

# 1 Introdução

Sistemas multiagentes são sociedades em que agentes autônomos, heterogêneos e independentemente projetados podem trabalhar em função de objetivos comuns ou diferentes (LÓPEZ, 2003). Agentes são entidades situadas em um ambiente, capazes de realizar comportamentos autônomos neste ambiente para alcançar seus objetivos (JENNINGS e WOOLDRIDGE, 1996).

A fim de lidar com a heterogeneidade, autonomia e diversidade de interesses entre os agentes da sociedade, projetistas de tais sistemas estabelecem um conjunto de normas que é usado como um mecanismo de controle social que visa possibilitar que os agentes possam trabalhar em conjunto. Tais normas definem situações onde agentes são obrigados, proibidos ou tem a permissão de realizar um determinado comportamento (SILVA, 2008). A fim de desencorajar que os agentes violem as normas e influenciar seus cumprimentos, normas podem incluir recompensas que são providas quando estas normas são cumpridas e punições quando elas são violadas (SILVA, 2008).

Embora as normas sejam mecanismos promissores para regular o comportamento de agentes, deve-se levar em consideração que os mesmos são autônomos, portanto, eles são livres para decidir por cumprir ou violar cada norma do sistema. Neste contexto, nota-se a necessidade do provimento de mecanismos que possibilitem projetistas elaborarem e verificarem o impacto de diferentes normas e estratégias normativas (por estratégias normativas entenda o raciocínio adotado por um agente ao decidir por cumprir ou violar cada uma das normas do sistema), de maneira que os agentes possam continuar alcançando seus objetivos individuais e consigam trabalhar com outros a fim de atingir objetivos comuns.

Embora existam alguns trabalhos como (LÓPEZ, LUCK e D'INVERNO, 2002), (BOELLA e TORRE, 2004), (DIGNUM, VÁZQUEZ-SALCEDA e DIGNUM, 2004), (VERHAGEN, 2000) e (LÓPEZ e MÁRQUEZ, 2004) que apresentam diferentes estratégias normativas, (TISUE e WILENSKY, 2004), (BRITO, 2008) e (GATTI e LUCENA, 2008) que fornece mecanismos que

possibilitam verificar o comportamento de sistemas multiagentes através da realização de simulações ou ainda (LÓPEZ, LUCK e D'INVERNO, 2002), (SANTOS NETO, SILVA e LUCENA, 2011) que analisa por meio de simulações o impacto de diferentes estratégias normativas no que diz respeito ao atingimento dos objetivos comuns e individuais dos agentes no sistema. Nenhum destes trabalhos fornece uma infraestrutura onde é possível projetar e analisar o comportamento de sistemas multiagentes normativos, ou seja, sociedade de agentes capazes de adotar diferentes estratégias para lidar com as normas do sistema.

### 1.1. Limitações das Abordagens Atuais

Na literatura, encontram-se diversos trabalhos para verificar o comportamento de sistemas multiagentes, a importância de utilizar normas como mecanismo regulador de agentes ou o impacto da adoção de diferentes estratégias normativas.

Em (VERHAGEN, 2000) é descrito como os diferentes níveis de restrição da autonomia dos agentes pode influenciar no atingimento de uma ordem social desejável onde os agentes da sociedade podem trabalhar em função de atingir objetivos comuns ou diferentes. Já (TISUE e WILENSKY, 2004) propõe o *framework* NetLogo que possibilita simular fenômenos naturais e sociais utilizando sistemas multiagentes. López *et al* (LÓPEZ, LUCK e D'INVERNO, 2002) apresenta um conjunto de estratégias que podem ser adotadas por agentes ao lidar com normas. Dignum *et al* (DIGNUM, VÁZQUEZ-SALCEDA e DIGNUM, 2004) propõe um modelo para criação de agentes regulados por normas com o objetivo de alcançar uma ordem social desejável. Boella *et al* (BOELLA e TORRE, 2004) apresenta um modelo para construção de sistemas multiagentes normativos para *games*.

Gatti *et al* (GATTI e LUCENA, 2008) apresenta um *framework* para simulação de sistemas multiagentes aplicados a sistemas biológicos. Brito (BRITO, 2008) propõe um simulador multiagente para auxiliar decisões de logísticas de alocação de petróleo em portos. Já López *et al* (LÓPEZ e MÁRQUEZ, 2004) apresenta uma arquitetura para construir agentes normativos.

Nesta arquitetura inclui-se mecanismos para decidir se uma norma deve ser adotada, outra para deliberar se uma norma deve ser cumprida e a última para atualizar os objetivos individuais dos agentes de acordo com as decisões normativas que eles tomaram.

Nenhum destes trabalhos fornece uma infraestrutura onde é possível elaborar e analisar o impacto de um conjunto de normas e estratégias normativas num sistema multiagentes.

## 1.2. Solução Proposta e Principais Contribuições

Este trabalho propõe um *framework* (*Java Simulation Normative Agents Framework - JSAN*) que possibilita o desenvolvimento de simulações de sistemas multiagentes normativos, e a avaliação do comportamento de tais sistemas diante de um conjunto de normas e a aplicação de diferentes estratégias normativas.

Para ilustrar a utilização do *framework* são apresentados dois cenários de uso: o primeiro no contexto de prevenções de crimes (BOSSE e GERRITSEN, 2010) e o segundo está relacionado a missões de resgate de civis que estão em áreas de risco.

As principais contribuições deste trabalho são:

- Projeto e desenvolvimento de um *framework* para auxiliar na construção de simulações para sistemas multiagentes normativos;
- Criação de mecanismos necessários para compreender os impactos de normas que estão regulando o comportamento de agentes capazes de adotar diferentes estratégias normativas;
- Aplicação do *framework* em dois cenários diferentes para demonstrar a importância do trabalho realizado;
- Relatar lições aprendidas durante o projeto e desenvolvimento do *framework* e a sua aplicação nos cenários de uso.

### **1.3. Organização do Documento**

A dissertação está estruturada da seguinte forma:

- No capítulo 2 são apresentados alguns conceitos importantes utilizados e citados pelo JSAN.
- No capítulo 3 o framework JSAN é explicado em detalhes.
- No capítulo 4 são apresentados aplicabilidades do JSAN.
- No capítulo 5 são explicados alguns trabalhos relacionados, apresentando suas principais vantagens e desvantagens.
- No capítulo 6 são apresentados os trabalhos futuros e conclusões do trabalho proposto.