

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ**

**INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS**

**PROGRAMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS COMPLEXOS EM SISTEMAS MULTIAGENTES**

SANTARÉM - PA

2015

**LAURENE MITIE RODRIGUES OKADA**

**METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS COMPLEXOS EM SISTEMAS MULTIAGENTES**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências da Computação da Universidade federal do Oeste do Pará - UFOPA como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências da Computação.

SANTARÉM - PA

2015

Sumário

[1 INTRODUÇÃO 4](#_Toc485455928)

[1.1 Sistemas Complexos Adaptativos 4](#_Toc485455929)

[1.2 Sistemas Multiagentes e seus usos 4](#_Toc485455930)

[1.3 Modelos de sistemas complexos utilizando multiagentes 5](#_Toc485455931)

[1.3.1 Agentes para fluxo de trabalho e gerenciamento de processos de negócios 5](#_Toc485455932)

[1.3.2 Agentes para Comércio Eletrônico 6](#_Toc485455933)

[2 JUSTIFICATIVA 8](#_Toc485455934)

[3 OBJETIVOS 9](#_Toc485455935)

[3.1 GERAL 9](#_Toc485455936)

[3.2 ESPECÍFICOS 9](#_Toc485455937)

[4 METODOLOGIA DA PESQUISA 10](#_Toc485455938)

[5 REFERÊNCIAS 11](#_Toc485455939)

# INTRODUÇÃO

## Sistemas Complexos Adaptativos

Um sistema complexo adaptativo – CAS (“*Complex Adaptive Systems”*), são sistemas que tratam não somente da relação entre indivíduos em um sistema, mas levam em consideração as relações ocorrentes entre o próprio sistema e o ambiente no qual esses elementos estão inseridos. Diferentemente das técnicas de “ciência natural”, os CAS têm como particularidade a de possibilitar adaptações e mudanças em sua natureza, de acordo com o ambiente em estudo e o uso de simulações computacionais como ferramentas de pesquisa (CHAN, 2001). Serena Chan (2001) reúne alguns atributos básicos de CAS: controle distribuído (ausência de controle para regir o comportamento do sistema), conectividade (qualquer decisão de um indivíduo pode modificar todo o funcionamento do sistema), co-evolução (os elementos de um sistema podem mudar de acordo com suas interações com o ambiente), dependência sensível em condições iniciais (pequenas mudanças podem ter impacto profundo, ou não, no sistema), ordem emergente (cada indivíduo tem suas próprias características, que implicarão diretamente no sistema), longe do equilíbrio (sistemas devem equilibrar as condições de ordem e caos em medidas apropriadas) e estado de paradoxo (que reforça a ideia do “longe do equilíbrio”, o paradoxo constante de ordem e desordem, concorrência e cooperação). A dinamicidade oferecida por esses sistemas dificulta sua implementação, visto que, em termos computacionais, modelar indivíduos com comportamentos e ações independentes e força-los a interagir uns com os outros em um ambiente é um trabalho extremamente delicado.

## Sistemas Multiagentes e seus usos

Para entender o conceito de multiagentes, é interessante compreender, em primeiro lugar, o conceito geral de agente e, mais especificamente, o de agentes inteligentes. No campo da computação, um agente é um sistema computacional com capacidade de tomar decisões autônomas e de interagir com outros agentes, se existirem, dentro de um ambiente qualquer. Wooldridge, em sua obra intitulada “An introduction to MultiAgent Systems” (2002), descreve o conceito de agentes como “[um sistema] que pode descobrir por si mesmo o que precisa fazer para satisfazer seus objetivos de design, ao invés de exigir que tenha que ser explicado explicitamente o que fazer em dado momento”.

A partir deste conceito, é possível apontar uma das principais características de agentes: suas ações afetam o ambiente no qual ele está situado, ainda que ele não possua controle total sobre esse ambiente. Pode-se afirmar então que, ainda que a mesma ação seja realizada mais de uma vez em circunstâncias aparentemente idênticas, podem gerar efeitos demasiadamente diferentes, podendo ainda ter um efeito indesejado. Dentre as muitas subdivisões do conceito de agentes, Wooldridge(2002) descreve as características que definem um agente inteligente, são elas: reatividade (capacidade de percepção e resposta oportuna às mudanças do ambiente), proatividade (habilidade de se comportar com base em metas para satisfazer seus objetivos de design) e capacidade social (capacidade de interação com outros agentes).

Um sistema multiagentes, por sua vez, pode ser definido como um conjunto de agentes que interagem uns com os outros através de processos de comunicação. Cada agente possui uma esfera de influência sobre o ambiente ao qual estão inseridos e, a partir disso, conseguem controlar partes diferenciadas desse ambiente. De acordo com a capacidade e disponibilidade para cooperação e negociação, os agentes podem criar, dentro do sistema, agrupamentos menores de relacionamentos, esses grupos, unidos ao conceito da esfera de influência, podem coincidir, em alguns casos e dar origem a relações de dependência entres os agentes.

Segundo Wooldridge (2002), a história da computação tem sido marcada por cinco tendências: ubiquidade, interconexão, inteligência, delegação (no sentido de que a computação tem se mostrado cada vez mais confiável aos usuários) e orientação humana. Tais tendências ocorrem de maneira contínua e, a cada dia, exigem o desenvolvimento de tecnologias melhores, afim de preencher lacunas deixadas por tecnologias anteriores. A orientação humana tem relação muito forte com a justificativa do surgimento dos sistemas multiagentes a partir de 1980, pois trata da crescente busca por visões de programação inspiradas no modo humano de ver o mundo e entende-lo.

## Modelos de sistemas complexos utilizando multiagentes

Wooldridge (2002) divide as aplicações de multiagentes em dois grandes grupos: sistemas distribuídos – nos quais os agentes podem ser vistos como nós em um sistema distribuído e, nesse grupo, é dado ênfase ao coletivo de agentes, e como assistentes pessoais de software – nestes, os agentes funcionam como assistentes proativos para determinadas aplicações, nesse grupo, é dado ênfase a individualidade dos agentes. Algumas das aplicações descritas por Wooldridge:

### Agentes para fluxo de trabalho e gerenciamento de processos de negócios

No campo de gerenciamento de negócios, os sistemas de fluxo de trabalho têm como intuito acelerar as tarefas comerciais, garantindo o fluxo de documentos. Nesse contexto, o sistema ADEPT (JENNINGS et al., 1996b apud WOOLDRIDGE, 2002) modela agentes de negociação e de prestação de serviços como uma organização empresarial. O problema de sistemas centralizados no fluxo de trabalho está relacionado a incapacidade de resposta satisfatória dos mesmos frente a eventos imprevisíveis, tal problema tornou-se a maior motivação para o desenvolvimento do ADEPT. Neste sistema, departamentos de uma empresa ou indivíduos em um departamento são representados como agentes que necessitam cooperar entre si afim de automatizar os processos da empresa. Cada agente foi modelado com uma lista de serviços que forneceriam uns aos outros e sob quais condições.

Dois casos serviram como teste para a equipe de desenvolvimento do ADEPT, no primeiro, cada agente possuía um rico conjunto de regras pré-estabelecidas com a finalidade de regular as estratégias de negociação e todos os relacionamentos a partir destas, e no segundo caso, os agentes deveriam responder a imprevistos, sendo necessário a flexibilidade de comportamento individual e social.

### Agentes para Comércio Eletrônico

Desde a década de 1990, o uso da Internet tem crescido desenfreadamente. Devido a isso, o interesse no e-commerce - comércio eletrônico também tem se destacado, por mais que a internet não tenha sido criada com esse fim. O uso de agentes nesses casos possibilita o surgimento de uma nova geração de e-commerce que, segundo Wooldridge (2002), automatiza muitos aspectos do procedimento de compras de consumidores. Wooldridge cita um dos estudos sobre comportamento de compra de consumidor mais difundidos e, de acordo com este, o processo de compra envolve um consumidor em seis passos (GUTTMAN *et al,* 1998 WOOLDRIDGE, 2002): 1) necessidade de identificação – consiste na consciência do consumidor acerca de alguma necessidade com a qual não está satisfeito; 2) intermediação de produtos – obtenção de informações relativas aos produtos disponíveis no mercado); 3) negociação de comerciantes – momento no qual o consumidor decide de quem irá comprar, após análise de ofertas de diversos comerciantes; 4) negociação – acordo de termos da transação entre o consumidor e o comerciante; 5) compra e entrega – realização efetiva da transação; e 6) serviço de produto e avaliação – fase na qual o consumidor avalia o serviço, o produto, o atendimento e etc.

Inúmeros agentes foram desenvolvidos para automatizar essas etapas e ajudar a melhorar a experiência do consumidor. Um exemplo simples desses agentes são os agentes de comparação de compras. Estes agentes, tais como o Jango system (Doorenbos *et al,* 1997 apud WOOLDRIDGE, 2002), foram projetados para comparar diversos comerciantes de um mesmo produto, afim de ajudar o consumidor na escolha, procurar especificações e avaliações do produto, dar recomendações ao consumidor e buscar por ofertas especiais e descontos. Os efeitos gerais de agentes de comparação de compras no mercado são interessantes pois, supondo que todos os clientes possam realizar pesquisas em todo o mercado, os comerciantes são forçados a diminuir suas margens de lucro, afim de continuarem vendendo seus produtos.

## Plataformas multiagentes

Como visto, a tecnologia multiagentes tem crescido como escolha final para resolução de diversos tipos de problemas. Devido a isso, muitas ferramentas surgiram para auxiliar programadores e desenvolvedores no uso de agentes.

### JADE

JADE *(“Java Agent DEvelopment Framework”)*

# JUSTIFICATIVA

A justificativa é o momento de construir a fundamentação elementar do trabalho. Nela encontra-se a pergunta por que fazer o trabalho, no sentido de mostrar os elementos antecedentes do problema e a relevância do assunto. Nela deve ter o argumento sobre a importância prático teórica, com as possíveis contribuições esperadas.

# OBJETIVOS

Nesse item deve constar a indicação do objetivo da pesquisa e quais os resultados que se **pretende** alcançar. Os objetivos são redigidos com verbos no infinitivo, p.ex.: caracterizar, identificar, compreender, analisar, verificar.

## GERAL

Procura estabelecer uma visão abrangente e global do tema, no sentido do que se pretende alcançar.

## ESPECÍFICOS

Esse sub-item tem função instrumental, pois tratam dos aspectos concretos que serão abordados na pesquisa e que ajudarão atingir o objetivo geral. Os objetivos específicos orientarão o pesquisador na tarefa de recolher e organizar os dados e as informações.

# METODOLOGIA DA PESQUISA

Metodologia mostra o caminho a ser percorrido em uma investigação, ou seja, como se responderá aos problemas estabelecidos. Deve estar de acordo com os objetivos específicos, abrangendo a definição de como será feito o trabalho.

A metodologia deve apresentar: o tipo de pesquisa; universo e amostra (se a pesquisa tiver dado empírico); instrumentos de coletas de dados; método de análise.

# REFERÊNCIAS

CHAN, S. Complex Adaptive Systems. **ESD.83 Research Seminar in Engineering Systems**, v. 31, p. 1–9, 2001.

WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multi-agent statistics**. 2. ed. [s.l.] Wiley, 2002. v. 1208