

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS
CENTRO POLITÉCNICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

PLANO DE ESTUDO E PESQUISA

**Uma Contribuição ao Controle da
Adaptação na Computação Ubíqua**

Nelsi Warken
Mestranda PPGINF/UCPEL

Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin
Orientador

Pelotas, março de 2009

SUMÁRIO

RESUMO	3
1 TEMA	4
2 MOTIVAÇÃO	5
3 OBJETIVO	7
4 METODOLOGIA	9
4.1 Revisão bibliográfica	9
4.2 Estudar o middleware EXEHDA	9
4.3 Estudar as Políticas de Adaptação	9
4.4 Estruturar o Modelo Semântico para o Controle da Adaptação	10
4.5 Modelar o Mecanismo de Controle da Adaptação ao Contexto para o EXEHDA	10
4.6 Implementar e testar o mecanismo de adaptação no middleware EXEHDA	10
4.7 Avaliação do Andamento do Trabalho	11
4.8 Escrita da Dissertação	11
5 CRONOGRAMA	12
REFERÊNCIAS	13
6 ASSINATURA	14

RESUMO

O objetivo central deste trabalho é avaliar o emprego dos conceitos e tecnologias referentes a Web Semântica e Sistemas Autônomos na concepção de mecanismos para controle da adaptação ao contexto na Computação Ubíqua, considerando as principais características e desafios da mesma. Espaço ubíquo refere-se ao ambiente computacional do usuário, que tem por premissa estar disponível todo o tempo, de qualquer lugar e a partir de qualquer dispositivo. Na computação ubíqua, os diversos sistemas computacionais interagem com o ser humano a todo o momento, não importando sua localização, constituindo um ambiente altamente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel e de composição mutável. As aplicações deste ambiente devem ser adaptáveis, considerando o contexto em que estão inseridas. Ontologias são especificações formais dos conceitos de um determinado domínio, constituindo o núcleo da Web Semântica. Aplicações semânticas buscam interpretar o significado dos dados, permitindo estabelecer relacionamentos e inferências entre os mesmos. A Computação Autônoma indica que os sistemas computacionais deveriam desempenhar funções automáticas de configuração, tratamento, otimização e proteção, substituindo tarefas complexas do usuário por políticas descritas em alto nível por administradores. Considerando todos estes aspectos, a pesquisa a ser desenvolvida nesta dissertação de mestrado tem como eixo conceber uma proposta para controlar as adaptações quando da tomada de decisões, considerando o contexto, produzido por informações monitoradas, informações semânticas e inferências a partir destas mesmas informações. A premissa é culminar em um mecanismo de adaptação genérico, que poderá ser utilizado tanto pelo *middleware*, quanto pelas aplicações, em tempo de execução.

Palavras-chave: Computação ubíqua, computação pervasiva, adaptação ao contexto, controle da adaptação, gerência da adaptação, aplicações adaptáveis ao contexto.

1 TEMA

As tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem, elas se integram na vida cotidiana até se tornarem indistinguíveis da mesma (WEISER, 1991). Esta frase do clássico artigo sobre a Computação para o século 21, sintetiza um pouco do que é esperado com a Computação Ubíqua. O termo trata do acesso ao ambiente computacional do usuário, isto é, ao espaço ubíquo do usuário, em qualquer lugar, todo o tempo com qualquer dispositivo. A computação e seus diversos sistemas interagem com o ser humano a todo o momento, não importando onde ele esteja, em casa, no trabalho e na rua, constituindo um ambiente altamente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel, mutável e com forte interação entre homem e máquina (COSTA; YAMIN; GEYER, 2008).

As aplicações precisam entender e se adaptar ao ambiente, compreendendo o contexto em que estão inseridas (MACIEL; ASSIS, 2004). Essa nova classe de sistemas computacionais, adaptativos ao contexto, abre perspectivas para o desenvolvimento de aplicações mais ricas, elaboradas e complexas, que exploram a natureza dinâmica e a mobilidade do usuário. Entretanto, o desenvolvimento de aplicações que se adaptem continuamente ao ambiente e permaneçam funcionando mesmo quando o indivíduo se movimentar ou trocar de dispositivo, continua um desafio de pesquisa em aberto. Ainda existem limitações para o desenvolvimento de tais softwares, pois poucas linguagens e ferramentas estão disponíveis para a programação de aplicações adaptáveis às mudanças de contexto (WANT; PERING, 2005).

Contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é qualquer pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre usuário e a aplicação, incluindo o próprio usuário e a própria aplicação. Esta visão foi introduzida na publicação (DEY; ABOWD; SALBER, 2001).

Através da adaptação é feita a avaliação de elementos do contexto, como localização, tempo e atividades do usuário, permitindo o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao mesmo (HENRICKSEN; INDULSKA; RAKOTONIRAINY, 2006).

O G3PD, grupo de pesquisa no qual esta dissertação se encontra em desenvolvimento, participa de um consórcio de pesquisa formado pela Universidade Católica de Pelotas (UCPEL), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Universidade Federal de Santa Maria (UFMS) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O G3PD participa do desenvolvimento do *middleware* EXEHDA, *Execution Environment for Highly Distributed Applications*. O EXEHDA é um *middleware* adaptativo ao contexto, baseado em serviços, que tem por objetivo criar e gerenciar um ambiente ubíquo. As aplicações deste ambiente são distribuídas, móveis e adaptativas ao contexto (YAMIN, 2004).

2 MOTIVAÇÃO

Computação Ubíqua é um novo paradigma e uma tendência mundial, em função do rápido avanço tecnológico dos dispositivos móveis, redes sem fio, grades computacionais, *Web Services*, *Web Semântica*, Sistemas Autônomos e outras tecnologias relacionadas a integração de sistemas. São assuntos modernos e que vão se interligando naturalmente. A adaptação ao Contexto torna-se um componente importante e fundamental na Computação Ubíqua.

Aplicações que se adaptam ao espaço ubíquo tornam a vida do usuário mais confortável e, por consequência, melhoram a sua qualidade de vida, podendo fazer com que suas necessidades, sejam atendidas com mais facilidade e, muitas vezes até, sem que ele mesmo tenha que fazer a solicitação. A computação ubíqua é centrada no usuário e é reconhecida como um novo paradigma, decorrente do rápido avanço tecnológico dos dispositivos móveis, redes sem fio, redes de sensores, dispositivos e sistemas inteligentes, sistemas distribuídos, grades computacionais, *Web Services* e *Web Semântica*. Nesta visão, o Controle da Adaptação ao contexto é essencial para os Sistemas Ubíquos.

Ainda não temos conhecimento de linguagens de programação para aplicações que se adaptem ao espaço ubíquo ou de modelos para desenvolvimento, de maneira genérica, de aplicações adaptáveis ao contexto. Prover soluções adaptáveis a esses contextos tão diversos, que facilite o desenvolvimento de aplicações baseado no reuso, constitui um grande desafio para a Engenharia de Software.

Assim, motivado por estas idéias, este trabalho propõe-se a explorar o uso de Ontologias, *Web Services* e Sistemas Autônomos para Controle da Adaptação ao Contexto na Computação Ubíqua, facilitando e otimizando o desenvolvimento de aplicações *context-aware*.

Ontologia, além de ser um elemento importante da *Web Semântica*, evolução da Web atual que é centrada em aspectos sintáticos, é um bom instrumento para especificar os complexos conceitos da computação ubíqua, seu contexto (entidades ou elementos de contexto como usuários, dispositivos, serviços, localização, códigos por dispositivos e serviços, entre outros), atuando como um padrão para descrições, características, configurações e perfis, que poderão ser compartilhados pelas aplicações.

A Computação Ubíqua idealiza a criação de ambientes carregados de dispositivos computacionais que se integram a vida dos humanos de forma transparente, adaptando-se automaticamente de acordo com as situações observadas no contexto em que estão inseridos. A Computação Autônoma, também denominada Computação Autônômica, indica que os sistemas computacionais deveriam desempenhar funções automáticas de configuração, tratamento, otimização e proteção, substituindo tarefas complexas por

políticas descritas em alto nível por usuários e administradores.

Apesar dos dois paradigmas apresentarem focos distintos, é possível perceber que eles possuem características em comum. Por exemplo, a capacidade de adaptação ao contexto de forma transparente para os usuários está presente nos Sistemas de Computação Ubíqua e de Computação Autônoma. Com isso, alguns autores já definem o termo de Computação Ubíqua Autônoma, nos casos em que as tecnologias desenvolvidas apresentam características dos dois paradigmas (O'DONNELL; LEWIS; WADE, 2005; RANGANATHAN; CAMPBELL, 2004).

Pode-se tornar uma tendência natural, a utilização combinada das áreas de ontologias e computação ubíqua e sistemas autônomos, pelo avanço rápido tanto da Web Semântica como dos ambientes ubíquos, além de facilitar a análise e a reutilização destas novas aplicações e a integração entre estas. A padronização para o desenvolvimento de aplicações ubíquas poder ser interessante e desejável, em função das demandas crescentes dos usuários. (HILERA; RUIZ, 2006).

Outra motivação é a possibilidade de sugerir alternativas para o mecanismo de controle de adaptação, funcional e não funcional, para o *middleware* EXEHDA, foco atual de desenvolvimento do G3PD.

3 OBJETIVO

O objetivo central do trabalho é avaliar a exploração de ontologias e sistemas autônomos como mecanismos de controle da adaptação ao contexto na computação ubíqua, considerando as principais características e desafios de pesquisa da mesma. Será criado um modelo ontológico para o ambiente computacional provido pelo *middleware* EXEHDA, e a proposta é tomar decisões automáticas de adaptação para este ambiente, com base em informações monitoradas, informações semânticas e inferências a partir das mesmas.

As premissas do estudo a ser desenvolvido apontam que deverão ser estudados trabalhos relacionados, que considerem ambientes ubíquos, onde o sistema computacional (*middleware* e aplicações):

- tomem decisões automáticas, sem intervenção do usuário, de acordo com seu perfil e preferências;
- tenham adaptação dinâmica à mudança de contexto;
- possam encontrar o melhor estado para se adaptar, quando uma mudança ocorrer em seu contexto;
- possuam um mecanismo para a adaptação que possa ser reusável e customizado para diferentes demandas de aplicações.

Assim, a proposta do trabalho é criar um modelo de controle da adaptação dinâmica de aplicações em ambiente ubíquo. A idéia é controlar estas adaptações quando da tomada de decisões considerando o contexto, com base em informações monitoradas, informações semânticas e inferências a partir destas mesmas informações. A sugestão consta de um mecanismo de adaptação genérico que será utilizado por todas as aplicações, em tempo de execução. Neste modelo podemos ter, no repositório de adaptação, todas as regras, políticas e ações globais e ações específicas de cada aplicação, utilizadas pelo servidor de adaptação, para a partir destes dados e das mudanças do contexto, inferir o que e onde a ação de adaptação deverá ser executada. Para que a aplicação seja de alto nível, ser genérica e com bom desempenho, pode-se pensar em permitir uma inserção, por parte do desenvolvedor da aplicação, no modelo de políticas de adaptação (regras, ações e restrições), utilizando a programação e a meta-programação. O modelo de controle de adaptação ao contexto proposto pretende possibilitar uma evolução

incremental das especificações de políticas, regras e ações de adaptação. Permitindo a reutilização e a customização destas para o desenvolvimento de novas aplicações *context-aware*. Além disso, deverá possuir mecanismos para administrar situações de conflito quando da tomada de decisões do servidor de adaptação, perseguindo a premissa de adaptar os serviços da computação ubíqua ao ambiente sem, ou com mínima, intervenção explícita do usuário, utilizando a *inteligência* de dispositivos e de softwares.

4 METODOLOGIA

Abaixo está detalhada a metodologia a ser adotada para alcançar os objetivos propostos neste plano de estudo de pesquisa.

4.1 Revisão bibliográfica

Revisão da literatura relacionada à Computação Ubíqua (UbiComp), Adaptação ao Contexto, Computação Autônoma e Ontologias. Particularmente, quanto à UbiComp e adaptação ao contexto, aprofundar aspectos relacionados às tecnologias associadas, bem como identificar e revisar os principais projetos relacionados, sistematizando os diferentes aspectos relativos aos mecanismos de controle da adaptação ao contexto utilizados. Na Computação Autônoma ou Autonômica, verificar e identificar as tecnologias que poderão ser utilizadas na concepção de um mecanismo de controle de adaptação genérico. Em Ontologias, estudar tecnologias para geração de um modelo ontológico para controle da adaptação em Sistemas Ubíquos.

4.2 Estudar o middleware EXEHDA

Estudo do projeto EXEHDA enquanto ambiente de execução para Computação Ubíqua, revisando seus fundamentos e as decisões inerentes a concepção dos diversos módulos de sua arquitetura, além de aprofundar os aspectos relativos aos mecanismos responsáveis pela adaptação funcional e não-funcional. Avaliar também, a relação destes mecanismos com os outros componentes da arquitetura de EXEHDA.

4.3 Estudar as Políticas de Adaptação

Estudo das principais políticas de controle de adaptação ao contexto hoje utilizadas na Computação Autonômica e na Computação Ubíqua. Selecionar e/ou criar uma política a ser adotada na modelagem do mecanismo de adaptação.

As políticas de adaptação devem contemplar variadas noções de adaptação, permitindo identificar os requisitos de propósito geral e específico para expressar adaptabilidade ao contexto, os quais podem ser:

- identificação dos elementos de contexto (entidades) que compõem o ambiente e modelam o contexto de interesse (classes no OWL): usuários, dispositivos, serviços, localização, coleções de códigos, de interfaces para dispositivos e serviços;

- descrição do comportamento adaptativo: coleções de ações e o respectivo conjunto de restrições onde estas podem ocorrer;
- descrição de preferências de usuários para determinadas situações e aplicações;
- descrição de políticas: regras de propósito geral ou particular que orientam as decisões da adaptação realizadas pelo gerenciador de adaptação;
- inferências a partir das informações da ontologia para subsidiar as tomadas de decisões do gerenciador de adaptação;
- possibilidade de usar histórico das adaptações realizadas para subsidiar a tomada de decisões de adaptação;
- estabelecimento de um padrão para descrições, características, e configurações dos elementos do contexto.

4.4 Estruturar o Modelo Semântico para o Controle da Adaptação

Estruturar e criar as ontologias de domínio e as ontologias como artefato de software, que irão compor o modelo semântico do mecanismo de controle de adaptação ao contexto. Criar as classes, sub-classes e o relacionamento entre elas para cada ontologia do modelo. O modelo será concebido baseando-se nas políticas estabelecidas na etapa anterior.

4.5 Modelar o Mecanismo de Controle da Adaptação ao Contexto para o EXEHDA

Modelagem do mecanismo de adaptação que será utilizado tanto para adaptação das aplicações, quanto do próprio middleware, em tempo de execução. Modelagem do modelo semântico utilizado pelo serviço de adaptação. Estabelecer o relacionamento e a interação do serviço de controle da adaptação com os demais serviços fornecidos pelo middleware EXEHDA.

4.6 Implementar e testar o mecanismo de adaptação no middleware EXEHDA

Implementar o mecanismo modelado e concebido, considerando as especificações e serviços do EXEHDA enquanto middleware para aplicações ubíquas. Implementar adaptação funcional e não-funcional. Ao longo do trabalho de implementação serão realizados testes periódicos.

4.7 Avaliação do Andamento do Trabalho

Avaliação e reconsideração sobre as atividades do PEP, tendo como parâmetro as proposições feitas no Seminário de Andamento.

O trabalho será avaliado ao longo de seu desenvolvimento, quanto ao atendimento dos requisitos impostos pela computação ubíqua, particularmente pelo modelo computacional do EXEHDA, e as demandas de aplicações adaptáveis ao contexto.

4.8 Escrita da Dissertação

Redigir, progressivamente, o texto da dissertação. A redação será feita a medida que as atividades forem sendo realizadas, de maneira incremental. As revisões terão periodicidade quinzenal. Será utilizado software para controle de versões (SVN) localizado no servidor “olaria.ucpel.tche.br”.

5 CRONOGRAMA

Atividades/Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	x	x	x	x								
2				x	x							
3					x	x						
4					x	x	x	x				
5						x	x	x	x			
6								x	x	x	x	
7									x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9							x					
10												x

Atividades:

1. Revisão bibliográfica sobre o escopo do trabalho: Computação Ubíqua, Controle da Adaptação, Computação Autonômica e Ontologias.
2. Estudo do middleware EXEHDA.
3. Estudo dos tipos de Políticas de Adaptação, e de metodologias de especificações das mesmas.
4. Definição do Modelo Semântico para o Controle da Adaptação.
5. Modelagem do Mecanismo de Controle da Adaptação ao Contexto para o EXEHDA.
6. Implementação e testes do mecanismo de adaptação no middleware EXEHDA.
7. Elaboração de artigos sobre o Tema da Dissertação.
8. Escrita da Dissertação.
9. Seminário de Andamento.
10. Defesa da Dissertação.

REFERÊNCIAS

COSTA, C. A. da; YAMIN, A. C.; GEYER, C. F. R. Toward a General Software Infrastructure for Ubiquitous Computing. **IEEE Pervasive Computing**, Los Alamitos, CA, USA, v.7, n.1, p.64–73, 2008.

DEY, A.; ABOWD, G.; SALBER, D. **A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications**. [S.l.]: Human-Computer Interaction, 2001. 97-166p.

HENRICKSEN, K.; INDULSKA, J.; RAKOTONIRAINY, A. **Using context and preferences to implement self-adapting pervasive computing & applications**. [S.l.: s.n.], 2006.

HILERA, J. R.; RUIZ, F. **Ontologies in Ubiquitous Computing**. v.208.

MACIEL, R. S. P.; ASSIS, S. R. **Middleware**: Uma solução para o desenvolvimento de aplicações distribuídas. [S.l.]: In: Científico - Ano IV, 2004.

O'DONNELL, T.; LEWIS, D.; WADE, V. **Intuitive Human Governance of Autonomic Pervasive Computing Environments**. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2005. 532–536p.

RANGANATHAN, A.; CAMPBELL, R. H. **Autonomic Pervasive Computing Based on Planning**. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2004. 80-87p.

WANT, R.; PERING, T. **System challenges for ubiquitous & pervasive computing**. [S.l.]: ACM, 2005. 9–14p.

WEISER, M. The computer for the 21st century. **Scientific American**, [S.l.], v.265, n.3, p.94–104, 1991.

YAMIN, A. C. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionada às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes de Contexto da Computação Pervasiva**. 2004. Tese de Doutorado em Ciência da Computação — Instituto de Informática/UFRGS, Porto Alegre-RS.

6 ASSINATURA

Prof. Dr. Adenauer Corrêa Yamin
Orientador

Nelsi Warken
Mestranda