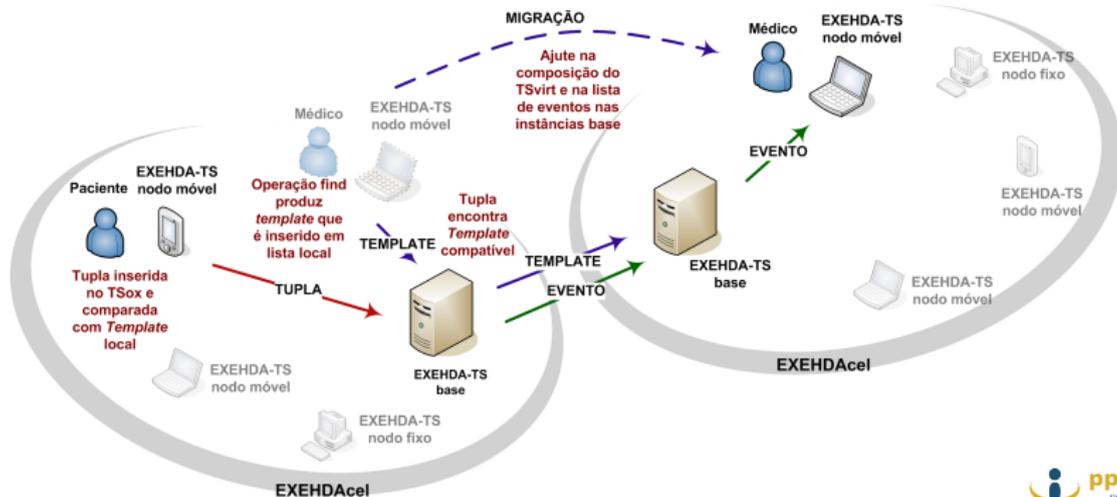
- Consulta Pervasiva

# EXEHDA-TS: Estudos de Caso

## Cenário 3: Médico Troca de Escopo Celular

### Funcionalidade: Consulta Pervasiva

Considera-se que a consulta Pervasiva foi disparada antes da troca do escopo celular.



# Considerações Finais

# Principais Conclusões

- Nos modelos de coordenação voltados aos cenários da Computação Pervasiva, têm tido destaque o uso de abstrações de Espaço de Tuplas por proporcionar desacoplamento tando temporal como referencial
- Para não comprometer a escalabilidade do sistema é necessário que o Espaço de Tuplas tenha um escopo de abrangência limitado e controlado
- A incorporação de mecanismos reativos são fundamentais em cenários de larga distribuição para evitar que as aplicações tenham que monitorar o Espaço de Tuplas por conta própria, evitando um intenso uso da rede assim como uma elevação no custo das computações
- O Espaço de Tuplas compartilhado deve ser distribuído e dinâmico, permitindo a entrada e saída de processos no espaço de dados, de modo a acompanhando o dinamismo do ambiente

# Trabalhos Relacionados

	<b>LIME</b>	<b>TOTA</b>	<b>PeerSpace</b>	<b>EXEHDA-TS</b>
<b>Arquitetura</b>	Decentralizada	Decentralizada	Decentralizada	Decentralizada
<b>Mobilidade</b>	Física (MANET) e lógica	Física (MANET) e lógica	Física (MANET)	Física (híbrida) e lógica
<b>Consciência do Contexto</b>	Contexto como dados	Contexto como dados	Não aplicado	Como suporte à mecanismos de mais alto nível
<b>Operação Desconectada</b>	Sim	Não	Não	Sim
<b>Reatividade</b>	Sim (dados)	Sim (dados e ambiente)	Sim (dados)	Sim (dados), através de subscrição de eventos e consulta pervasiva

# Trabalhos Relacionados

	LIME	TOTA	PeerSpace	EXEHDA-TS
<b>Tipo de Distribuição</b>	TS associado aos processos, leitura distribuída, escrita local	TS associado aos nodos, escrita distribuída (regras) e leitura local	TS associado aos nodos, leitura local, escrita remota explícita	TS associado aos OX, com compartilhamento transparente, mas influenciado pelas atividades do usuário através dos modos de sincronização
<b>Escopo</b>	TS Federado ou por dispositivo	Local ou um salto	Local e por grupo	Por aplicação e perfil

# Contribuições da Pesquisa

- Sistematização dos modelos de coordenação voltados aos sistemas distribuídos
- Identificação dos trabalhos relacionados à coordenação de processos móveis e distribuídos baseados em Espaços de Tuplas
- Organização dos desafios de pesquisas envolvidos na especificação de um modelo de coordenação para a Computação Pervasiva
- Definição das funcionalidades que devem estar presentes no modelo proposto para o EXEHDA-TS
- Especificação da arquitetura de software do EXEHDA-TS de forma a viabilizar as funcionalidades propostas

# Contribuições da Pesquisa

- Introdução de mecanismos de sincronização do Espaço de Tuplas distribuído, adaptáveis sob demanda conforme o andamento das computações
- Desenvolvimento de um protótipo, e avaliação de estudos de caso focados nas demandas da área médica
- Contribuição aos esforços de pesquisa do projeto PERTMED com estudo de caso voltado às demandas do mesmo
- Divulgação dos resultados dos trabalhos realizados durante o desenvolvimento desta dissertação de mestrado através de publicações
- Repasse do conhecimento e das tecnologias associadas ao EXEHDA-TS através do site <http://paginas.ucpel.tche.br/~rsouza/exehda-ts>

# Publicações Realizadas

- 9ª Escola Regional de Alto Desempenho - ERAD 2009.
- 8ª Escola Regional de Alto Desempenho - ERAD 2008.
- II Workshop on Pervasive and Ubiquitous Computing - WPUC 2008.
- 7ª Mostra de Pós-Graduação da Universidade Católica de Pelotas.
- Jornadas Chilenas de Computación - Jcc 2008.
- IX Workshop de Software Livre - WSL 2008.
- VII Simpósio de Informática da Região Sul - SIRC 2008.
- 8ª Escola Regional de Alto Desempenho - ERAD 2008.

# Trabalhos Futuros

- Melhorar o mecanismo de tratamento das replicações relacionadas às listas de *templates*
- Definir e avaliar a possibilidade da utilização um *timeout* para a manutenção temporária das referências dos TSox com sincronização sob demanda
- Explorar a criação dinâmica de perfis de dados no EXEHDA-TS a com a utilização de regras
- Definir heurísticas para o ajuste dos tempos associados ao gerenciamento de nodos desconectados, assim como ao número de tentativas a serem realizadas
- Estender a abrangência do Espaço de Tuplas para coordenação entre aplicações distintas
- Definição de mecanismos para a identificação e eliminação de TSox sem OX associado e inativos

# Referências

<http://paginas.ucpel.tche.br/~rsouza/exehda-ts>

# Uma Contribuição a Coordenação na Computação Pervasiva com Aplicações na Área Médica

---

Rodrigo Santos de Souza



Orientador: Adenauer Corrêa Yamin

**Universidade Católica de Pelotas**  
**Programa de Pós-graduação em Informática**

Dissertação de Mestrado

Agosto de 2009

