

PODER EXECUTIVO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Um Sistema Multiagente de Identificação e Caracterização de  
Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de  
Aprendizagem

Dhanielly Paulina Rodrigues de Lima

Manaus – AM  
Fevereiro de 2015

Dhanielly Paulina Rodrigues de Lima

Um Sistema Multiagente de Identificação e Caracterização de  
Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de  
Aprendizagem

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco de Magalhães Netto.

Manaus - AM  
Fevereiro de 2015

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R696u	<p>Rodrigues de Lima, Dhanielly Paulina Um Sistema Multiagente de Identificação e Caracterização de Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem / Dhanielly Paulina Rodrigues de Lima. 2015 122 f.: il. color; A4 cm.</p> <p>Orientador: José Francisco de Magalhães Netto Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Ambiente Virtual de Aprendizagem. 2. Agentes Inteligentes. 3. Análise de Redes Sociais. 4. Ferramentas de Comunicação. 5. Visualização. I. Netto, José Francisco de Magalhães II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	---



PODER EXECUTIVO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**"Um Sistema Multiagente de Identificação e Caracterização de Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem"**

**DHANIelly PAULINA RODRIGUES DE LIMA**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:

*José Francisco de Magalhães Netto*

PROF. JOSÉ FRANCISCO DE MAGALHÃES NETTO – PRESIDENTE

*Elaine Harada Teixeira de Oliveira*

PROFA. ELAINE HARADA TEIXEIRA DE OLIVEIRA – MEMBRO

*Thaís Helena Chaves de Castro*

PROFA. THAÍS HELENA CHAVES DE CASTRO – MEMBRO

*Marco Aurélio Gerosa*

PROF. MARCO AURÉLIO GEROSA – MEMBRO

Manaus, 24 de fevereiro de 2015.

*A Deus e aos meus Pais, pelo  
encorajamento e por tudo que sempre  
fizeram por mim.*

## Agradecimentos

A Deus, por ser misericordioso comigo, por me amar, por estar sempre ao meu lado, por me ajudar, por ser provedor dos meus conhecimentos, pela família maravilhosa que me deu e pela vida do meu orientador.

Aos meus pais, Getúlio Lima e Antônia Lima, pelo amor incondicional, pelo exemplo de caráter a ser seguido, pela preocupação comigo, pelo investimento na minha educação e principalmente pelas palavras de incentivo que mesmo à distância, foram essenciais para o sucesso deste trabalho. Amo muito vocês!

As minhas irmãs, Thaty e Amanda, e aos meus cachorros, Bidu, Charlote e Nicole, pela alegria que me proporcionam todas as vezes que estão comigo. Ao querido, Wesley Viana, por caminhar ao meu lado durante essa jornada e por sempre me apoiar.

Ao meu orientador, professor José Netto, por sempre acreditar no meu potencial, por seus ensinamentos valiosos, por sua compreensão, pelo exemplo de pessoa maravilhosa que é e pela paciência ao me ensinar ao longo destes dois anos. Aprendi e cresci muito com o senhor!

Aos professores Marco Aurélio Gerosa, Elaine Harada e Thaís Helena por suas estimadas contribuições e pela participação na banca. Agradeço também ao professor Bruno Gadelha, pelos ensinamentos e pela parceria no trabalho MoodleGroups.

Aos amigos Namedin Teles, Wagner Gaspar, Vitor Bremgartner, Wesllen e os colegas do grupo de pesquisa pela ajuda e auxílio prestado todas as vezes que eu precisava.

Aos amigos que trabalham no PPGI e aos amigos que juntamente comigo começaram os seus mestrados e doutorados, muito obrigada pelas alegrias, pela amizade, pela parceria, pelas confraternizações, e por estarem comigo nos dias, noites, feriados e fins de semana de estudos com muito café.

A Samsung pelo suporte financeiro e ao CNPq pela bolsa de estudos, que possibilitou uma dedicação integral para o desenvolvimento do trabalho.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Senhores, a única forma de alcançar o impossível é pensar que é possível”.*

*(Alice no País das Maravilhas)*

# Um Sistema Multiagente de Identificação e Caracterização de Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem

Autora: Dhanielly Paulina Rodrigues de Lima

Orientador: DSc. José Francisco de Magalhães Netto

## RESUMO

A crescente utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como disseminadores do conhecimento auxilia os alunos na construção do saber e proporciona uma interação entre as pessoas via ferramentas computacionais mediadas pelo professor (mediador ou tutor). Contudo, muitos AVAs não possuem um mecanismo ou ferramenta para auxiliar o professor a obter informações detalhadas acerca das interações sociais dos alunos e dos seus grupos. Isso dificulta a percepção por parte do professor no que diz respeito às relações sociais estabelecidas dentro da disciplina. Com base nessas informações, o presente trabalho propõe e detalha uma abordagem para esse problema que faz uso de uma arquitetura de Sistemas Multiagente voltada para a análise das interações dos grupos. Como prova de conceito, um protótipo foi desenvolvido a partir de uma metodologia de software para Sistemas Multiagente, com o objetivo de analisar as interações entre os estudantes que ocorreram nos fóruns e nas mensagens de um curso no AVA Moodle e, apresentar essas informações ao professor sob a forma de sociograma ou tabela. Desta forma, o professor pode acompanhar visualmente as interações de seus alunos dentro do curso e adotar táticas que promovam a inserção social. Para validar o trabalho, foi realizado um estudo de caso como avaliação de viabilidade, numa turma de um curso de Educação a Distância (EaD) de uma Instituição de Ensino Superior (IES). De acordo com os resultados obtidos nos testes simulados e com uma turma real, pode-se concluir que a visualização gráfica das interações dos alunos nos fóruns e nas mensagens, quando aliadas à proatividade dos agentes, pode corroborar o trabalho desempenhado pelos mediadores. A visualização das interações proporciona aos docentes uma visão mais abrangente, clara e rápida das relações sociais estabelecidas na disciplina, facilitando a opção de intervir intencionalmente por meio de estratégias didáticas, tais como incentivar os alunos no desenvolvimento da comunicação, na interação e na criação de novos grupos.

**Palavras-chave:** Ambiente Virtual de Aprendizagem, Agentes Inteligentes, Análise de Redes Sociais, Ferramentas de Comunicação, Visualização.

# A Multi-Agent System of Identification and Characterization of Social Relations of Students in a Learning Management System

Authoress: Dhanielly Paulina Rodrigues de Lima

Advisor: DSc. José Francisco de Magalhães Netto

## ABSTRACT

The increase use of Learning Management Systems (LMS) as disseminators of knowledge aids students in developing knowledge and provides an interaction between people through computational tools mediated by the teacher (mediator or tutor). However, many LMSs does not have a mechanism or tool to aid the teacher to get detailed information about the social interaction between students and their group. This complicates the teacher's awareness with regard to social relations established within the discipline. Based on this information, this paper proposes and details an approach to this problem that makes use of a Multi-Agent System architecture directed to the analysis of the interactions of groups. As proof of concept, a prototype was developed as using a software methodology for Multi-Agent Systems in order to analyze the interactions between students that occurred in the forums and messages of a course in the LMS Moodle and present this information to the teacher in the form of sociogram or table. In this way, the teacher can visually monitor the interactions of students within the course, and adopt tactics that promote social inclusion. To validate the work a case study was performed, a class of a course of Distance Education in a Higher Education Institution (HEI). According to the results obtained in simulated tests and a real class, it is clear that the graphic visualization of interactions of students in the forums and messages, when combined with the proactivity of agents, can corroborate the work done by mediators. The vizualization of the interactions provides to the teachers a more comprehensive, clear and quick view of social interactions established in the discipline, facilitating a option to intervене intentionally through teaching strategies such as to encourage students to develop the communication, interaction and the creation of new groups.

**Keywords:** Learning Management System, *Intelligent Agents*, *Social Network Analysis*, *Communication Tools*, *Vizualization*.

# Lista de Figuras

Figura 1. Agentes Percebendo e Atuando no Ambiente.....	10
Figura 2. Exemplo de Sociograma por Intermédio da Ferramenta TouchGraph.....	15
Figura 3. Cálculo da Densidade.....	17
Figura 4. Cálculo do Grau de Inclusividade.....	18
Figura 5. a) Centralidade de Grau b) Centralidade Relativa de Grau .....	19
Figura 6. Metodologia MaSE.....	20
Figura 7. Exibição da Lista do Fórum vs Visualização do Grafo Social .....	25
Figura 8. Visualização da Interação no InterMap .....	26
Figura 9. Rede Social do Estudante “B” .....	28
Figura 10. Sociograma dos Membros da CoP.....	29
Figura 11. Elementos de uma Experiência Educacional .....	30
Figura 12. Visão Geral do Sistema. ....	37
Figura 13. Caso de Uso do Ator Aluno.....	38
Figura 14. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Trocar Mensagem.....	39
Figura 15. Caso de Uso do Ator Professor.....	40
Figura 16. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Solicitar Análises de Interação.....	41
Figura 17. Caso de Uso do Ator Notifica.....	41
Figura 18. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Disponibilizar as Opções do Sistema.....	42
Figura 19. Caso de Uso do Ator Tabela.....	43
Figura 20. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Acionar Agente E-mail.....	44
Figura 21. Caso de Uso do Ator Sociograma.....	45
Figura 22. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Disponibilizar Sociograma.....	46
Figura 23. Caso de Uso do Ator E-mail.....	47
Figura 24. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Enviar E-mail ao Professor.....	47
Figura 25. Diagrama de Hierarquia de Objetivos.....	49
Figura 26. Diagrama de Hierarquia de Papéis.....	50
Figura 27. Diagrama de Tarefas Simultâneas do Agente Sociograma.....	50
Figura 28. Diagrama de Classe dos Agentes.....	52
Figura 29. Diálogo entre o Agente Notifica e o Agente Sociograma.....	53
Figura 30. Arquitetura do Agente Notifica.....	54
Figura 31. Diagrama de Desenvolvimento.....	55

Figura 32. Componentes da Arquitetura JADE .....	58
Figura 33. Interface Gráfica da Plataforma JADE. ....	58
Figura 34. Tela de Curso Visualizada pelo Administrador. ....	59
Figura 35. Tabelas do Moodle. ....	60
Figura 36. Interface Gráfica do AgentTool. ....	61
Figura 37. Interface do Agente Sniffer. ....	62
Figura 38. Plug-in Analisar Interação. ....	63
Figura 39. Interface Inicial do Sistema. ....	64
Figura 40. Primeiro Sociograma Gerado.....	64
Figura 41. Segundo Sociograma Gerado.....	65
Figura 42. Informações Detalhadas da Interação no Sociograma.....	66
Figura 43. Interações Representadas na Tabela. ....	67
Figura 44. Representação das Interações em Forma de Tabela.....	68
Figura 45. Representação das Interações em Forma de Sociograma.....	69
Figura 46. E-mail de Alerta Enviado ao Professor da Disciplina.....	70
Figura 47. Tela Principal do Curso.....	74
Figura 48. Perfis dos Alunos Participantes.....	74
Figura 49. Linha do Tempo dos Sociogramas Gerados. ....	75
Figura 50. Sociograma e Tabela da Primeira Semana.....	76
Figura 51. Sociogramas da Segunda Semana.....	76
Figura 52. Métricas de ARS Aplicadas no Sociograma da Segunda Semana.....	77
Figura 53. Interação por parte do Professor com um dos Alunos.....	78
Figura 54. Sociograma da Terceira Semana.....	79
Figura 55. Análises de ARS da Terceira Semana. ....	80
Figura 56. Últimos Resultados Gerados.....	80
Figura 57. Análises de ARS do Último Resultado. ....	81
Figura 58. E-mail Enviado para o Professor.....	82

# Lista de Tabelas

Tabela 1. Ferramentas de Interação e Interatividade do AVA. ....	13
Tabela 2. InDegree/OutDegree Resultados para 5 Estudantes.....	27
Tabela 3. Aspectos Destacados em Alguns Trabalhos Relacionados. ....	33

# Lista de Abreviaturas e Siglas

ACL	Agent Communication Language
AI	Agentes Inteligentes
AID	Identificadores de Agentes
AMS	Agent Management System
ARS	Análise de Redes Sociais
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CoP	Comunidade de Prática
EaD	Educação a Distância
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
HEI	Higher Education Institution
HTML	HyperText Markup Language
IComp	Instituto de Computação
IDE	Integrated Development Environment
IES	Instituição de Ensino Superior
InterMap	Interaction Map
JADE	Java Agent Development
JSF	Java Server Faces
LMS	Learning Management System
MaSE	Methodology MultiAgent System Engineering
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
MTS	Message Transport System
PHP	Hypertext Preprocessor
POO	Paradigma Orientado a Objetos
RMA	Remote Management Agent
SGA	Sistema Gerenciador de Aprendizagem
SMA	Sistema Multiagente
SNA	Social Network Analysis
SNAPP	Social Networks Adapting Pedagogical Practice
TDIC	Tecnologia Digital da Informação e Comunicação
UFAM	Universidade Federal do Amazonas.
UML	Unified Modeling Language
XML	Extensible Markup Language

# Sumário

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Abreviaturas e Siglas</b> .....	<b>xii</b>
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>1</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Definição do Problema e Estratégia de Solução.....	2
1.2 Motivação.....	4
1.3 Justificativa.....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.5 Metodologia.....	6
1.6 Organização do Trabalho .....	7
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>8</b>
<b>Fundamentação Teórica</b> .....	<b>8</b>
2.1 Educação a Distância (EaD).....	8
2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) .....	9
2.3 Agentes Inteligentes (AI) e Sistemas Multiagente (SMA).....	9
2.4 A importância da Interação e Comunicação na Aprendizagem.....	11
2.5 Sociograma .....	14
2.6 Análise de Redes Sociais.....	16
2.6.1 Densidade.....	17
2.6.2 Centralidade .....	18
2.7 Metodologia MaSE .....	20
2.8 Conclusões do Capítulo .....	21
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>24</b>
<b>Trabalhos Relacionados</b> .....	<b>24</b>

3.1 SNAPP .....	24
3.2 InterMap .....	25
3.3 Student Social Graphs: Visualizing a Student's Online Social Network .....	27
3.4 Social Network Analysis and Evaluation of Communities of Practice of Teachers: A Case Study .....	28
3.5 Assessing Social Presence in Asynchronous Text-Based Computer Conferencing .....	30
3.6 Análises de Interação em AVAs e Agentes de Software no Contexto de Educação a Distância .....	31
3.7 Análises de outros Trabalhos Correlatos .....	32
3.8 Conclusões do Capítulo .....	33
<b>Capítulo 4 .....</b>	<b>36</b>
<b>Desenvolvimento da Proposta.....</b>	<b>36</b>
4.1 Visão Geral do Sistema .....	36
4.2 Casos de Uso e Diagramas de Sequência .....	38
4.2.1 Ator Envolvido: Aluno.....	38
4.2.2. Ator Envolvido: Professor.....	40
4.2.3. Ator Envolvido: Notifica .....	41
4.2.4. Ator Envolvido: Tabela .....	43
4.2.5. Ator Envolvido: Sociograma .....	45
4.2.6. Ator Envolvido: E-mail.....	46
4.3 Modelagem do Sistema Multiagente Utilizando MaSE.....	48
4.3.1. Fase de Análise .....	48
4.3.1.1. Capturando os Objetivos .....	48
4.3.1.2. Estabelecendo os Casos de Uso e Definindo os Papéis.....	49
4.3.2. Fase de Projeto.....	51
4.3.2.1. Criando as Classes de Agentes.....	51
4.3.2.2. Desenvolvendo os Diálogos entre os Agentes.....	52
4.3.2.3. Agrupando as Classes de Agentes.....	53
4.3.2.4. Projetando o Sistema .....	54
4.4 Conclusões do Capítulo .....	55
<b>Capítulo 5 .....</b>	<b>57</b>
<b>Implementação do Sistema.....</b>	<b>57</b>
5.1 Tecnologias Utilizadas.....	57
5.1.1 JADE .....	57

5.1.2 Moodle .....	59
5.1.3 AgentTool .....	60
5.2 Protótipo .....	61
5.2.1 Interface Gráfica e Funcionamento do Ambiente .....	63
5.2.2 Testes em um Curso Simulado .....	67
5.3 Conclusões do Capítulo .....	71
<b>Capítulo 6 .....</b>	<b>73</b>
<b>Teste e Avaliação do Sistema.....</b>	<b>73</b>
6.1 Teste em um Curso Real.....	73
6.2 Conclusões do Capítulo .....	83
<b>Capítulo 7 .....</b>	<b>85</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>85</b>
7.1 Contribuições .....	86
7.2 Trabalhos Futuros .....	87
<b>Referências .....</b>	<b>89</b>
<b>Apêndice A - Publicações Produzidas no Mestrado e Prêmios .....</b>	<b>99</b>
<b>Apêndice B – Código-Fonte do Agente EnviaEmail .....</b>	<b>100</b>
<b>Apêndice C – Formulário para Detectar os Perfis dos Participantes.....</b>	<b>101</b>
<b>Apêndice D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....</b>	<b>102</b>
<b>Apêndice E – Contrato de Não Interferência.....</b>	<b>103</b>
<b>Apêndice F – Questionário Aplicado com o Professor Participante do Teste .....</b>	<b>105</b>
<b>Apêndice G – Respostas do Professor em Relação ao Questionário Aplicado .....</b>	<b>106</b>

# Capítulo 1

## Introdução

Com a popularização da Internet, a sociedade tem se tornando cada vez mais conectada à rede mundial de computadores. Isso ocasionou uma mudança nas relações interpessoais, de trabalho e na educação [Cordenonsi *et al.*, 2013].

Ao mesmo tempo, pode-se dizer que a Internet tem se transformado em uma importante ferramenta para fins pedagógicos. Em razão dos avanços das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e da procura por plataformas educacionais, há possibilidade de interação entre alunos e professores, compartilhando o conhecimento [Bremgartner e Netto, 2012].

No contexto das plataformas educacionais e das TDICs, destacam-se os Ambiente Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Em termos conceituais, consistem em mídias que utilizam o ciberespaço para veicular conteúdos e permitir a interação entre os atores do processo educativo [Pereira *et al.*, 2007].

Desta forma, o AVA funciona semelhante a um portal, que fornece várias ferramentas que podem ser utilizadas como suporte ao ensino e aprendizagem dos alunos [Messa, 2010]. Exemplos são os chats, fórum de discussões, diários, mensagens, wiki entre outros, que suportam a criação coletiva do conhecimento [Alencar e Netto, 2011] e constituem, assim, um espaço de mediação para a assimilação da informação.

Dentre as ferramentas disponíveis nos ambientes de ensino, duas estão sendo utilizadas nas análises deste trabalho: a ferramenta mensagem, que permite a troca de mensagens entre dois interlocutores; e a ferramenta fórum de discussão, que é uma ferramenta de comunicação textual assíncrona, em grande parte, utilizado para aprofundar um assunto claro [Gerosa *et al.*, 2003]. Através do fórum pode-se detectar grupos e seus subgrupos.

Embora essas ferramentas tragam consigo benefícios, existem dificuldades em coordenar as interações sociais, como por exemplo, nos fóruns. Por serem ferramentas assíncronas, a participação pode ocorrer a qualquer hora, o que demanda uma atenção constante por parte do professor para mediar o grupo e a

discussão. Também, uma quantidade considerável de mensagens é enviada em um curto período de tempo, dificultando o acompanhamento e a coordenação da discussão [Fuks *et al.*, 2005].

Outro ponto questionado por Bakharia e Dawson [2011] é que apesar desses ambientes possuírem uma vasta gama de benefícios pedagógicos, os professores no ambiente *on-line*, frequentemente, não têm as dicas de aprendizagem do estudante. Estas são facilmente obtidas nos modos mais tradicionais de prestação de serviços educacionais (face a face), como por exemplo, os sinais percebidos pelos professores em sala de aula, que os auxiliam na identificação dos alunos que necessitam de apoio ou dos que estão compreendendo o conteúdo. Estes tipos de mecanismos de feedback são essenciais para que os instrutores se adaptem melhor às necessidades do aprendiz.

Com o propósito de minimizar o distanciamento do professor em relação às interações dos alunos e de auxiliá-lo a coordenar as relações sociais que ocorrem nas ferramentas mensagem e fórum de discussão, foi desenvolvido um Sistema Multiagente capaz de identificar as interações entre os alunos de um curso do AVA. Isso disponibilizou ao tutor/professor as informações das interações de maneira clara, detalhada e objetiva, sendo apresentadas sob a forma de tabela e de sociogramas.

Assim como essa, diversas questões de pesquisa relacionadas à análise das relações sociais dentro dos AVAs têm surgido, e uma delas é o problema descrito nesta dissertação, detalhado na subseção a seguir.

## 1.1 Definição do Problema e Estratégia de Solução

Para um melhor entendimento do problema do trabalho, considere o seguinte cenário apresentado por Lima *et al.* [2014b]:

Um professor ministra uma disciplina de um curso de Educação a Distância (EaD), no qual disponibiliza o conteúdo e incentiva a interação de seus alunos por intermédio de um AVA e suas ferramentas. Porém, o professor e os tutores que o auxiliam notaram uma baixa participação dos alunos nas discussões e nas atividades solicitadas no AVA.

Diante disso, o professor compreende que se as interações entre os alunos forem incentivadas, mais motivados eles ficarão, de forma a resultar em uma melhora

no rendimento dos alunos na disciplina. Essa constatação partiu de uma leitura realizada pelo professor do trabalho de Turoff e Hiltz [1982] em que é descrito que um grupo em sua concepção tem uma capacidade maior de gerar alternativas para um determinado problema de forma criativa, levantando as vantagens e desvantagens de cada uma delas e selecionando as alternativas mais viáveis para as tomadas de decisão.

Desta forma, o professor decide investigar como os alunos estão se relacionando dentro do ambiente virtual, a fim de motivá-los a atuarem como um grupo. Para tanto, ele tenta verificar manualmente todas as mensagens enviadas nos fóruns de discussão e as mensagens trocadas entre os alunos, e percebe que esse trabalho exige dedicação, esforço cognitivo e bastante tempo disponível. Isso se deve ao fato de que em meio de tantas ferramentas disponibilizadas pelo AVA, infelizmente não há um gerenciamento de forma automática e inteligente em relação às interações sociais estabelecidas pelos alunos dentro do curso.

Se o professor tivesse a sua disposição uma ferramenta que o ajudasse na identificação das interações grupais e mostrasse graficamente essas informações, ele poderia acompanhar a evolução dos alunos no âmbito das relações sociais. Poderia adotar medidas preventivas, a fim de promover a inserção social e de evitar desistências e reprovações, tendo em vista a importância das interações sociais segundo Vygotsky [2008] no processo de aprendizagem. Desta forma, como ajudar esse professor?

Considerando o cenário descrito, é proposto neste trabalho, como solução estratégica, o desenvolvimento de uma camada de inteligência formada por um Sistema Multiagente (SMA) acoplado ao AVA, que tem como objetivo identificar, analisar e coletar as interações dos alunos entre si e como resultado estruturar essas informações sob a forma de tabela e de sociogramas (grafo social) para o professor. O SMA, portanto, enviará informações via e-mail ao professor alertando-o dos alunos com pouca ou nenhuma interação dentro da disciplina.

Sendo assim, o professor poderá intervir e acompanhar a evolução de seus alunos no âmbito das interações. Há, deste modo, a possibilidade de integrar na disciplina os alunos com dificuldades para se relacionar, uma vez que o sistema desenvolvido detecta e mostra ao professor os alunos que não estão interagindo.

## 1.2 Motivação

A crescente utilização das TDICs em contextos educacionais ocasionou um aumento significativo de cursos a distância nos AVAs, que utilizam as TDICs para agregar valor às suas estratégias de ensino-aprendizagem [Maciel, 2012]. Com isso, torna-se indispensável o uso de ferramentas que auxiliem as pessoas na utilização desses ambientes.

Desta forma, um dos elementos motivadores deste trabalho consiste em fornecer ao mediador uma visão geral e integrada das interações dos alunos dentro do curso, uma vez que essas informações podem ajudar o professor a compreender as relações sociais e grupais estabelecidas na disciplina. Podem também auxiliar o professor no acompanhamento e elaboração de grupos, tendo em vista que o sistema possibilita salvar as informações consultadas.

Com a abordagem também será possível identificar a evasão dos alunos no curso e tentar combatê-la, pois o professor terá a possibilidade de identificar antecipadamente os alunos que não interagem e, assim, adotar estratégias específicas de acordo com a turma. Como por exemplo, os resultados obtidos em uma turma real que foram extraídos deste trabalho e são apresentados no Capítulo 6, em que é evidenciado o elemento motivador a cima, no exemplo, alguns alunos que não participavam da disciplina, após receberem o incentivo por parte do mediador, começaram a ser mais atuantes dentro do curso.

Outro elemento motivador consiste na possibilidade de identificar e integrar o aprendiz que possui dificuldades de se relacionar com os demais aprendizes. E, por fim, em promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o professor poderá tomar medidas antecipadas e preventivas, de acordo com os resultados da visualização gráfica das interações sociais dos alunos.

## 1.3 Justificativa

A relevância do presente trabalho reside na implementação de um Sistema Multiagente integrado ao AVA, que possibilitará a representação gráfica das interações dos alunos entre si, neste caso por intermédio de sociogramas e de tabelas. As análises quando obtidas são fundamentais ao professor/tutor (mediador),

pois a partir delas o mediador poderá acompanhar e tomar decisões estratégicas e pedagógicas no curso.

Segundo Gomes [2008], a mediação é um processo que envolve o ambiente, as ações, os agentes, os conteúdos, o suporte e os recursos tecnológicos que se articulam na interseção entre a informação, a comunidade e a educação. O objetivo dessa mediação é poder estabelecer estratégias a partir das quais se torna possível a geração de saberes.

Por isso, há necessidade de desenvolver agentes que atuem no AVA, analisando e coletando as informações dos alunos nas mensagens e nos fóruns de discussão. Neste sentido, o trabalho proposto procura auxiliar o mediador no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando a este acompanhar a evolução da sua turma nos diversos estágios da disciplina.

## 1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é:

Prover um sistema que identifique e caracterize as interações sociais dos alunos nos fóruns e mensagens de um ambiente virtual de aprendizagem, a fim de auxiliar os mediadores na elaboração de grupos por meio de um Sistema Multiagente.

Para alcançar o objetivo acima é preciso atingir os seguintes objetivos específicos:

- (1) Projetar um Sistema Multiagente que identifique as interações sociais dos alunos em fóruns de discussão e na ferramenta mensagens, dentro de um curso no AVA Moodle;
- (2) Gerar diagramas de relação social em forma de tabelas e sociogramas, por intermédio de um SMA.
- (3) Caracterizar os diagramas do item 2, diferenciando as interações por cores;
- (4) Prover ao professor por intermédio do sistema, alertas via e-mail, acerca dos alunos que não estão interagindo;
- (5) Fazer um estudo de caso para avaliar o sistema.

## 1.5 Metodologia

A metodologia utilizada consiste numa série de procedimentos típicos de projetos desta natureza. Sendo eles:

**a.** Revisão da literatura para identificar os trabalhos relacionados com a pesquisa, levando em consideração as diferentes áreas do conhecimento envolvidas, em especial no que diz respeito às áreas de análise de redes sociais e a utilização de agentes em Ambiente Virtuais de Aprendizagem.

**b.** Identificação de requisitos e planeamento da arquitetura.

**c.** Escolha e utilização de uma metodologia de Engenharia de Software voltada para a modelagem de Sistemas Multiagente.

**d.** Definição das métricas de Análise de Redes Sociais (ARS) que foram utilizadas nos resultados do trabalho, em especial no grafo social, a fim de avaliar a abrangência do mesmo.

**e.** Construção e Refinamento do Sistema

Por meio de simulações, o sistema foi projetado. Nesta fase do trabalho, a arquitetura projetada passou por diversas etapas de prototipações, ocorrendo assim o refinamento do sistema. O mesmo foi adequado às situações reais que apareceram no decorrer do projeto.

**f.** Estudo de Caso

Após o término da construção do sistema, foi realizado um estudo de caso, no qual diversas pessoas<sup>1</sup>, tais como: o professor e os alunos, foram convidados a participar.

**g.** Aplicação das Métricas de ARS.

Nesta fase, as métricas que foram definidas pelo procedimento “**d**” foram aplicadas nos estudos de caso realizados com as turmas reais, a fim de detectar as características sociais predominantes na turma de aplicação do teste.

**h.** Avaliação do Sistema.

Por fim, foram analisados nesta fase os resultados obtidos do estudo de caso, que foram aplicados em uma turma real.

---

<sup>1</sup> O professor e os alunos preencheram diversos formulários autorizando a divulgação dos dados em trabalhos de carácter científico.

## 1.6 Organização do Trabalho

Além desta seção de introdução, esta proposta está estruturada da seguinte forma: o Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica, na qual se baseia esta proposta, descrevendo sobre os agentes inteligentes, os SMAs, os AVAs, a EaD, a importância da interação e comunicação na aprendizagem, o que vem a ser o sociograma, possui as definições de ARS, quais as métricas abordadas nos resultados do trabalho e finaliza o Capítulo conceituando a metodologia empregada nos SMAs; já o Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados com o projeto, o Capítulo 4 apresenta a modelagem utilizada para a implementação e desenvolvimento dos agentes, o Capítulo 5 aborda a proposta em si, bem como as ferramentas que foram empregadas, o protótipo e a interface gráfica do sistema e o teste realizado em um curso simulado, logo após têm-se o Capítulo 6 relatando o estudo de caso aplicado em um curso real. Por fim, o Capítulo 7 apresenta as conclusões levando em consideração as contribuições, limitações e trabalhos futuros.

## Capítulo 2

### Fundamentação Teórica

Neste Capítulo, são abordados alguns conceitos importantes para o entendimento do trabalho, tais como: Educação a Distância; Ambientes Virtuais de Aprendizagem; definições e importância da utilização de agentes inteligentes e multiagentes no trabalho; a importância de interação e interatividade no contexto educacional; sociograma e sociometria; análise de redes sociais e as métricas utilizadas nos resultados do trabalho. Por fim, haverá uma apresentação da metodologia de engenharia de software voltado para sistemas multiagente que foi utilizada no desenvolvimento do trabalho.

#### 2.1 Educação a Distância (EaD)

Nos últimos anos, a tecnologia utilizada no contexto de aprendizagem tem se tornado mais evidente em nossa sociedade, modificando, assim, a forma de ensinar e aprender e, possibilitando novas formas de interação fora do ambiente escolar. Nesse contexto, a educação a distância se constitui em uma modalidade de ensino mediada pela tecnologia, na qual o aprendizado ocorre normalmente em um lugar diferente do local de ensino [Moore e Kearsley, 2007], exigindo técnicas especiais de criação de curso, de instrução e comunicação por meio de várias tecnologias.

Esta modalidade de ensino teve o seu o primeiro indício em 1728, por Caleb Philipps, que enviava suas atividades todas as semanas para os seus alunos, por meio de correspondência [Nunes, 2009]. Já no contexto brasileiro, essa modalidade de ensino foi iniciada em meados de 1900, inicialmente com a utilização de classificados de jornal, se propagando mais tarde para o rádio e televisão [Alves, 2011],

A Educação a Distância trouxe consigo diversos benefícios, entre eles a construção do saber autônomo do aluno, possibilitando uma maior autonomia e flexibilidade para a realização das atividades. O contato professor-aluno se dá mediante a utilização de tecnologias que possibilitam e auxiliam o processo de ensino-

aprendizagem. Segundo Andrade e Santos [2010], a EaD deve ser vista como uma possibilidade de renovação no âmbito educacional, visando a propagação do conhecimento individual e também coletivo.

A seção a seguir, aborda os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) que fazem parte da Educação a Distância.

## 2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem, também conhecidos na literatura como Sistemas Gerenciadores de Aprendizagem – SGA (Learning Management System - LMS), constituem-se de importantes recursos tecnológicos que possibilitam o ensino a distância. Eles integram diversos desde materiais didáticos até a relação entre professores, alunos, metodologias e estratégias de ensino, tendo como finalidade o desenvolvimento da construção do conhecimento no aluno [Machado e Teruya, 2009].

Segundo Cruz *et al.* [2012], o AVA é uma aplicação via web constituída por várias ferramentas de criação, gestão de atividades, comunicação, colaboração e interação. Estes ambientes são desenvolvidos para o processo de ensino-aprendizagem, facilitando assim a comunicação entre alunos e professores.

Para McKimm *et al.* [2003], o AVA consiste em um conjunto de ferramentas eletrônicas voltadas ao processo de ensino-aprendizagem. Os principais componentes incluem: os sistemas que podem organizar conteúdos, acompanhar atividades e fornecer ao estudante uma comunicação eletrônica e um suporte *online*.

Tais ambientes são usados nos mais variados tipos de projetos envolvendo Educação a Distância e estão sempre se desenvolvendo e avançando, pois incorporam o potencial tecnológico da sociedade [Kerbaui e Santos, 2007].

## 2.3 Agentes Inteligentes (AI) e Sistemas Multiagente (SMA)

Sistema Multiagente (SMA) é uma abordagem da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) que tem como campo de sua pesquisa os agentes. Para Russell e Norvig [2013], agente é tudo que pode ser considerado capaz de perceber o seu ambiente por meio

dos sensores e agir sobre esse ambiente por meio dos atuadores, conforme é mostrado na Figura 1.

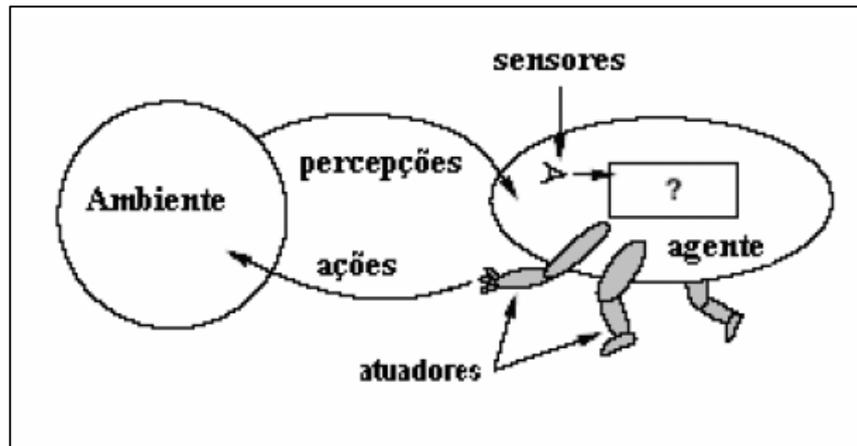


Figura 1. Agentes Percebendo e Atuando no Ambiente [Russell e Norvig, 2013].

Nesse sentido, um agente pode ser definido como uma entidade de software que exibe um comportamento autônomo no ambiente. Ele é capaz de realizar ações para alcançar seus próprios objetivos de projeto, além de perceber as alterações no ambiente [Wooldridge e Jennings, 1995]. Desta forma, os agentes são entidades autônomas que têm conhecimento de sua existência e da existência dos demais agentes, por isso colaboram uns com os outros para atingirem um objetivo comum dentro do ambiente [Jaques e Oliveira, 2000].

De acordo com Giraffa e Bolzan [2002], a abordagem de agentes se preocupa em pesquisar o comportamento de uma sociedade constituída por agentes que possuem autonomia e apresentam como objetivo a realização de tarefas que não são possíveis de serem conseguidas individualmente ou coletivamente.

Os Agentes Inteligentes – AI, segundo Wooldridge e Jennings [1995], quando empregados em um sistema devem possuir as seguintes características:

**Autonomia:** capacidade de executar a maior parte de suas informações sem interferência direta de agentes humanos ou computacionais;

**Habilidade Social:** capacidade de interagir com outros agentes, a fim de atingir seu objetivo principal, seja este para completarem a resolução de seus problemas, ou para auxiliarem outros agentes;

**Reatividade:** percebem e reagem às alterações que ocorrem no ambiente em que estão inseridos.

**Pró-Atividade:** os agentes fazem mais do que reagir às ações percebidas, eles também apresentam um comportamento orientado a objetivos, que os permite tomar iniciativas quando julgarem apropriado.

Tais características são importantes para o desempenho de um sistema de informação que utiliza AIs ou um SMA. Um SMA, de acordo com Jaques e Oliveira [2000], é um sistema formado por mais de um agente, constituindo assim um Sistema Multiagente.

De acordo com Souza [2011] e Bremgartner [2012], o processo de implementação de um SMA consiste no desenvolvimento de padrões, envolvendo princípios, conceitos e modelos que permitam a criação de sociedades de AIs autônomos.

Segundo Netto [2006], os AIs devem ter uma auto-definição de suas funcionalidades, de suas características operacionais e do escalonamento de suas tarefas. O autor ainda afirma que agregar diversos AIs resulta em melhorias no desempenho do sistema devido à comunicação e à cooperação que ocorre entre eles.

De acordo com Viccari *et al.* [1998], os princípios dos Sistemas Multiagente têm apresentado um potencial bastante adequado ao desenvolvimento de sistemas de ensino. Isso porque a natureza do problema de ensino-aprendizagem é mais facilmente resolvida de forma cooperativa.

Com base no contexto apresentado nesta seção, pode-se observar que os SMAs podem contribuir no contexto da Educação a Distância, tornando um ambiente gerenciador de aprendizagem cada vez mais próximo da realidade, justificando assim a utilização de agentes no trabalho defendido.

## 2.4 A importância da Interação e Comunicação na Aprendizagem

Para um melhor esclarecimento desta seção, faz-se necessário a definição de interação e interatividade. Segundo Priberam [2014], interação é o fenômeno que permite a um certo número de indivíduos constituir-se em grupo. Nestes grupos, o comportamento de cada indivíduo se torna estímulo para o outro.

Na concepção de Belloni [2008], a interação é uma ação recíproca entre dois ou mais atores em que ocorre o encontro de dois sujeitos, de forma direta ou indireta (mediada por algum veículo técnico de comunicação). Já a interatividade está

relacionada aos componentes tecnológicos e, segundo Lemos [2008], pode ser compreendida como um diálogo entre o homem e a máquina por meio de interfaces gráficas em tempo real. Teríamos, neste caso, a interatividade digital.

Desta forma, segundo Silva e Figueiredo [2012], a utilização de AVAs ou salas virtuais são recursos tecnológicos interativos que têm como objetivo promover o diálogo entre professores e alunos. Eles visam fomentar a transmissão do conhecimento por meio de ferramentas apropriadas. Ainda segundo os autores, a educação precisa incentivar as relações sociais, a cooperação, trabalhos em grupos, reuniões e utilizar métodos que estimulem o dinamismo e a comunicação. A utilização dos AVAs, assim, deve integrar também as questões que envolvam o processo de socialização.

O AVA, portanto, é uma ferramenta pedagógica, no qual o professor pode utilizar diversos recursos com os alunos, tais como: aulas, textos, cronogramas e exercícios [Haguenauer *et al.*, 2010]. Nesse espaço, o professor deve possuir interesse em aprofundar a dinâmica das relações sociais, utilizando os diversos recursos disponíveis nesse ambiente, tais como: os fóruns, os chats agendados e grupos de discussão [Silva e Figueiredo, 2012].

Ainda por intermédio de pesquisas orientadas, também é possível trocar experiências, tirar dúvidas e expor os resultados para todos os participantes. Nesses ambientes, a comunicação pode ocorrer tanto de modo síncrono - em tempo real, quanto assíncrono - quando alunos, professores e colegas podem efetuar a comunicação em tempos distintos, como blogs ou mural virtual.

A Tabela 1 apresenta algumas ferramentas de interação e interatividade do AVA, evidenciando que este pode integrar ferramentas de interação, interatividade, aspectos pedagógicos e administrativos:

Exemplos	Categoria	Descrição
Correio Eletrônico	Comunicação/Interação	Indicado para enviar e receber arquivos anexados às mensagens, esclarecer dúvidas, da sugestões, etc.
Chat	Comunicação/Interação	Permite a comunicação de forma mais interativa e dinâmica. Em casurso de EAD essa ferrmaneta é utilizada como suporte para a realização de reuniões e discussões sobre assuntos trabalhados no curso. Este recurso é também denominado de bate-papo.
Fórum	Comunicação/Interação	Mecanismo propício ao desenvolvimento de debates. O fórum é organizado de acordo com uma estrutura de árvore em que os assuntos são dispostos hierarquicamente, mantendo a relação entre o tópico lançado, respostas e contra-respostas.
Lista de Discussão	Comunicação/Interação	Auilia o processo de discussão através do direcionamento automático das contribuições relativas a determinado assunto, preciamente sugeridos, para a caixa de e-mail de todos os inscritos na lista.
Mural	Comunicação/Interação	Aluno e professores podem disponibilizar mensagens que sejam interessantes para toda a turma. Essas mensagens, geralmente são: divulgação de links, convites para eventos, notícias rápidas, etc.
Portifólio	Comunicação/ Gerenciamento	Também chamado de sala de produção, é uma ferramenta que auxilia a disponibilização dos trabalhos dos alunos e realização de comentários pelo professor e colegas da turma.
Anotações	Gerenciamento/ Comunicação	É uma ferramenta de gerenciamento de notas de aulas, observações, conclusão de assuntos, etc. Em alguns casos, este recurso possui a opção de configuração para compartilhamento com todos os alunos e professores, apenas professores e ainda não compartilhado. Neste último tipo, apenas o autor da anotação poderá visualizá-la. Também é denominada de Diário de Bordo.
FAQ	Gerenciamento/ Comunicação	Também conhecido por Perguntas Frequentes, esta ferramenta auxilia o tutor/professor a responder as perguntas mais frequentes. Dessa forma, há uma economia de tempo e o aluno pode, ao invés de questionar o professor, consultar a ferramenta para verificar se já não existe disponibilizada no ambiente.
Perfil	Gerenciamento	Auxilia a disponibilização de informações pessoais dos alunos e professores do curso.

**Tabela 1. Ferramentas de Interação e Interatividade do AVA [Silva e Figueiredo, 2012].**

Na tabela, existem diversos recursos que podem ser introduzidos no AVA com o objetivo de criar vínculos sociais, como o uso de murais, de fóruns e chats. Tais recursos quando utilizados, podem proporcionar uma aula virtual mais interessante para o aluno e para o mediador.

## 2.5 Sociograma

Para compreender o que são sociogramas, faz-se necessário compreender as definições de Sociometria. A Sociometria é uma técnica de avaliação das relações grupais, que estuda os grupos sociais a partir das atrações e rejeições manifestadas no centro de um grupo [Mascarenhas *et al.*, 2001].

As técnicas sociométricas são de grande proficiência, sendo utilizadas há algum tempo no ensino, para conhecer a natureza da turma enquanto grupo e as características individuais dos alunos no que diz respeito a aspectos de relacionamento, integração, sociabilidade entre outros.

Conforme Moreno [1992], o padrão do universo social é invisível, mas os gráficos podem torná-lo visível. A Sociometria de Moreno evoluiu para o que hoje é conhecido como Análise de Redes Sociais (ARS) ou Social Network Analysis (SNA). Os métodos sociométricos quando são representados graficamente recebem o nome de sociograma, também chamados de diagrama de relação social ou diagrama de rede social.

Segundo Vaz [2009], os sociogramas são representações gráficas das relações existentes em um grupo de indivíduos. Mais do que um método de apresentação, os sociogramas constituem um método de exploração, uma vez que possibilitam a identificação de fatos sociométricos e a análise estrutural de uma comunidade. Neste sentido, o Sociograma é uma representação gráfica das relações, em forma de diagramas que permitem explorar graficamente a posição que cada indivíduo ocupa dentro do grupo.

A montagem de um sociograma não é um processo simples, pois requer um estudo detalhado acerca das interações. Segundo Moreno [1992], a representação deve ser precisa, exata e realista das relações.

“Um sociograma é considerado bom quando é legível. Para tal, a quantidade de linhas que se cruzam deve ser reduzida ao mínimo. Quanto menor o número destas linhas, tanto melhor será o sociograma. Após a coleta e a tabulação das escolhas, comece o sociograma pelas pessoas mais escolhidas. Coloque-as em suas formações naturais – três pessoas em um triângulo, quatro em um quadrado, cinco em um pentágono etc, bem separadas no papel. A existência de subgrupos deve ser observável no desenho” [Moreno, 1992].

O objetivo do sociograma, de acordo com Vaz [2009], é tornar a leitura das relações mais fácil. Desta forma, o sociograma deve permitir a visualização das relações da maneira mais clara possível.

Um dos elementos que influenciam nas relações entre as pessoas de um determinado grupo é a existência de subgrupos. Portanto, é fundamental que um sociograma exiba nitidamente os subgrupos existentes dentro de um grupo. Vale ressaltar que nem sempre o sociograma que obtiver o menor número de cruzamentos será o melhor [Vaz, 2009].

Segundo Galliano [1981], um grupo é um sistema de relações sociais e de interações recorrentes entre pessoas. Já um subgrupo é sempre um grupo dentro um grupo maior, no qual todos os membros do subgrupo fazem parte também do grupo que estão incluídos. Para desenvolver os sociogramas existem diversos aplicativos apropriados para tal, a saber: NetDraw [2002], Weft QDA [2014] e o NodeXL [2014].

A Figura 2 é um exemplo de sociograma que foi elaborado de acordo com as relações sociais da presente autora com seus amigos do Facebook, estruturado pela ferramenta online TouchGraph [2014].

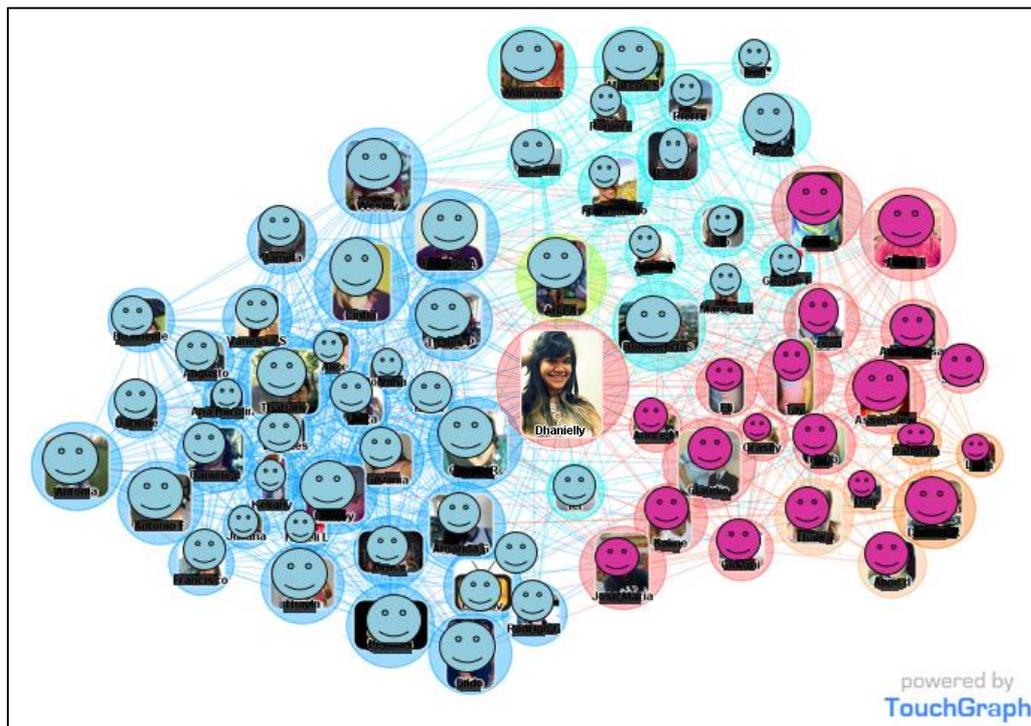


Figura 2. Exemplo de Sociograma por Intermédio da Ferramenta TouchGraph.

Na figura, é possível ver os grupos e subgrupos destacados por cores diferenciadas. Os círculos representam as pessoas que possuem um grande número de amigos em comum com a presente autora. É possível visualizar também as pessoas que são pontes de relacionamento, ou seja, que interligam um grupo a outro, pois estão conectadas a mais de um grupo.

Desta forma, a utilização de sociogramas poderia auxiliar aos professores de um AVA tendo em vista que os mesmos não possuem um mecanismo que lhe mostre as interações de forma gráfica e proporcione uma visão geral e detalhada acerca das relações sociais que são estabelecidas no decorrer de um curso. Essas informações são importantes, tendo em vista que o tutor é um influenciador no processo de ensino aprendizagem [Andrade e Santos, 2010] e que a mediação é um fator chave na Educação a Distância (EaD). Sabe-se, portanto, que o uso de recursos muda o conceito de presença tanto do professor quanto do aluno [Tori, 2010].

Neste trabalho, sempre que for feita referência à relação social, estamos adotando o conceito de Max Weber [2010] que afirma que as relações sociais estão relacionadas às ações de diversas pessoas, ou agentes, dotadas de sentidos mutuamente relacionados. Neste caso, a conduta dos agentes se orienta para que os sentidos sejam compartilhados por todos. Ainda baseado em Weber, a classificação da relação social adotada neste trabalho tem características da abordagem associativa que ocorre quando a atitude na ação social se baseia em uma união de interesses racionalmente motivados, podendo ser essa motivação referente a valores ou a fins.

## 2.6 Análise de Redes Sociais

Uma Rede Social, segundo Newman [2003] e Aggarwal [2001], é um conjunto de pessoas (ou entidades) com algum padrão de interação entre elas. Detalhando mais este conceito, pode-se dizer que Rede Social é uma estrutura social composta por indivíduos ou organizações chamados “nós”, ligados por um ou mais tipos de relações [Wasserman e Faust, 1994]. Assim, estão vinculados (conectados/ligados) por um ou mais tipos específicos de interdependência, tais como amizade, parentesco, interesse em comum, troca financeira, conhecimento, prestígio entre outros [Passmore, 2011]. Esses vínculos/relações constituídos entre os indivíduos são estudados na Análise de Redes Sociais (ARS).

Em outras palavras, ARS pode ser considerada como o estudo das estruturas das interações sociais [Wasserman e Faust, 1994], que se centra nas relações entre indivíduos [Saltz *et. al.*, 2004]. As análises dessas estruturas, na concepção de Scott [1992], surgiram como um conjunto de métodos para a análise de estruturas sociais e

métodos que são especificamente voltadas para a investigação dos aspectos relacionais destas estruturas.

De acordo com Freeman [2014], a análise de redes sociais, além de centrar-se na investigação dos padrões de interação das pessoas, baseia-se também na noção intuitiva de que esses padrões são características importantes na vida dos indivíduos. A forma como um indivíduo vive, em grande parte, está relacionada em como o indivíduo está ligado a maior teia de conexões sociais. Logo, o estudo envolvendo ARS oferece possibilidades e observações aprofundadas na análise de grupos de indivíduos.

Dentro do contexto de ARS existem diversas métricas utilizadas para mensurar os relacionamentos existentes entre os atores da rede social. A utilização dessas métricas varia de acordo com o objetivo da observação, podendo ser aplicadas de forma individual ou coletiva [Barbosa e Nunes, 2014]. Na próxima seção são descritas algumas dessas métricas que foram utilizadas nos resultados do trabalho.

### 2.6.1 Densidade

A densidade, segundo Garton *et al.* [1997], é considerada uma das medidas mais utilizadas na análise estrutural de uma rede social. Ela é representada pelo número de conexões existentes, dividido pelo número de conexões possíveis [Guimarães e Melo, 2005], conforme mostra a Figura 3.

<p>D = Densidade                  L = n<sup>o</sup> de linhas existentes                  M = n<sup>o</sup> máximo de conexões                  n = quantidade de nós</p>	$M = \frac{n(n-1)}{2};$ $D = \frac{L}{M}; \quad D \times 100\%$
---	---

**Figura 3. Cálculo da Densidade.**

A densidade, quando calculada, apresenta o valor em percentagem da intensidade das interações no centro da rede, revelando se existe uma alta ou baixa conectividade no seu interior [Velázquez e Aguilar, 2005]. A partir disso, é possível classificar as ligações como fortes ou fracas. Essas ligações, do ponto de vista de Granovetter [1973], são definidas como: ligações fracas, aquelas com baixa densidade, no qual há muitas possibilidades de relacionamento ausentes, e as

ligações fortes, que são mais próximas, apresentando um envolvimento maior entre os atores.

Em uma visão geral, pode-se afirmar que a densidade descreve o nível de ligação entre os pontos de um grafo [Scott, 2000], revelando qual o percentual de relações presentes na rede em referência a todas as possibilidades de relacionamento [Farias *et. al.*, 2010].

Além da densidade, também foi calculado neste trabalho o grau de Inclusividade, que é estabelecido pela proporção de atores que evidenciam estabelecer conexão, tendo em atenção o total de elementos constitutivos da rede [Scott, 2000]. A Figura 4 apresenta o cálculo da Inclusividade.

$I = \text{Inclusividade}$ $n = \text{n}^{\text{o}} \text{ total de "nós"}$ $i = \text{"nós" isolados}$	$I = \frac{(n - i)}{n} ; \quad I \times 100\%$
---	--

**Figura 4. Cálculo do Grau de Inclusividade.**

O grau de Inclusividade é inversamente associado ao total de membros excluídos que são os “nós” isolados, ou seja, os indivíduos que não obtiveram qualquer registro de interação [Pedro e Matos, 2010].

## 2.6.2 Centralidade

Calcular a centralidade de um indivíduo significa identificar a posição que ele se encontra em relação às trocas e à comunicação na rede. Logo, quanto mais central for um indivíduo, mais bem posicionado ele estará em relação às trocas e à comunicação [Marteletto, 2001].

Desta forma, pode-se afirmar que a centralidade é a posição de um indivíduo em relação aos demais, considerando como medida a quantidade de elos que se colocam entre eles [Scott, 2000]. Essas métricas de centralidade determinam a importância relativa de um vértice no grafo [Newman, 2003], possibilitando assim, descobrir quais os vértices mais centrais, ou seja, os que possuem mais ligações [Ferreira, 2013].

Existem diversas formas de mensurar a centralidade de um vértice em uma rede, que são baseadas em diferentes características do grafo [Braz, 2014]. Neste trabalho, foram utilizadas duas medidas importantes de centralidade, sendo elas: Centralidade Local e Centralidade Global.

- A centralidade local é composta de várias métricas. Dentre elas, a centralidade de grau. Assim, para fins desse trabalho, no que diz respeito a centralidade local, foi aplicada a centralidade de grau nos resultados. Tal centralidade conta o número de arestas incidentes a um vértice do grafo [Freitas, 2010], ou seja, o número de laços que um ator possui com outros atores em uma rede, levando em consideração somente os relacionamentos adjacentes [Wasserman e Faust, 1994].

Para contextualizar a centralidade apresentada, seja  $G$  um grafo qualquer (conexo ou não) com  $n$  vértices e seja  $v_k$  um vértice de  $G$ . A centralidade de grau de  $v_k$ , denotada por  $d_k$ , é o número de arestas incidentes a  $v_k$ , e  $a_{kj}$  são elementos da matriz de adjacência  $A(G)$  [Freitas, 2010], sendo representada pela Figura 5.(a).

$$\begin{array}{l} (a) \quad d_k = \sum_{j=1}^n a_{kj} \quad ; \quad (b) \quad c_R(v_k) = \frac{d_k}{n-1}. \end{array}$$

Figura 5. a) Centralidade de Grau b) Centralidade Relativa de Grau

Além da centralidade de grau, também foi calculada a Centralidade Relativa de Grau, por possuir a função de normalização  $1/(n-1)$ . A Figura 5(b) apresenta o cálculo utilizado para encontrar a centralidade relativa, que é denotada por  $c_R$ .

- Já a centralidade global é a soma do menor caminho entre os demais pontos (geodesic). Desta forma, um ponto com a menor soma das distâncias está mais perto dos demais. Na literatura, ela é conhecida também como *closeness* (proximidade), definida como o tamanho do caminho mínimo entre todos os pares de vértices [Braz, 2014], ou seja, é baseada na soma das distâncias de um vértice em relação aos demais vértices do grafo [Freitas, 2010], quanto menor o índice, mais próximo um ator encontra-se de todos os outros [Hanneman, 2001, apud Tomaél e Marteleto, 2006].

## 2.7 Metodologia MaSE

A metodologia MaSE (*Methodology MultiAgent System Engineering*) [DeLoach e Wood, 2001] é uma metodologia voltada para o paradigma de agentes. O principal objetivo é abordar todo o ciclo de vida do desenvolvimento do sistema e permitir ao desenvolvedor de um SMA construir o passo-a-passo de um sistema partindo de um conjunto inicial de requisitos até alcançar as fases de análise, projeto e implementação, segundo os trabalhos de DeLoach e Wood [2001], Maria [2005] e Gago *et al.* [2009], conforme mostra a Figura 6.

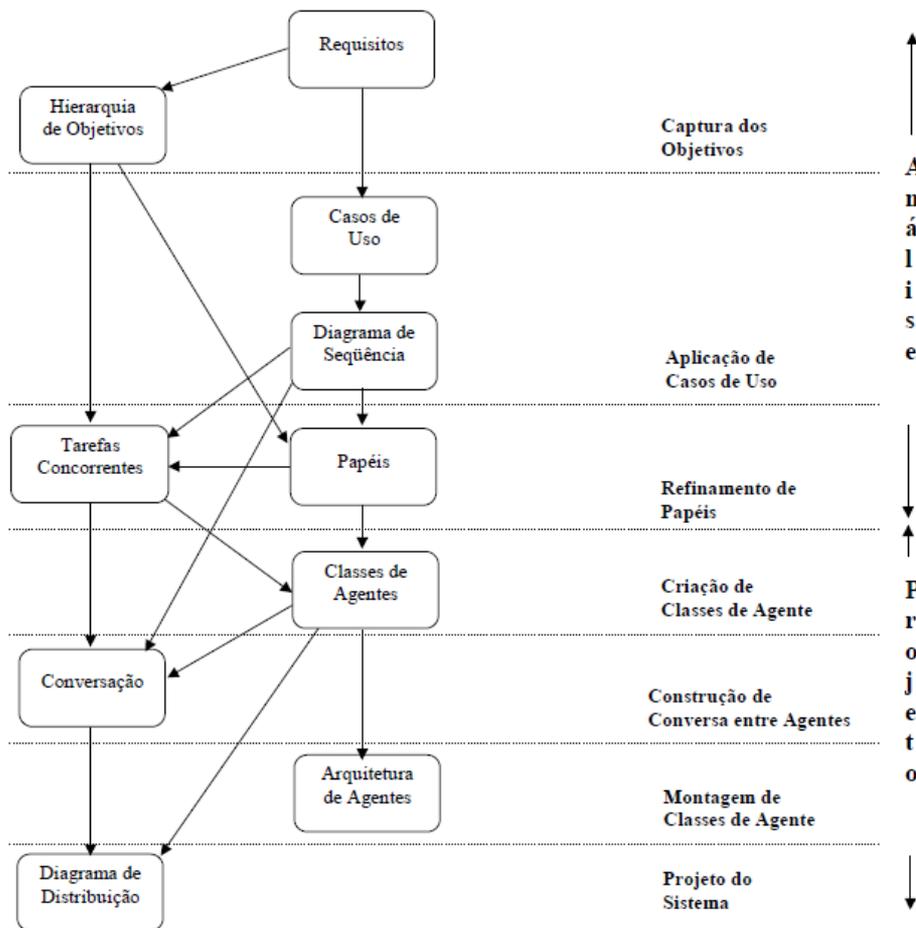


Figura 6. Metodologia MaSE [DeLoach e Wood, 2001].

Conforme apresenta a Figura 6, a MaSE possui sete passos que são divididos em duas fases, sendo elas: a fase de análise e a fase de projeto ou design. A primeira fase consiste de três passos: a captura de objetivos do sistema, a aplicação de casos de uso e o refinamento de papéis. A segunda fase é dividida nos passos de criação de classes de agentes, construção das conversações, montagem de classes dos agentes e do desenvolvimento do projeto do sistema.

Essa metodologia permite combinar vários modelos estabelecidos em uma metodologia abrangente. Ela fornece um conjunto de etapas de transformação e mostra como derivar novos modelos a partir dos modelos existentes, orientando, desta forma, o desenvolvedor no processo de análise e design [DeLoach, 2004]. Para conseguir atingir esse objetivo, a MaSE utiliza uma série de modelos gráficos derivados dos modelos da *Unified Modeling Language* (UML), que auxiliam a descrever os tipos de agentes em um SMA, as interfaces entre eles e a detalhar a estrutura interna dos agentes independente da arquitetura.

A MaSE considera ainda os SMAs como uma abstração do Paradigma Orientado a Objetos (POO). Neste paradigma, os agentes são objetos especializados, com métodos que podem ser invocados por outros objetos, capazes de coordenar os agentes entre si por intermédio das conversas.

Outra característica importante da MaSE é a capacidade de controlar alterações durante o processo. Assim, cada objeto criado durante a fase de análise e projeto pode ser rastreado tanto para frente quanto para trás por meio dos diferentes passos e objetos relacionados. Um exemplo é uma meta derivada no passo de captura de objetivos que pode ser atribuída a um papel específico, tarefa ou classe de agente.

A metodologia MaSE e a sua ferramenta de modelagem denominado AgentTool - que é descrito na subseção 5.1.3 do Capítulo 5, são ambos independentes de qualquer arquitetura de agente, linguagem de programação, ou framework de comunicação em particular.

## 2.8 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo, foram apresentados conceitos e definições disponíveis na literatura sobre os temas explorados neste trabalho, que serviram de sustentação para o seu desenvolvimento. As referências bibliográficas citadas no capítulo são apenas uma pequena parcela desse referencial teórico.

Na seção 2.1, foram abordados conceitos primordiais da Educação a Distância. A seção apresentou as características e a importância da EaD no contexto educacional.

Na seção 2.2, foram apresentados alguns conceitos referentes a Ambientes Virtuais de Aprendizagem. A seção mostrou, também, como esses ambientes são

constituídos, quais os seus principais componentes e sua ampla variedade de ferramentas.

Já na seção 2.3, foi abordada a tecnologia dos agentes de software e SMAs. Discutiram-se as características fundamentais que os agentes devem possuir para serem empregados num sistema de computador, o seu processo de implementação, a estrutura e a arquitetura do sistema.

A seção 2.4 abordou as definições de Interação e Interatividade, destacando características e importância no processo de aprendizagem. Foi apresentado na seção um quadro que possibilita identificar as ferramentas de interação, interatividade, de aspectos administrativos e pedagógicos do AVA, mostrando que existem recursos dentro do mesmo que podem ser utilizados com a finalidade de estabelecer vínculos sociais.

Na seção 2.5, conceituou-se Sociometria e as suas representações gráficas (Sociogramas), segundo diversos autores da literatura científica. Apresentaram-se, também, os objetivos, os elementos que influenciam na rede e a importância do uso de sociogramas dentro da educação. Algumas ferramentas que possibilitam a construção dos sociogramas foram ilustradas no término da seção,

Já a seção 2.6 abordou as definições de rede social e das análises de rede. Conceituou e apresentou as fórmulas de algumas métricas de ARS que foram utilizadas no trabalho, como por exemplo, as métricas de densidade. Dentro dela, observou-se a inclusividade e as métricas de centralidade local e global. Tais métricas foram escolhidas por possibilitar a identificação dos indivíduos mais centrais e os isolados ou periféricos na rede, além do percentual de ligações, fornecido pelo cálculo da densidade, que ajuda a detectar o quão um grupo é coeso.

Por fim, a seção 2.7 apresentou o conceito da metodologia MaSE, entendida como uma metodologia da engenharia de software voltada para o paradigma de agentes. Ainda, nesta seção foi descrito e definido os setes passos da metodologia divididos em duas fases: a fase de análise e a fase de projeto, que auxiliam o desenvolvedor a projetar e compreender o seu SMA.

A revisão bibliográfica realizada neste capítulo apresentou um resumo dos temas abordados neste trabalho considerados importantes para a concepção, o desenvolvimento e a experimentação do AVA, integrado ao SMA. Esses temas

colaboraram para facilitar de alguma maneira o entendimento e o desenvolvimento deste trabalho e dos trabalhos correlatos que são apresentados no próximo Capítulo.

## Capítulo 3

# Trabalhos Relacionados

Vários trabalhos analisam a interação dos usuários dentro do AVA, utilizando análise de redes sociais, ou até mesmo gerando sociogramas. Outros, além de realizarem tal análise, também incorporam agentes de software a esses ambientes a fim de torná-los mais atrativos aos seus usuários. Este capítulo apresenta esses artigos essenciais para um aprofundamento científico que ajudasse a compreender e a solucionar os problemas apresentados neste trabalho.

### 3.1 SNAPP

Bakharia e Dawson [2011] apresentam em seu trabalho a ferramenta SNAPP (Social Networks Adapting Pedagogical Practice), disponível para os principais LMS, tais como Blackboard, Desire2Learn e Moodle. Esta ferramenta tem como objetivo analisar a interação no fórum entre os participantes de um curso e assim proporcionar uma representação visual de fácil interpretação da organização do grupo social nos fóruns.

Segundo os autores, o fórum é a ferramenta de colaboração mais utilizada nos LMS. Porém, devido à estrutura de exibição dos tópicos do fórum, é difícil para os professores perceberem a dinâmica de conversação e determinar se os participantes estão ativamente engajados ou se são espectadores na rede.

A Figura 7 ilustra dois fóruns separados, porém com profundidade e estruturas semelhantes, obtidos com o auxílio da ferramenta SNAPP que extraiu os dados do fórum e os estruturou graficamente. Ele forneceu ao professor uma visualização rápida, de fácil interpretação e avaliada em função dos resultados de atividades de aprendizagem.

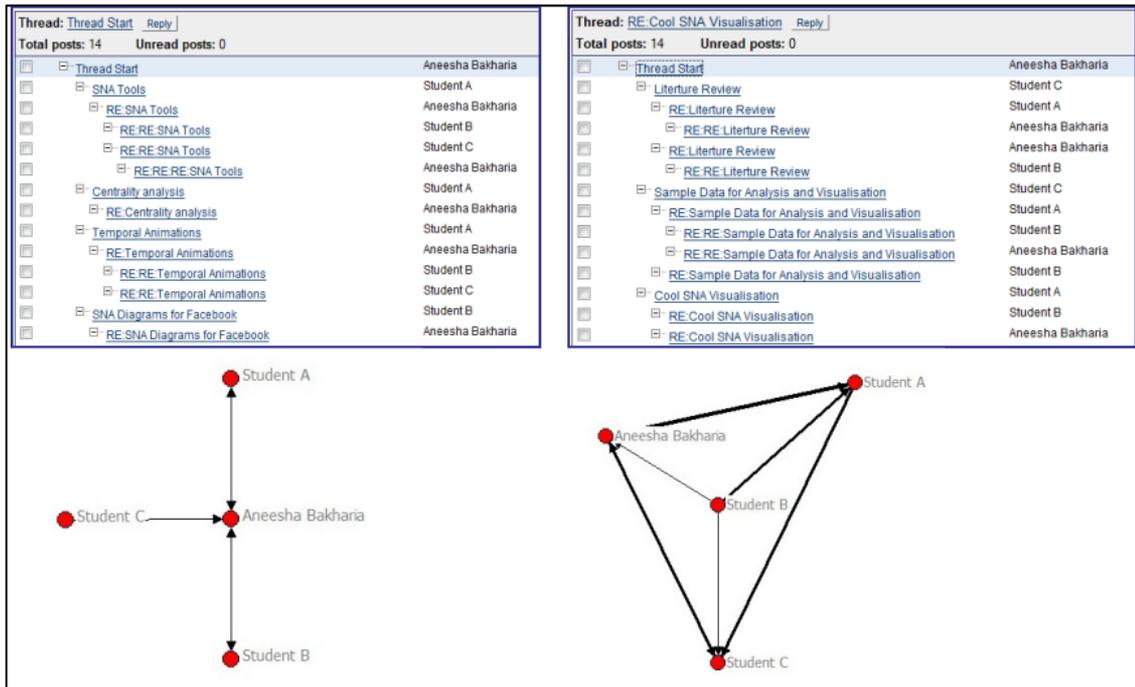


Figura 7. Exibição da Lista do Fórum vs Visualização do Grafo Social [Dawson et al., 2010].

A ferramenta SNAPP dispõe de sociogramas que permitem ao usuário filtrar de forma interativa a visualização do sociograma por data e por força do relacionamento. Com isso, são fornecidos subsídios para uma melhor compreensão da atuação dos estudantes nos fóruns. Diante dessa realidade, há a possibilidade de acompanhamento da evolução da rede e avaliação do impacto de estratégias de intervenção sobre o envolvimento dos alunos e suas conectividades.

Pode-se observar também que as funcionalidades oferecidas pelo software são de grande relevância e que o mesmo corroborou para identificar e mapear as relações sociais, permitindo que o professor-autor e o professor-tutor da disciplina, dentro do LMS, pudessem identificar rapidamente a situação comunicativa e interativa da classe.

### 3.2 InterMap

O trabalho de Rocha e Romani [2001] apresenta a ferramenta InterMap (*Interaction Map*), que provê um modelo de interface gráfica interativa. Com o auxílio de técnicas de Visualização de Informação, representa graficamente os dados das ferramentas de comunicação em ambientes de Educação a Distância na Web. A ferramenta foi desenvolvida no ambiente TelEduc [2014].

Na Figura 8, é apresentado o sociograma gerado pela ferramenta que representa a interação entre os participantes de um curso exemplo. No InterMap, as cores assumem um papel de destaque para auxiliar a visualização dos dados. Dessa forma, a cor azul representa os professores e a cor laranja se refere aos dados de aluno.

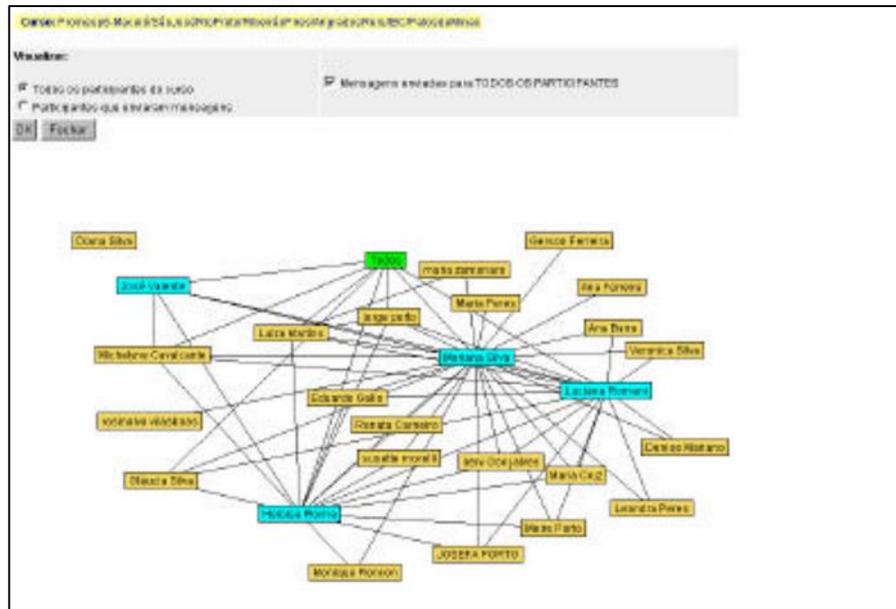


Figura 8. Visualização da Interação no InterMap [Rocha e Romani, 2001].

Na figura, são analisadas, as interações na ferramenta Correio. Nessa ferramenta, é possível enviar mensagens para todos os participantes do curso. A imagem apresenta o nó "Todos" destacado pela cor verde, sendo possível evidenciar quais os participantes que enviam mensagens a todas as pessoas do curso.

Por fim, as análises com a ferramenta realizadas por Kerbauy e Santos [2007] permitiram afirmar que, de fato, quanto maior a interação entre os sujeitos, melhor a comunicação. A comunicação, por sua vez, é o elemento que conduz o indivíduo à autonomia. A base destas informações consiste nos resultados das análises realizadas com a ferramenta InterMap, com a qual foi possível verificar que os alunos que mais acessavam o ambiente foram os que apresentaram maiores índices de facilidade no decorrer da disciplina cursada no AVA TelEduc.

Porém, de acordo com Rocha e Romani [2001] houve um caso, em especial, que foi possível perceber a grande participação de um aluno com mensagens com conteúdos pouco significativos. Outros alunos, entretanto, obtiveram desempenho melhor sem se exceder no número de mensagens.

### 3.3 Student Social Graphs: Visualizing a Student's Online Social Network

Saltz *et al.* [2004] apresentam um trabalho que emprega redes sociais para realizar uma análise das interações de cada aluno. A intenção era, a partir dessa análise, fornecer ao professor uma compreensão das interações do aluno dentro da classe. No trabalho, é apresentada uma ferramenta de visualização que utiliza rede social centrada no aluno, na qual os instrutores podem identificar os alunos ativos e inativos dentro da classe. Com isso, podem prestar uma orientação, ajuda e incentivo aos alunos. O software do trabalho foi testado utilizando os dados de várias aulas *online*.

O trabalho começa com uma análise mais simples, contando as mensagens dos alunos e analisando-a. Depois, passa a realizar uma análise mais aprofundada levando em consideração duas métricas de ARS relacionadas à centralidade de grau, sendo eles: (1) *outdegree* - contando o número de mensagens enviadas pelo aluno, e (2) *indegree* - contando o número de respostas às mensagens enviadas pelo aluno, conforme é apresentado na Tabela 2.

	Incluindo o Instrutor			Sem Instrutor
	Centralidade	outDegree	inDegree	Centralidade
<b>Nome do estudante</b>	<b>Total</b>	<b>Mensagens (Para outros)</b>	<b>Respostas (de outros)</b>	<b>Total</b>
"A"	6	5	1	5
"B"	31	20	11	18
"C"	50	29	21	31
"D"	38	29	9	23
"E"	83	43	40	51

**Tabela 2. InDegree/OutDegree Resultados para 5 Estudantes [Saltz et al., 2004].**

Na Tabela 2, é incluído o Instrutor, porém é excluída a interação com ele. Segundo os autores, isto pode ser útil para entender a quantidade de interações entre o instrutor e o aluno (e não entre dois alunos). Pode-se observar, também, na Tabela 2, que o aluno "E" aparece como o mais ativo (no entanto, um bom número dessas mensagens era para o instrutor). O Estudante "A" aparece como um participante inativo na classe. Os outros três estudantes parecem ser um pouco mais ativos com

relação às respostas dos outros alunos (B, C e D). Na Figura 9, é apresentado um exemplo do grafo social do aluno B.

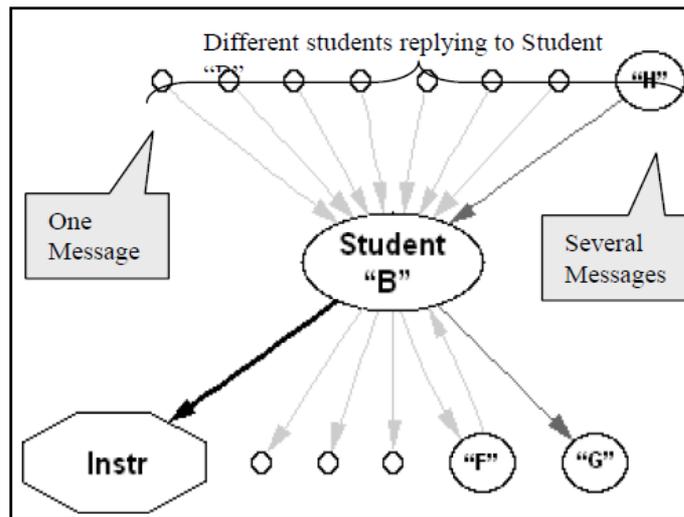


Figura 9. Rede Social do Estudante "B" [Saltz et al., 2004].

A Figura 9 apresenta a rede do Estudante "B", na qual é possível notar que muitos estudantes responderam para "B", mas não houve nenhum diálogo, pois "B" não respondeu a essas respostas. Contudo, obtém-se o registro um pouco de "conversa" (mão dupla) com "F".

Por fim, os autores concluem que ao visualizar e comparar a rede social do aluno por intermédio dos seus grafos sociais têm-se uma melhor compreensão do envolvimento de um estudante dentro de uma classe (em comparação com a contagem do número de mensagens escritas por esse estudante). Assim, o protótipo pode auxiliar o instrutor a tentar entender como poderia utilizar essas informações para melhorar a participação dos alunos na classe. Os autores também citam o interesse de, nos trabalhos futuros, utilizarem mais métricas de ARS, como densidade, centralidade de proximidade entre outros.

### 3.4 Social Network Analysis and Evaluation of Communities of Practice of Teachers: A Case Study

Comunidade de Prática (CoP) pode ser interpretada como um tipo de evolução das redes sociais. Nessas comunidades, os membros compartilham interesses em comum de um domínio ou área particular, e experiências práticas de intercâmbio para

aumentar seus conhecimentos e habilidades em relação a esse campo [Marisco *et al.*, 2014].

Tendo em vista essas informações, é apresentado por Marisco *et al.* [2014] um estudo de determinados aspectos sociais da dinâmica CoP, realizado no âmbito do projeto europeu UnderstandIT. No trabalho, as análises tiveram como base algumas métricas de avaliação provenientes da área de pesquisa de ARS. Usando métricas como *betweenness*, centralidade e proximidade, visaram obter informações relevantes. Alguns sociogramas gerados no decorrer dos testes são dispostos no trabalho, como, por exemplo, a Figura 10.

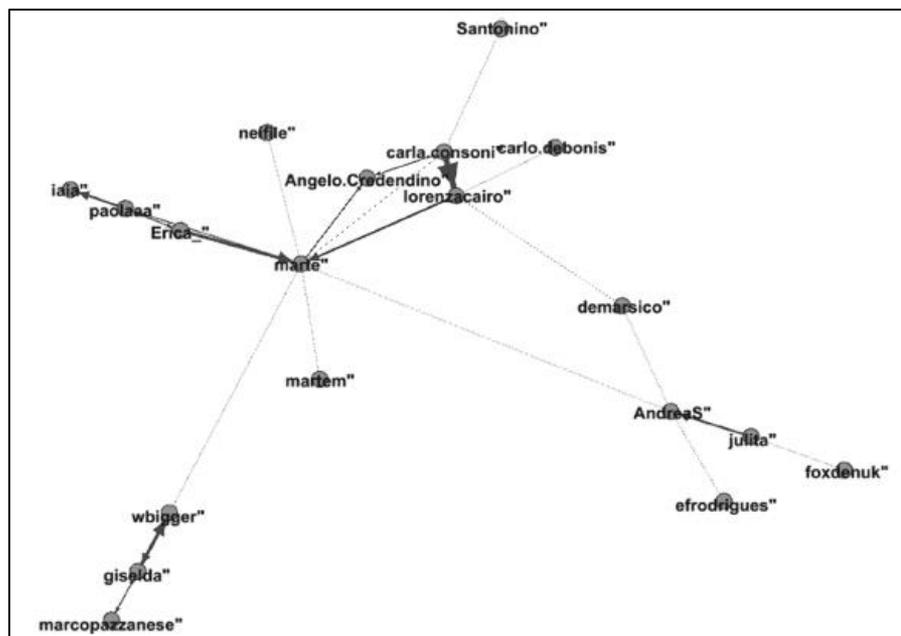


Figura 10. Sociograma dos Membros da CoP [Marisco *et al.*, 2014].

De acordo com os autores, a aplicação dos métodos e técnicas de ARS no estudo de caso permitiram a realização de uma análise estrutural da rede a partir do ponto de vista das relações entre todos os membros envolvidos no processo de aprendizagem. De uma forma mais profunda, centrou-se na dinâmica das relações dos membros de uma comunidade.

Desta forma, o trabalho centrou-se nos relacionamentos dos membros da CoP, com a finalidade de obter informações úteis e dinâmicas a partir de um ponto de vista social. Com o auxílio da abordagem, foi possível descobrir algumas estruturas sociais desconhecidas na rede, tais como sub-comunidades e outros relacionamentos importantes, reforçando a validade deste trabalho.

### 3.5 Assessing Social Presence in Asynchronous Text-Based Computer Conferencing

Rourke *et al.* [2001], em seu trabalho, explicam como avaliar a presença social, que é um dos elementos do modelo de comunidade de investigação proposto por Garrison *et al.* [2000], apresentado na Figura 11.

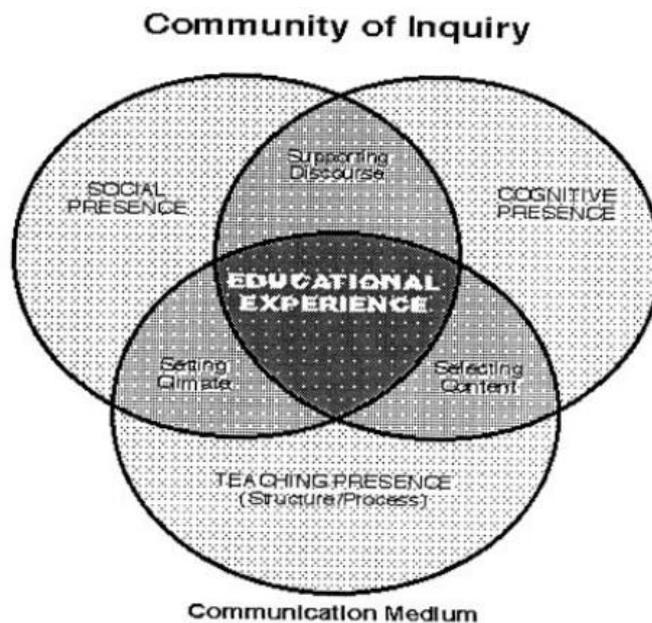


Figura 11. Elementos de uma Experiência Educacional [Garrison *et al.*, 2000].

O modelo assume que em uma comunidade composta por instrutores e alunos como os principais participantes no processo educativo, a aprendizagem ocorre por meio da interação de três componentes principais: a presença cognitiva, a presença de ensino e presença social.

O primeiro elemento no modelo, o desenvolvimento de presença cognitiva, é definida pelos autores como o grau de capacidade dos participantes de construir o significado das coisas por intermédio da comunicação apoiada.

Já o segundo elemento, a presença de ensino, inclui a concepção e gestão de seqüências de aprendizagem, proporcionando experiência sobre o assunto, e facilitando a aprendizagem ativa.

O terceiro elemento, a presença social, é definido como a capacidade dos alunos para se projetar social e emocionalmente, em uma comunidade de investigação. Este elemento apoia objetivos cognitivos por meio da sua capacidade de instigar, sustentar e apoiar o pensamento crítico em uma comunidade de

aprendizes. Segundo Tinto [1987], a presença social suporta objetivos cognitivos através de sua capacidade de instigar, sustentar e apoiar o pensamento crítico em uma comunidade de aprendizes. Suporta, também, os objetivos afetivos, tornando as interações de grupo atraente, envolvente, e assim, levando a um aumento na integração acadêmica, social e institucional. Conforme o autor, isso resultaria em aumento da persistência e de conclusão de curso.

O artigo conclui com uma discussão sobre as implicações e benefícios de se avaliar a presença social para os professores, moderadores e pesquisadores.

### 3.6 Análises de Interação em AVAs e Agentes de Software no Contexto de Educação a Distância

No trabalho de Andrade e Santos [2010] são caracterizadas as interações que ocorrem no ambiente virtual de aprendizagem, examinando somente as relações no âmbito da tutoria. Este trabalho objetiva fornecer informações em relação à classificação das interações como colaborativa, cooperativa, mútua ou reativa.

Já no trabalho de Lima e Meirinhos [2011] é aplicada a metodologia da análise de redes sociais a fóruns de discussão de um ambiente virtual. Neste trabalho, foi desenvolvido um sociograma por meio do software UCINET e NETDRAW, fornecendo como resultado dessas análises um conjunto de sociogramas que possibilitam visualizar as dinâmicas interativas e os papéis dos diversos atores. Como consequência, há a possibilidade do professor de tomar decisões antecipadamente.

Enfim, no trabalho de Jaques e Oliveira [2000] é apresentado um experimento utilizando uma arquitetura Multiagente para a realização do monitoramento das ferramentas de comunicação em um ambiente de ensino a distância. No sistema, são analisadas as discussões que se encontram em andamento nas ferramentas de lista de discussão, chat e newsgroup. As informações são disponibilizadas ao professor em forma estatística, identificando as possíveis associações nas interações, como os grupos de alunos que mais interagem entre si. No trabalho é visível que a utilização de SMAs, quando aplicados no contexto educacional, em especial nos cursos EaD, podem contribuir em diversos aspectos e dispor da informação em tempo real.

### 3.7 Análises de outros Trabalhos Correlatos

Além dos trabalhos das seções anteriores, outros artigos também foram analisados e desses outros ambientes e trabalhos visitados, constatamos as seguintes características:

- Utilização de agentes como solução de pesquisa, para trabalhos voltados ao ensino a distância.
- Trabalhos que utilizaram em suas análises apenas as interações que ocorreram nos fóruns de discussão, de um Ambiente Virtual de Aprendizagem.
- Trabalhos que analisaram as interações do AVA, que ocorreram em ferramentas distintas do fórum, como por exemplo, os chats, os correios, as mensagens, etc.
- Trabalhos que realizaram a análise das interações dos participantes de um determinado AVA.
- Trabalhos que tiveram em seus resultados algum diagrama de rede social, ou seja, um sociograma.
- Trabalhos que realizaram a análise das interações sociais no contexto educacional.
- Trabalhos que desenvolveram a sua pesquisa em cima da plataforma Moodle.
- E por último, os trabalhos que utilizaram outras plataformas, para desenvolver e testar as suas pesquisas.

Na Tabela 3 tem-se uma visão geral dos artigos em relação as características que foram apontadas a cima.

<b>Características</b>	<b>Artigos Referentes</b>
1. Utilização de agentes inteligentes no ensino a distância.	[Filho, 2007]; [Padilha <i>et al.</i> , 2003]; [Lyra e Santos, 2012]; [Jaques e Oliveira, 2000]; [Lima <i>et al.</i> , 2014a]; [Lima <i>et al.</i> , 2014b].
2. Análise das interações nos fóruns.	[Jaques e Oliveira, 2000]; [Lima e Meirinhos, 2011]; [Bakharia e Dawson, 2011]; [Azevedo <i>et al.</i> , 2012]; [Lima <i>et al.</i> , 2014a]; [Lima <i>et al.</i> , 2014b]; [Gerosa <i>et al.</i> , 2003].
3. Análise das interações em outras ferramentas do AVA.	[Filho, 2007]; [Lyra e Santos, 2012]; [Rocha e Romani, 2001]; [Andrade e Santos, 2010].
4. Análise dos participantes do AVA.	[Padilha <i>et al.</i> , 2003]; [Bassani e Behar, 2006]; [Jaques e Oliveira, 2000]; [Lima <i>et al.</i> , 2014a]; [Lima <i>et al.</i> , 2014b]; [Rocha e Romani, 2001]; [Cruz <i>et al.</i> , 2012];

	[Gerosa <i>et al.</i> , 2003]; [Ventura e Filho, 2010]; [Rourke <i>et al.</i> , 2001].
5. O trabalho gerou algum diagrama de rede social/sociograma.	[Saltz <i>et al.</i> , 2004]; [Lima e Meirinhos, 2011]; [Bakharia e Dawson, 2011]; [Lima <i>et al.</i> , 2014a]; [Lima <i>et al.</i> , 2014b]; [Rocha e Romani, 2001].
6. Trabalhos que realizaram a análise das interações no contexto educacional.	[Bakharia e Dawson, 2011]; [Lima <i>et al.</i> , 2014a]; [Lima <i>et al.</i> , 2014b]; [Azevedo <i>et al.</i> , 2012]; [Rocha e Romani, 2001].
7. Utilização da plataforma Moodle.	[Filho, 2007]; [Lyra e Santos, 2012]; [Bakharia e Dawson, 2011]; [Lima <i>et al.</i> , 2014a]; [Lima <i>et al.</i> , 2014b]; [Cruz <i>et al.</i> , 2012].
8. Utilização de outras plataformas.	[Bakharia e Dawson, 2011]; [Rocha e Romani, 2001]; [Gerosa <i>et al.</i> , 2003].

**Tabela 3. Aspectos Destacados em Alguns Trabalhos Relacionados.**

Numa visão geral, a Tabela 3 apresenta a relação de alguns artigos científicos, coluna 2, com os principais aspectos destacados pela autora, coluna 1, que foram as características apontadas no início desta seção. Além disso, na tabela é possível observar que alguns artigos apresentam mais de uma característica.

### 3.8 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo, foram apresentados alguns dos trabalhos relacionados que estudam as interações dos participantes em um AVA. Foram discutidos outros que utilizam sua abordagem SMAs com a finalidade de auxiliar nas análises das ferramentas dos Sistemas Gerenciadores de Aprendizagem, conforme pode-se acompanhar a seguir:

Na seção 3.1, foi apresentada a ferramenta SNAPP desenvolvida na Universidade Wollogong da Austrália que analisa as interações no fórum entre os professores e estudantes de um AVA. Ela proporciona uma representação visual da organização do grupo social nos fóruns e fornece, assim, subsídios para realizar uma compreensão sobre a atuação dos estudantes.

Já a seção 3.2, apresentou o InterMap uma ferramenta facilitadora para o processo da análise da interação dos usuários do AVA, desenvolvida na Unicamp. Esta ferramenta tem como objetivo compreender e analisar as interações ocorridas no AVA TelEduc e, assim, construir computacionalmente mapas interacionais (sociogramas).

Os trabalhos das seções 3.1 e 3.2 são importantes, pois também analisam as interações dos estudantes de um AVA, com a finalidade de auxiliar os professores desses ambientes. Fornecem, em seus resultados, sociogramas das interações dos alunos, no caso da primeira seção referente aos fóruns de discussão e o da segunda referente a ferramenta correio.

A seção 3.3 abordou o trabalho de Saltz *et al.* [2004] que emprega redes sociais para realizar uma análise das interações de cada aluno. Os resultados das interações são fornecidos ao professor de forma gráfica, ou seja, é disponibilizado ao professor um grafo social das interações entre os alunos da disciplina. A relevância deste artigo para o trabalho defendido é que Saltz *et al.* [2004] obtêm como resultado representações visuais em forma de grafo social e de tabelas. Isso fornece ao usuário final informações relevantes da rede, como a centralidade de grau, a quantidade de mensagens enviadas e respondidas, ajudando o professor a interpretar os dados interacionais de seus alunos.

Na seção 3.4, é apresentado o trabalho de Marisco *et al.* [2014] que realiza um estudo de caso, utilizando métricas de ARS para compreender os aspectos sociais da dinâmica CoP. O trabalho é interessante por apresentar as métricas de ARS que proporcionam uma análise estrutural da rede a partir do ponto de vista das relações entre todos os membros envolvidos.

A seção 3.5 apresentou o trabalho de Rourke *et al.* [2001] no qual é explicado como avaliar a presença social. Este é um dos elementos do modelo de comunidade de investigação proposto por Garrison *et al.* [2000].

A seção 3.6 apresentou os diversos trabalhos que estudam as interações dos cursos nos AVAs, sejam elas dos professores ou alunos. Também apresentou o trabalho de Jaques que utiliza em sua abordagem uma arquitetura de Sistemas Multiagente para auxiliar na análise das ferramentas do AVA. Todos eles reforçam a importância de estudos de SMAs no contexto educacional, que podem auxiliar alunos e professores no aprendizado.

Por fim, a seção 3.7 apresentou uma relação em forma de tabela dos diversos trabalhos da literatura, levando em consideração as características desses trabalhos.

Este capítulo de trabalhos relacionados foi fundamental, pois possibilitou o Estado da Arte das pesquisas no contexto do projeto e nos auxiliou a compreender o problema norteador do trabalho defendido. A diferença e relevância deste projeto para

os demais apresentados consiste em identificar, gerar e apresentar tabelas e sociogramas interacionais dos alunos de um curso do AVA, por intermédio de um Sistema Multiagente, possibilitando a geração de resultados em tempo real. Além disso, há a proposta de envio por e-mail ao professor sobre quais os alunos que não são participativos no curso. Entende-se que este processo seria um facilitador do trabalho desempenhado pelos docentes de um curso de Educação a Distância.

O capítulo a seguir apresenta a modelagem do Sistema Multiagente desenvolvido, bem como sua arquitetura e os métodos utilizados para a abordagem do desenvolvimento do mesmo.

## Capítulo 4

# Desenvolvimento da Proposta

Neste capítulo é descrito a visão geral do sistema e a modelagem que foi aplicada no SMA. São apresentados também os casos de uso, os diagramas de sequência e as duas fases da metodologia MaSE: a fase de análise, que engloba a captura de objetivos e as definições dos papéis, e a fase de projeto, que engloba a criação de classes dos agentes, o desenvolvimento dos diálogos entre os agentes, o agrupamento das classes e o projeto do sistema proposto.

### 4.1 Visão Geral do Sistema

A arquitetura do sistema é composta por 4 agentes inteligentes que são responsáveis por ler, coletar, analisar e estruturar os dados de interação dos alunos nas mensagens e nos fóruns de discussão.

De acordo com a visão geral do sistema apresentada na Figura 12 e seguindo os passos (de 1 a 5), que também são exibidos na figura, pode-se observar que:

Passo 1. Diversas pessoas participam dos cursos nos AVAs, entre elas, os professores, que são fundamentais para coordenar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos na disciplina. Nesses ambientes, os professores podem interagir de diversas formas, seja desenvolvendo atividades e cadastrando alunos, seja avaliando o desempenho ou incentivando a colaboração. Como a ferramenta desenvolvida neste trabalho está integrada a um AVA, o professor pode solicitar pelo ambiente a análise das interações de seus alunos.

Passo 2. Os alunos que frequentam o curso interagem no ambiente realizando as atividades que foram solicitadas pelo professor e conseqüentemente interagindo com os demais alunos do curso. Essas interações podem ocorrer de diversas formas no sistema, como, por exemplo, nos fóruns de discussões e nas mensagens.

Passos 3-5. Quando o professor interage com o ambiente solicitando as análises dos alunos, o primeiro agente a ser ativado é o Agente Notifica, responsável por acionar um dos Agentes Gráficos, que pode ser o Agente Sociograma ou o Agente

Tabela. Esses agentes, por sua vez, são acionados conforme o interesse do professor.

Quando os Agentes Gráficos são acionados, a primeira tarefa a ser realizada é a consulta no Banco de Dados. Nele, os agentes coletam as informações referentes às interações dos participantes do curso que ocorreram nos fóruns e mensagens. Essas informações são organizadas e, posteriormente, estruturadas, seja em forma de sociogramas seja em tabelas. Ao estruturar os dados, os agentes identificam as interações dos alunos em três níveis<sup>2</sup>, sendo eles: nenhuma interação, pouca interação e boa interação, que são diferenciados por cores, para facilitar e agilizar o entendimento dos professores.

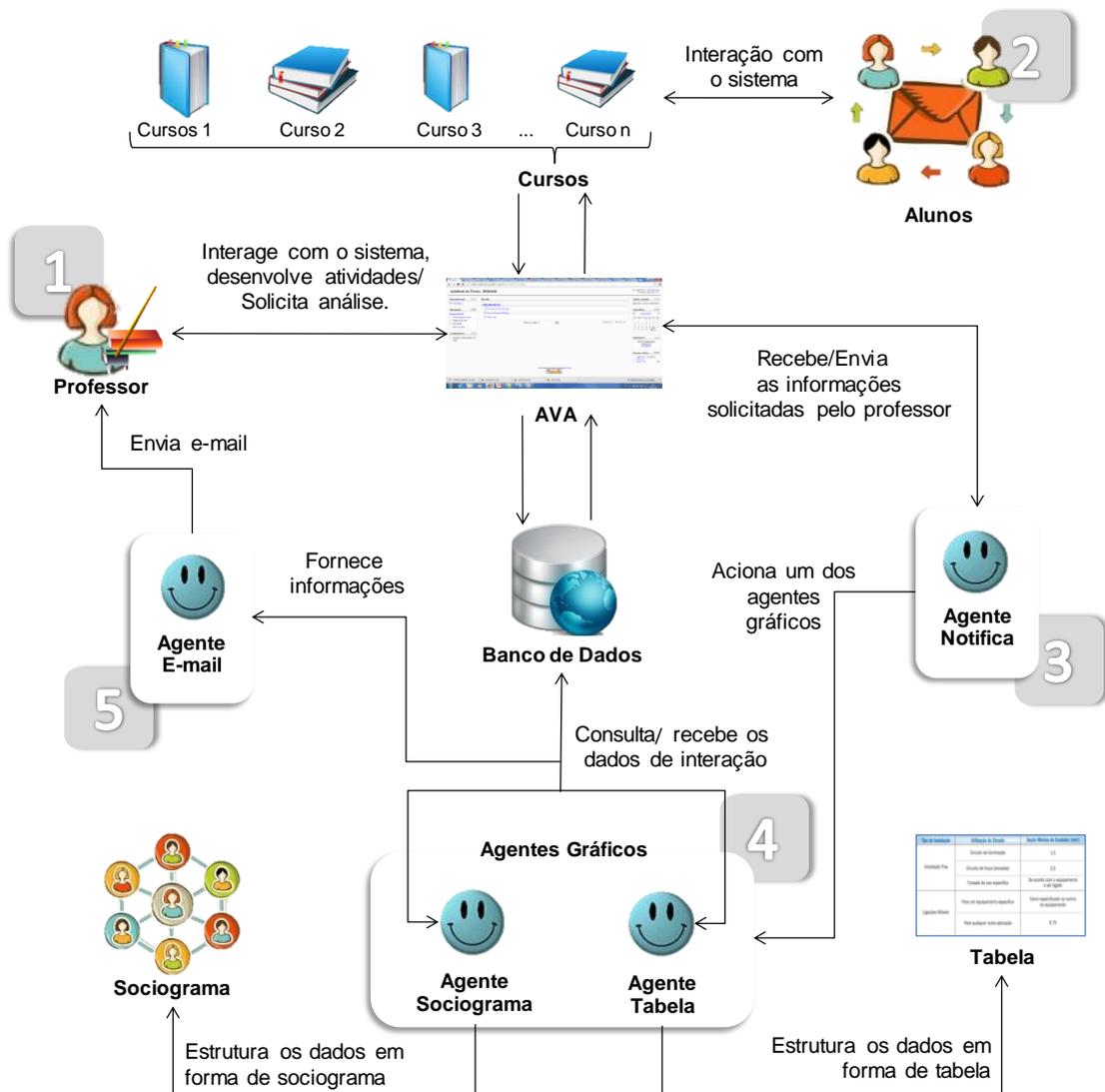


Figura 12. Visão Geral do Sistema.

<sup>2</sup> Os níveis de interação são pré-determinados pelo administrador em parceria com o mediador.

Logo após a estruturação dos dados realizada pelos Agentes Gráficos, os mesmos acionam o Agente E-mail, enviando a ele os dados que coletaram no Banco de Dados. O Agente E-mail filtra essas informações, recolhendo apenas os dados dos alunos sem interação e dos que possuem pouca interação. Após esta etapa, os dados filtrados são repassados ao professor via e-mail.

## 4.2 Casos de Uso e Diagramas de Sequência

É apresentado nesta seção os casos de uso e diagramas de sequência do sistema proposto. Sendo os casos de uso uma especificação de uma sequência de interações entre um sistema e os agentes externos que utilizam esse sistema [Bezerra, 2002]. O diagrama de sequência é um tipo de diagrama de interação, utilizado para modelar a lógica de um cenário de caso de uso [Bezerra, 2002], mostrando uma interação que representa a sequência de mensagens entre instâncias de classes, componentes, subsistemas ou atores [Microsoft, 2014].

Ambos os diagramas são representados pela Linguagem de Modelagem Unificada (UML), que tem como objetivo descrever sistemas, em termos de diagramas orientados a objetos [Costa *et al.*, 2008].

### 4.2.1 Ator Envolvido: Aluno

Por meio dos casos de uso base e de seus relacionamentos, a Figura 13 ilustra o que o ator Aluno pode fazer no AVA.

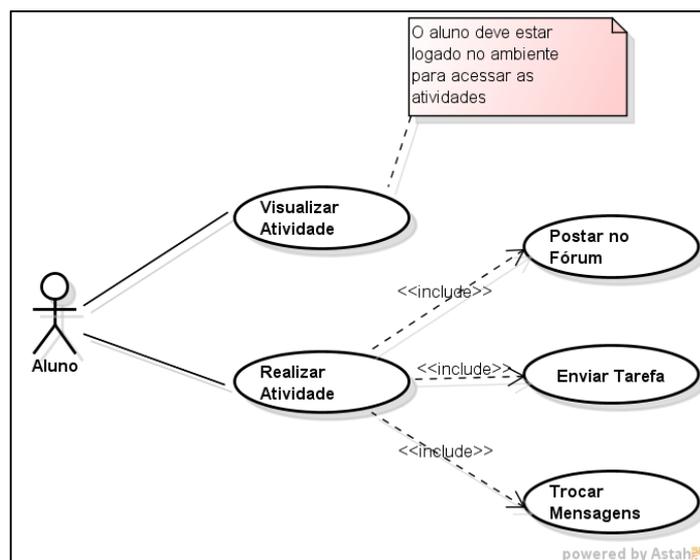


Figura 13. Caso de Uso do Ator Aluno.

**Caso de Uso Base:**

- **Visualizar Atividade** – o Aluno quando logado no AVA, pode visualizar todas as atividades disponíveis no curso;
- **Realizar Atividade** – o Aluno interage com o ambiente realizando as atividades propostas pelo professor.

**Relacionamentos dos Casos de Uso Base:**

- **Postar no Fórum** – o Aluno interage com os demais alunos e com o ambiente por intermédio do fórum;
- **Enviar Tarefa** – o Aluno responde o que foi solicitado pelo professor enviando as atividades;
- **Trocar Mensagens** – o Aluno pode interagir de forma reservada com os demais alunos e com o professor por intermédio da ferramenta mensagem do ambiente de aprendizagem.

**Diagrama de Sequência do Caso de Uso – Trocar Mensagem**

A Figura 14 mostra o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Trocar Mensagem que é iniciado após o aluno logar no AVA.

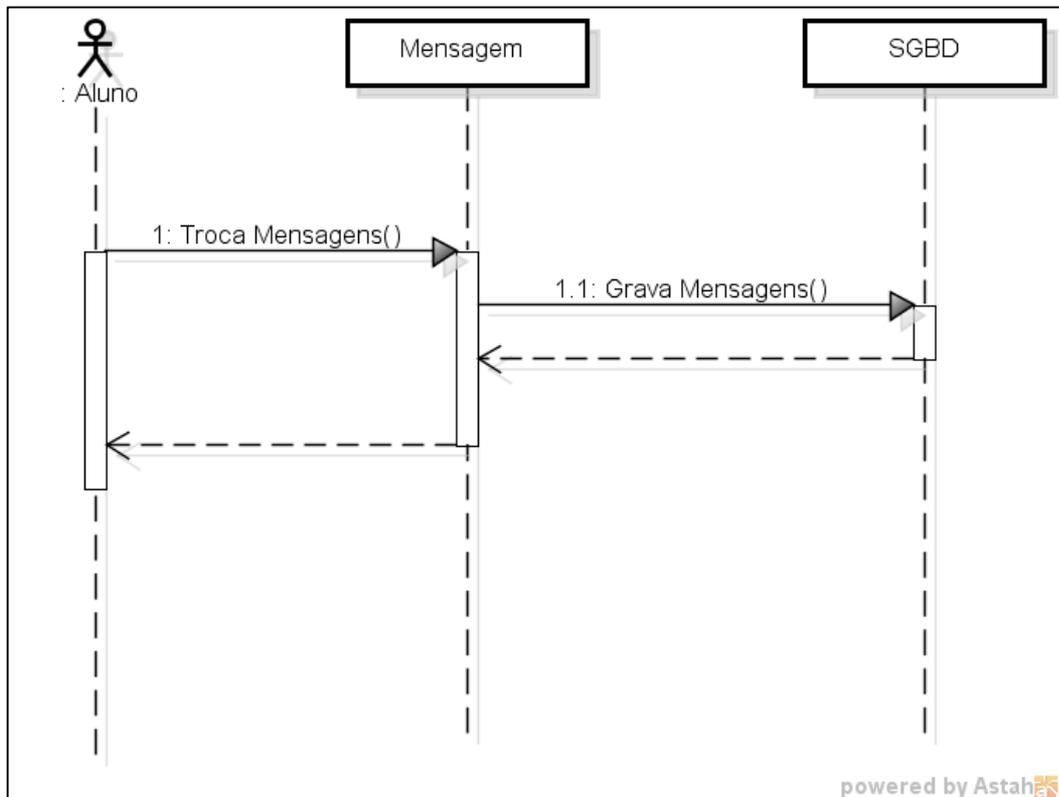


Figura 14. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Trocar Mensagem.

#### 4.2.2. Ator Envolvido: Professor

A Figura 15 ilustra a atuação do ator Professor no AVA, apresentando seus casos de uso base e os seus relacionamentos.

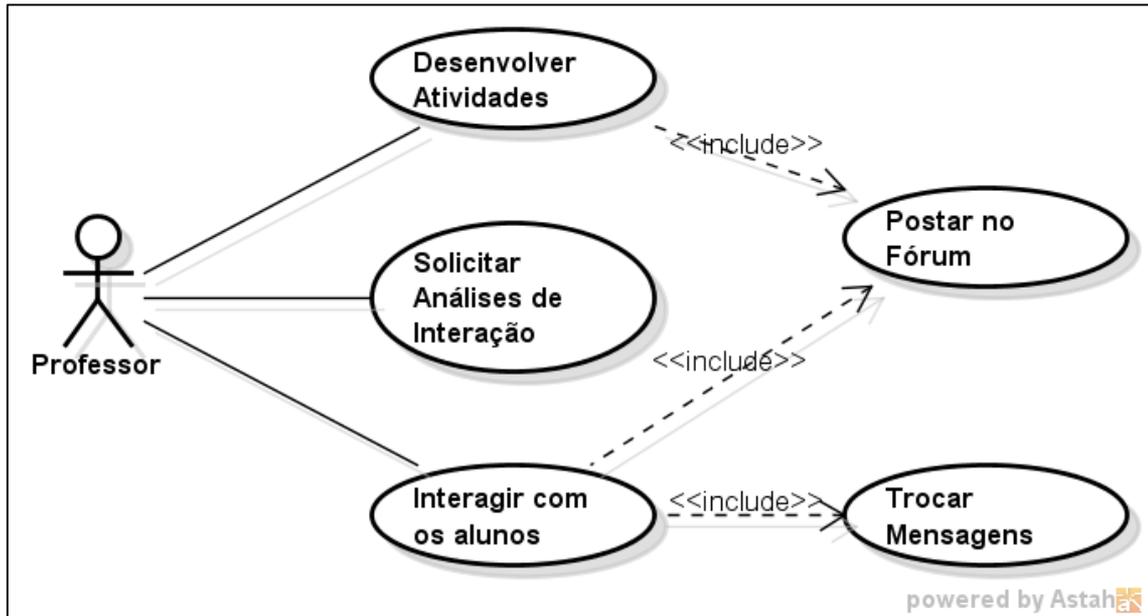


Figura 15. Caso de Uso do Ator Professor.

#### Caso de Uso Base:

- **Desenvolver Atividades** – o Professor desenvolve atividades no ambiente, para que os alunos as realizem e interajam na disciplina e conseqüentemente com os demais alunos;
- **Solicitar Análises de Interação** – o Professor pode a qualquer momento solicitar a análise das interações de seus alunos na disciplina, por intermédio do sistema que fica disponível no ambiente do curso em forma de um plug-in, o sistema fica visível somente para o professor e mediador da disciplina;
- **Interagir com os alunos** – o Professor pode interagir com os alunos, por intermédio das diversas ferramentas disponíveis no AVA.

#### Relacionamentos dos Casos de Uso Base:

- **Postar no Fórum** – o Professor pode utilizar a ferramenta assíncrona Fórum para interagir e motivar os alunos;
- **Trocar Mensagens** – o Professor pode interagir e motivar os alunos por intermédio da ferramenta mensagem disponível no ambiente.

### Diagrama de Sequência do Caso de Uso – Solicitar Análises de Interação

A Figura 16 exibe o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Solicitar Análises de Interação, que aparece somente para o professor dentro do ambiente virtual.

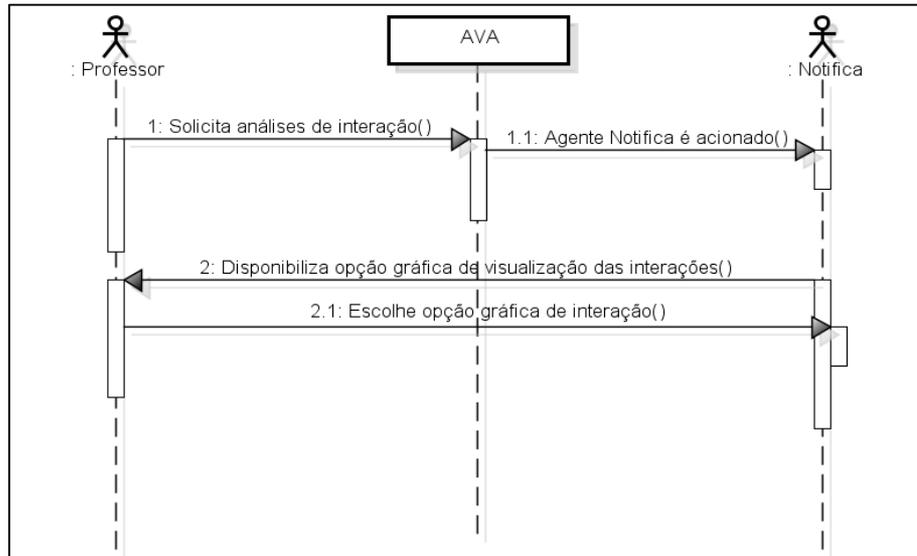


Figura 16. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Solicitar Análises de Interação.

#### 4.2.3. Ator Envolvido: Notifica

A atuação do Agente Notifica é ilustrada na Figura 17, onde estão sendo mostrados os seus casos de uso base, além dos seus relacionamentos de inclusão.

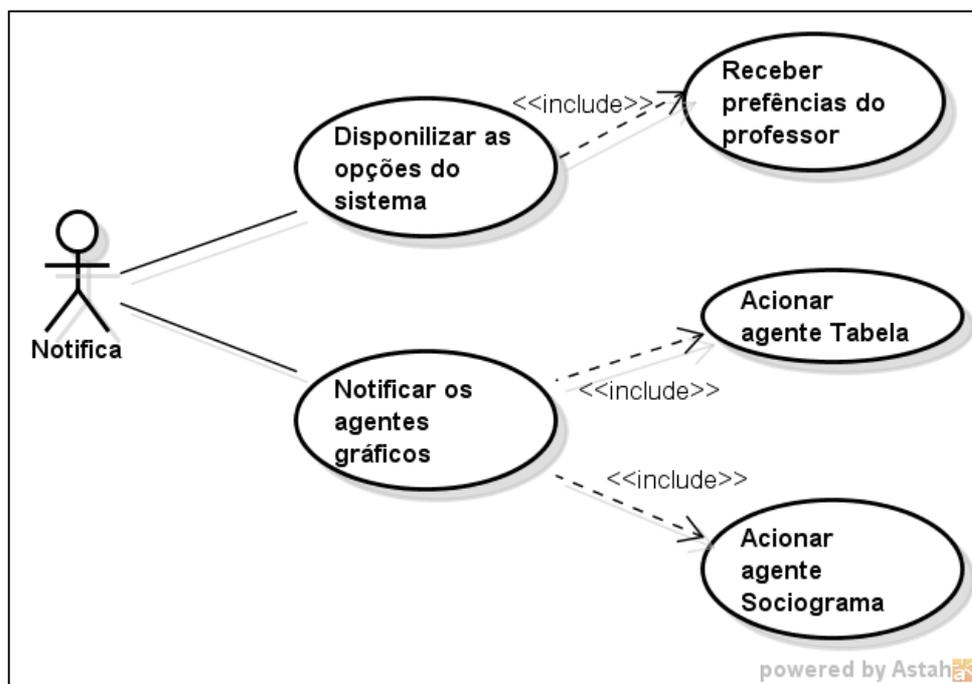


Figura 17. Caso de Uso do Ator Notifica.

**Caso de Uso Base:**

- **Disponibilizar as Opções do Sistema** – quando acionado pelo ator professor, o ator Notifica, que é o Agente Notifica, apresenta ao professor as informações disponíveis no sistema para visualização.
- **Notificar os Agentes Gráficos** – o ator Notifica, aciona um dos Agentes Gráficos, conforme a preferência solicitada pelo professor.

**Relacionamentos dos Casos de Uso Base:**

- **Receber Preferências do Professor** – quando acionado pelo ator professor o ator Notifica, que é o Agente Notifica, recebe as informações solicitadas pelo professor referente as representações gráficas;
- **Acionar Agente Tabela** – um dos Agentes Gráficos é o Agente Tabela, Figura 19, que é acionado pelo ator Notifica, caso o Professor escolha essa opção;
- **Acionar Agente Sociograma** – o outro Agente Gráfico é o Agente Sociograma, Figura 21, que é acionado pelo ator Notifica, caso o Professor escolha a opção de visualizar as interações em forma de sociograma.

**Diagrama de Sequência do Caso de Uso – Disponibilizar as Opções do Sistema**

A Figura 18 mostra o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Disponibilizar as Opções do Sistema, que ocorre quando o professor aciona o sistema e as opções de visualização são apresentadas a ele, por intermédio do Ator Notifica.

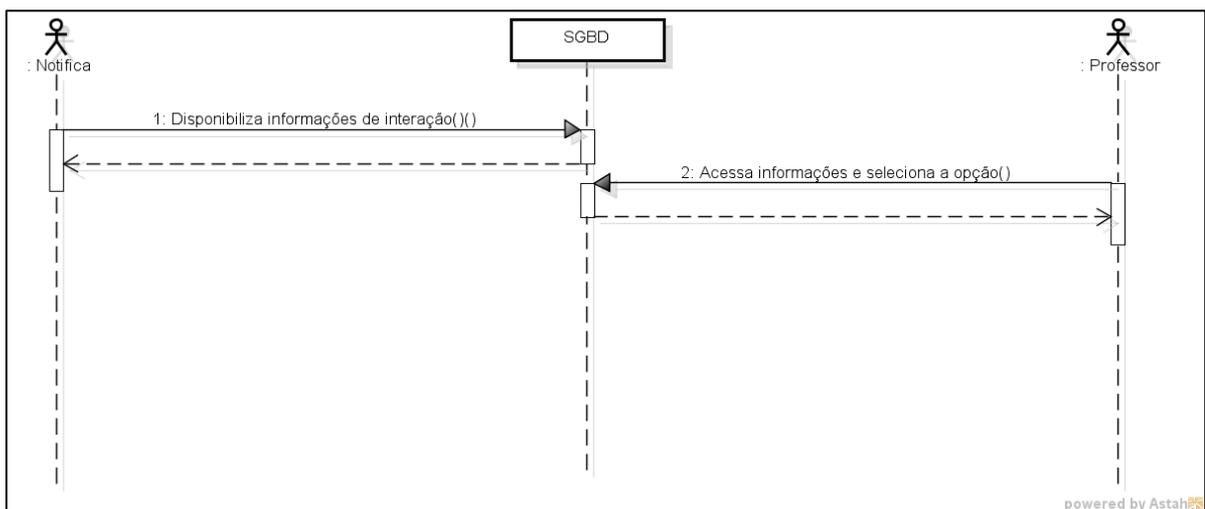


Figura 18. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Disponibilizar as Opções do Sistema.

#### 4.2.4. Ator Envolvido: Tabela

A Figura 19 ilustra por intermédio dos casos de uso base e seus relacionamentos, o que o ator Tabela faz quando é acionado pelo Ator Notifica.

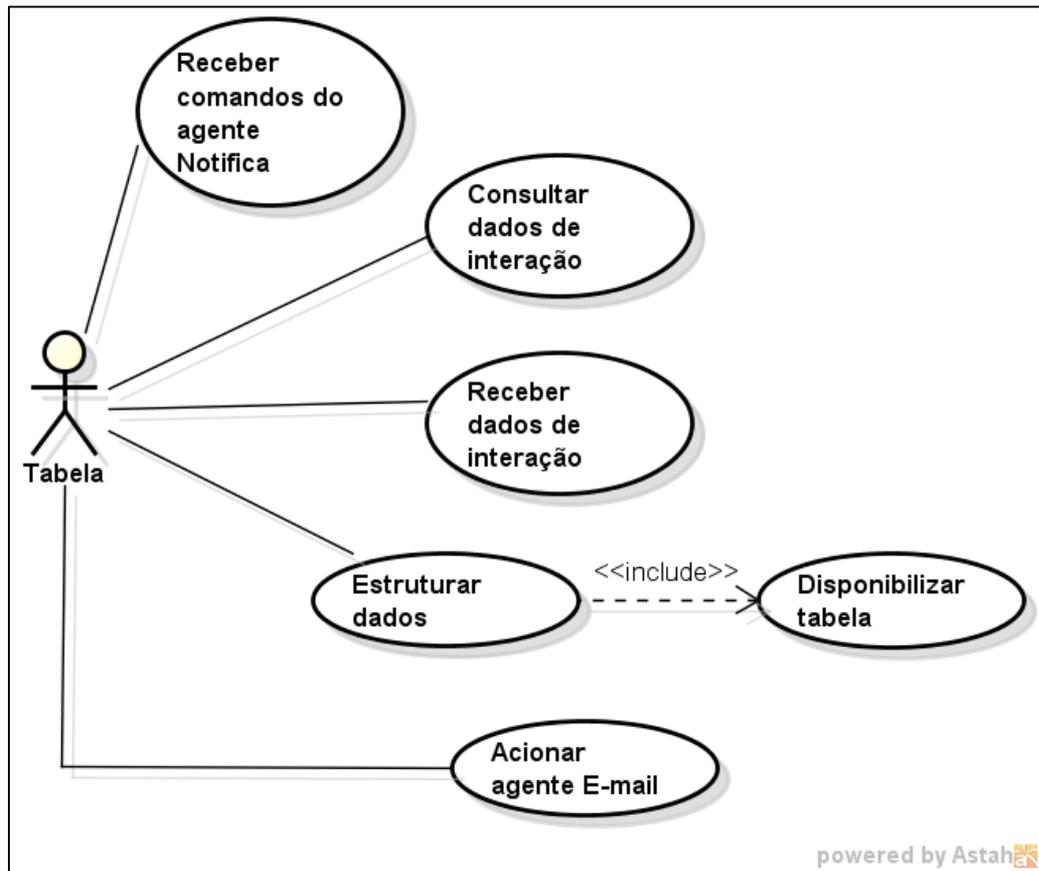


Figura 19. Caso de Uso do Ator Tabela.

#### Caso de Uso Base:

- **Receber Comandos do Agente Notifica** – o ator Tabela, que é o Agente Tabela, é acionado pelo ator Notifica quando tiver que ser executado;
- **Consultar Dados de Interação** – ao ser acionado, o ator Tabela busca as informações de interação dos alunos no Banco de Dados;
- **Receber Dados de Interação** – o ator Tabela recebe do Banco de Dados as informações referentes as interações sociais dos alunos que ocorreram nos fóruns de discussões e mensagens;
- **Estruturar Dados** - o ator Tabela, assim que recebe os dados do Banco de Dados, organiza e estrutura essas informações interacionais em forma de tabela;

- **Acionar Agente E-mail** – o ator Tabela também é responsável por solicitar ao Agente E-mail a realização de suas devidas tarefas, além de enviar para o ator E-mail os dados coletados no Banco de Dados.

**Relacionamentos dos Casos de Uso Base:**

- **Disponibilizar Tabela** – após estruturar os dados, o Agente Tabela, disponibiliza ao professor uma tabela referente as interações dos alunos dentro da disciplina.

**Diagrama de Sequência do Caso de Uso – Acionar Agente E-mail**

A Figura 20 mostra o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Acionar Agente E-mail, sendo ele acionado por um dos Agentes Gráficos, neste caso pelo ator Tabela. Quando o ator Tabela é acionado pelo ator Notifica, ele recolhe as informações no Banco de Dados e solicita ao Ator E-mail que envie os dados referentes as interações nulas e médias para o professor da disciplina.

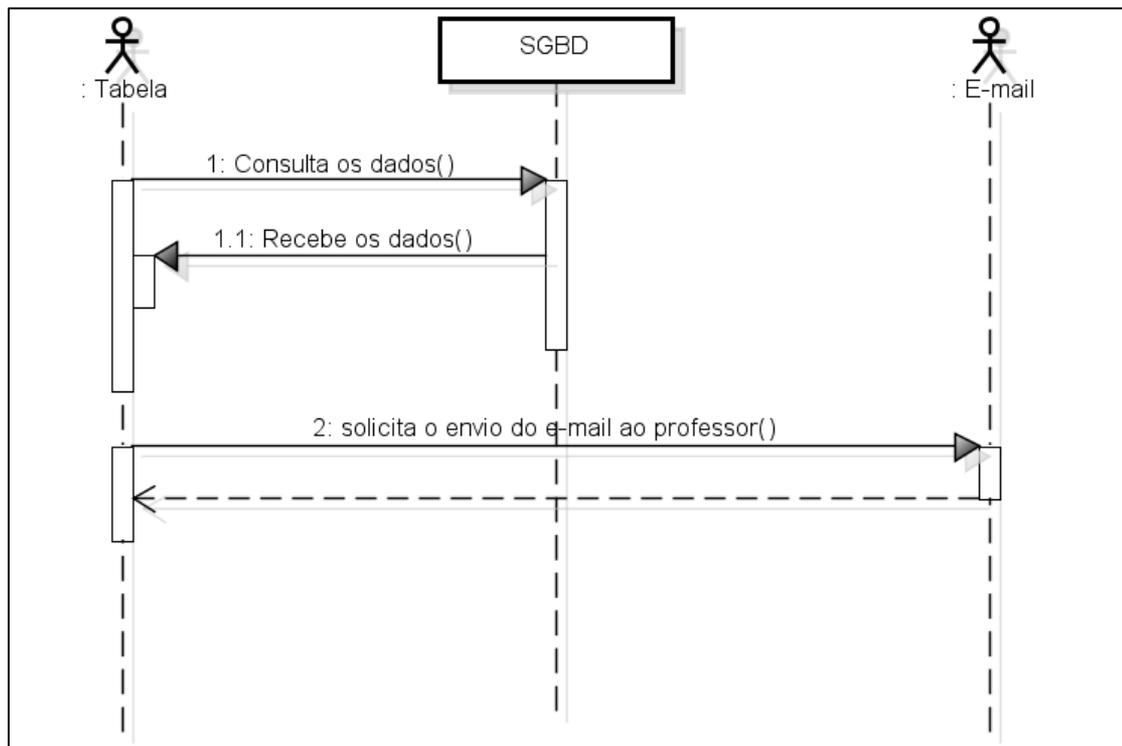


Figura 20. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Acionar Agente E-mail.

#### 4.2.5. Ator Envolvido: Sociograma

A Figura 21 ilustra o ator Sociograma, sendo apresentado por seus casos de uso base e seus relacionamentos.

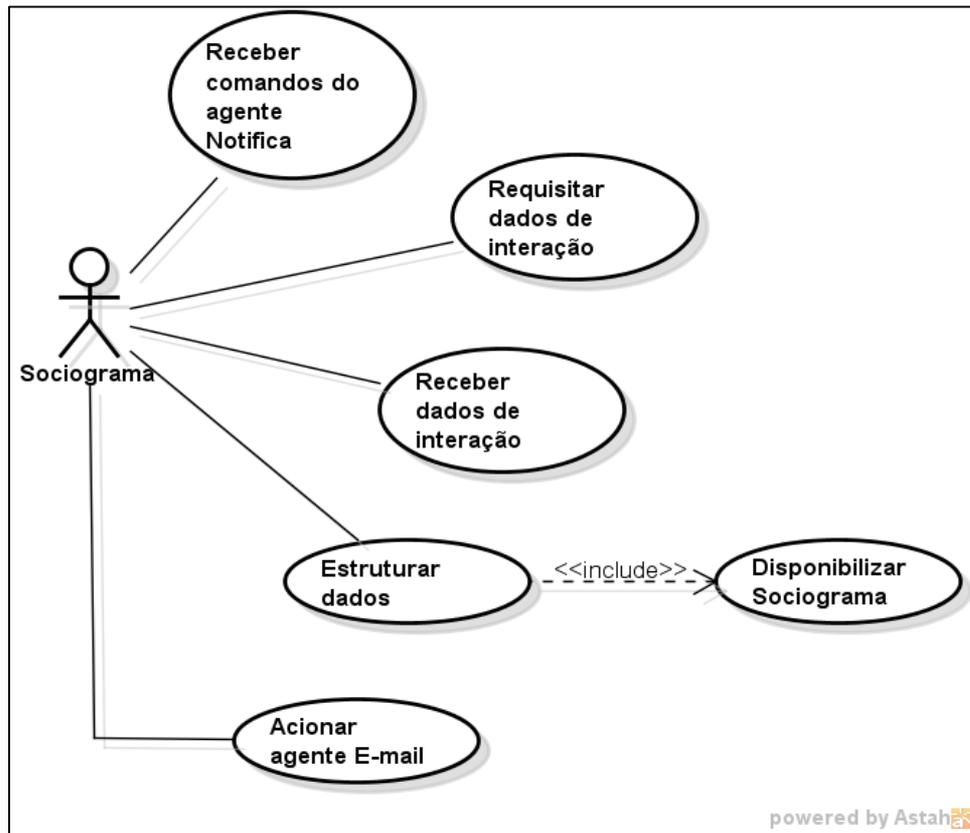


Figura 21. Caso de Uso do Ator Sociograma.

#### Caso de Uso Base:

- **Receber Comandos do Agente Notifica** – o ator Sociograma, que é o Agente Sociograma, é acionado pelo ator Notifica quando tiver que ser executado;
- **Requisitar Dados de Interação** – ao ser acionado o ator Sociograma busca as informações de interação dos alunos no Banco de Dados;
- **Receber Dados de Interação** – o ator Sociograma recebe do Banco de Dados as informações referentes as interações sociais dos alunos que ocorreram nos fóruns de discussões e mensagens;
- **Estruturar Dados** - o ator Sociograma, assim que recebe os dados de interação, organiza e estrutura essas informações interacionais em forma de sociograma;

- **Acionar Agente E-mail** – o ator Sociograma também é responsável por solicitar ao Agente E-mail a realização de suas devidas tarefas, além de enviar para o ator E-mail os dados que foram coletados no Banco de Dados.

**Relacionamentos dos Casos de Uso Base:**

- **Disponibilizar Sociograma** – após estruturar os dados, o Agente Sociograma, disponibiliza ao professor diversos sociogramas referentes as interações dos alunos dentro da disciplina.

**Diagrama de Sequência do Caso de Uso – Disponibilizar Sociograma**

A Figura 22 apresenta o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Disponibilizar Sociograma, que é apresentado para o professor da disciplina.

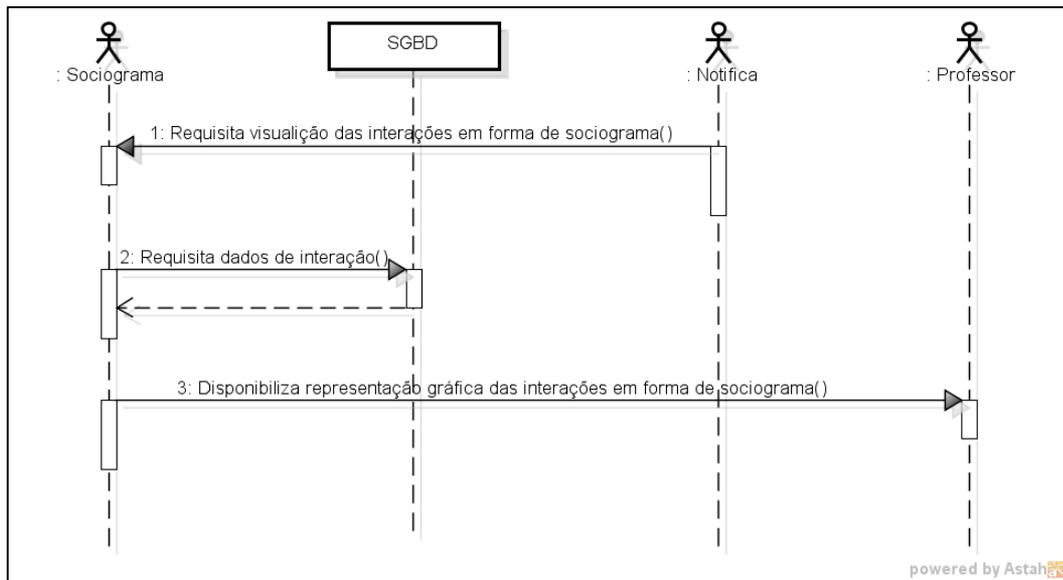


Figura 22. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Disponibilizar Sociograma.

4.2.6. Ator Envolvido: E-mail

Por meio dos casos de uso base, a Figura 23 ilustra o que o ator E-mail pode fazer quando for acionado no sistema.

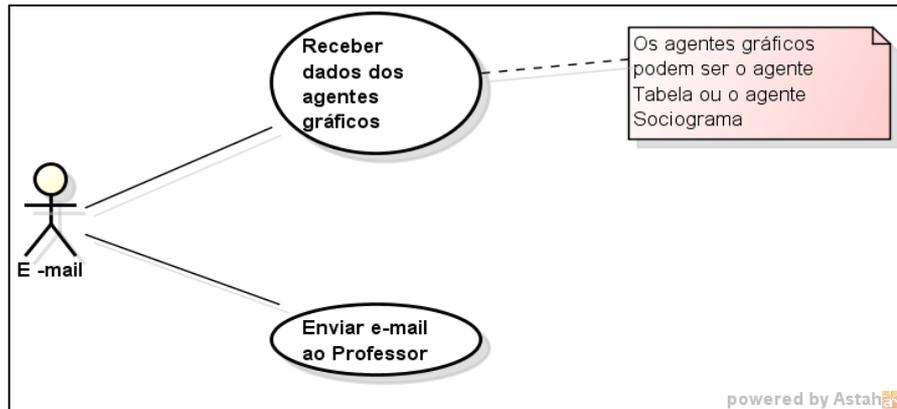


Figura 23. Caso de Uso do Ator E-mail.

### Caso de Uso Base:

- **Receber Dados dos Agentes Gráficos** – o ator E-mail, que é o Agente E-mail, é acionado por um dos Agentes Gráficos, que podem ser o Agente Tabela ou o Agente Sociograma, que mandam ao Agente E-mail as informações que devem ser enviadas;
- **Enviar E-mail ao Professor** – o ator E-mail, envia um e-mail ao professor da disciplina, com as informações de interação dos alunos que estão com nenhuma e média interação.

### Diagrama de Sequência do Caso de Uso – Enviar E-mail ao Professor

A Figura 24 mostra o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Enviar E-mail ao Professor, neste caso tendo como exemplo o Agente Gráfico Tabela que aciona o ator E-mail.

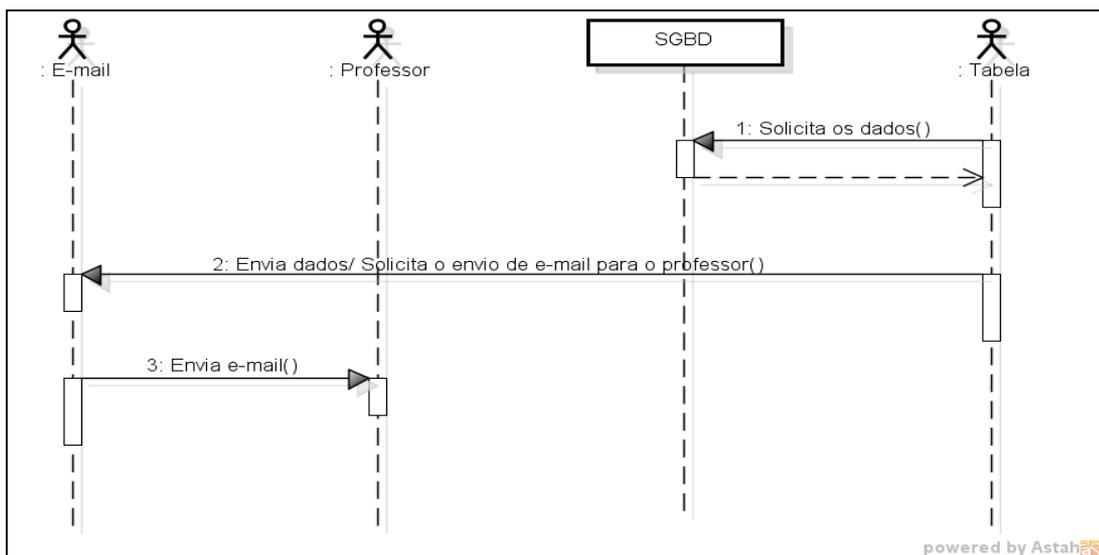


Figura 24. Diagrama de Sequência do Caso de Uso Enviar E-mail ao Professor.

## 4.3 Modelagem do Sistema Multiagente Utilizando MaSE

Esta subseção é uma extensão da seção 2.7, em que foi apresentada a metodologia MaSE. O uso da MaSE, neste trabalho, justifica-se pelo fato da mesma ser adequada ao problema apresentado pelo projeto. Vislumbramos a potencialidade da metodologia, bem como uma especificação bem definida e a existência de uma ferramenta para a construção de seus artefatos, denominada agentTool. A utilização da MaSE como a metodologia escolhida para modelar os agentes do projeto fundamentou-se nos trabalhos de Alencar [2011], Silva [2007] e Souza [2011].

Nas subseções a seguir, são descritas as duas fases que constituem a metodologia, sendo elas: a fase de análise, que possui três passos, e a fase de projeto dividida em quatro passos.

### 4.3.1. Fase de Análise

Na fase de análise é definida uma série de papéis que podem ser usados para alcançar as metas do sistema. Essas metas são uma abstração dos requisitos detalhados e são alcançados por papéis. Normalmente, um sistema tem uma meta global e um conjunto de sub-objetivos que devem ser alcançados para atingir o objetivo do sistema [DeLoach, 2004].

Esta fase é composta por três passos: captura dos objetivos do sistema, aplicação de casos de uso e refinamento de papéis, que serão descritos nas subseções a seguir.

#### 4.3.1.1. Capturando os Objetivos

Segundo DeLoach [2004], o objetivo desta fase é transformar uma especificação inicial do sistema em um conjunto estruturado de objetivos. Nesta fase, os objetivos são capturados a partir da análise do conjunto de requisitos do sistema. Geralmente, os objetivos que o sistema está tentando alcançar se mantêm constantes por todo o processo de projeto e análise [Werneck *et al.*, 2008].

Os objetivos, neste sentido, devem ser organizados em uma hierarquia, pelo grau de importância dentro do sistema [Dário, 2005]. Desta forma, o analista deve identificar os objetivos e a estrutura do seu SMA e representá-los em uma hierarquia

[Maria, 2005]. Os objetivos identificados para o contexto do trabalho são apresentados na Figura 25.

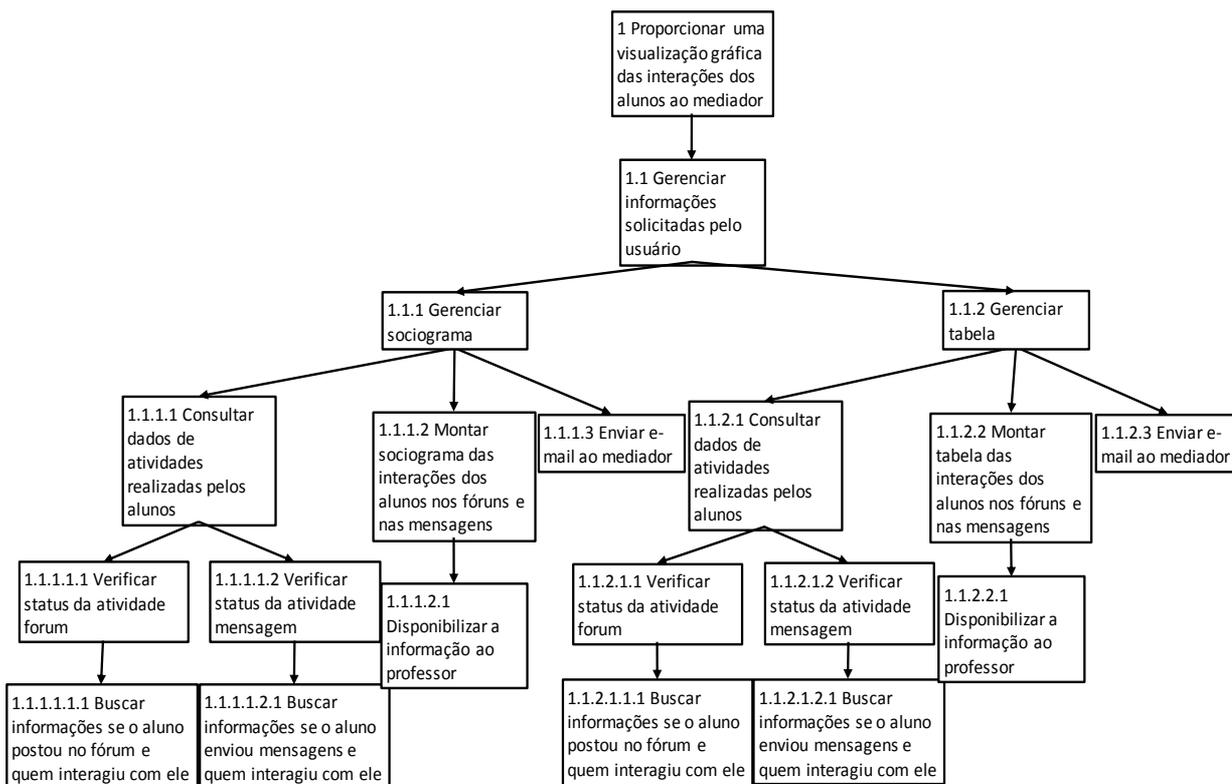


Figura 25. Diagrama de Hierarquia de Objetivos.

No caso deste trabalho, o objetivo principal é proporcionar uma visualização gráfica das interações dos alunos ao docente do curso, com o auxílio de um SMA. Isto só será possível se os agentes que compõe o SMA estiverem habilitados para executarem suas tarefas.

#### 4.3.1.2. Estabelecendo os Casos de Uso e Definindo os Papéis

Neste passo, os objetivos são mapeados em papéis. Estes papéis, por sua vez, descrevem as entidades responsáveis pelo alcance dos objetivos e sub-objetivos do sistema por intermédio dos diagramas, das tarefas e dos protocolos de comunicação que o SMA deverá conter. Uma vez definidos os papéis, deverão ser criadas as tarefas necessárias para que esses papéis possam cumprir os seus objetivos.

A Figura 26 apresenta o Diagrama de Hierarquia de Papéis do SMA deste trabalho.

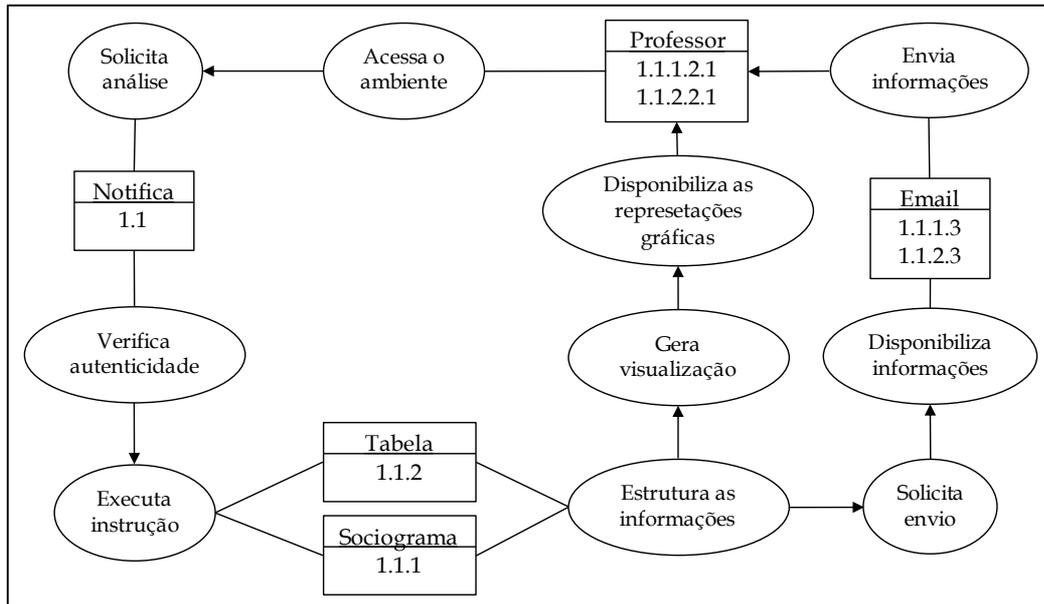


Figura 26. Diagrama de Hierarquia de Papéis.

No diagrama acima, foram identificados cinco papéis, que são representados pelos retângulos, dez tarefas que abrangem desde o acesso ao ambiente até o envio de e-mail, representadas pelas elipses, e os protocolos de comunicação, representados pelas setas. Os objetivos, portanto, são representados por números que correspondem à mesma numeração do Diagrama Hierárquico de Objetivos (Figura 25).

Após o passo de definição dos papéis e refinamento dos mesmos, fez-se necessário modelar as tarefas simultâneas, Figura 27.

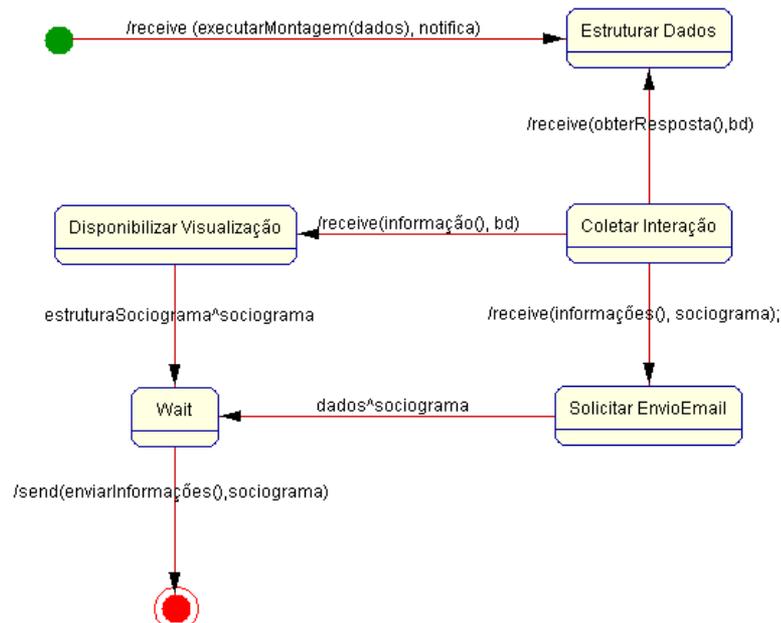


Figura 27. Diagrama de Tarefas Simultâneas do Agente Sociograma.

De acordo com Dário [2005], a MaSE define essas tarefas utilizando-se de um autômato de estados finitos, que descrevem o processamento que acontece no interior do papel. Já as transições de estado mostram a comunicação entre os papéis ou entre as tarefas, conforme é mostrado na Figura 27.

### 4.3.2. Fase de Projeto

A fase de projeto, também conhecida como fase de design, tem como objetivo, segundo Araújo *et al.* [2009], converter papéis e tarefas, de tal forma que seja possível a implementação do modelo. Ou seja, consiste em modelar o diagrama de classes e o diálogo entre os agentes, para que seja possível construir e, finalmente, implantar os agentes de software.

Esta fase da modelagem possui quatro passos, sendo eles: a criação das classes de agentes, a construção das conversações, a organização dos agentes e a modelagem do sistema. Todos os passos listados serão descritos nas subseções a seguir.

#### 4.3.2.1. Criando as Classes de Agentes

A partir dos papéis gerados na fase anterior, passa-se a identificar as classes dos agentes que devem assumir todos os papéis identificados anteriormente. Desta forma, é gerado um diagrama de Classes de Agentes, apresentado na Figura 28, que descreve as classes e os diálogos que ocorrem entre os Agentes Inteligentes. Segundo DeLoach e Wood [2001], a base para o desenvolvimento de um SMA são os papéis e os tijolos para a implementação do sistema são as classes de agentes.

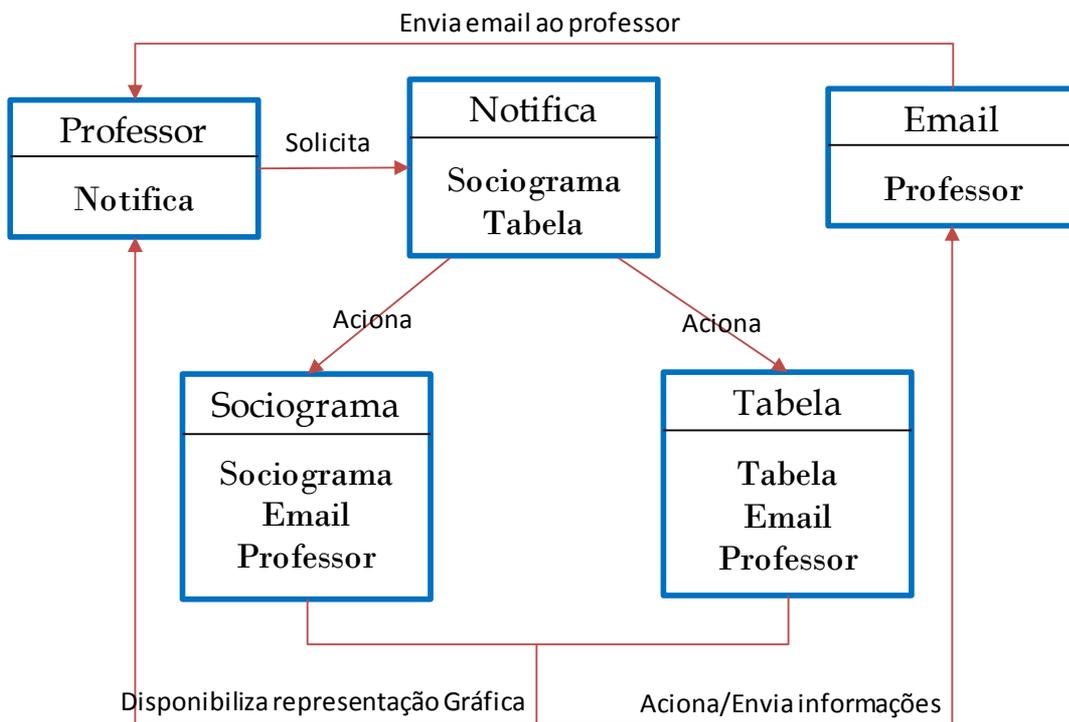


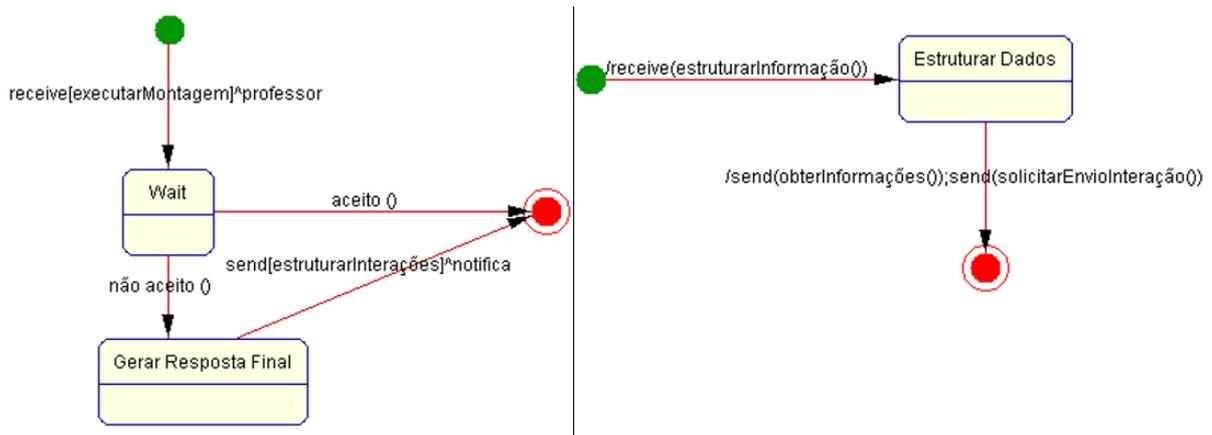
Figura 28. Diagrama de Classe dos Agentes.

No diagrama é possível visualizar os nomes das classes, na parte superior do retângulo, e o conjunto de papéis, na parte inferior do retângulo, que serão executados por cada agente.

#### 4.3.2.2. Desenvolvendo os Diálogos entre os Agentes

Nesta fase, são definidos os métodos e as conversações dos agentes. Esta última define um protocolo de coordenação entre duas classes de agentes que participam da conversa, modelados por dois diagramas de classes de comunicação, um para cada agente participante da conversa: iniciador e respondedor, representados na Figura 29.

Este diagrama é uma máquina de estados finitos que define os estados de conversação entre as classes de agentes participantes da conversa. As classes de agentes são definidas pelos papéis que eles desempenham e as relações entre as classes são os diálogos. Além disso, os detalhes dos Diálogos entre os Agentes são definidos com base nas tarefas simultâneas, que foram apresentadas na subseção 4.3.2.2 (Figura 27).



**Figura 29. Diálogo entre o Agente Notifica e o Agente Sociograma.**

A Figura 29 mostra o diálogo entre o Agente Notifica e o Agente Sociograma. No diagrama, o agente Notifica está se comunicando com o agente Sociograma, por meio de um envio de mensagem, acionador do agente Sociograma, para que este estruture os dados de interação. Após o recebimento da mensagem, o agente Sociograma começa a obter os dados de interação, para organizá-lo.

#### 4.3.2.3. Agrupando as Classes de Agentes

Os autores da MaSE [DeLoach e Wood, 2001] deixam em aberto para o analista a escolha de projetar a sua própria arquitetura ou de utilizar uma arquitetura pré-definida, como por exemplo a arquitetura *Belief-Desire-Intention* (BDI), que foi a arquitetura utilizada neste passo, conforme mostra a Figura 30.

A Figura 30 apresenta a arquitetura do agente Notifica, em que os componentes arquitetônicos são representados pelas caixas, ligadas ao interior ou exterior dos agentes. As ligações internas dos agentes, representadas pelas setas finas, definem a visibilidade entre os componentes, enquanto as ligações no exterior dos agentes, representadas pelas setas grossas tracejadas, definem as conexões externas dos recursos, tais como agentes, bases, sensores, banco de dados e outros.

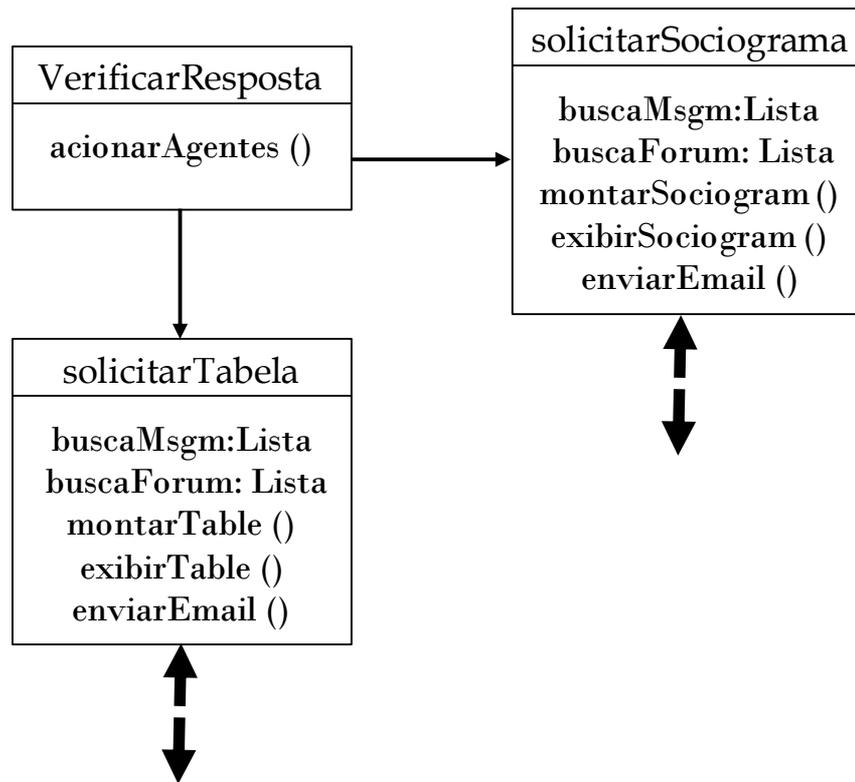
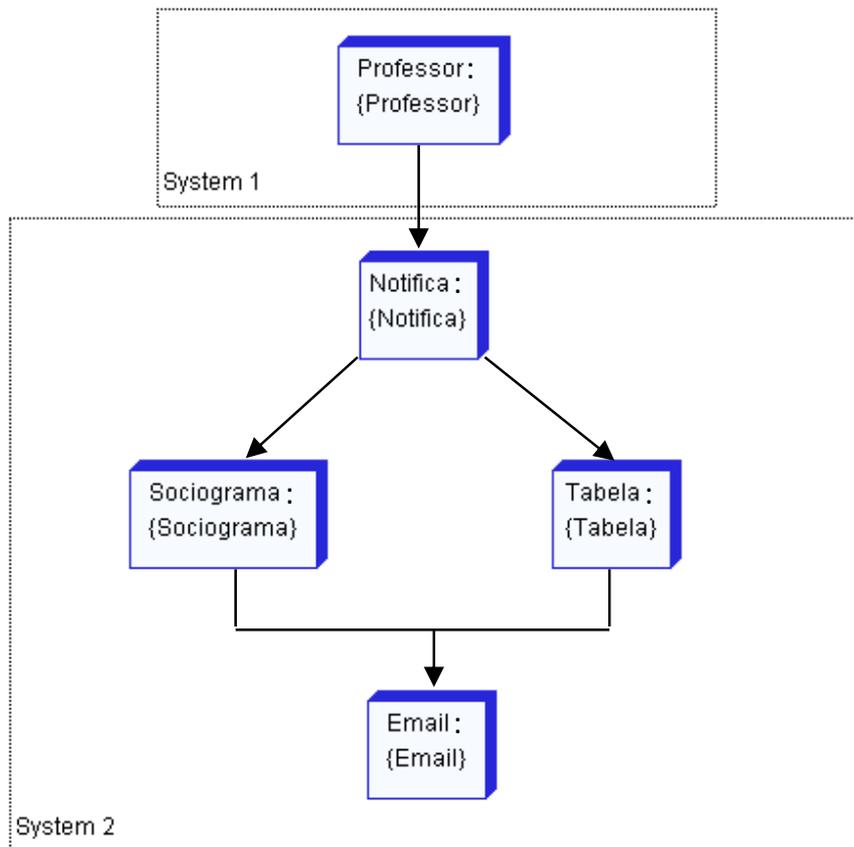


Figura 30. Arquitetura do Agente Notifica.

A arquitetura do agente Notifica possui 3 componentes, sendo eles: verificarResposta, responsável por verificar a resposta do professor. Conforme o resultado, é acionado ou o Agente Tabela ou o Agente Sociograma. O próximo componente é solicitarTabela, sendo responsável por acionar o Agente Tabela caso o professor tenha escolhido visualizar as informações em forma de tabela, e o último componente é o solicitarSociograma, que é acionado todas as vezes que o professor desejar visualizar as interações de seus alunos sob a forma de sociograma.

#### 4.3.2.4. Projetando o Sistema

O projeto de sistemas é o passo final da metodologia. Nesse passo, as classes definidas nas fases anteriores são instanciadas e distribuídas no sistema. O diagrama utilizado nesta etapa foi o Diagrama de Desenvolvimento (Figura 31), que define a configuração do sistema a ser implementado, mostrando a quantidade, os tipos e as localizações dos agentes dentro do sistema [Dário, 2005].



**Figura 31. Diagrama de Desenvolvimento.**

Na Figura 31, as caixas tridimensionais representam os agentes, as linhas que os ligam representam as conversações entre eles e as caixas tracejadas definem as plataformas físicas computacionais. Assim, os agentes são identificados pelo seu nome de classe na forma de nomeDaInstância:classe.

## 4.4 Conclusões do Capítulo

Neste Capítulo foi apresentado o sistema proposto desde a sua concepção. Foram abordados pontos sobre a arquitetura do sistema, os diagramas de casos de uso e os diagramas de sequência dos principais casos de uso. Discutiu-se, também, a modelagem dos agentes utilizando a metodologia MaSE. Desta forma:

A Seção 4.1 apresentou a visão geral do sistema, explicando o funcionamento da mesma para uma melhor compreensão da estrutura dos agentes implementados.

Já a Seção 4.2 explorou-se a caracterização dos AIs que integram o sistema. Nesta seção, foram descritas as ações de cada AI que integra o SMA, com seus casos de uso específicos. Foram expostos, também, diagramas de sequência relacionados

a eles e as operações disparadas entre os atores. Nos casos de uso foram utilizados os diagramas UML para identificar em alto nível o funcionamento do SMA abordado neste capítulo.

Por fim, a Seção 4.3 abordou a modelagem do SMA, utilizando a metodologia MaSE, que permitiu construir passo-a-passo o sistema, incluindo as fases de análise, projeto e implementação.

Os diagramas apresentados neste capítulo servirão de base para o capítulo a seguir, que trata da implementação do sistema.

## Capítulo 5

# Implementação do Sistema

Neste capítulo serão apresentadas as ferramentas que foram utilizadas para o desenvolvimento do sistema. Abordar-se-á, também, a parte do sistema relacionada ao ambiente virtual em si, em que serão apresentados a interface gráfica e o seu funcionamento e por último, o teste realizado em um curso simulado, que teve como finalidade, avaliar o desempenho dos agentes e de aperfeiçoar o sistema antes de aplicá-lo em uma turma real.

### 5.1 Tecnologias Utilizadas

Para a implementação do sistema, algumas ferramentas foram utilizadas. Esta seção apresenta uma breve descrição de tais ferramentas.

#### 5.1.1 JADE

A plataforma JADE (*Java Agent DEvelopment*) constitui uma ferramenta de desenvolvimento de agentes inteiramente implementada em Java. Funciona em ambientes distribuídos e facilita a implementação de Sistemas Multiagente por meio de um *Middleware* concordante com as especificações da FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*). Em outras palavras, é um sistema distribuído, onde os agentes habitam e possuem mensagens assíncronas como forma básica de comunicação, baseado no paradigma *peer-to-peer*. A estrutura das mensagens é baseada na linguagem ACL (*Agent Communication Language*) do padrão FIPA que contém campos como contexto da mensagem e tempo limite de aguardo à resposta da mensagem [Bremgartner, 2012].

O padrão FIPA define uma série de protocolos e *Standards* que possibilitam a existência, operação e gerenciamento de agentes. De acordo com JADE [Jade, 2013], é especificado pela FIPA um conjunto de protocolos que podem ser empregados na

padronização das conversas entre os agentes. Os componentes da plataforma JADE são representados na Figura 32.

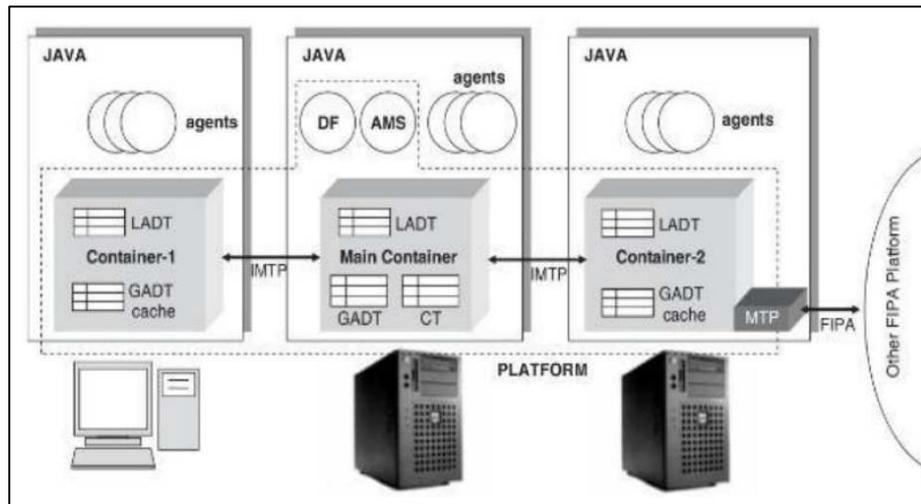


Figura 32. Componentes da Arquitetura JADE [Bellifemine e Caire, 2007].

A plataforma, representada pela Figura 32, é constituída pelos agentes de software, pelo *Agent Management System* (AMS) e pelo *Message Transport System* (MTS). O AMS atua como supervisor do acesso e do uso da plataforma, mantendo uma lista de Identificadores de Agentes (AID) e os seus estados. O MTS provê uma comunicação entre os agentes, realizada pela linguagem *Agent Communication Language* (ACL) e pode ser executada por passagem como evento ou Protocolo IIOIP [Bremgartner, 2012].

Com o auxílio de ferramentas gráficas da plataforma JADE, é possível visualizar a interface gráfica da administração da plataforma, fornecida pelo agente RMA (*Remote Management Agent*). Ao chamar este agente, é exibida a interface gráfica ilustrada na Figura 33.

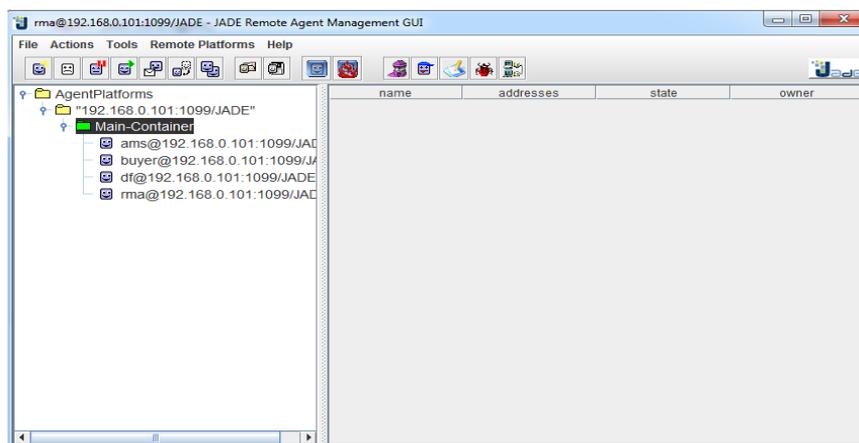


Figura 33. Interface Gráfica da Plataforma JADE.

Na interface é possível ainda executar outros agentes, sendo eles: Agente Dummy, Agente Sniffer e Agente Introspector.

Logo, o JADE é um framework bem estruturado que facilita o desenvolvimento de aplicações de agentes por disponibilizar diversos recursos. Podem ser desenvolvidos vários tipos de aplicações para diversos dispositivos, desde que os mesmos suportem Java

### 5.1.2 Moodle

O Moodle [Moodle, 2013] é uma plataforma AVA, *Open Source*, que fornece um conjunto de ferramentas e recursos utilizáveis pelo professor conforme a sua necessidade.

É utilizado por instituições de ensino em todo o mundo, apresentando uma grande comunidade composta por membros com diferentes objetivos, desde manutenção e aperfeiçoamento do sistema até discussões referentes a estratégias pedagógicas para um bom aproveitamento do ambiente para o ensino [Alves e Brito, 2005].

Segundo Nakamura [2009], o Moodle aborda a aprendizagem como uma atividade social e concentra a atenção na aprendizagem que acontece por intermédio dos recursos do ambiente. Na Figura 34, é mostrada a tela que o administrador visualiza ao acessar um curso específico. A versão do Moodle utilizada pela autora é a 2.6.

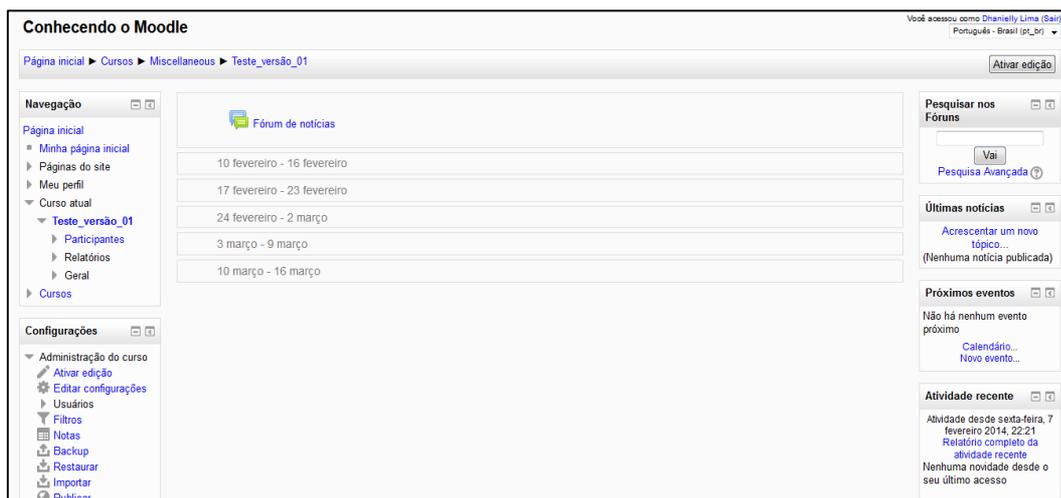


Figura 34. Tela de Curso Visualizada pelo Administrador.

A Figura 35 apresenta algumas das tabelas do banco de dados do Moodle, que é gerenciada pelo phpMyAdmin.

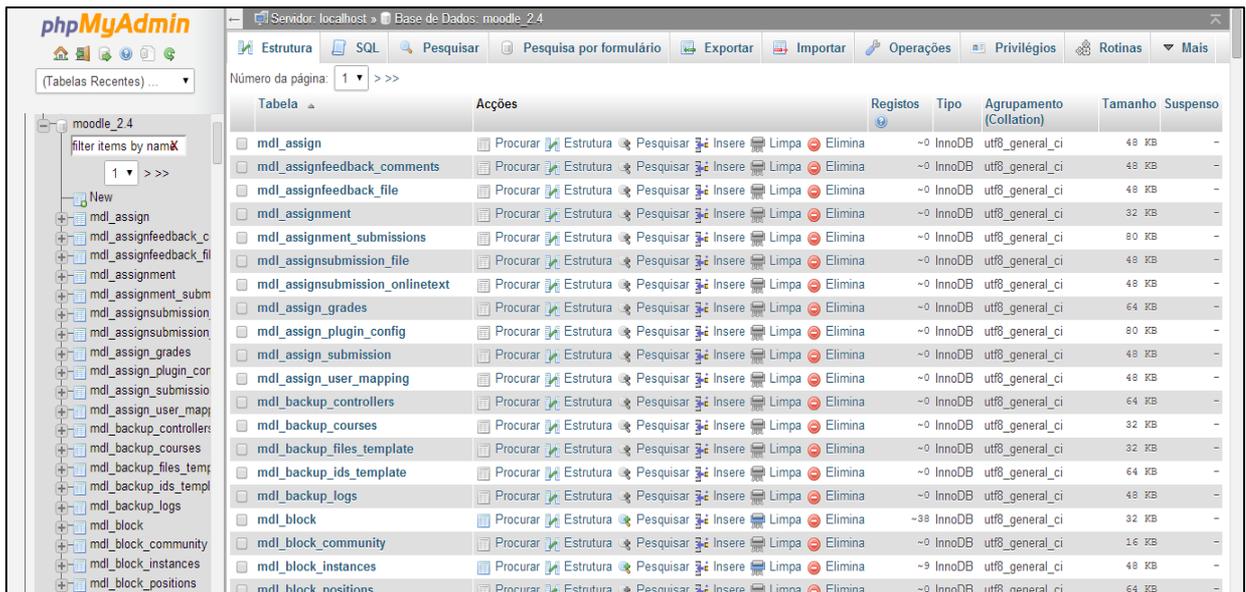


Figura 35. Tabelas do Moodle.

Na figura é possível visualizar algumas das tabelas que são criadas ao instalar o Moodle. São esses os dados que os agentes irão manipular, coletar e analisar, pois todas as informações que são necessárias ao trabalho podem ser encontradas nas tabelas do banco de dados do Moodle.

### 5.1.3 AgentTool

A metodologia MaSE, descrita na seção 2.7 do Capítulo 2, possui uma ferramenta para auxiliar no processo de modelagem, denominada AgentTool. Segundo DeLoach e Wood [2001], AgentTool é uma ferramenta gráfica para dar suporte à modelagem da metodologia MaSE. Ela auxilia os desenvolvedores na criação do SMA e implementa os sete passos definidos na metodologia MaSE. E também dá suporte à transformação da fase de análise a de design [Maria, 2005]. A Figura 36 apresenta a interface da ferramenta, na versão 1.8.3.

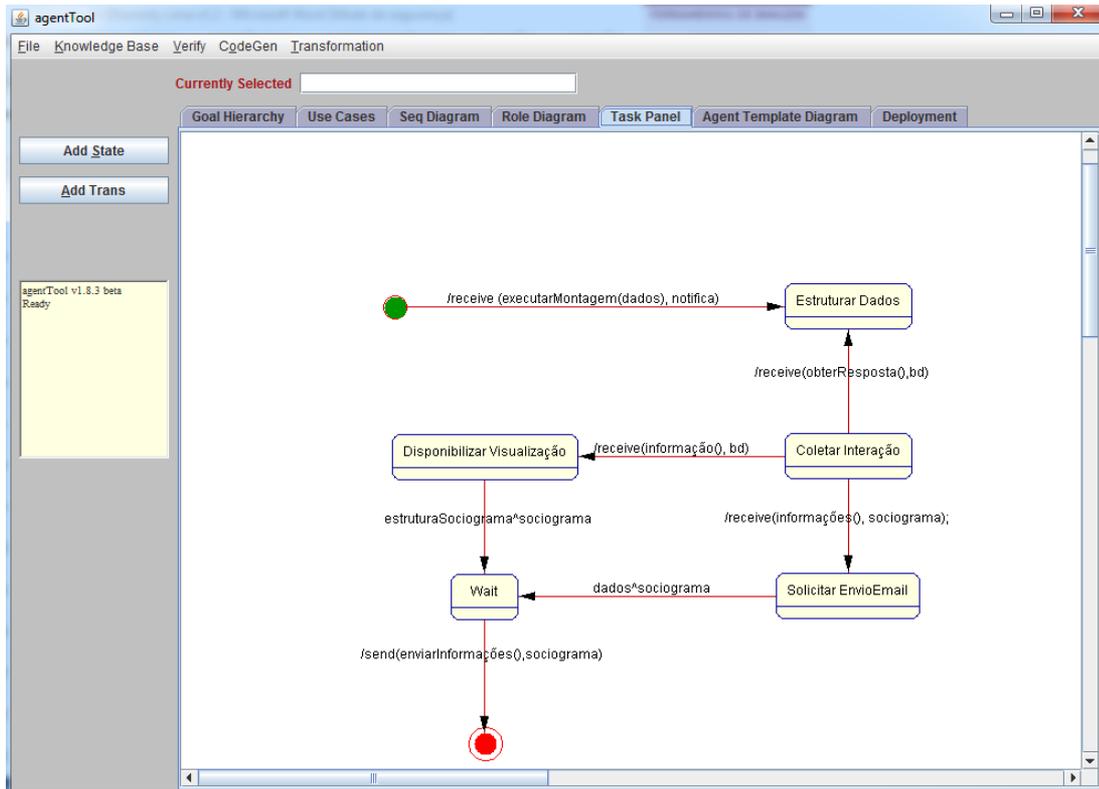


Figura 36. Interface Gráfica do AgentTool.

Conforme é visto na Figura 36, a ferramenta possui menus no topo da janela, que permitem diversas funções, tais como: persistência em Base de Conhecimento, Verificação e Conversações e Geração de Código. Os botões à esquerda servem para adicionar objetos nos diversos diagramas. Mais abaixo, tem-se uma área reservada para mensagens do sistema. É possível utilizar os diferentes diagramas da MaSE por intermédio das abas: goal hierarchy, use cases, seq diagram, role diagram, task panel, agent template diagram e deployment, que estão localizadas no alto da janela principal. Quando um diagrama da MaSE é selecionado, o desenvolvedor pode manipulá-lo graficamente na janela.

A ferramenta AgentTool foi utilizada nas etapas de modelagem do SMA defendido.

## 5.2 Protótipo

O protótipo foi desenvolvido utilizando o sistema operacional *Windows 7* (64 bits), a IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse Java EE [Eclipse, 2013], as linguagens de programação JAVA e HTML (*HyperText Markup Language*) 5, o

framework JADE, a biblioteca MindMap do *PrimeFaces* [PrimeFaces, 2014], a biblioteca *prefuse*, a ferramenta AgentTool 1.8.3, o servidor Apache 2.2, o *Java Server Faces* (JSF) e o AVA *Moodle* 2.6. Para funcionamento do *Moodle*, foi instalado o Apache, em seguida o PHP e phpMyAdmin. Foram realizadas as devidas configurações para um bom funcionamento da plataforma.

A implementação dos agentes inteligentes foi realizada na linguagem JAVA e com o auxílio do *framework* JADE. Esse *framework* possibilita a criação de agentes com diversas regras de comportamentos e com trocas de mensagens no formato específico ACL [Silveira *et al.*, 2003].

A Figura 37 mostra a ferramenta *Sniffer* do JADE, que permite o monitoramento dos agentes, apresentando as mensagens trocadas entre eles.

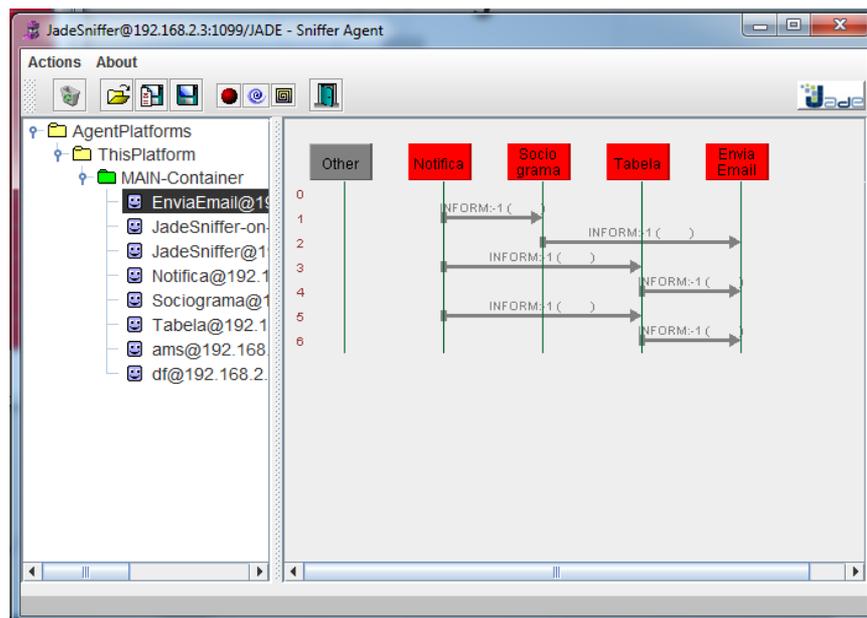


Figura 37. Interface do Agente Sniffer.

Os comportamentos configurados em todos os AI's seguiram as descrições presentes no Capítulo 4 deste trabalho.

Para obter os resultados esperados do trabalho, todos os agentes trocam informações entre si. Também consultam o Banco de Dados para ter acesso às informações de interação dos participantes do curso no AVA e para fornecer essas informações de maneira detalhada ao professor da disciplina. Quando os agentes consultam o banco de dados e recolhem as informações que são necessárias, é gerado um documento XML com as informações de interação, que é lido pela biblioteca *prefuse* e *mindmap* do *primefaces* (uma biblioteca de componentes de

código aberto para o JSF) para que os sociogramas sejam estruturados e apresentados ao professor.

Além dos agentes, também foi implementado o plug-in “Analisar Interações”, que posteriormente foi incorporado no Moodle. Essa integração do sistema com o ambiente virtual deu-se por intermédio do JSF que é um framework para o desenvolvimento de aplicações web em Java (a linguagem do Moodle é PHP e a do sistema desenvolvido é em Java).

### 5.2.1 Interface Gráfica e Funcionamento do Ambiente

O sistema desenvolvido está sob a forma de um plug-in, integrado ao Moodle. O professor, ao acessar o curso, tem a sua disposição a ferramenta interativa. Porém, para que ela seja visível no ambiente, é necessário ativá-la por intermédio da funcionalidade ativar edição.

A Figura 38 exibe o plug-in Analisar Interações, que é disposto ao professor dentro do curso. O professor é livre para posicionar da maneira que preferir o plug-in dentro do ambiente virtual.



Figura 38. Plug-in Analisar Interação.

Ao clicar na ferramenta, o professor é direcionado a uma nova página. Nessa página, aparecerá a interface inicial do sistema, com duas opções de escolhas visuais: a primeira possibilita ao professor visualizar as interações sob a forma de dois sociogramas e a segunda opção possibilita uma visualização das interações dos alunos sob a forma de tabela, conforme apresenta a Figura 39.

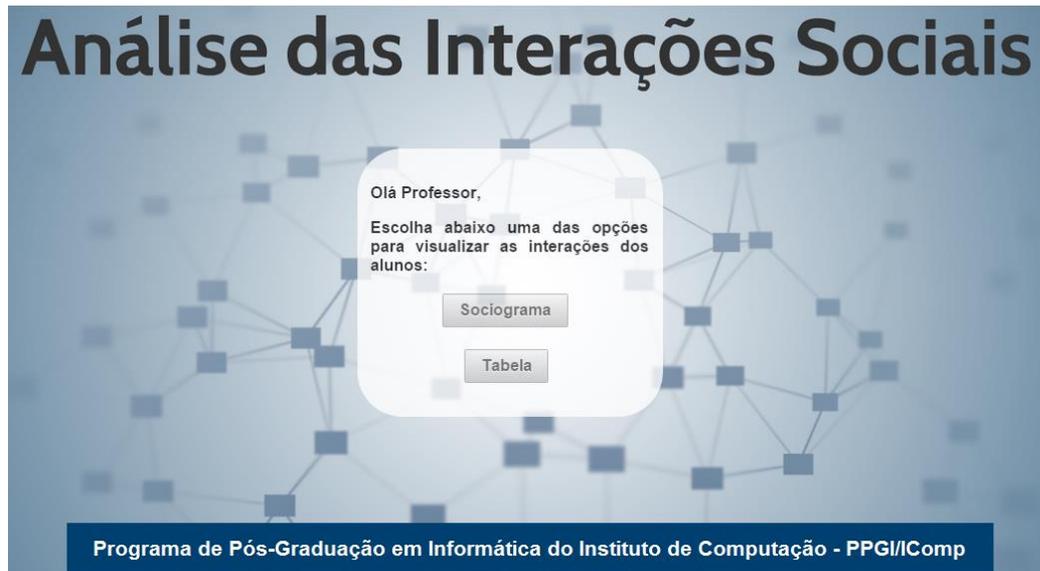


Figura 39. Interface Inicial do Sistema.

Ao escolher a primeira opção (Sociograma), são gerados e apresentados ao professor dois sociogramas. O primeiro disponibiliza a informação de maneira generalizada, apresentando os seus vértices com diferenciação de cores. As cores simbolizam o grau de interação dos alunos e são dispostas para facilitar a assimilação por parte do professor (representado pela cor verde). Os tipos de interações identificadas pelo sistema são: nenhuma interação (vermelho), pouca interação (amarelo) e boa interação (azul) Figura 40.

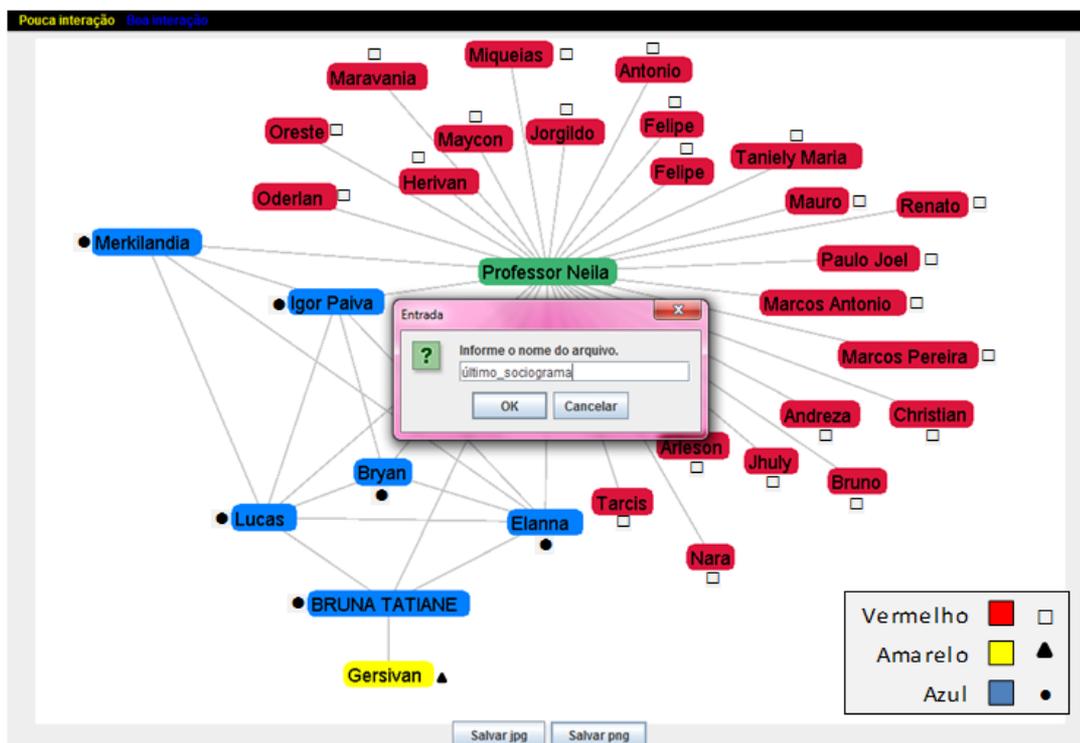


Figura 40. Primeiro Sociograma Gerado.

Essas interações são mensuradas pela quantidade de arestas na rede. São contabilizadas as interações dos participantes do curso na ferramenta fórum e mensagem e, de acordo com o resultado, cada aluno recebeu uma cor referente à sua interação no ambiente. No caso dos testes e simulações realizados, o vermelho equivale à nenhuma interação, o amarelo, equivale de uma a três interações, e o azul equivale a mais de três interações.

Outra possibilidade usual disponível ao professor e também apresentada na Figura 40 é a opção de salvar as informações em formato jpeg ou png. Essa opção possibilita ao professor salvar e consultar a qualquer momento as informações que foram geradas anteriormente. Assim, o sistema possibilita ao docente interagir com o sociograma: reorganizando os vértices ou aumentando e diminuindo o zoom.

A segunda visualização de sociograma apresentada ao professor fornece uma informação mais detalhada das interações sociais. No centro dessas interações encontra-se o professor, pois entende-se que ele é o agente influenciador da aprendizagem e continuamente interage com todos os alunos do curso, seja por intermédio de mensagens, fóruns ou atividades, conforme mostra a Figura 41.

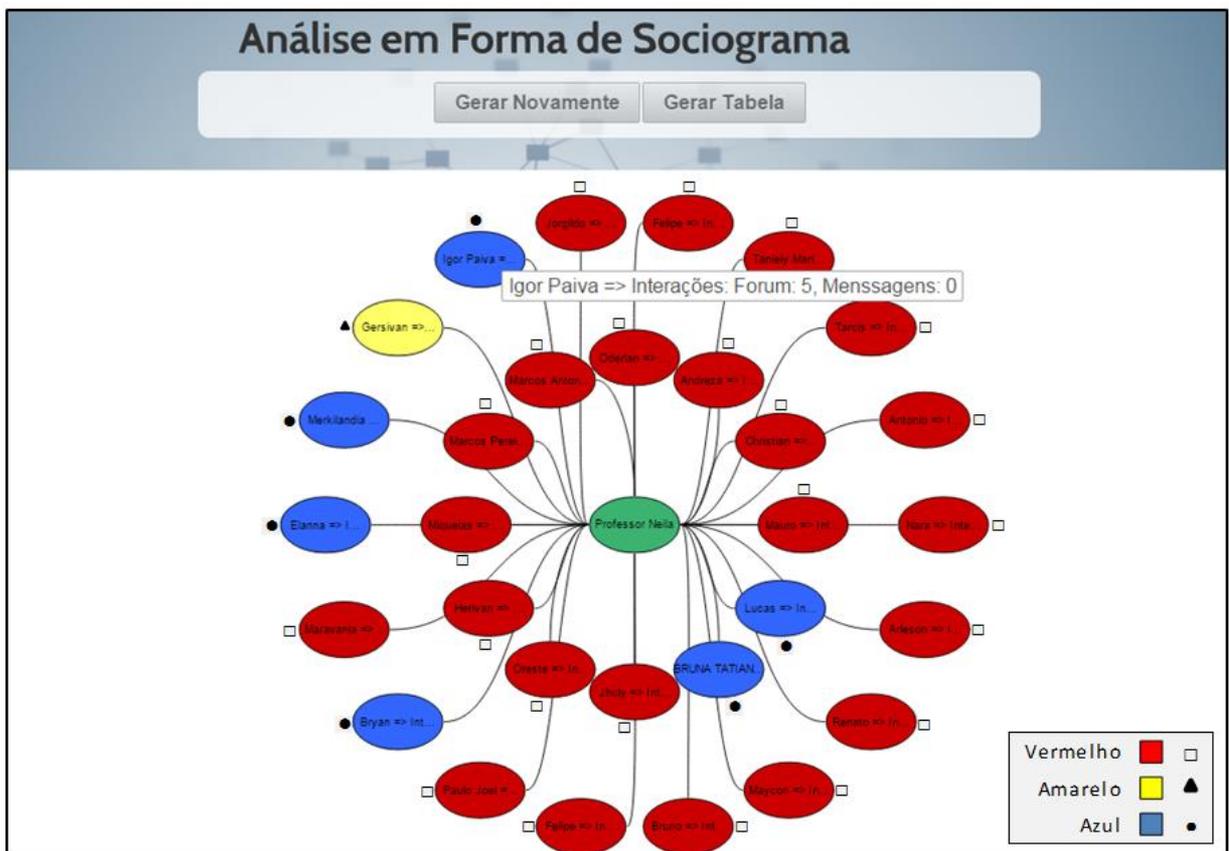


Figura 41. Segundo Sociograma Gerado.

O segundo grafo também dispõe de diferenciação de cores nos vértices, seguindo o mesmo padrão do grafo apresentado anteriormente: vermelho para nenhuma interação, amarelo para média interação e azul para uma boa interação.

Se o professor quiser saber quantas interações o aluno teve, ele deve posicionar o cursor do mouse em cima do vértice e aparecerá essa informação a sua disposição, conforme é ilustrado na Figura 41, tendo como exemplo o aluno Igor Paiva. Se o professor quiser saber com quem o aluno interagiu, basta clicar no vértice e essa informação aparecerá, conforme apresenta a Figura 42.

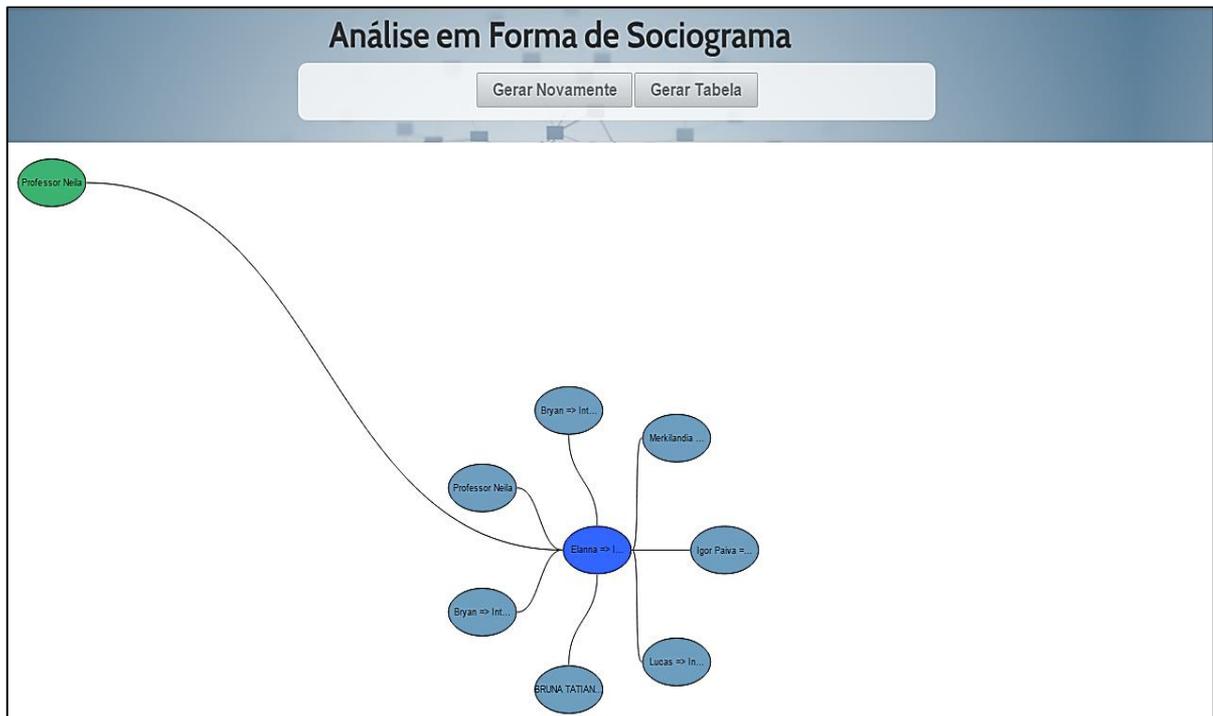


Figura 42. Informações Detalhadas da Interação no Sociograma.

Quando o professor seleciona o vértice, o aluno selecionado aparece no centro das interações e ao redor aparecem os alunos que interagiram com ele. Para voltar ao menu anterior, basta clicar no vértice verde (o professor). Nesta página, também é possível gerar um sociograma novo, clicando no botão: Gerar novamente, que se encontra no topo da página. Se o professor quiser gerar uma tabela, basta clicar no botão: Gerar Tabela.

Ao selecionar o botão Tabela, as informações de interação aparecerão estruturadas em forma de tabela, conforme apresenta a Figura 43.

Nome	Fórum	Mensagem
Lucas	Neila, Elianna, Bry...	0
Herivan	0	0
Miqueias	0	0
BRUNA TATIANE	Gersivan, Neila, Lu...	0
Jhuly	0	0
Oreste	0	0
Marcos Pereira	0	0
Marcos Antonio	0	0
Oderlan	0	0
Andreza	0	0
Christian	0	0
Mauro	0	0
Jorgildo	0	0
Felipe	0	0
Arlison	0	0
Nara	0	0

Vermelho ■ □  
 Amarelo ■ ▲  
 Azul ■ ●

Figura 43. Interações Representadas na Tabela.

Esta representação também disponibiliza de forma detalhada os dados ao professor, diferenciando-os por cores que seguem o mesmo padrão das cores definidas nos sociogramas.

A tabela apresentada na Figura 43 é dividida em três colunas: a primeira coluna tem como título: Nome, que é constituída por todos os alunos matriculados na disciplina, organizando desta forma quem interagiu com quem. A segunda coluna tem como Título: Fórum, e nela ficam registradas as pessoas que interagiram no fórum de discussão. Já a terceira coluna é responsável por mostrar as pessoas que interagiram na ferramenta de Mensagem. Os dados da segunda e da terceira coluna levam em consideração a interação com as pessoas da primeira coluna.

A opção em forma de Tabela também possibilita ao professor salvar os dados em jpg ou png.

Por fim, os agentes que atuam no sistema enviam para o professor e tutor da disciplina a relação dos alunos com nenhuma e pouca interação, alertando-os dessa situação. Para executar essa ação, foi criada uma conta de e-mail no gmail, que é acessada pelos agentes e gestores do sistema.

### 5.2.2 Testes em um Curso Simulado

Foram realizados testes com o sistema, utilizando a *priori* uma base de dados simulada de um curso já finalizado de Introdução à Computação. O curso esteve disponível no servidor do Laboratório de Robótica Educacional da UFAM e contou com 40 alunos.

A simulação ocorreu ao longo sete meses antes do teste real. No período da simulação, a segunda opção de sociograma, que é apresentada na Seção 5.2.1, ainda não existia, pois ela foi uma necessidade que surgiu durante os testes simulados.

Na simulação, o professor tinha a opção de informar o curso no qual gostaria de obter as representações visuais, além de fazer a escolha visual: tabela ou sociograma das interações.

A Figura 44 apresenta as informações de um dado momento do curso simulado em forma de Tabela, proporcionando uma representação detalhada das interações entre os alunos, separando as interações que ocorreram nos fóruns das interações que ocorreram na seção de mensagens. Na figura é apresentada apenas uma parte das informações contidas na tabela, uma vez que o experimento foi aplicado com todos os matriculados da turma.

Nome	Forum	Mensagem
Luisa	0	Lana, Amanda,
Carlos	Thaty,	Rui, Lana, Luana,
Rui	Thaty,	Carlos, Felipe,
Lana	Lucia,	Luisa, Carlos, Luana,
Jorge	0	Luana, Diogenes,
Luana	Luisa,	Jorge, Wesley, Lana, Carlos, Antonia, Pedro,
Patricia	Carol, Rui,	Wesley, Joao,
▲ Diogenes	0	Jorge,
Wesley	Luana, Rui,	Patricia, Amanda, Luana,
Namedin	Luisa,	Juliana, Marta,
Maiara	0	Thaty, Carol, Gustavo,
Amanda	Lurdes, Thaty, Andre,	Luisa, Antonia, Wesley, Charlotte, Marcio,
Vitor	0	Andre, Marcio,
Carol	Gustavo, Flavio,	Maiara, Lidia,
Marcio	Thaty,	Vitor, Amanda,
Andre	Flavio, Cassia,	Vitor, Lurdes, Sofia, Nicole,
□ Jath	0	0
Pedro	Lurdes,	Luana,
Lurdes	Wesley, Cassia,	Andre, Thaty,
Antonia	0	Luana, Amanda, Thaty, Bidu, Cassia,
Thaty	Marcio, Namedin,	Antonia, Rodrigo, Maiara, Lurdes,
Sofia	Andre, Elaine,	Andre, Bidu,
Bidu	Marcio, Gustavo, Charlote,	Antonia, Sofia, Cassia,
Charlotte	Flavio, Nicole,	Amanda,

Vermelho ■ □ | Amarelo ■ ▲

Figura 44. Representação das Interações em Forma de Tabela [Lima et al., 2014a].

Para uma melhor compreensão da tabela, consideremos a primeira pessoa da primeira coluna, que tem por nome Luisa<sup>3</sup>. A Luisa não interagiu no fórum, porém, na coluna de mensagem, consta que ela interagiu com duas pessoas (Lana e Amanda). Desta forma, é possível verificar em qual ferramenta a Luisa interagiu e com quem ela interagiu naquele estágio do curso.

<sup>3</sup> Todos os nomes listados no teste simulado são fictícios.

Outro exemplo é a pessoa destacada em vermelho, no caso, o aluno Jath. Por meio da tabela, é possível verificar que o aluno Jath não interagiu nos fóruns e nem nas mensagens, por isso as colunas Fórum e Mensagem estão preenchidas com o número zero. Com essas informações, o professor pode adotar estratégias a fim de integrar os alunos não participativos e minimizar a situação com o intuito de promover a socialização dentro do curso.

A Figura 45 apresenta o sociograma das interações, exibindo de maneira geral as interações dos alunos entre si que ocorreram dentro da disciplina.

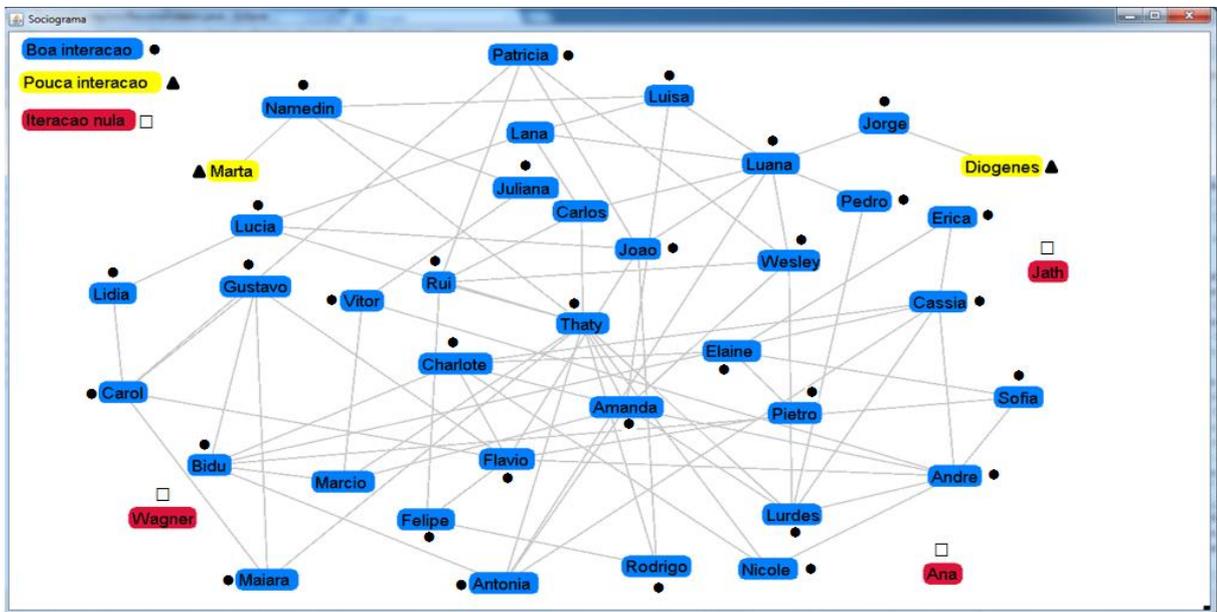
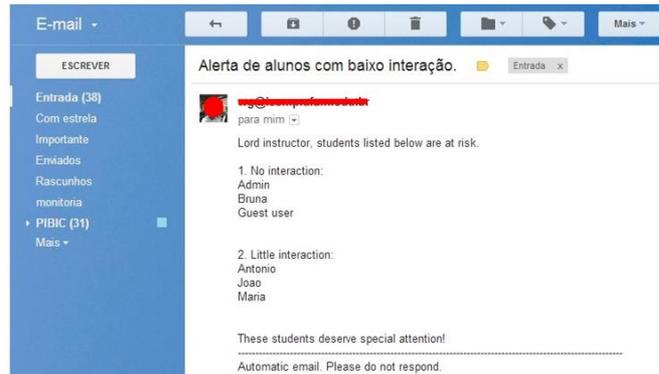


Figura 45. Representação das Interações em Forma de Sociograma [Lima et al., 2014a].

Na figura é disposto o sociograma constituído por todas as pessoas que estão matriculadas na disciplina. As pessoas são representadas por seus nomes e pelas cores azul, amarelo ou vermelho. Vale lembrar que a cor azul simboliza “boa interação” (mais de três interações no ambiente<sup>4</sup>), o amarelo representa “pouca interação” (de uma a três interações) e o vermelho simboliza “interação nula” (nenhuma interação). No sociograma apresentado, as pessoas possuem ligações somente com quem interagiram, assim, é possível perceber, numa visão geral, a existência de alunos que interagiram bastante e de alunos que pouco interagiram ou não interagiram.

<sup>4</sup> As métricas para determinar se os nós serão azul, amarelo ou vermelho, variam conforme as necessidades e solicitações do professor.

Por fim, a Figura 46 apresenta um e-mail gerado automaticamente pelo sistema e recebido pelo professor da disciplina que foi alertado acerca dos alunos que não interagiram ou menos interagiram na disciplina.



**Figura 46. E-mail de Alerta Enviado ao Professor da Disciplina [Lima et al., 2014a].**

Os resultados das simulações foram importantes, pois possibilitaram uma visão geral do que era necessário acrescentar ou modificar, antes de aplicar o sistema numa turma real. Isso possibilitou melhorias significativas para o trabalho, tais como:

- Foi modificado o menu inicial do sistema, que solicitava do professor informações do curso. Percebeu-se que seria mais interessante programar o sistema para identificar o curso automaticamente e assim carregar as informações, facilitando o manuseio do professor com a ferramenta.
- Outra necessidade que surgiu em meio aos testes simulados foi a possibilidade de oferecer ao professor um sociograma com informações detalhadas, assim como a representação em forma de Tabela. Com isso, surgiu a ideia de implementar dois tipos de sociogramas: o primeiro, que possibilitasse uma visão mais geral da rede, e o segundo, com uma visão mais detalhada e explicativa das interações dos alunos.
- Por fim, outro ajuste realizado foi na exibição da tabela. Foi modificada a quantidade de cores exibidas pela Tabela: antes, a Tabela apresentava somente as cores amarelo e vermelho. Após o teste simulado, percebeu-se a necessidade de padronizar todas as representações (os sociogramas e tabelas) geradas pelo sistema. Desta forma, a tabela passou a exibir três cores (azul, amarelo e vermelho).

### 5.3 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo foram descritas as tecnologias utilizadas na construção do SMA e a interface gráfica do sistema. A compreensão de cada tecnologia facilitou a construção do protótipo, levando em conta a importância de cada software neste processo, desta forma:

A Seção 5.1 conceituou algumas das principais ferramentas que foram utilizadas no desenvolvimento do trabalho e do SMA, levando em consideração as características e as vantagens dessas ferramentas. No caso do JADE, a escolha se deu pelo fato do JADE ser um *software open source* que simplifica o desenvolvimento de SMAs. Além disso, ele oferece um ambiente de execução que é compilado com o auxílio da linguagem Java. No caso do Moodle, o que justificou a sua escolha foi o fato deste AVA ser baseado no construtivismo e por ser uma plataforma largamente utilizada nas instituições de ensino. O Moodle possui uma grande comunidade de desenvolvedores, conforme atestam os trabalhos mencionados nesta mesma seção. No caso do AgentTool, a escolha se deu por ser a ferramenta recomendada e desenvolvida por DeLoach e Wood. Esta ferramenta auxilia na modelagem da metodologia MaSE, dando suporte aos sete passos definidos pela metodologia.

Já na Seção 5.2.1 foi abordada a interface gráfica e a dinâmica de funcionamento do sistema. Foram apresentadas as telas desenvolvidas e as explicações a respeito de suas funcionalidades principais.

Por fim, na Seção 5.2.2 foi descrito o teste no curso simulado. Esta simulação foi importante, pois possibilitou uma visão mais aprofundada das ocorrências do sistema quando submetido a diferentes situações. A partir dela, verificou-se quais as necessidades de modificação na arquitetura e quais as adaptações na implementação deveriam ser realizadas para atingir melhores resultados. Os sucessivos testes e melhorias decorrentes das simulações serviram também para mostrar que é possível projetar agentes com mais funcionalidades e com grau maior de proatividade. Desta forma, esta primeira etapa colaborou para que o protótipo fosse melhorado, por meio de diversos ajustes no código, garantindo assim uma melhor funcionalidade.

As informações descritas neste capítulo são essenciais para uma melhor compreensão da implementação e da estrutura do sistema. Frisa-se que o protótipo desenvolvido foi submetido a vários testes para que pudesse ser aplicado em um curso real, conforme pode ser verificado no capítulo a seguir, que apresenta o teste

realizado com o sistema no ambiente ColabWeb da Universidade Federal do Aamazonas.

## Capítulo 6

# Teste e Avaliação do Sistema

Neste Capítulo será apresentado o estudo de caso realizado com o sistema no decorrer do trabalho. Foram realizados diversos testes a fim de detectar a presença de falhas, como, por exemplo, se os agentes estavam trocando mensagens corretamente, se os dados estruturados condiziam com a realidade do curso, entre outros. A abordagem de implementação utilizada no trabalho foi a prototipação e a cada funcionalidade implementada eram realizados testes específicos, melhorando assim a qualidade do *software*.

Outro ponto importante a ser destacado foi o teste realizado com uma turma real no ambiente ColabWeb do Instituto de Computação (IComp) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), que apresentou-se promissor quanto a utilização do sistema como ferramenta de apoio ao trabalho desempenhado pelo mediador no ambiente virtual.

### 6.1 Teste em um Curso Real

Com os resultados e modificações obtidos do teste em um curso simulado (Seção 5.2.2), foi a vez de avaliar a eficácia do sistema em um curso real. O curso real procedeu-se da seguinte forma: foi elaborado um curso de férias, denominado de “Nossas Cidades, Nossos Olhares”, no ColabWeb<sup>5</sup> que é uma customização do Moodle utilizado na UFAM. Esse curso ocorreu nas primeiras três semanas de Dezembro de 2014 e a Figura 47 apresenta a tela principal do curso no ambiente ColabWeb.

---

<sup>5</sup> Disponível no link <http://colabweb.ufam.edu.br/>

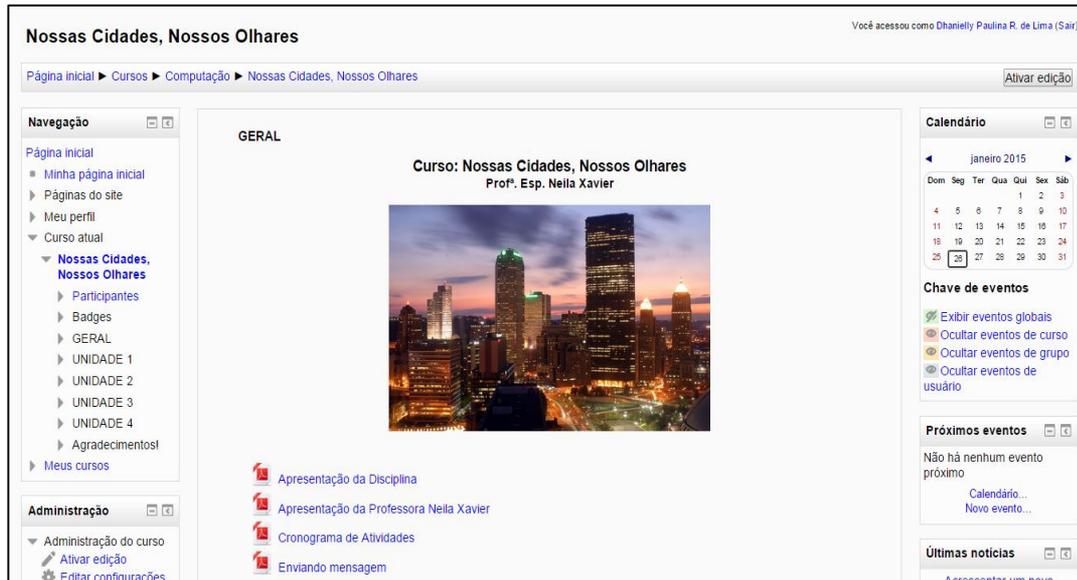


Figura 47. Tela Principal do Curso.

Várias pessoas com diferentes perfis e de diferentes cidades foram convidadas a participar do teste. Dentre essas pessoas, trinta preencheram um formulário (Apêndice C) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice D). Os perfis dos usuários, nos aspectos faixa etária, escolaridade e cidade em que residem podem ser conferidos na Figura 48.

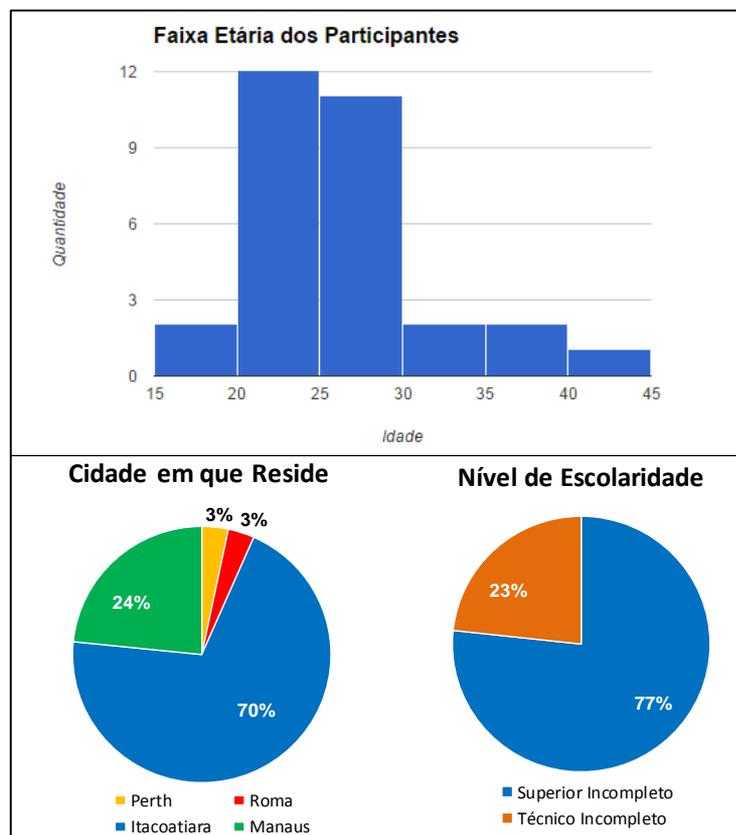


Figura 48. Perfis dos Alunos Participantes.

É possível perceber, por intermédio dos gráficos apresentados na figura, que 77% dos alunos participantes cursavam o ensino superior, grande parte da turma tinha entre 20-30 anos e mais da metade eram da cidade de Itacoatiara localizada no Amazonas (AM). Porém, também haviam alunos de Manaus –AM, de Roma, localizada na Itália, e de Perth, localizada na Austrália. Tendo em vista os diferentes perfis das cidades nas quais os alunos residiam, idealizou-se um curso no qual os alunos pudessem trocar e compartilhar experiências das suas cidades com os demais participantes.

Na semana que antecedeu o curso, o professor responsável por lecionar e monitorar a disciplina recebeu um treinamento e instruções com a desenvolvedora para manusear o sistema. Ao final, ambas assinaram um Contrato de não Interferência (Apêndice D).

Durante o período do curso, o professor responsável optou por gerar sociogramas a cada semana e um no final do curso, conforme é possível verificar na linha do tempo apresentada na Figura 49. Os números na linha horizontal representam as datas do período do curso em que o professor gerou, por intermédio do sistema, os resultados.

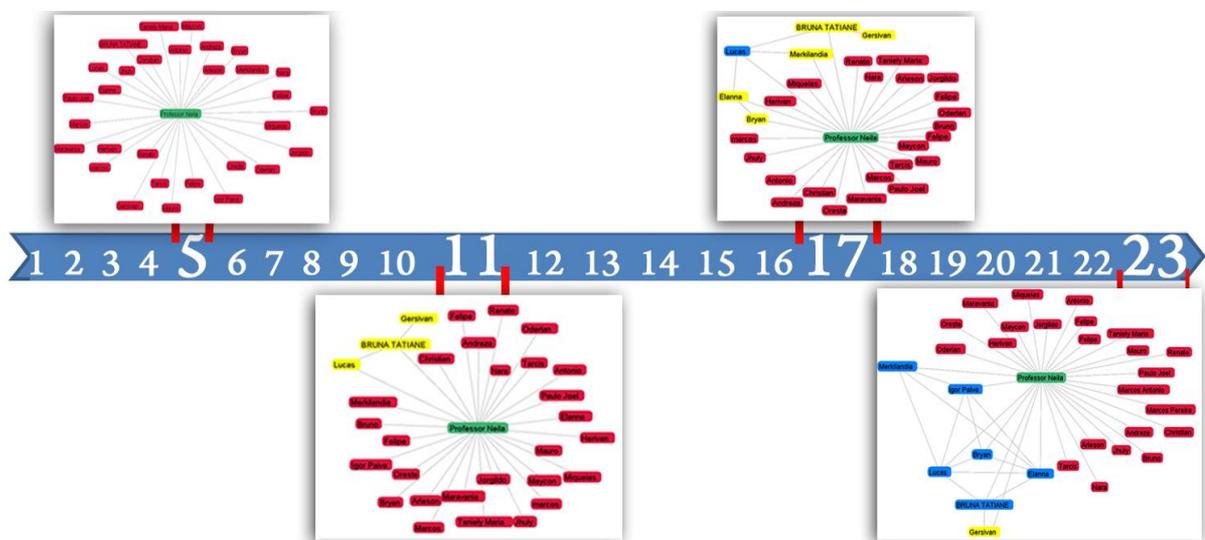


Figura 49. Linha do Tempo dos Sociogramas Gerados.

A primeira semana do curso foi destinada às atividades de apresentação da disciplina, do professor e dos alunos. Ao término da primeira semana, os alunos ainda

não tinham interagido entre si, o que ocasionou o resultado das primeiras representações visuais de interação, apresentados na Figura 50.

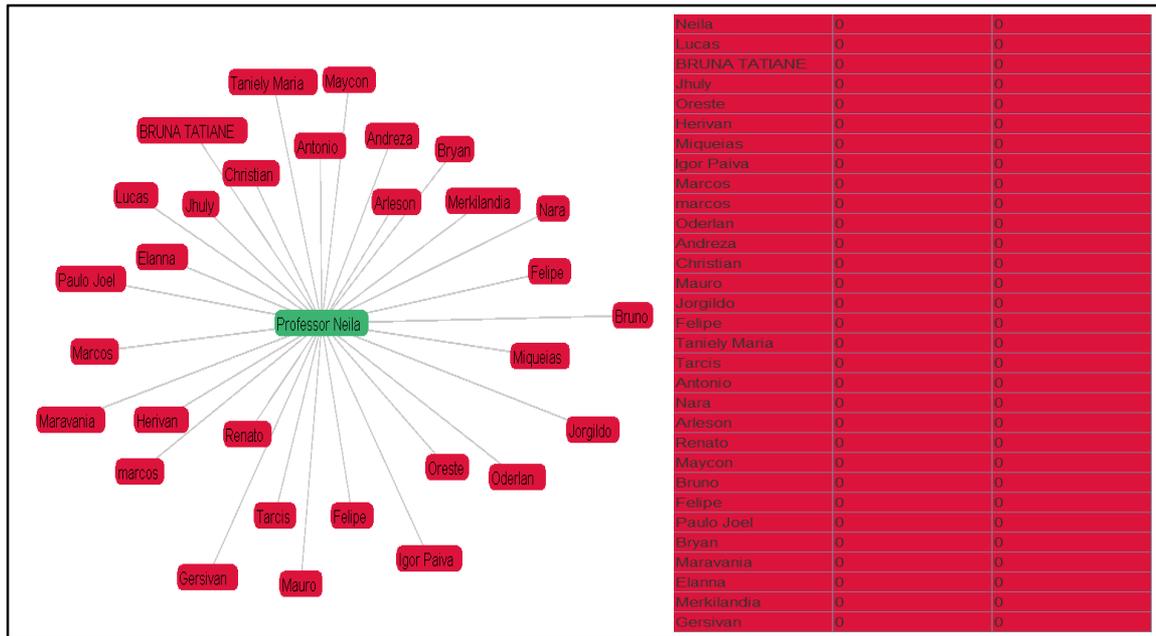


Figura 50. Sociograma e Tabela da Primeira Semana.

Tendo em vista o resultado obtido, o professor teve a oportunidade de verificar que nenhum aluno ainda havia postando no fórum ou trocado mensagem. A fim de mudar esse cenário, o professor enviou diversas mensagens e e-mails por intermédio do ambiente.

Na segunda semana, os resultados das interações começaram a mudar. Foi possível verificar alunos que já estavam mais participativos no ambiente e interagindo com os outros alunos, conforme mostra a Figura 51.

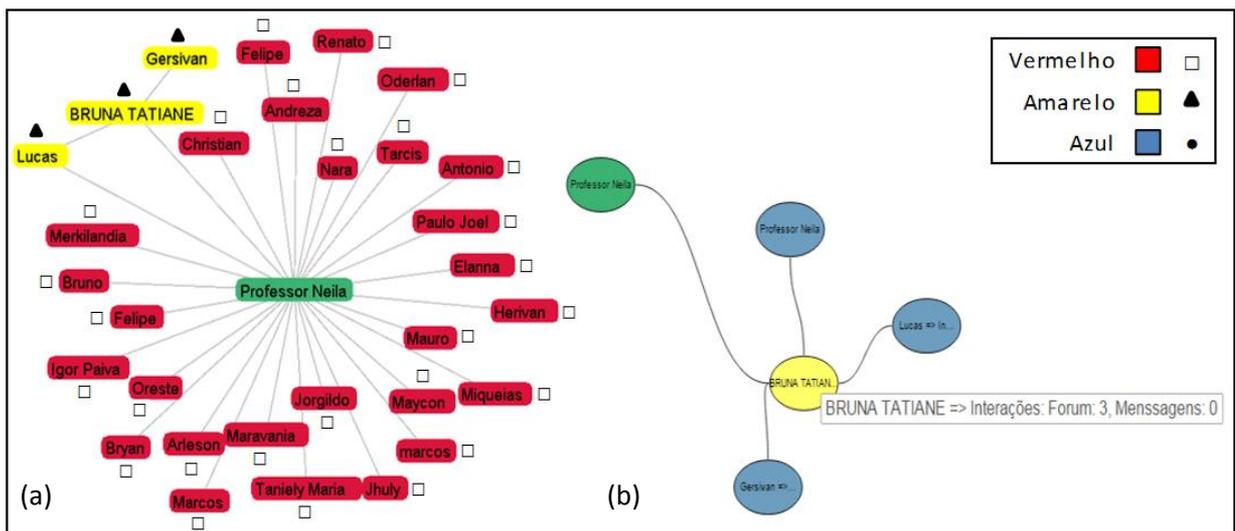


Figura 51. Sociogramas da Segunda Semana.

A Figura 51 apresenta o resultado visual em forma de sociograma que foi gerado na segunda semana. Neste resultado, é visível a interação de três alunos, representados pela cor amarelo, demonstrando que eles obtiveram uma “média interação”. Vale lembrar que as cores são dadas pelas contagens de interação, em que o vermelho é nenhuma interação, o amarelo são de 1 a 3 interações, e o azul são 4 ou mais interações. Esses parâmetros podem mudar conforme a vontade do professor, porém é o desenvolvedor que altera no sistema.

A Figura 51.b oferece uma representação visual detalhada das interações da aluna Bruna Tatiane, que interagiu com os alunos Lucas e Gersivan e com o professor da disciplina. Além disso, ao passar o mouse sob o vértice central, referente à aluna Bruna, o professor pode conhecer as informações quantitativas da aluna. Neste caso, conforme apresenta a Figura 51.b, pode-se observar que a aluna interagiu com três pessoas por intermédio da ferramenta fórum.

A Figura 52 apresenta as métricas de ARS (definidas no Capítulo 2) aplicadas aos resultados dos sociogramas. A primeira tabela na figura exhibe os resultados em relação ao sociograma geral (Figura 51).

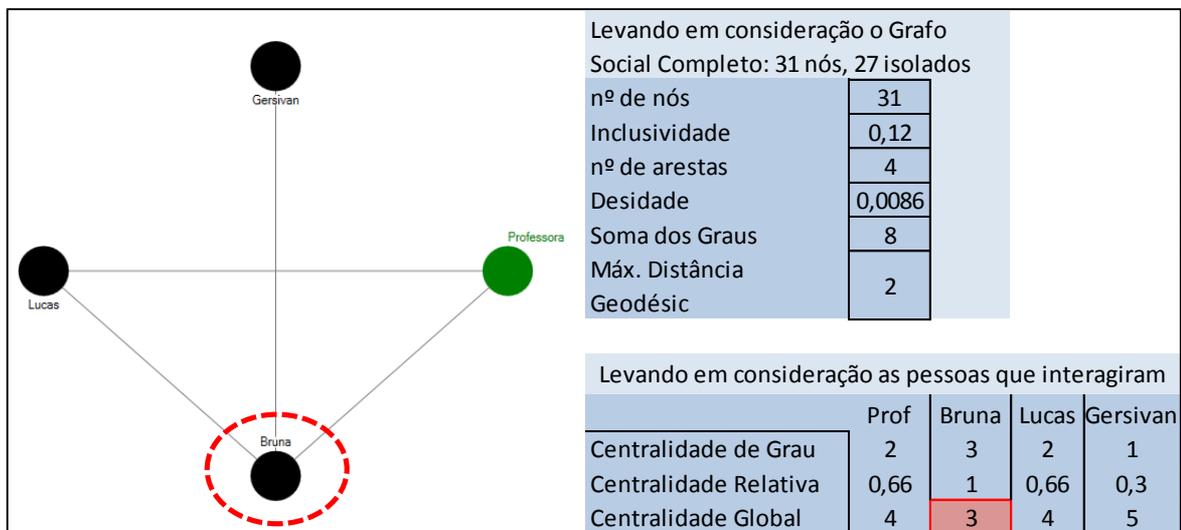
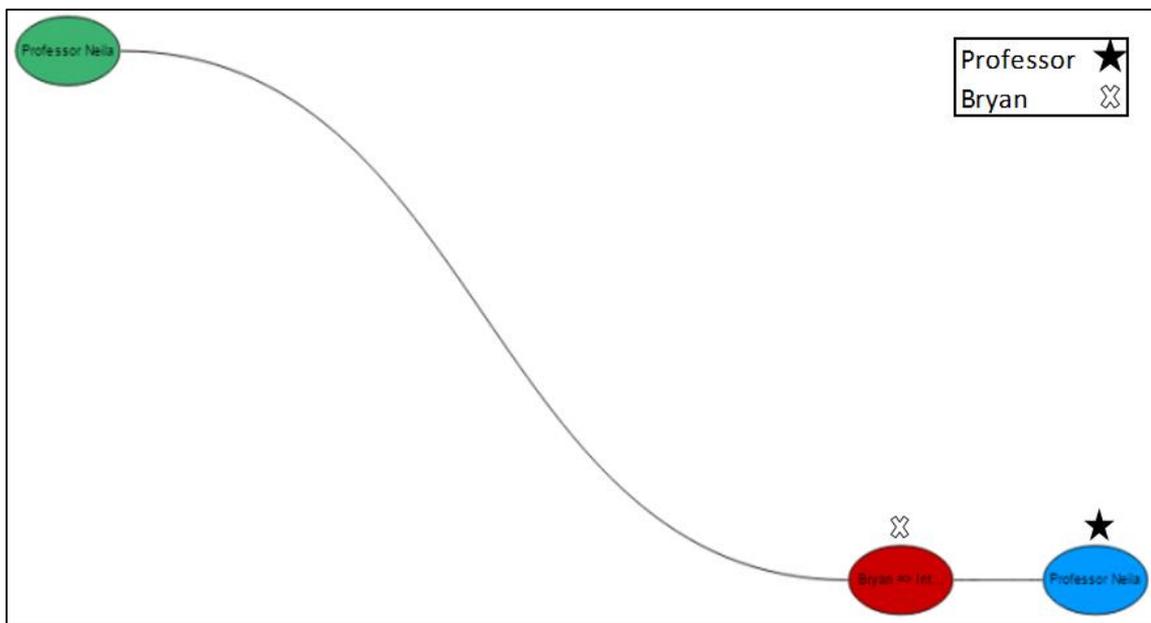


Figura 52. Métricas de ARS Aplicadas no Sociograma da Segunda Semana.

Na análise apresentada pela figura, é possível verificar a baixa densidade entre as ligações, 0,86% (0,0086), um percentual significativamente baixo devido à grande quantidade de alunos isolados dentro da rede. Verificou-se, num total de 31 participantes do curso, que 27 eram isolados. Já a segunda tabela, faz uma análise levando em consideração somente as pessoas que interagiram. Essas estão sendo apresentadas na parte esquerda da figura (o grafo social com os vértices de cores

pretas e verdes). De acordo com as análises, a aluna Bruna foi o vértice que obteve a menor soma das distâncias, podendo-se afirmar que nesse estágio do curso ela foi a mais central, ou seja, a que está mais próxima dos demais vértices. Já o aluno Gersivan, obteve uma baixa centralidade relativa, podendo ser classificado como um ponto periférico – pontos com baixa centralidade e elementos fracamente ligados à rede, em relação aos demais (Bruna, Lucas e Professora).

No decorrer da semana, o quadro das interações sociais foi evoluindo, embora muitos alunos continuassem sem interagir. O professor continuou sugerindo as interações, conforme pode ser visto na Figura 53.



**Figura 53. Interação por parte do Professor com um dos Alunos.**

Na Figura 53 é apresentada a interação do professor com o aluno Bryan<sup>6</sup>(vértice em vermelho). O professor interagiu com todos os alunos do curso. Porém, direcionou uma atenção maior aos que estavam representados de vermelho. Desta forma, na terceira semana, mais alunos começaram a participar significativamente do curso.

Assim, com os resultados gerados na segunda semana, o professor teve a oportunidade de agir e adotar medidas diferenciadas de acordo com o quadro de cada aluno. Isso fez com que mais alunos interagissem e os que já estavam interagindo tiveram suas ligações mais fortes dentro da rede. Dentro dessa estratégia de inclusão

<sup>6</sup> Todos os alunos caracterizados de vermelho foram incentivados pelo mediador do curso.

social, pode-se observar a Figura 53. Ela apresentou o aluno Bryan, que não estava interagindo, mas recebeu um estímulo por parte do professor e na terceira semana, conforme pode ser visto na Figura 54, o aluno aparece mais participativo dentro do curso.

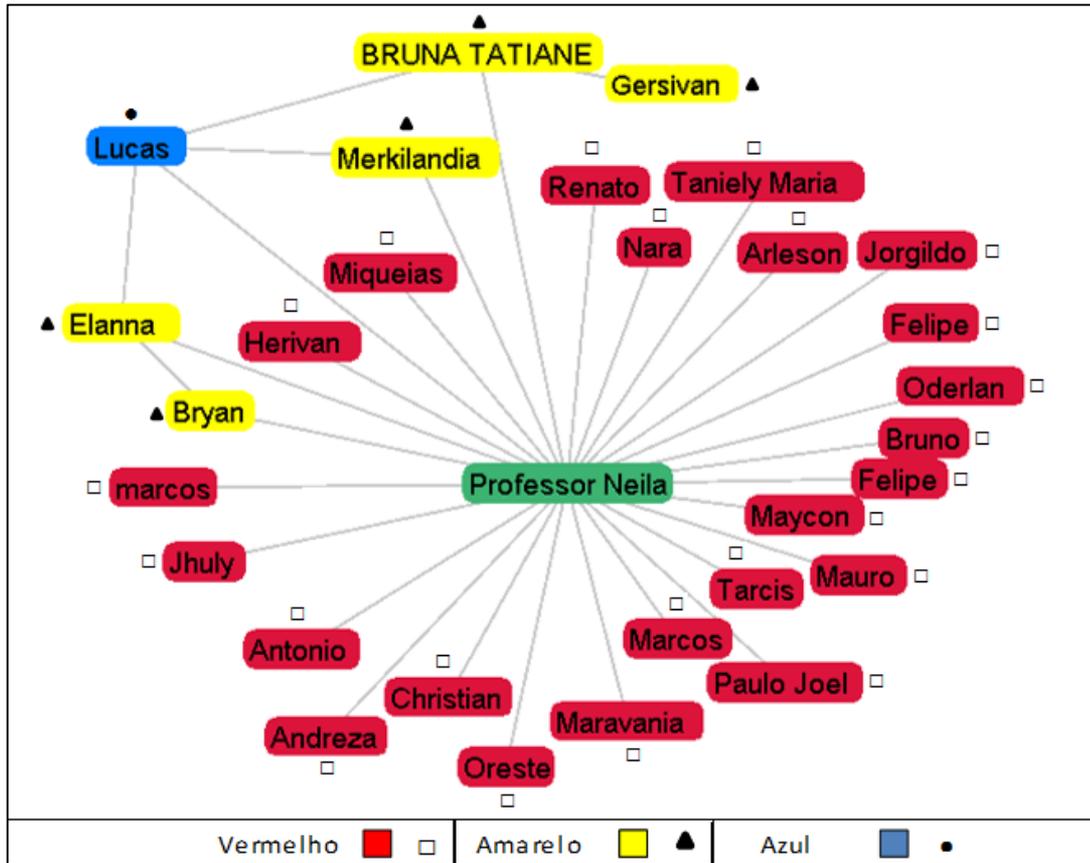


Figura 54. Sociograma da Terceira Semana.

A Figura 54 apresenta o grafo social da terceira semana, na qual é visível a participação de mais alunos, tais como o Bryan, Elanna e Merkilandia. A Figura 55 apresenta as análises que foram aplicadas no sociograma da terceira semana.

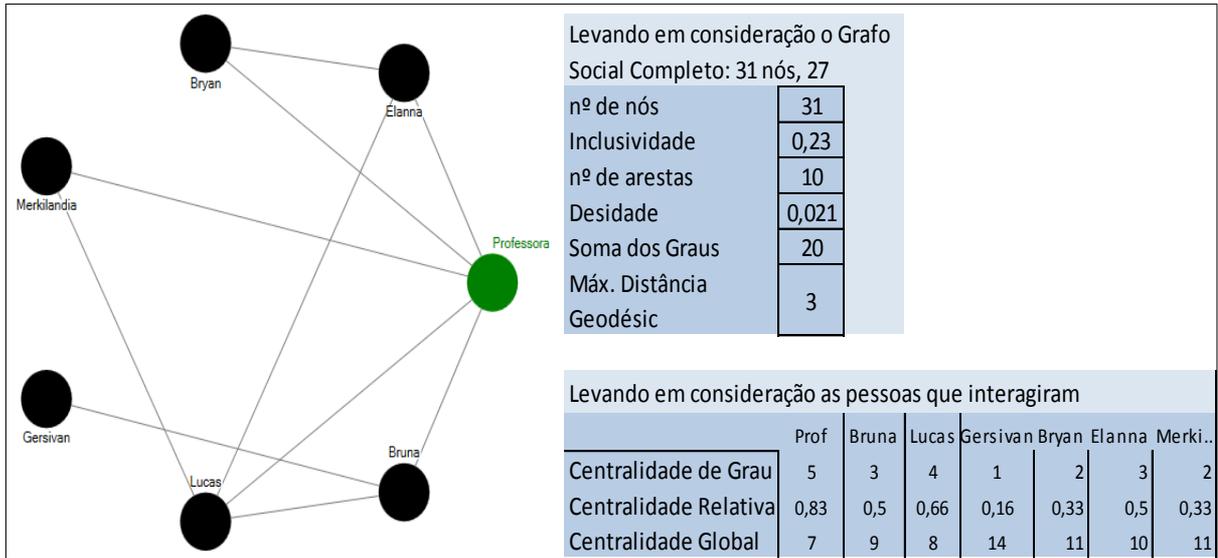


Figura 55. Análises de ARS da Terceira Semana.

Na Figura 55 é apresentada a análise dos resultados gerados na terceira semana na qual o professor já aparece como centro das interações.

Por fim, a Figura 56 apresenta o último sociograma gerado no curso, em que é possível perceber o aumento do número de alunos participantes ativos do curso e os alunos com pouca interação que passaram a ser mais ativos. Tais resultado apresentam um quadro bem diferente se comparado com o primeiro sociograma gerado e com os demais.

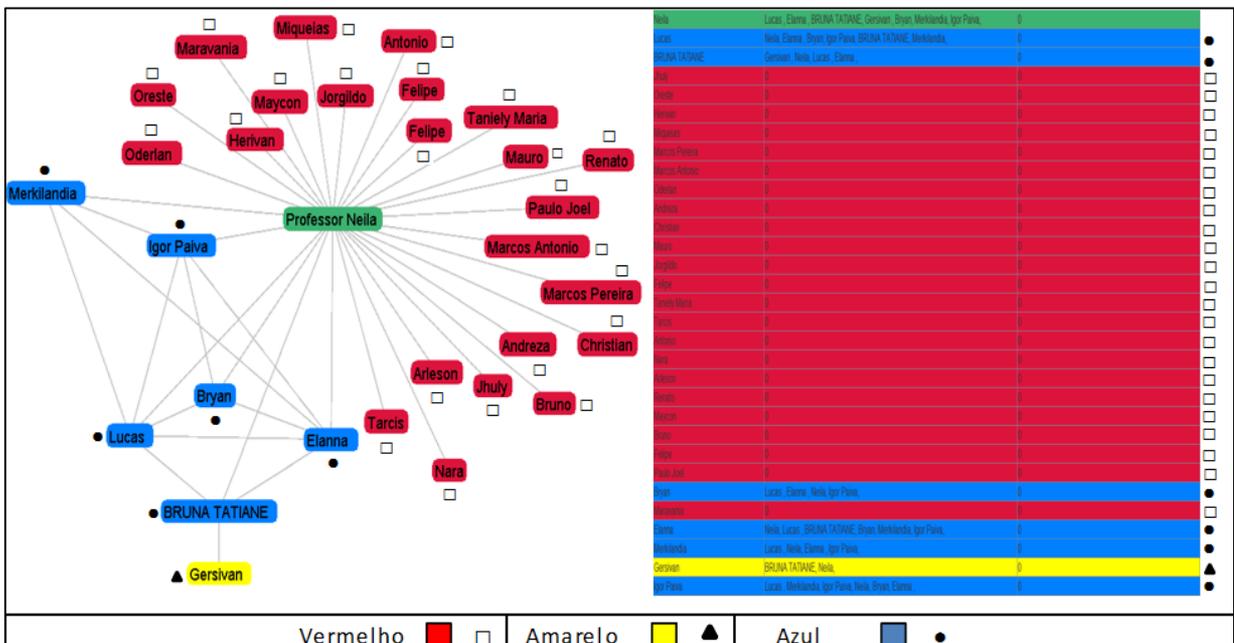


Figura 56. Últimos Resultados Gerados.

As análises do último resultado (Figura 57) mostram um professor mais ativo. Também é possível visualizar alguns alunos que poderiam auxiliar o professor sendo pontes de relacionamento, tais como o aluno Lucas, que obteve o segundo menor índice de centralidade global. Ressalta-se que o primeiro índice é o do professor.

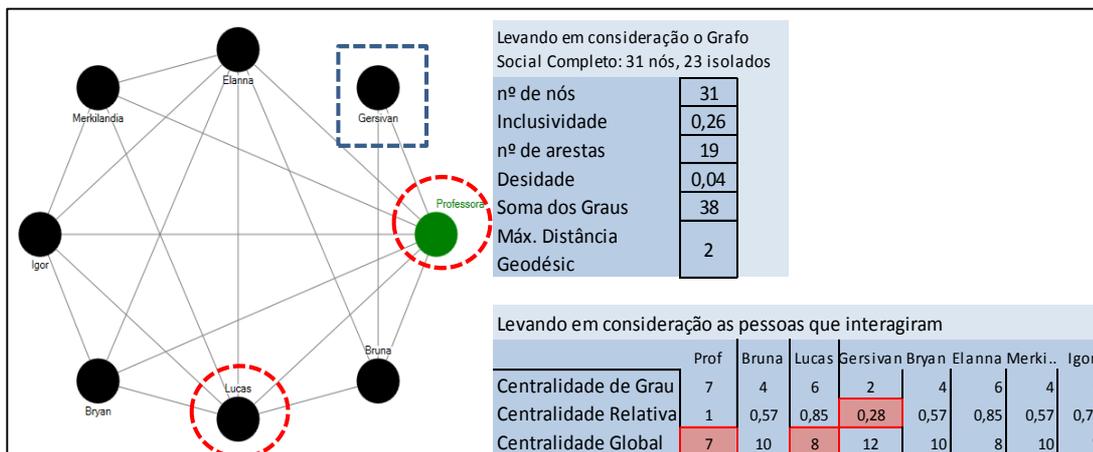
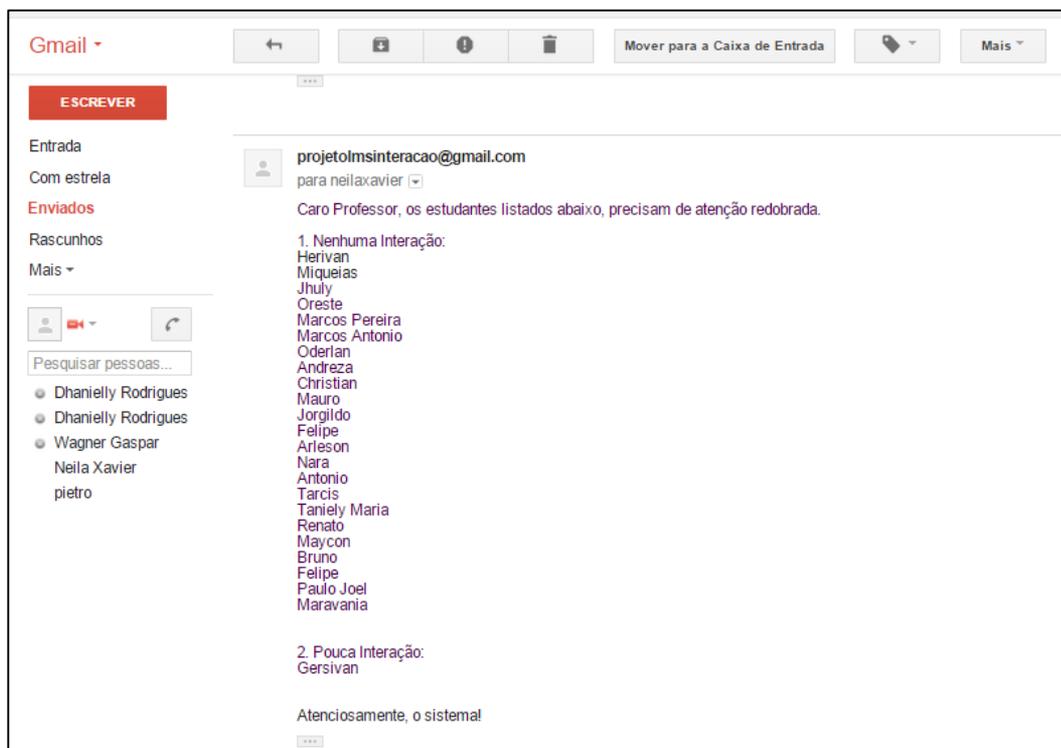


Figura 57. Análises de ARS do Último Resultado.

Ao final do curso, o número de alunos que se mantiveram isolados ainda foi grande. Na Figura 57, os 23 alunos isolados correspondem à porcentagem de 74,2% dos alunos que desistiram do curso. Grande parte dessa desistência se deu pelo fato de muitos alunos serem do Interior, onde a internet não é muito favorável. O curso ocorreu num período especial, final de ano, no qual muitas pessoas viajam, entram de férias, entre outros.

É comum, embora não desejável, que os cursos de Educação a Distância tenham um alto índice de desistência. No curso do estudo de caso, não foi diferente. Grande parte dos alunos chegaram a se matricular e a fazer os primeiros exercícios, porém, ainda assim, desistiram do curso, mesmo com o professor sempre incentivando, enviando mensagens e promovendo ações pedagógicas a fim de solucionar essa questão.

Mesmo tendo essas dificuldades, os resultados foram satisfatórios, pois o sistema auxiliou o professor a identificar os alunos que não estavam participando, dando-lhe a oportunidade de aplicar estratégias pedagógicas a fim de integrar os alunos que não interagem. O envio de e-mail por parte dos agentes também facilitou o trabalho desempenhado pelo professor. Um exemplo de e-mail enviado encontra-se na Figura 58.



**Figura 58. E-mail Enviado para o Professor.**

Ao término do curso, foi realizado um questionário com o professor (Apêndice F), evidenciando os pontos positivos e os pontos que necessitam ser melhorados em relação à experiência do professor com o sistema.

De acordo com as respostas do professor (Apêndice G), ficou claro como manipular o sistema, pois o mesmo estava de fácil entendimento. Para ele, os resultados foram coerentes com a realidade da disposição da classe e o tempo de espera foi razoável. O feedback do sistema auxiliou no processo de mediação à distância. Porém, em alguns momentos, o sociograma tinha que ser reorganizado para que as informações ficassem mais visíveis. O professor também pontuou que o período em que ocorreu o curso foi conturbado, por ser no mês de Dezembro. Muitos alunos, mesmo sabendo do caráter científico do trabalho, desistiram no início do curso.

Ainda segundo o ponto de vista do professor, o sistema possibilitou obter uma visão clara de como os alunos estavam interagindo entre si, o que contribuiu para a realização das atividades propostas e mudanças no cronograma conforme a disposição do curso. O professor também demonstrou muita satisfação em poder ver o nível de interação entre os participantes.

Quando questionado dos pontos que precisavam ser melhorados, o professor sugeriu uma disposição melhor das legendas nas telas do sistema, pois desta forma ajudaria a lembrar dos significados das cores que destacavam a situação do aluno. Outra questão pontuada foi a de organizar melhor os vértices na rede, para obter uma visão melhor das interações, pois quando os vértices ficam sobrepostos uns sobre os outros é necessário reorganizá-los na tela.

Quando questionado dos pontos positivos da abordagem adotada, o professor respondeu que geralmente nos cursos a distância não se tem uma noção da interação entre os alunos e não há uma ferramenta padrão que auxilie a detectar essas interações. O sistema ajudou-lhe a obter essas informações de forma organizada, rápida e unificada. As informações lhe ajudaram a coordenar os grupos e as interações dos alunos na classe, de maneira positiva, de tal forma que foi possível ao professor, acompanhar e visualizar os resultados dessas motivações. Por fim, o professor destacou de forma positiva a representação em sociograma e a proatividade dos envios dos e-mails.

## 6.2 Conclusões do Capítulo

Os resultados dos testes realizados neste Capítulo evidenciam que o sistema é viável de ser executado em ambientes educacionais reais, e também mostram que os recursos proporcionados pela ferramenta, tais como as tabelas e os sociogramas das interações dos alunos, de fato, auxiliaram o professor nas suas tomadas de decisão e estratégias pedagógicas dentro do curso.

A Seção 6.1 apresentou o teste que ocorreu na turma real, em que foi possível verificar as contribuições da abordagem para o professor. O fato do mediador ter em suas mãos uma ferramenta que o auxiliou na identificação e caracterização das disposições interacionais de seus alunos proporcionou a ele a possibilidade de agir diante dos resultados que lhe foram mostrados e, desta forma, interferir no estágio atual do curso. Conforme foi apresentado na seção, o professor percebeu, por intermédio da ferramenta, alunos que não estavam interagindo e os motivou a participarem do curso. Na semana seguinte, 3 dos alunos já estavam mais ativos no curso.

Logo, a estratégia apresentada no trabalho defendido atende aos objetivos expostos no Capítulo 1 e corroboram o trabalho desempenhado pelos docentes do ensino a distância. É uma forma de auxiliar tanto os professores quanto os alunos, uma vez que os estudantes terão uma atenção específica, conforme o seu grau de participação dentro do curso.

O Capítulo 7, a seguir, faz uma conclusão a respeito deste projeto de Mestrado, citando também as contribuições e os trabalhos futuros que poderão surgir a partir do desenvolvimento deste.

## Capítulo 7

### Conclusões

Nesta dissertação, foi apresentada uma abordagem que utiliza um Sistema Multiagente. Nosso propósito era, por intermédio desse sistema, identificar as relações sociais estabelecidas entre os alunos de um curso de Educação a Distância, através de representações gráficas das interações em forma de Tabela e de Sociogramas. Os resultados foram fornecidos ao docente da disciplina, a fim de ajudá-lo a identificar as relações sociais e grupais estabelecidas por seus alunos. Logo, o trabalho desenvolvido é uma resposta ao problema do professor ilustrada no cenário apresentado no Capítulo 1.

O trabalho apresentado utilizou uma metodologia de Engenharia de Software, voltada para Agentes Inteligentes, denominada MaSE. A finalidade era de modelar os agentes implementados no sistema e, assim, ter a documentação necessária como apoio, em caso de falhas, para uma melhor compreensão da organização dos agentes implementados.

Tendo em vista a complexidade do problema apresentado no trabalho, pode-se afirmar que a metodologia MaSE foi adequada ao processo de criação do Sistema Multiagente, pois ela possibilitou uma visão mais abrangente e detalhada da disposição dos agentes e de suas interações. A arquitetura do sistema foi proposta pensando em possíveis inclusões de novos agentes, sendo, em tese, uma arquitetura extensível. Com o uso da MaSE, a futura inserção de novos agentes é facilitada pela documentação da estrutura atual.

Após a modelagem, o trabalho passou por diversos refinamentos para que pudesse ser testado. A avaliação consistiu de duas etapas: um teste funcional e um estudo de caso exploratório.

Na primeira etapa foi realizada um teste funcional com uma turma simulada, esse teste possibilitou observar e detectar melhorias e ajustes a serem realizados, a fim de aprimorar o sistema antes de aplicá-lo com a turma real. Assim, foram detectadas diversas situações posteriormente implementadas e ajustadas para melhor atender às necessidades do professor. Nessa etapa também foi analisado o

funcionamento dos agentes e a verificação dos mesmos, a fim de investigar se estavam cumprindo com os objetivos determinados na modelagem do sistema.

Já o estudo de caso exploratório foi realizado com uma turma real que esteve disponível no ambiente ColabWeb, da UFAM. Assim, o professor teve a oportunidade de obter a representação gráfica dos seus alunos de acordo com o estágio atual da disciplina. De acordo com as representações proporcionadas pelo sistema, o professor teve a chance de utilizar abordagens didáticas para uma melhor interação entre os alunos.

Conforme já discutido no trabalho, houve alunos no curso real que, após a motivação e incentivo por parte do professor, começaram a ser mais participativos no ambiente virtual, reforçando a hipótese de viabilidade da abordagem como ferramenta de mediação pedagógica em cursos de Educação a Distância. De acordo com os relatos do professor, a ferramenta foi um fator relevante para a prática educacional, pois possibilitou uma visão que antes ele não tinha, dando-lhe a oportunidade de utilizar estratégias adequadas à disposição dos alunos dentro do curso.

Analisando-se a limitação da abordagem do sistema proposto nesta dissertação, observa-se que se aplica às ferramentas mensagens e fóruns de discussão. Portanto, as interações realizadas por outros meios ou fora do sistema (por exemplo: usando e-mails) não são capturadas e analisadas no estágio atual da abordagem. Além disso, a interface gráfica está limitada, no momento, às duas opções fornecidas pelo sistema (sociograma e tabela), que podem ser ampliadas e ajustadas conforme técnicas de usabilidade. Outra limitação consiste na mensuração dos dados, que no estágio atual se dá pela contagem das interações.

A seção a seguir detalhará as contribuições proporcionadas pela abordagem defendida.

## 7.1 Contribuições

A principal contribuição desta dissertação consiste em proporcionar ao mediador de um curso a distância a representação visual das relações sociais de seus alunos, possibilitando o acompanhamento contínuo dos estudantes. Conseqüentemente, permite a intervenção docente e a melhoria da qualidade das interações no curso.

Desta forma, do ponto de vista pedagógico, o sistema possibilita uma visão geral da turma que antes os professores não tinham. Por meio dos resultados, os docentes podem aplicar estratégias pedagógicas com a turma e acompanhar o avanço da mesma no decorrer da disciplina.

Os resultados na utilização dos sociogramas e tabelas como ferramenta de apoio ao mediador apresentaram-se promissores e contribuem de forma efetiva para obter uma representação do comportamento dos envolvidos nos fóruns e nas mensagens. Percebeu-se, ainda, que a proatividade dos agentes aliada aos resultados das interações corroborou o trabalho desempenhado pelos mediadores. Isso possibilitou a estes, por intermédio do sistema, identificar rapidamente a situação interativa dos alunos e a possibilidade de intervir em tempo hábil, promovendo ajustes educativos em prol dos objetivos educacionais propostos.

Desta forma, esta abordagem permite ao professor acompanhar a evolução dos alunos no âmbito das relações sociais e de utilizar estratégias didáticas. Incentiva, também, os alunos no desenvolvimento da comunicação e na interação dos grupos.

No estudo de caso realizado com o sistema, foi possível perceber melhorias e ajustes que podem ser realizados a fim de potencializar a ferramenta, visando sempre a melhoria das interações online no processo de ensino-aprendizagem e abrindo a possibilidade de continuação do trabalho, conforme será descrito na seção a seguir.

## 7.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, pretende-se, por intermédio de técnicas de Mineração de Dados, aprimorar os resultados das análises de interação entre os alunos e assim determinar os tipos de interações que ocorreram dentro do curso. Pretende-se, futuramente, analisar o contexto dessas informações, para saber quais as interações são de afinidade e, assim, estruturar com maior exatidão os sociogramas e tabelas, a fim de obter análises aprofundadas dos conteúdos que são trocados entre os alunos.

Desta forma, o trabalho pretende oferecer ao professor uma visualização interativa dos sociogramas e tabelas, possibilitando a ele explorar a rede, mudar os parâmetros de geração, de temporalidade e oferecer customizações nas visualizações. Tudo isso para atender às necessidades que possam aparecer no decorrer do desenvolvimento da continuidade desta pesquisa.

Outra possibilidade de trabalho futuro é de integrar o sistema com os dispositivos móveis, dando continuidade ao projeto MoodleGroups [Lima *et al.*, 2014b]. Há a possibilidade de estender as análises das interações para as mídias sociais, permitindo aos agentes de software obter um melhor posicionamento das análises no que se refere à detecção de grupos e sub-grupos. Finalizando, pretende-se incluir mais agentes inteligentes no sistema, de forma que seja possível obter uma linha do tempo de todos os sociogramas e tabelas que foram formados no decorrer do curso e realizar testes mais abrangentes para uma análise mais aprofundada.

## Referências

- Aggarwal, C. (2001) “An Introduction to Social Network Data Analysis”. In: Social Network Data Analytics. New York: Elsevier. cap.1, pg.1-9.
- Alencar, M. A. S. (2011) “Sistema Multiagente para Apoiar a Percepção e o Acompanhamento de Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. Dissertação de Mestrado, UFAM, Manaus-AM.
- Alencar, M. A. S.; Netto, J. F. M. (2011) “Improving Cooperation in Virtual Learning Environments Using Multi-Agent Systems and AIML”. In: Proceedings 41<sup>th</sup> Frontiers in Education Conference (FIE). Rapid City, South Dakota, USA, vol.1, pg.1713-1719.
- Alves, L.; Brito, M. (2005) “O Ambiente Moodle como Apoio ao Ensino Presencial”. URL: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/085tcc3.pdf>> Acesso em Novembro de 2013.
- Alves, L. (2011) “Educação a Distância: Conceitos e História no Brasil e no Mundo”. In: Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, vol.10, pg.83-92.
- Andrade, A. L. de B.; Santos, Â. M. dos. (2010) “Análise das Interações no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle no Âmbito da Tutoria”. In: V Encontro de Pesquisa em Educação em Alagoas – EPEAL: Alagoas.
- Araújo, A. L. de; Junior, C. A. G.; Costa, M. E. M. da; Werneck, V. M. B. (2009) “Modelagem de Requisitos Orientada a Agentes Utilizando MaSE”. In: Cadernos do IME: Série Informática, vol.28.
- Azevedo, B. F. T.; Behar, P. A.; Reategui, E. B. (2012) “Indicadores de Relevância para Análise de Fóruns de Discussão”. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE. Rio de Janeiro-RJ.
- Bakharia, A.; Dawson, S. (2011) “SNAPP: A Bird’s-Eye View of Temporal Participant Interaction”. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK), Canada, pg.168-173. ACM ISBN 978-1-4503-1057-4/11/02.

- Barbosa, A. F.; Nunes, I. D. (2014) “Análise Comparativa das Interações dos Usuários em Grupos de Disciplinas Utilizando Métricas de ARS”. In: Nuevas Ideas en Informática Educativa. XIX Congresso Internacional de Informática Educativa, TISE. pg.166-171, Fortaleza-CE.
- Bassani, P. B. S.; Behar, P. A. (2006) “Análise das Interações em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: uma Possibilidade para Avaliação da Aprendizagem em EaD”. In: Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE, v. 4, n. 1.
- Bellifemine, F.; Caire, G. (2007) “Developing Multi-Agent Systems with Jade”. Editora Wiley, England.
- Belloni, M. L. (2008) “Educação a Distância”. Editora Autores Associados. Ed.5. Campinas-SP.
- Bezerra, E. (2002) “Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML: Um Guia Prático para Modelagem de Sistemas Prático para Modelagem de Sistemas Orientados a Objetos Através da Linguagem Modelagem Unificada”. Rio de Janeiro: Elsevier, 7ª Reimpressão. Editora Campus.
- Braz, D. D. de C. (2014) “Uma Metodologia para a Predição de Afinidades e Formação de Grupos de Trabalho a Partir de Redes Sociais”. Dissertação de Mestrado, UFMG, Belo Horizonte-MG.
- Bremgartner, V. B. da. (2012). “Sistema Inteligente de Recomendação Baseado no Modelo do Aluno”. Dissertação de Mestrado. UFAM, Manaus-AM.
- Bremgartner, V.; Netto, J. F. M. (2012). “Improving Collaborative Learning by Personalization in Virtual Learning Environments Using Agents and Competency – Based Ontology.” In: Proceedings 42<sup>th</sup> Frontiers in Education Conference (FIE), Seattle, WA, 2012. Pg.1-6, Outubro 3-6. DOI: 10.1109/FIE.2012.6462345.
- Cordenonsi, A. Z.; Bernardi, G.; Muller, F. M.; Silva, T. G.; Bos, S. A.; Fleck, R. (2013). “Aprendizagem Colaborativa em Mundos Virtuais 3d: Analisando a Colaboração sob a Perspectiva do Modelo 3C de Colaboração”. In: X Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC). Manaus, AM, Brasil. ISSN: 2318-4132.
- Costa, A. N.; Werneck, V. M. B.; Campos, M. F. (2008) “Avaliação de Ferramentas para o Desenvolvimento Orientado a Objetos com UML”. In: Cadernos do IME: Série Informática, vol.25.

- Cruz, R. M.; Junior, M. H. M. A.; França, R. M.; Labidi, S. (2012) “Abordagem Conceitual de um Sistema Multiagente de Recomendação de Objetos de Aprendizagem aos Alunos no Ambiente Moodle”. In: XVIII Congresso Internacional de Educação a Distância, Anais da ABED.
- Dário, C. F. B. (2005) “Uma Metodologia Unificada para o Desenvolvimento de Sistemas Orientados a Agentes”. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Campinas-SP.
- Dawson, S.; Bakharia, A.; Heathcote, E. (2010). “SNAPP: Realising the Affordances of Real-Time SNA within Networked Learning Environments”. In: Proceedingd of the 7<sup>th</sup> International Networked Learning Conference. Aalborg, Denmark. ISBN: 978-1-86220-225-2.
- DeLoach, S. A. (2004) “The MaSE Methodology”. In: Methodologies and Software Engineering for Agent Systems. The Agent-Oriented Software Engineering Handbook Series: Multiagent Systems, Artificial Societies, and Simulated Organizations, vol.11. Bergenti, Federico; Gleizes, Marie-Pierre; Zambonelli, Franco (Eds.) Kluwer Academic Publishing.
- DeLoach, S. A.; Wood, M. (2001) “Developing Multiagent Systems with AgentTool”. In: Proceedings of Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer – Verlag. Berling.
- Eclipse. (2013) URL: <<http://www.eclipse.org>>. Acesso em Março de 2013.
- Farias, J. S.; Farias, M. N. de; Guimarães, T. de A. (2010) “Análise Sociométrica de uma Rede de Transferência do Conhecimento”. In: Revista Admin Faces, Journal Belo Horizonte. vol.9, n.1, pg.11-31. ISSN: 1984-6975.
- Ferreira, T. F. P. (2013) “Redes Sociais e Classificação Conceptual: Abordagem Complementar para um Sistema de Recomendação de Coautorias”. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Portugal.
- Filho, J. B. S. S.(2007). “Agentes de Software para o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle: Facilidades de Gerência”. In: Revista Sistemas de Informação e Gestão de Tecnologia. vol 4.
- Freeman, L. (2014) “What is Social Network Analysis?”. In: International Network for Social Network Analysis (INSNA).

- Freitas, L. Q. de. (2010). “Medidas de Centralidade em Grafos”. Dissertação de Mestrado. UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro-RJ.
- Fuks, H.; Gerosa, M. A.; Pimentel, M.; Fillipo, D. Lucena, C. J. P. (2005). “Informações Estatísticas e Visuais para a Mediação de Fóruns Educacionais”. In: Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), vol.13; n.3.
- Galliano, A. G. (1981) “Introdução à Sociologia”. São Paulo: Harper e Row do Brasil.
- Gago, I. S. B.; Werneck, V. M. B.; Costa, R. M. (2009) “Modeling an Educational Multi-Agent System”. In: MaSE. 5<sup>th</sup> International Conference, AMT. Beijing, China, October 22–24. Proceedings. Berlin: Springer.
- Garrison, D. R.; Anderson, T.; Archer, W. (2000). “Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education”. In: The Internet and Higher Education: Spring, vol.2, Issues 2-3, pg.87-105.
- Garton, L., Haythornthwaite, C., Wellman, B. (1997). “Studying Online Social Networks”. In: Journal of Computer-Mediated Communication, 3(1). URL: <<http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue1/garton.html>>. Acesso em Maio de 2014.
- Gerosa, M. A.; Pimentel, M. G.; Fuks, H.; Lucena, C. J. P. (2003) “Coordenação de Fóruns Educacionais: Encadeamento e Categorização de Mensagens”. In: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Rio de Janeiro-RJ.
- Giraffa, L. M. M.; Bolzan, W. (2002) “Estudo Comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes Web”. In: Technical Report Series, n.024/2002.
- Gomes, H. F. (2008) “A Mediação da Informação, Comunicação e Educação na Construção do Conhecimento”. In: Data Grama Zero: Revista de Ciência da Informação, vol.9, n.1.
- Granovetter, M. (1973) “The Strength of Weak Ties”. In: American Journal of Sociology 110(6): 1561-97.
- Guimarães, F. J. Z.; Melo, E. de S. (2005) “Diagnóstico Utilizando Redes Sociais”. Projeto Final de Pós-Graduação. UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro-RJ.

- Haguenauer, C. J.; Lima, L. G. R.; Cordeiro, F. F. (2010) “Comunicação e Interação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. In: Anais do Congresso Internacional de Educação a Distância (CIED). Foz do Iguaçu- PR.
- Jade. (2013) “Java Agente Development Framework”. URL:<<http://jade.tilab.com/>> Acesso em Março de 2013.
- Jaques, P. A.; Oliveira, F. M. (2000). “Um Experimento com Agentes de Software para Monitorar a Colaboração em Uma Turma Virtual”. In: Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE). n.07.
- Kerbauy, M. T. M.; Santos, V. M. dos. (2007) “Interatividade em Ambiente Virtual de Aprendizagem: Contribuições de uma Experimentação”. In: Anais do I MoodleMoot Brasil.
- Lemos, A. (2008) “As Estruturas Antropológicas do Cyberespaço”. URL: <<http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemos/estrcy1.html>>. Acesso em Dezembro de 2013.
- Lima, D. P. R.; Netto, J. F.; Gaspar, W. (2014a) “Um Sistema Multiagente que Caracteriza as Relações Sociais entre Alunos de um Ambiente Virtual de Aprendizagem”. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) – XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Dourados- MS.
- Lima, D.; Gadelha, B.; Netto, J. F.; Bremgartner, V. (2014b) “MoodleGroups: um Aplicativo para Identificar as Relações Sociais entre Alunos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. In: Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC), Curitiba-PR. ISSN: 2318-4152
- Lima, L.; Meirinhos, M. (2011) “Interações em Fóruns de Discussão com Alunos do Ensino Secundário: Uma Análise Sociométrica”. In: VII Conferência Internacional de TIC na Educação. Braga: Universidade do Minho, Portugal.
- Lyra, F.; Santos, N. (2012) “Agentes de Software no Monitoramento de Alunos em Educação a Distância”. In: Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Rio de Janeiro-RJ.
- Machado, S., Teruya, T. K. (2009). “Mediação Pedagógica em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: a Perspectiva dos Alunos”. In: IX Congresso Nacional de Educação–EDUCERE. PUC, Curitiba-PR.

- Maciel, C. (2012) “Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. Cuiabá: EdUFMT, ed.1. pg.262.
- Maria, B. A. de. (2005) “Usando a Abordagem MDA no Desenvolvimento de Sistemas Multiagente” Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, Rio de Janeiro-RJ.
- Marisco, M. de; Limongelli, C.; Sciarrone, F.; Sterbini, A.; Temperini, M. (2014) “Social Network Analysis and Evaluation of Communities of Practice of Teachers: a Case Study”. In: Springer International Publishing Switzereand. ICWL 2014 Workshops, LNCS 8699, pg.3-12. DOI: 10.1007/978-3-319-13296-9\_1.
- Marteleto, R. M. (2001) “Análise de Redes Sociais – Aplicação nos Estudos de Transferência da Informação”. Ci. Inf., Brasília, vol.30, n.1, pg.71-81.
- Mascarenhas, J.; Santos, A.; Aragão, D.; Amaral, E. (2011). “Grupos e suas Terapias”. In: Escola de Enfermagem. URL: <<http://www.angelfire.com/planet/enioamaral/psicologia.html>> Acesso em Janeiro de 2014.
- Mckimm, J; Jollie, C; Cantillon, P. (2003) “ABC of Learning and Teaching – Web Based Learning”. URL: <<http://bmj.com/cgi/content/full/326/7394/870#otherarticles>>. Acesso em Fevereiro de 2014.
- Messa, W. C. (2010). “Utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem – AVAS: A Busca por uma Aprendizagem Significativa”. In: Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância (RBAAD). vol.9.
- Microsoft, Developer Network. (2014) “Diagramas de Sequência UML: Referência”. URL: <<https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/dd409377.aspx>> Acesso em Dezembro de 2014.
- Moodle. (2013) “A Free, Open Source Course Management System for Online Learning”. URL: <<http://www.moodle.org/>>. Acesso em Abril de 2013.
- Moore, M. G.; Kearsley, G. (2007) “Educação a Distância: uma Visão Integrada”. Trad. Roberto Galman. São Paulo: Thomson Learning.
- Moreno, J. L. (1992) “Quem Sobreviverá? Fundamentos da Sociometria, Psicoterapia de Grupo e Sociodrama”. Goiânia: Dimensão, vol.1.

- Nakamura, R. (2009) "Moodle: como Criar um Curso Usando a Plataforma de Ensino a Distância". ed.1, pg.160, São Paulo: Farol do Forte.
- NetDraw, Borgatti, S. P. (2002). "NetDraw Software for Network Visualization". Analytic Technologies: Lexington, Ky. URL: <<https://sites.google.com/site/netdrawsoftware/home>> Acesso em Fevereiro de 2014.
- Netto, J. F. M. (2006) "Uma Arquitetura para Ambientes Virtuais de Convivência: Uma Proposta Baseada em Sistemas Multiagente". Tese de Doutorado, UFES, Vitória-ES.
- Newman, M. E. J. (2003) "The Structure and Function of Complex Network". In: Society for Industrial and Applied Mathematics – Siam Review 56: 167-256. vol.45, ed.2. DOI: 10.1137/S003614450342480.
- NodeXL. (2014) "NodeXL: Network Overview, Discovery and Exploration for Excel". Network Graphs the Social Media Research Foundation. URL: <<http://nodexl.codeplex.com/>> Acesso em Fevereiro de 2014.
- Nunes, I. B. (2009). "A História da EaD no Mundo. Educação a Distância: O Estado da Arte". São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Padilha, T. P. P.; Almeida, L. M.; Alves, J. B. da M. (2003) "Modelagem do Aprendizado de Grupos de Alunos em Ambientes Colaborativos Utilizando *Data Mining*". In: XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Rio de Janeiro-RJ.
- Passmore, D. L. (2011) "Social Network Analysis: Theory and Applications". Institute for Research in Training & Development – IRTD.
- Pedro, N., Matos, J. F. (2010) "Social Network Analysis como Ferramenta de Monitorização da Comunicação e Interação on-Line: O Exemplo de uma Iniciativa de E-Learning no Ensino Superior". In: TICs Aplicadas para el Aprendizaje de la Ingeniería. Sociedad de Educación del IEEE, pg.1219-1235. Braga: Universidade do Minho, Portugal.
- Pereira, A. T. C.; Schmitt, V.; Dias, M. R. Á. C. (2007). "Ambientes Virtuais de Aprendizagem - em Diferentes Contextos". Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA.
- Priberam. (2014) "Dicionário On-Line de Língua Portuguesa". URL: <<http://www.priberan.pt/dlpo/>> Acesso em Fevereiro de 2014.

- Primefaces. (2014) "Primefaces: Showcase". URL: <<http://www.primefaces.org/showcase/ui/data/mindmap.xhtml>> Acesso em Junho de 2014.
- Rocha, H. V.; Romani, L. A. S. (2001) "InterMap: Visualizando a Interação em Ambientes de Educação a Distância Baseados na Web". In: Anais do I Encontro Internacional de Informática en la Educación Superior (INFOUNI), Habana-Cuba.
- Rourke, L.; Anderson, T.; Garrison, D. R.; Archer, W. (2001) "Assessing Social Presence in Asynchronous Text-Based Computer Conferencing". In: International Journal of E-Learning & Distance Education. vol.14, n.02, pg.50-71. ISSN: 0830-0445.
- Russell, S.; Norvig, P. (2013) "Artificial Intelligence: A Modern Approach". Editora: John Wiley&Sons, ed.3. Inglaterra.
- Saltz, J.; Hiltz, S. R.; Turoff, M. (2004) "Student Social Graphs: Visualizing a Student's Online Social Network". In: Proceedings of the Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing (CSCW), ACM, pg.596-599. Chicago-EUA.
- Scott, J. (1992) "Social Network Analysis". Newbury Park. CA: Sage.
- Scott, J. (2000) "Social Network Analysis: A Handbook".ed.2. Newberry Park, CA: Sage. ISBN: 0-7619-6338-3.
- Silva, C. G.; Figueiredo, V. F. (2012). "Ambiente Virtual de Aprendizagem: Comunicação, Interação E Afetividade na EaD". In: Revista Aprendizagem em EaD. vol. 1. Taguatinga-DF.
- Silva, J. M. C. (2007) "Desenvolvimento de um Framework para Objetos Inteligentes de Aprendizagem Aderente a um Modelo de Referência para Construção de Conteúdos de Aprendizagem". Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis-SC.
- Silveira, R. A.; Gomes, E. R.; Viccari, R. M. (2003) "Modelagem de Ambientes de Aprendizagem Baseado na Utilização de Agentes FIPA" In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), pg.503-512. Rio de Janeiro-RJ.
- Souza, M. B. (2011) "Arcabouço de um Ambiente Telerobótico Educacional Baseado em Sistemas Multiagente". Dissertação de Mestrado, UFAM, Manaus-AM.

- TelEduc. (2014) “Ambiente de Suporte para Ensino-Aprendizagem a Distância”. Disponível: Site Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED. URL: <[http://hera.nied.unicamp.br/tele\\_educ](http://hera.nied.unicamp.br/tele_educ)> Acesso em Outubro de 2014.
- Tinto, V. (1987). “Leaving College: Rethinking the Causes and Cures of College Attrition”. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Tori, R. (2010) “Educação sem Distância: As Tecnologias Interativas na Redução de Distâncias em Ensino e Aprendizagem”. São Paulo: Senac.
- TouchGraph. (2014) “TouchGraph.com: Graph Visualization and Social Network Analysis Software/Navigator”. URL: <[http://www.touchgraph.com /facebook](http://www.touchgraph.com/facebook)>. Acesso em Fevereiro de 2014.
- Tomaél, M. I.; Marteleto, R. M. (2006) “Redes Sociais: Posições dos Atores no Fluxo da Informação”. Ci. Inf., Florianópolis, Número Especial.
- Turoff, M.; Hiltz, S. R. (1982). “Computer Support for Group versus Individual Decisions”. In: IEEE Transactions on Communications (Com-30:1), pg.82-90.
- Vaz, G. J. (2009) “A Construção dos Sociogramas e a Teoria dos Grafos”. In: Revista Brasileira de Psicodrama (RBP). São-Paulo-SP.
- Velázquez, A., Aguilar, N. (2005) “Manual Introdutório à Análise de Redes Sociais. Medidas de Centralidade”. URL: <<http://www.aprende.com.pt/fotos/editor2/manual%20ars%20%5btrad%5d.pdf>>. Acesso em Agosto de 2014.
- Ventura, P. P. B.; Filho, J. A. de C. (2010) “Relações Sociais em Comunidades Virtuais de Aprendizagem”. In: Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE). Belo Horizonte-MG.
- Viccari, R.; Bica, F.; Silveira, R. A. (1998) “Eletrotutor III – Uma Abordagem Multiagentes”. In: IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Fortaleza-CE.
- Vygotsky, L. S. (2008) “Pensamento e Linguagem”. Editora Martins, ed.4.
- Wasserman, S.; Faust, K. (1994) “Social Network Analysis”. Cambridge: Cambridge University Press.

Weber, M. (2010) “Conceitos Importantes de Sociologia”. 5ª Ed. pg.114, Editora: Centauro, São Paulo-SP.

Weft QDA (2014) “Weft QDA”. URL > <<http://www.pressure.to/qda/>> Acesso em Fevereiro de 2014.

Werneck, V. M. B.; Cysneiros, L. M.; Kano, A. Y.; Coppeters, M. A.; Fasando, A. L.; Marzulo, L. A. J.; Furtado, L. de O.; Pereira, L. F.; Lopez, M. A. C.; Pereira, R. B.; Galhoz, R. A.; Martins, R. F. de A.; Silva, T. S.; Santos, T. R. M. (2008) “Metodologias Orientadas a Agentes”. In: Cadernos do IME: Série Informática, vol.26.

Wooldridge, M.; Jennings, N. R. (1995) “Intelligent Agents: Theory and Practice”. In The Knowledge Engineering Review. vol.10, n.02, pg.115-152.

# Apêndice A - Publicações Produzidas no Mestrado e Prêmios

Estão listadas aqui as publicações obtidas no decorrer do Mestrado, que confirmam a viabilidade da pesquisa desenvolvida neste trabalho.

Lima, D. P. R.; Gadelha, B. F.; Netto, J.M.; Bremgartner, V. F. (2014) “MoodleGroups: Um Aplicativo para Identificar as Relações Sociais entre Alunos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. In: XI Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos - SBSC 2014, Curitiba, PR. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, ISSN:2318-4132.

Lima, D.; Netto, J. F.; Gaspar, W. (2014) “Um Sistema Multiagente que Caracteriza as Relações Sociais entre Alunos de um Ambiente Virtual de Aprendizagem”. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação - 3º CBIE, 2014, Dourados, MS. Anais do 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, ISSN:2316-6533.

- Prêmios

Evento: Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos – SBSC 2014

Categoria: Melhor Artigo em Andamento

Colocação: 3º Lugar

Artigo: MoodleGroups: Um Aplicativo para Identificar as Relações Sociais entre Alunos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, ISSN:2318-4132.

# Apêndice B – Código-Fonte do Agente EnviaEmail

```

package agentes;
import outros.Email;
import jade.core.Agent;
import jade.core.behaviours.CyclicBehaviour;
import jade.lang.acl.ACLMessage;

public class EnviaEmail extends Agent{

    private static final long serialVersionUID = 1L;

    protected void setup (){

        addBehaviour(new CyclicBehaviour(this) {

            private static final long serialVersionUID = 1L;

            public void action() {

                //System.out.println("Envio do email...");

                ACLMessage msg = myAgent.receive( );

                if(msg != null){ // envio do e-mail para o professor e tutor responsável

                    Email email = new Email();
                    String aux[] = msg.getContent().split("<>");

                    // envia e-mail para professor e tutor
                    if(aux[0].length() > 5)
                        email.enviaEmailSimples(aux[0], aux[2]);// destinatário e
conteúdo da mensagem

                    if(aux[1].length() > 5)
                        email.enviaEmailSimples(aux[1], aux[2]);// destinatário e
conteúdo da mensagem

                }
                else{
                    System.out.println("Agente EnviaEmail dormindo...");
                    block();
                }
            }
        });
    }
}

```

## Apêndice C – Formulário para Detectar os Perfis dos Participantes

\* Campo Obrigatório

Nome Completo: \*  
Por favor não abrevie

Sexo: \*

- Feminino  
 Masculino

Data de Nascimento \*  
dd/mm/aaaa

Idade:

Cidade onde Reside: \*

Nível de Escolaridade:

Instituição de Ensino: \*

Curso: \*

Semestre: \*

E-mail: \*

Por favor preencha com atenção este campo e ao finalizar verifique se está correto

Confirme o E-mail: \*

## Apêndice D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Prezado (a) participante,

Sou Dhanielly Lima aluna de Mestrado em Informática do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas – PPGI/UFAM. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão do professor Dr. José Francisco de Magalhães Netto, cujo objetivo é identificar e analisar as interações sociais entre alunos que ocorrem num Ambiente Virtual de Aprendizagem e disponibilizar essas informações ao professor de maneira gráfica. Sua participação envolve matricular-se no curso virtual e interagir no ambiente com os demais alunos e com o professor, o curso terá uma duração de três semanas. A participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, serão utilizados apenas o nome que você cadastrou no curso e as interações realizadas nos fóruns de discussão e na ferramenta mensagem. Todos os demais dados pessoais, com exceção do seu nome, serão omitidos.

Obrigada por participar, mesmo indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelo(s) pesquisador(es): Dhanielly Lima, e-mail: [dhanielly@icomp.ufam.edu.br](mailto:dhanielly@icomp.ufam.edu.br) e José Francisco de Magalhães Netto, e-mail: [jnetto@icomp.ufam.edu.br](mailto:jnetto@icomp.ufam.edu.br). Atenciosamente

**Você autoriza a utilização das informações registradas neste formulário para fins científicos? \***

As informações cadastradas neste formulário poderão ser utilizadas ou publicadas.

- Sim
- Não

# Apêndice E – Contrato de Não Interferência

## IDENTIFICAÇÃO DAS PARTES

**Mediador(a):** OMITIDO<sup>7</sup>, professor (a) efetiva de informática do OMITIDO<sup>8</sup> e ex-coordenador (a) do curso de redes de computadores, modalidade EaD.

**Analista e Desenvolvedora do Sistema:** Dhanielly Paulina Rodrigues de Lima, Mestranda em Informática pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas – PPGI/UFAM.

## CONSIDERANDO

**Mediador:** pessoa devidamente capacitada para transmitir o conhecimento e estimular o raciocínio lógico, promovendo a interação e a visão crítica dos estudantes, e ajudando-os no desenvolvimento de habilidades para entrar no mercado de trabalho e assumir o seu papel de cidadão.

**Analista:** profissional responsável por atuar com análises, projetos de sistemas e levantamentos de requisitos, além de estudar e implementar sistemas de acordo com as regras de negócio. Deve estar preparado para analisar o desempenho de sistemas implantados e solucionar problemas técnicos.

## DO OBJETO

**Cláusula 1ª.** O presente, tem como OBJETO, a realização de um experimento de pesquisa de campo, feita pela **Analista e Desenvolvedora do Sistema a Mediadora**, na busca por melhorias da qualidade de ensino na Educação a Distância.

## DO PRAZO

**Cláusula 2ª.** O curso experimental intitulado Nossas Cidades, Nossos Olhares, locado no ColabWeb, ambiente de ensino a distância do Instituto de Computação – IComp da UFAM, terá duração de três semanas, no período de 01 de Dezembro de 2014 a 22 de Dezembro de 2014, podendo este prazo ser estendido pelo **Mediador** por mais uma semana, caso julgue necessário.

## DAS OBRIGAÇÕES DO ANALISTA E DESENVOLVEDOR DO SISTEMA

**Cláusula 3ª.** Cabe ao **Analista** capacitar e explicar ao **Mediador**, o funcionamento do sistema; bem como sanar as dúvidas que possam aparecer no decorrer da capacitação e do experimento, nesta última desde que atendam as especificações exigidas na cláusula 4ª;

---

<sup>7</sup> Nome do professor(a) participante.

<sup>8</sup> Nome da Instituição no qual o professor trabalha.

**Cláusula 4ª.** Cabe ao **Analista** auxiliar o **Mediador**, no que diz respeito unicamente a parte técnica ou a problemas técnicos do sistema, que por ventura possam aparecer durante o decorrer do experimento.

**Parágrafo Primeiro.** O **Analista** por motivo algum poderá interferir na logística do curso; nem nas atividades proposta pelo **Mediador** durante o período vigente do curso experimental;

**Parágrafo Segundo.** O **Analista** fica proibido de interferir nas estratégias adotadas pelo **Mediador** no decorrer do curso.

### DAS OBRIGAÇÕES DO MEDIADOR

**Cláusula 5ª.** É dever do **Mediador** utilizar a ferramenta nos diversos estágios do curso;

**Parágrafo Único.** Fica a critério do **Mediador** estipular o intervalo de tempo necessário para a geração dos resultados que serão obtidos pela ferramenta.

**Cláusula 6ª.** Cabe ao **Mediador** analisar os resultados fornecidos pela ferramenta e utilizar essas informações da maneira que julgar necessária;

**Cláusula 7ª.** Cabe ao **Mediador** utilizar de seus conhecimentos pedagógicos para adotar estratégias e promover a interação dos alunos dentro do curso;

### DAS PARTES

**Cláusula 8ª.** Cabe ao Mediador e ao Analista acompanharem o curso até o seu término;

**Parágrafo Primeiro.** O **Mediador** deve acompanhar o curso no ponto de vista pedagógico;

**Parágrafo Segundo.** O **Analista** deve acompanhar o curso no ponto de vista operacional.

### DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

**Cláusula 9ª.** As partes envolvidas devem estar cientes dos seus deveres e obrigações, para com o curso e com o sistema, sempre respeitando as limitações impostas no presente contrato.

## Apêndice F – Questionário Aplicado com o Professor Participante do Teste

Requisitos	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Observações
1) Ficou claro como manipular o plug-in?				
2) As informações estavam bem visíveis?				
3) O tempo de espera foi razoável?				
4) O sistema ofereceu feedbacks necessários para auxiliar na identificação das interações dos alunos?				
5) Foi possível integrar algum aluno por intermédio dos resultados do sistema?				
6) Os resultados foram coerentes com a realidade da disposição da classe (se os dados batiam com o que de fato estava acontecendo)?				

- 7) Houve alguma diferença significativa com a existência do plug-in?
- 8) O que foi possível perceber tendo o plug-in para auxiliar?
- 9) Quais os pontos negativos do sistema?
- 10) Quais os pontos positivos do sistema?
- 11) Observações finais (livre para ressaltar qualquer ponto não foi destacado no questionário)?

## Apêndice G – Respostas do Professor em Relação ao Questionário Aplicado

Requisitos	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Observações
1) Ficou claro como manipular o plug-in?	X			
2) As informações estavam bem visíveis?		X		Sim, porém o sociograma em alguns momentos tinha que ser reorganizado, para se obter uma visão melhor das interações.
3) O tempo de espera foi razoável?	X			
4) O sistema ofereceu feedback necessário para auxiliar na identificação das interações dos alunos?	X			
5) Foi possível integrar algum aluno por intermédio dos resultados do sistema?		X		Devido o curso ter ocorrido no fim do ano, foi complicado integrar todos os alunos.
6) Os resultados foram coerentes com a realidade da disposição da classe (se os dados batiam com o que de fato estava acontecendo)?	X			

### 7) Houve alguma diferença significativa com a existência do plug-in?

R= Sim houve. Foi possível ter uma visão muito clara de como os alunos estavam interagindo entre si para a realização das atividades propostas.

**8) O que foi possível perceber tendo o plug-in para auxiliar?**

R= Foi possível perceber o nível de interação entre os alunos e assim verificar quais os alunos que não estavam participando do curso da forma e frequência esperada.

**9) Quais os pontos negativos do sistema?**

R= Acredito que faltou a disposição de mais legenda em algumas das telas do plug-in. As legendas ajudariam a lembrar do significado das cores (que destacam a situação do aluno). Em alguns sociogramas é necessário organizar melhor os nós para se obter uma visão melhor das interações; quando ficam sobrepostos é necessário reorganizá-los na tela.

**10) Quais os pontos positivos do sistema?**

R= Quando usamos o AVA não temos uma noção da interação entre os alunos, não existe ferramenta padrão que auxilie esta visualização. O plug-in ajuda muito, pois fornece esta informação de forma organizada, rápida e unificada. O sociograma e a tabela fornecem as mesmas informações, porém de formas diferentes. Confesso que gostei mais do sociograma.

**11) Observações finais (livre para ressaltar qualquer ponto que não foi destacado no questionário)?**

R= Nada a declarar.