



Universidade Federal do Amazonas  
Instituto de Computação  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Mestrado em Informática

iTimeline: Uma Ferramenta Visual para Identificação e  
Acompanhamento das Interações Sociais em Ambientes Virtuais de  
Aprendizagem

Francisco Soares de Sousa Neto

Manaus - Amazonas

Março/2017



Francisco Soares de Sousa Neto

iTimeline: Uma Ferramenta Visual para Identificação e  
Acompanhamento das Interações Sociais em Ambientes Virtuais de  
Aprendizagem

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Informática da Universidade Federal do  
Amazonas como requisito para  
obtenção do título de Mestre em  
Informática, na área de concentração  
em Inteligência Artificial.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco de Magalhães Netto

Manaus - Amazonas

Março/2017

### Ficha Catalográfica

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

S725i      Sousa Neto, Francisco Soares de  
iTimeline: Uma Ferramenta Visual para Identificação e  
Acompanhamento das Interações Sociais em Ambientes Virtuais de  
Aprendizagem / Francisco Soares de Sousa Neto. 2017  
119 f.: il.; 31 cm.

Orientador: José Francisco de Magalhães Netto  
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do  
Amazonas.

1. Sistemas Multiagente. 2. Interação Social. 3. iTimeline. 4.  
Visualização de dados. 5. Análise de Dados. I. Netto, José  
Francisco de Magalhães II. Universidade Federal do Amazonas III.  
Título



PODER EXECUTIVO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



UFAM

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**"iTimeline: Uma Ferramenta Visual para Identificação e Acompanhamento das Interações Sociais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem"**

**FRANCISCO SOARES DE SOUSA NETO**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:

*Prof. Francisco de Magalhães Netto*

Prof. José Francisco de Magalhães Netto - PRESIDENTE

*Prof. Alberto Nogueira de Castro Júnior*  
Prof. Alberto Nogueira de Castro Júnior - MEMBRO INTERNO

*Profa. Zeina Rebouças Corrêa Thomé*  
Profa. Zeina Rebouças Corrêa Thomé - MEMBRO EXTERNO

Manaus, 23 de Março de 2017

“Um homem sábio tem grande poder, e um homem de conhecimento aumenta a força. Para travar guerra você precisa de guia, e para vitória, de muitos conselheiros”.  
(Provérbios 24:5-6)

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que queríamos ser, mas Graças a Deus, não somos o que éramos”.  
(Martin Luther King)

## **Dedicatória**

Dedico aos meus pais, por sempre acreditarem e incentivarem nos momentos de dificuldade e baixa estima, por sempre terem me educado na fé.

Dedico também ao meu filho e aos meus irmãos por sempre terem me proporcionado momentos de muita felicidade, e pelo incentivo quando estive em meio às dúvidas e fraquezas, obrigado pela compreensão de todos quando estive ausente em diversos momentos familiares.

À minha querida esposa pela paciência, apoio, carinho, compreensão e amor. Pelo incentivo constante, e por sempre acreditar em mim.

## Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que sempre me proporcionou força, coragem, saúde e muita fé diante das dificuldades.

Agradeço grandemente ao meu orientador, prof. José Francisco Netto, que acreditou em minhas potencialidades e que me direcionou de maneira paciente em todo esse processo de mestrado.

Agradeço ao Prof. Júlio Cesar, Profa. Liliane Martins, Profa. Elaine Hadara, Hélio de Paula, Prof. Augusto Braga, Elissandro Bonifácio e Elton Silva e todos os amigos que ajudaram de forma direta ou indiretamente com incentivos e contribuições.

Agradeço aos amigos que consegui nesta trajetória: Marcel, Euler e Dhanielly que me receberam e me deram todo o suporte desde quando cheguei ao Instituto de Computação (IComp). Agradeço também aos amigos (as) Priscilla, Bruno, Juliana, Alice, Neto e Tiago.



Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), pelo custeio dessa pesquisa.

Portanto, agradeço à minha belíssima esposa, pelo amor e por acreditar na realização deste tão sonhado título.

## Resumo

Atualmente, com a grande utilização dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) em instituições de ensino-aprendizagem, torna-se necessário que os professores possam realizar o acompanhamento das interações dos alunos nos cursos de Educação a Distância (EaD). No entanto, alguns AVAs não possuem ferramentas específicas para auxiliar o professor a obter informações das interações sociais dos alunos. Isso dificulta a percepção e o acompanhamento por parte do professor nesses ambientes virtuais. Nesse sentido, com o surgimento da *Data Visualization*, uma área de pesquisa relevante e muito utilizada em diversas áreas do conhecimento para analisar e visualizar dados. Esta pesquisa descreve um modelo de identificação e representação das interações sociais dos alunos utilizando técnicas de visualização no AVA Moodle. Com a ferramenta iTimeline desenvolvida nesta pesquisa, o professor pode realizar o acompanhamento visual das interações de seus alunos em tempo real dentro do AVA e adotar medidas que promovam a inserção social, assim colaborando e incentivando o ensino e a aprendizagem. A iTimeline extrai os dados contidos nos fóruns de discussão e mensagens registradas no banco de dados e utiliza a estrutura de grafos e gráficos, como base, para apresentação das informações sobre as interações dos alunos e exibindo-as visualmente ao professor. Para validação desta pesquisa, foi realizado um estudo de caso onde foram investigadas suas possibilidades de uso e validação por meio de análise dos dados em uma turma de um curso EaD de uma Instituição de Ensino Federal. Foram realizados experimentos simulados e reais, assim, pode-se concluir por meio dos testes que a visualização dos dados por intermédio de grafos e gráficos no AVA utilizando Sistemas Multiagente, apresentou a relevância desta pesquisa.

**Palavras-chave:** Sistemas Multiagente, Interação Social, iTimeline, Visualização de Dados, Análises dos Dados.

## Abstract

Nowadays, with the great use of Virtual Learning Environments in teaching-learning institutions, it is necessary that the teachers can follow the interactions of the students in the Distance Education courses. However, some AVAs do not have specific tools to assist the teacher in obtaining information on the students' social interactions. This makes it difficult for the teacher to perceive and follow up in these virtual environments. In this sense, with the advent of Data Visualization, a relevant and widely used area of research in several areas of knowledge to analyze and visualize data. This research describes a model of identification and representation of students social interactions using LMS Moodle visualization techniques. With the iTimeline tool developed in this research, the teacher can visualize the interactions of his students in real time within the LMS and adopt measures that promote social insertion, thus collaborating and encouraging teaching and learning. iTimeline extracts the data contained in the discussion forums and messages recorded in the database and uses the structure of graphs and graphs, as a basis, to present the information about the interactions of the students and visually displaying them to the teacher. In order to validate this research, a case study was carried out in which its possibilities of use and validation were investigated by analyzing the data in a class of a Distance Education course of a Public Institution. Simulated and real experiments were performed, so it can be concluded through the tests that the visualization of the data through graphs and graphs in LMS using Multiagent Systems, presented the relevance of this research.

**Keywords:** Multiagent System, Social Interaction, iTimeline, Data Visualization, Data Analysis.

## Lista de Figuras

Figura 1: Grafo das trocas de mensagens nos fóruns (SACERDOTE e FERNANDES, 2013). .....	26
Figura 2: Sociograma (LIMA, 2015). .....	27
Figura 3: Um exemplo de análise individual dos alunos (JAQUES, 1997). .....	28
Figura 4: Painel de visualização interativa (TERVAKARI et al. 2014). .....	29
Figura 5: Mapa das interações (BASSANI, 2006). .....	30
Figura 6: Grafo representando os relacionamentos DARADOUMIS et al. (2006). .....	31
Figura 7: Representação das interações em redes sociais. ....	33
Figura 8: Grafo representando as interações entre os estudantes (MANSUR et al. 2011). .....	34
Figura 9: Visão arquitetural do sistema .....	36
Figura 10: Caso de uso do ator aluno .....	39
Figura 11: Diagrama de sequência do caso de uso trocar mensagens. ....	40
Figura 12: Caso de uso do ator professor. ....	41
Figura 13: Diagrama de sequência do caso de uso solicitar análises de interações. ....	42
Figura 14: Caso de uso do ator coletor. ....	42
Figura 15: Diagrama de caso de uso ator Timeline .....	44
Figura 16: Diagrama de sequência do caso de uso métodos de visualização da ferramenta .....	45
Figura 17: Diagrama de caso de uso ator Construtor. ....	45
Figura 18: Diagrama de sequência do caso de uso acionar agente e-mail. ....	46
Figura 19: Caso de uso do ator e-mail .....	47
Figura 20: Diagrama de sequência do caso de uso enviar e-mail ao professor. ....	48
Figura 21: Tela de visualização de um curso no Moodle. ....	49
Figura 22: Visualização das tabelas no bando de dados do Moodle. ....	51
Figura 23: Comunicação entre os agentes inteligentes. ....	54
Figura 24: Plugin para visualizar as interações. ....	56
Figura 25: Interface do inicial do sistema .....	57
Figura 26: Grafo social representando as interações entre os alunos .....	58
Figura 27: Representação quantitativa das interações por aluno. ....	59

Figura 28: Representação por meio de grafo social das interações.....	61
Figura 29: Gráfico social das interações no curso simulado .....	62
Figura 30: Email gerado automaticamente pelo sistema ao professor.....	62
Figura 31: Mapa de identificação dos campi. ....	64
Figura 32: Tela principal do curso. ....	65
Figura 33: Localidades e escolaridades dos alunos.....	66
Figura 34: Linha do tempo indicando as interações sociais dos alunos. ....	67
Figura 35: Grafo social das interações coletados na primeira semana .....	68
Figura 36: Grafo social das interações coletados na segunda semana .....	68
Figura 37: Representação gráfico social das interações da primeira semana.	69
Figura 38: Email enviado ao professor indicando as interações dos alunos no AVA. ....	70
Figura 39: Representação do gráfico social das interações segunda semana.	71

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Resultados retornados através da string de busca.....	24
Tabela 2: Respostas dos professores em relação a alguns tópicos da ferramenta. .....	73

## **Lista de Quadros**

Quadro 1: Objetivo conforme paradigma GQM .....	22
Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão .....	24
Quadro 3: Características e Métodos de Visualização.....	35

## Lista de Siglas

ACL	Agent Communications Language
ACM	Association for Computing Machinery
AI	Agente Inteligente
ATA	Análise Textual de Aprendizagem
ARS	Análise de Redes Sociais
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AVEA	Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem
CED	Centro de Educação a Distância
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
GNU	General Public License
GQM	Goal Question Metric
IA	Inteligência Artificial
IDE	Integrated Drive Electronics
IEEE	Institute Electrical Electronics Engineers
IFAC	Instituto Federal do Acre
JADE	Java Agent Development Framework
JDK	Java Development Kit
JSF	Java Server Faces
LMS	Learning Management Systems
MASE	Methodology MultiAgent System Engineering
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
MySQL	My Structured Query Language
OMG	Object Management Group
OO	Orientada a Objetos
PHP	Hypertext Preprocessor
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
SBSC	Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos
SMA	Sistemas Multiagente
SNA	Social Networking Analysis
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação



TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TISE	Congresso Internacional de Informática Educativa
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UML	Unified Modeling Language
VLE	Virtual Learning Environment
WIE	Workshop de Informática na Escola

## Sumário

Dedicatória .....	iii
Agradecimentos .....	iv
Resumo .....	vi
Abstract .....	vii
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tabelas .....	x
Lista de Quadros .....	xi
Lista de Siglas .....	xii
Capítulo 1 .....	1
Introdução .....	1
Definição do Problema .....	3
Justificativa .....	5
Motivação .....	6
Objetivos .....	7
Objetivo Geral .....	7
Objetivos Específicos .....	7
Metodologia da Pesquisa .....	7
Organização do Trabalho .....	8
Capítulo 2 .....	10
Fundamentação Teórica .....	10
Educação a Distância .....	10
Ambiente Virtual de Aprendizagem .....	11
Interações Sociais .....	12
A importância das Interações no Processo de Ensino-Aprendizagem .....	13
A importância da Data Visualization .....	15
Grafos .....	16
Gráficos .....	17
Agentes Inteligentes .....	18
Metodologia MASE .....	20
Conclusões do Capítulo .....	20

Capítulo 3.....	21
Trabalhos Correlatos.....	21
Revisão Sistemática .....	21
Objetivos.....	21
Questão de Pesquisa .....	22
Questões Secundárias de Pesquisa.....	22
Estratégia de Busca.....	22
Idiomas .....	23
Expressão de Busca.....	23
Extração das Informações .....	25
Investigating Interactions in a Virtual Learning Environment through Social Network Analysis (SACERDOTE e FERNANDES, 2013).....	25
Um Sistema Multiagente para Caracterizar as Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (LIMA, 2015).....	26
Um Experimento com Agentes de Software para Monitorar a Colaboração em uma Turma Virtual (JAQUES, 1997).....	28
Usefulness of Information Visualizations Based on Educational Data Tervakari et al. (2014).....	29
Mapeamento das Interações em Ambiente Virtual de Aprendizagem : Uma Possibilidade para Avaliação em Educação a Distância (BASSANI, 2006).....	30
A Layered Framework for Evaluating On-Line Collaborative Learning Interactions (DARADOUMIS et. al 2006).....	31
Analysis of Relations in eLearning (DRÁZDILOVÁ et al. 2008).	32
Social Learning Network Analysis Model to Identify Learning Patterns Using Ontology Clustering Techniques and Meaningful Learning (MANSUR et al. 2011).....	33
3.9 Conclusões do Capítulo.....	35
Capítulo 4.....	36
Desenvolvimento da Proposta.....	36
Visão Geral do Sistema .....	36
Diagramas e Casos de Uso e de Sequência .....	38
Diagrama de Caso de Uso Ator Envolvido: Aluno .....	39
Ator Envolvido: Professor .....	40

Ator Envolvido: Coletor .....	42
Ator Envolvido: Timeline .....	43
Ator Envolvido: Construtor.....	45
Ator Envolvido: E-mail .....	47
4.3 Tecnologias Utilizadas .....	48
Moodle.....	48
PHP   50	
MySQL .....	50
Jade   51	
Apache .....	52
Eclipse53	
Protótipo .....	54
4.4 Conclusões do Capítulo.....	55
Avaliação e Testes .....	56
Interface da Ferramenta .....	56
Experimentos em um Curso Simulado .....	59
Experimentos em um Curso Real.....	63
Análises de Resultados .....	73
Conclusões do Capítulo.....	74
Capítulo 6.....	75
Considerações Finais.....	75
Contribuições.....	76
Trabalhos Futuros.....	77
Referências Bibliográficas .....	78

# Capítulo 1

## Introdução

Atualmente, a Educação a Distância (EaD) vem se inserindo no campo do ensino como um novo processo educacional. Essa modalidade de ensino-aprendizagem se destaca como uma metodologia inovadora para suprir algumas lacunas na educação tradicional, devido aos diversos contextos sociais em que as pessoas vivem.

De acordo com Santos e Oliveira (2011), essa modalidade de ensino rompe a relação face a face entre professores e alunos e o processo de ensino e aprendizagem ocorrem em ambientes que transcendem o espaço da sala de aula tradicional, processando-se em outros espaços e tempos que diferem dos marcados pelas escolas convencionais, atendendo a demandas cada vez mais crescentes de segmentos diferenciados da sociedade.

Nesse contexto, a EaD é uma realidade cada vez mais presente. Os cursos ministrados nessa modalidade de ensino promovem a interação social entre estudante e o professor ao receberem grandes benefícios com o uso da Internet e das mídias digitais, entretanto é possível perceber alguns desafios para este método de aprendizagem, e o principal deles é o acompanhamento do aluno.

Em razão dos avanços das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) e da procura por plataformas educacionais, há possibilidade de interação entre alunos e professores, compartilhando o conhecimento (BREMARTNER e NETTO, 2011). Com o advento da Internet passamos a experimentar efetivamente a possibilidade de viver numa “sociedade em rede” permeada por uma cultura comunitária virtual, formada por pessoas que a utilizam para se comunicar, interagir e ampliar o intercâmbio de informações (CASTELLS, 1999).

Dentre as plataformas educacionais e as TDICs, destacam-se os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Em termos conceituais, consistem em mídias que utilizam o ciberespaço para veicular conteúdo e permitir a interação entre os atores do processo educativo (PEREIRA et al. 2007).

Visando as interações entre os estudantes nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), muitos pesquisadores continuam aprofundando seus

estudos nesta área. Nessa perspectiva, alguns trabalhos têm um foco especial no aprendizado mais eficiente ou mais atraente através das interações aluno-professor, aluno-aluno, para fundamentar esta pesquisa, foi identificado respaldo em elementos teóricos e metodológicos advindos da análise textual dos trabalhos de (CAMPANA, 2008; LIMA, 2015; SOLLER, 2001; JAQUES, 1997; BOFF, 2008; BAKHARIA; DAWSON, 2011; BREMGARTNER; NETTO, 2011; BASSANI, 2006; MORA et al., 2014; JANY; MÁRCIA, 2014) entre outros.

Nesse contexto acadêmico, é importante compreender que os desafios da EaD são congruentes com os desafios do sistema educacional em sua totalidade, cuja análise implica analisar que educação se pretende realizar, para quem se dirige, com quem será desenvolvida, com o uso de quais tecnologias e quais as abordagens mais adequadas para acelerar o processo de inclusão social (ALMEIDA, 2003).

Algumas ferramentas permitem que a compreensão das interações dos alunos pode ser aproveitada para inferir ações individuais ou grupais, assim promovendo uma inter-relação entre os mesmos, melhorando seu aprendizado, além de auxiliar os professores no monitoramento das interações dos alunos nos ambientes virtuais.

Com o propósito de minimizar a distância entre o professor e aluno, e auxiliar melhor o docente no acompanhamento das relações sociais entre os alunos nas mensagens e fórum de discussão, foi desenvolvida uma ferramenta mediada por agentes inteligentes que proporciona ao professor o monitoramento das interações por meio de uma linha do tempo de um curso do AVA. Esse sistema possibilitou ao professor informações relevantes sobre as interações dos alunos. Os dados informacionais são identificados e exibidos por meio de gráficos e grafos.

As tecnologias trazem, para o ambiente educativo, novas formas de organização na escola como um todo e na sala de aula em particular e seu uso desafia-nos a compreender como se dá a lógica de aprender no espaço virtual, bem como os caminhos que a nossa inteligência se vale na interação com as tecnologias (BARROS, 2013).

Portanto na Educação a Distância, o sucesso depende de um sistema eficaz de acompanhamento e avaliação (MOORE; KEARSLEY, 2011). Contudo, essa afirmação pode se estender em diversas modalidades de ensino. Para o

acompanhamento das interações sociais no AVA, é fundamental obterem-se dados relevantes para ajudar o aluno. Nesse sentido, as interações dos alunos e a coleta de informações, que permitam promover melhorias no aprendizado, porém poucos trabalhos as relatam de forma visual em uma linha do tempo.

## **Definição do Problema**

Com o surgimento de novas metodologias tecnológicas de ensinar e aprender, muitos estudos e pesquisas vêm mostrando a importância dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Para que essa importância continue sendo incorporada na melhoria desses ambientes e que os mesmos continuem contribuindo para o desenvolvimento educacional na sociedade, percebe-se com clareza que é necessário acompanhar e conhecer o fluxo de relações dos alunos por meio de ferramentas visuais.

Nesse sentido, é possível identificar alguns métodos e técnicas que estão sendo desenvolvidos e aplicados atualmente. Entretanto um grande percentual dessas tecnologias busca explicitamente acompanhar informações sobre os alunos, assim os dados coletados podem exibir situação real do aluno. Os autores anteriormente citados buscam observar, de maneira transparente, as atividades e interações realizadas pelos alunos com o intuito de buscar padrões de comportamento que possam elucidar possíveis problemas ou melhorias no ensino-aprendizado. Essa abordagem auxilia o professor no acompanhamento visual das interações dos alunos, porém poucos trabalhos buscam esclarecer ao professor essas interações de forma visual.

Esclarecendo melhor o problema proposto nesta pesquisa, consideremos o seguinte cenário: Um professor é responsável por um curso modalidade de Ensino a Distância, como por exemplo: Um curso é ministrado na modalidade a distância e é composto por um determinado número de alunos, que são monitorados por um ou vários professores que obviamente interagem no ambiente, assim colaborando com várias atividades no ambiente entre elas são: inserção, correção de atividades, cadastramentos de alunos e etc.

Em um determinado momento do curso, o professor decide analisar as interações entre os alunos. Diante da análise realizada, percebe-se que alguns alunos não interagiram, por motivos desconhecidos, podem ser por dificuldades

de relacionamento ou até mesmo por se encontrarem desmotivados com o curso. Esta realidade preocupou o professor, os alunos apresentaram um desempenho que precisa de atenção. Esse fator é preocupante e desafiador para o professor, por não poder realizar o acompanhamento desses alunos com baixo desempenho no curso, os quais podem acabar reprovados ou desistindo.

Pode-se observar que há várias ferramentas disponíveis atualmente no AVA Moodle. Todavia, não possuem uma maneira de acompanhar esses alunos por meio de uma ferramenta de *Data Visualization*, que possa subsidiar o professor a respeito das interações entre os estudantes.

Nesse contexto, se o professor possuísse em suas mãos uma ferramenta que o ajudasse no acompanhamento das interações estudantis, que a mesma possa apresentar baixo e alto nível de desempenho dos alunos no curso, o mesmo ia ter a possibilidade de utilizar estratégias de intervir pedagogicamente, assim evitando reprovações ou possíveis evasões.

Nessa perspectiva, surge a questão que norteia esta proposta: Como subsidiar o professor no acompanhamento visual das interações sociais dos alunos, possibilitando possíveis intervenções pedagógicas?

Com base na questão abordada anteriormente, foi desenvolvida, nesta pesquisa, uma ferramenta visual e estratégica mediada por agentes inteligentes em um AVA, onde é possível o monitoramento das interações, e apresente ao professor esses dados por meio de grafos e gráficos em uma linha do tempo. Com posse desta ferramenta, o professor provavelmente realizará intervenções pedagógicas, assim possibilitando uma avaliação das interações no ambiente.

Nesse aspecto, muitas técnicas são utilizadas, como por exemplo, o uso de grafos, redes neurais, agentes inteligentes, ontologias e outras. Além disso as unidades de aprendizagem também são representadas conforme cada trabalho como objetos de aprendizagem, atividades, questionários, vídeos, chat, fórum, módulos, conceitos entre outros (RAMOS et al. 2015; RAMOS; OLIVEIRA, 2015).

Portanto, a problemática abordada nesta pesquisa consiste em como subsidiar o professor, que utiliza um AVA cotidianamente como ferramenta de trabalho, acompanhar as interações sociais de seus alunos, de maneira visual, interativa e dinâmica e em tempo real.



## **Justificativa**

Esta proposta busca identificar e apresentar as interações sociais de modo que aconteçam de maneira natural no comportamento relacional do aluno. A partir da identificação relacional e interativa no ambiente virtual, pretende-se desenvolver uma ferramenta visual que auxilie o professor nesse processo de acompanhamento. A visualização das interações dentro do AVA pode auxiliar o professor de forma clara e mais simplificada, no monitoramento dos alunos, ao comparar as suas interações.

Para Moore e Kearsley (2011), uma das características para um bom monitoramento e avaliação, consiste em coleta de dados e sistema de relatório. Esse acompanhamento deve apontar sinais de alertas para quando o sistema está inoperante ou abaixo das expectativas. Isso vale para um aluno individualmente, ou um grupo de um tutor, ou de uma região ou globalmente.

A importância deste trabalho está presente no desenvolvimento de uma ferramenta constituída por agentes inteligentes que será acoplada em um AVA, com o propósito de possibilitar a formação de grafos e gráficos e uma linha do tempo das interações. Os dados apresentados de forma visual, quando solicitados são de fundamental importância para o professor/tutor. Por meio desses dados o professor poderá intervir e decidir estratégica e pedagogicamente, promovendo a socialização entre os estudantes.

Consequentemente, necessita-se de uma ferramenta que use técnicas de visualização de dados e Sistema Multiagente que atuem no monitoramento das interações no ambiente de aprendizagem, coletando e exibindo os dados e informações dos estudantes nos grupos de discussões, mensagens e nos fóruns, os dados capturados das interações realizadas pelos agentes inteligentes que serão apresentadas ao professor.

Portanto nessa perspectiva, esta pesquisa tem como seu macro objetivo proporcionar ao professor, uma estratégia de monitoramento das relações sociais, exibindo visualmente os dados para que o mesmo possa intermediar pedagogicamente no processo de ensino-aprendizagem.

## **Motivação**

Com o advento dos recursos tecnológicos disponíveis na Internet e da necessidade de os ambientes virtuais de aprendizagem auxiliarem adequadamente as interações sociais entre professores e alunos, a Internet, possui diversos recursos que são capazes de atender parte das necessidades e expectativas dos pesquisadores na modalidade de Ensino a Distância. Esses recursos podem auxiliar na promoção da educação, além de possibilitar a comunicação e informação entre alunos e professores.

Nesse contexto, os elementos motivadores desta proposta consistem: Segundo Alencar e Netto (2012), na utilização de agentes com técnicas de Inteligência Artificial (IA) em Ambientes de Ensino e Aprendizagem (AEA) possibilita uma maior flexibilidade e adaptabilidade, melhora a cooperação entre os agentes.

A visualização de informações permite a apresentação de dados em formas gráficas de modo que o usuário possa utilizar sua percepção visual para melhor analisar e compreender as informações (GERSHON, N. e EICK, S. G. 1997). Quando esses dados correspondem a medidas associadas a objetos físicos, fenômenos ou posições num domínio espacial, costuma-se referir a esse conjunto de técnicas como visualização de dados científicos, enquanto a visualização de informações trata dados abstratos como relacionamentos ou informações inferidas a partir dos dados mensurados (CARD et al. 1999).

Wooldridge (2009) afirma que um Sistema Multiagente (SMA) caracteriza-se por ser um sistema onde vários agentes atuam em conjunto sobre um ambiente na busca da resolução de um problema. Dessa maneira, eles podem desenvolver atividades relacionadas à sua especialidade de acordo com o uso de seu conhecimento e habilidades.

Diante do exposto, compreendendo a importância do acompanhamento das interações sociais entre os alunos de forma visual, observando-se uma ferramenta que subsidiasse o professor para tal fim, entende-se como promissor o desenvolvimento da ferramenta iTimeline para monitoramento das interações mencionadas anteriormente, com apoio de agentes inteligentes, para a promoção do ensino e da aprendizagem.

## **Objetivos**

Com base na pesquisa realizada sobre como as interações sociais são mapeadas e representadas no contexto dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, foram identificados os seguintes objetivos.

### **Objetivo Geral**

Desenvolver uma ferramenta que monitore as interações sociais dos estudantes em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, possibilitando aos professores visualizá-las por meio de grafos e gráficos, assim proporcionando ao professor um melhor monitoramento de seus alunos.

### **Objetivos Específicos**

Este trabalho enumera os seguintes objetivos específicos a seguir:

- (1) Desenvolver uma linha do tempo com as informações capturadas pela ferramenta no AVA;
- (2) Integrar a ferramenta a um Ambiente Virtual de Aprendizagem;
- (3) Identificar e extrair os dados referentes às interações sociais das mensagens e dos fóruns de discussão no Ambiente Virtual de Aprendizagem;
- (4) Representar visualmente as interações dos alunos por meio de grafos e gráficos;

## **Metodologia da Pesquisa**

Para o desenvolvimento deste trabalho, subdividimos a pesquisa em três fases. São elas:

A primeira fase foi realizada uma revisão bibliográfica para identificar os trabalhos relacionados com a pesquisa. Todavia, esta revisão proporcionou uma previsão de como se encontra o Estado da Arte, referente aos trabalhos

relacionados às interações sociais entre os estudantes e a utilização de técnicas de *Data Visualization* e de agentes inteligentes em AVA.

Na segunda fase, tratou-se do desenvolvimento e implementação da ferramenta proposta, utilizando como base os dados obtidos na fase anterior. Também foi realizada uma pesquisa de campo, onde foram coletados dados em um AVA, por um período completo de atividades em uma turma real. Os dados foram coletados, organizados e analisados.

Na terceira fase, a ferramenta passou por testes diversas vezes. Todavia, os dados já organizados passaram por análises para a geração de um modelo baseado em uma linha do tempo. Em seguida, foi desenvolvida uma ferramenta que analisa o modelo produzido pelo passo anterior e representa visualmente as interações entre os alunos.

A abordagem foi aplicada em um ambiente virtual, por meio do desenvolvimento de um *plugin*, onde foram analisados os dados gerados pela ferramenta. Como metodologia de investigação foi utilizado nesta pesquisa o estudo de caso. Foram realizados testes em uma turma simulada e também em uma turma real. Por fim, os testes simulados possibilitaram projetar a arquitetura, que por sua vez passou por algumas melhorias. A abordagem foi adequada às situações reais que apareceram no desenvolvimento desta pesquisa.

## **Organização do Trabalho**

Esta dissertação está dividida em seis capítulos, a saber:

O Capítulo 1 faz uma abordagem introdutória, apresentando a definição do problema, justificativa, motivação, os objetivos e a metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa.

O Capítulo 2 demonstra uma breve fundamentação teórica, tendo como objetivo principal mostrar teorias a respeito dos temas abordados na pesquisa. Nesse contexto, foi realizada uma explanação a respeito de Educação a Distância, Ambiente Virtuais de Aprendizagem, A importância das Interações no Processo de Ensino-Aprendizagem, A Importância da *Data Visualization*, Grafos, Gráficos, Agentes Inteligentes e Metodologia MASE.

O Capítulo 3 menciona alguns trabalhos correlatos, que são estudos que possuem foco semelhante com esta pesquisa. Foram demonstrados os

resultados que estes trabalhos obtiveram, e suas contribuições para o meio acadêmico.

O Capítulo 4 apresenta uma visão geral do sistema e o seu processo de desenvolvimento, assim como também as tecnologias que foram utilizadas. Já no capítulo 5 são apresentados os experimentos realizados para validação desta pesquisa.

No Capítulo 6 são abordadas as conclusões e contribuições deste projeto. Finalmente, podemos analisar as referências bibliográficas utilizadas para realização deste trabalho.

## Capítulo 2

### Fundamentação Teórica

Este Capítulo tem por objetivo contextualizar a proposta, apresentando teorias a respeito dos temas abordados na pesquisa que sustentam o desenvolvimento deste trabalho. Nesse contexto, será realizada uma explanação a respeito de Educação a Distância, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Interações Sociais, A importância das Interações no Processo de Ensino-Aprendizagem, A Importância da *Data Visualization*, Grafos, Gráficos, Agentes Inteligentes e Metodologia MASE.

#### Educação a Distância

A tecnologia tem avançado muito nos últimos anos, assim também, como os novos meios de comunicação que trazem consigo um olhar tecnológico e transformador no processo de disseminar o conhecimento. Atualmente, podemos identificar algumas modalidades de educação. São elas: a educação na modalidade presencial (onde todos os alunos devem estar presentes em um ambiente), semipresencial (onde parte do curso é ministrada presencialmente, outra a distância), e a Educação a Distância modalidade esta ministrada totalmente a distância.

Com a existência da educação na modalidade a distância, segundo (KENSKI, 2008) ela iniciou no Brasil por meio das rádios no Rio de Janeiro, onde, em 1923, já eram transmitidos cursos. Em sua evolução, a EaD realizou o ensino por correspondência, multimídia, teleconferências e, agora, aulas transmitidas pela Internet.

Neste contexto, a tendência é que as fronteiras entre educação presencial e a distância cada vez mais percam demarcações geográficas. Alguns cursos a distância recorrem as atividades presenciais como estratégias para obter melhor rendimento, aumentando o sentimento de fazer parte de um grupo, o que pode ser decisivo para evitar a evasão.

Nas últimas décadas, a Educação a Distância (EAD) tomou um novo impulso que favoreceu a disseminação do acesso à educação em diferentes níveis e formas de interação e aprendizagens. Os processos estão, cada vez

mais, se articulando através dos AVAs. No contexto acadêmico, esta realidade cria novas oportunidades para os educadores compartilharem com os alunos o acesso às informações e trabalharem de forma cooperativa (FRANCISCATO et al. 2008).

De acordo com Faria e Salvadori (2010), a EaD é uma modalidade de ensino que cada vez mais está se destacando no cenário atual, principalmente porque se adapta às diferentes realidades dos alunos que procuram formação mediante este meio. Não se trata de uma forma facilitada de conseguir títulos, muito menos de formação de baixa qualidade. Trata-se de um sistema que atende as necessidades de um público específico e está atingindo cada vez mais segmentos.

Além da tecnologia, outro elemento fundamental para o sucesso da Educação a Distância é a participação do professor como agente motivador e incentivador do ensino/aprendizagem. Sem uma efetiva participação do professor, tutor em EaD, as possibilidades de sucesso são diminuídas substancialmente, pois os acadêmicos tendem a se sentirem abandonados e sem motivação para superar as dificuldades inerentes ao processo de educação e aprendizagem (BARBOSA e REZENDE, 2006; SARMET e ABRAHÃO, 2007).

## **Ambiente Virtual de Aprendizagem**

Segundo Boff (2008), os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) são projetados para viabilizar o processo de construção do conhecimento. Diferentemente do software convencional, que busca facilitar a realização de tarefas pelo usuário. Os ambientes para aprendizagem incorporam a complexidade de flexibilizar diferentes formas do usuário (aluno) fazer relações, apreender e praticar conteúdos e colaborar.

De acordo com Mckimm et al. (2003), o AVA consiste em um conjunto de ferramentas eletrônicas voltadas ao processo ensino-aprendizagem. Onde os principais componentes incluem sistemas que podem organizar conteúdos, acompanhar atividades e fornecer ao estudante um suporte *online* e comunicação eletrônica.

A Educação a Distância pode ser definida como um aprendizado planejado onde alunos e professores estão em locais diferentes interagindo por

meio de alguma tecnologia, como meio de comunicação único ou principal, para transmitir informações (MOORE e KEARSLEY, 2011).

Atualmente, a EaD, por meio do uso da conexão à Internet, cresce demanda por ferramentas específicas para promover o gerenciamento do ensino-aprendizagem a distância, devido à necessidade veio o surgimento dos importantes sistemas de *e-learning* e mais conhecidos como Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Ambiente Virtual de Aprendizagem ou Ensino-Aprendizagem (AVA), também conhecido como LMS (*Learning Management System*) ou VLE (*Virtual Learning Environment*), de acordo com (NINORIYA et al. 2011) é uma ferramenta que permite o gerenciamento de cursos online, registro de alunos e a avaliação de seus resultados de aprendizagem.

Teleduc, Sakai, Blackboard, eFront, WebCT e o E-proinfo são alguns exemplos. Na atualidade existem diversos AVAs, onde podemos encontrar uns pagos, outros gratuitos. Entre os gratuitos e de código aberto está o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, conhecido como Moodle.

O Moodle é utilizado em diversas universidades no mundo inteiro, e uma delas é a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) em seus cursos ofertados pelo Centro de Educação a Distância (CED), e outras unidades acadêmicas.

O Moodle suporta diversos formatos de curso, como por exemplo: semanal ou por tópicos, sendo este último mais comum. Para o conteúdo de um curso, podem ser adicionados o que o Moodle estabelece como recursos e atividades. Os recursos são conteúdos, em geral, estáticos, também chamados de materiais didáticos. As atividades são conteúdos que requerem uma participação mais ativa dos aprendizes, permitindo a interação entre eles e também podem ser utilizadas como ferramenta de avaliação pelo docente. Tarefas, chats, fóruns e questionários são exemplos de atividades (RAMOS, 2016).

## **Interações Sociais**

As interações sociais na perspectiva sócio-histórica permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante as interações sociais, conquista e confere novos significados e olhares para a vida



em sociedade e os acordos grupais. Assim, a interação de membros mais experientes com menos experientes de uma dada cultura é parte essencial da abordagem vygotskiana. É por meio do processo de internalização que as crianças começam a desempenhar suas atividades sob orientação e guia de outros e, paulatinamente, aprendem a resolvê-las de forma independente (VYGOTSKY, 1991).

Segundo Leffa (2003) a interação, na sua essência, parte, portanto, da ideia de contato, podendo ser definida como um contato que produz mudança em cada um dos participantes. Esse contato não precisa, necessariamente, ocorrer entre seres da mesma natureza; pode ocorrer entre seres de natureza diversa, como por exemplo, entre pessoas e objetos – mas sempre afetando a ambos.

Sobre a interação, é importante lembrar que não há a intenção de problematizar a questão da interação na aprendizagem. Tomamos a relevância da interação interindividual como um pressuposto, com base em autores como Vygotsky (1991) e Piaget (1973), e buscamos observar, durante a análise, se os movimentos interativos se relacionam com os sistemas complexos, bem como a maneira por meio da qual se dá tal relação.

Ellis (1999) diz que a interação pode ser vista como um comportamento social que ocorre quando uma pessoa se comunica com outra. A interação neste sentido é interpessoal. Pode ocorrer face a face, caso em que geralmente acontece através do meio oral, ou pode ocorrer como atividade deslocada, caso em que geralmente envolve o meio escrito.

Portanto a interação social para Dias (2008), pode-se ser entendida como um aspecto necessário para a aprendizagem, se estabelece e persiste quando os aprendizes constituem um sistema complexo que, por sua vez, é originado e sustentado pelo benefício recíproco que tais aprendizes encontram na relação interativa.

## **A importância das Interações no Processo de Ensino-Aprendizagem**

Com os crescentes avanços tecnológicos, a EaD tem se tornado uma nova modalidade de ensino-aprendizagem, mediada pelos suportes, recursos e

tecnologias digitais, presentes em sistemas de ensino presenciais, semipresenciais ou totalmente a distância.

A interação que ocorre na EaD deve ser vista como um fenômeno pedagógico e não simplesmente como uma mera questão de distância geográfica. A distância física conduz uma lacuna na comunicação, um espaço psicológico de concepções errôneas potenciais entre instrutores e alunos, que precisa ser suplantado por técnicas especiais de ensino. A superação da distância se dá por meio de procedimentos diferenciadores na elaboração da instrução e na facilitação da interação (MOORE, 2007).

Santos e Oliveira (2011), a Educação a Distância (EaD) se apresenta como uma inovação para suprir algumas carências na educação, relacionadas ao acesso à escolaridade, devido aos contextos sociais em que as pessoas se encontram, tornando o ensino mais abrangente.

Segundo Fuks et al. (2005), a comunicação envolve a negociação de compromissos e o conhecimento. Por intermédio do monitoramento o professor pode identificar grupos que lidam com conflitos e se organiza para evitar que os esforços de comunicação e de cooperação sejam perdidos. A Educação a Distância, incrementada por recursos que permitem a comunicação e a realização de atividades, promovem a construção de uma cultura informatizada e um saber cooperativo e colaborativo, por ações que privilegiam a interação (LIMA e SAUER, 2006).

A EaD transcende a relação física entre educadores e aprendizes, neste processo de ensinar e aprender, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem transformam a maneira de educar. Consequentemente, criando uma ampliação em espaços geográficos e tempos que diferem dos marcados pela aprendizagem tradicional forma de educar em uma sala de aula, assim atendendo diversos públicos que cada vez mais procura essa nova modalidade educacional.

Segundo Lima (2015), a Educação a Distância pode ajudar na construção do saber autônomo do aluno, pois quando este possui parte do seu tempo sem contato físico com o professor, possui maior poder de autonomia e flexibilidade para a realização de seus trabalhos.

Essas ferramentas proporcionam inúmeros benefícios, mas ainda 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).

## **A importância da *Data Visualization***

A *Data Visualization* é uma das áreas da tecnologia da informação que vem se destacando muito nos últimos anos, e surge como uma metodologia muito utilizada para visualizar e analisar dados. Este método visual envolve a criação de um estudo representativo dos dados. Um dos principais objetivos da visualização de dados é comunicar a informação de forma clara e efetiva por meio de grafos e gráficos.

A visualização da informação instancia um elo entre dois importantes sistemas de processamento de informações: a mente humana e o computador. Visualização refere-se ao processo de transformar dados, informação e conhecimento em uma forma de apresentação visual, passível de ser interpretada com facilidade pelas pessoas. Através de interfaces visuais eficientes, as pessoas podem tratar grandes volumes de dados, de maneira rápida e efetiva, chegando a descobrir características, padrões e tendências que, à primeira vista, não seriam identificadas. Tais interfaces são fundamentais na sociedade atual, em que as pessoas necessitam lidar com quantidades cada vez maiores de informações, incluindo grandes volumes de dados complexos, para tomadas de decisão (KIRNER, 2000; GERSHON, 1998).

A visualização da informação torna-se responsável por mapear conjuntos de dados disponíveis, muitas vezes, em formato baseado em texto (incluindo descrições textuais, informação numérica mostrada em tabelas, etc.), representando-os em um formato visual, visando assistir os usuários na exploração e entendimento de tais conjuntos de dados (CARLIS, 1998; GERSHON, 1997). Apresentações visuais são mais atraentes, concisas, amigáveis e de entendimento intuitivo por parte dos usuários.

Masud et al. (2010) consideram visualizações no domínio mais amplo de comunicação e define um modelo capaz de levar em conta o contexto em que

visualizações atuam como ferramentas de comunicação. Nesse sentido, o autor anteriormente mencionado identifica os dados, informações, um contínuo conhecimento como o elemento chave para uma estrutura que considera a visualização como um processo e não como um produto.

Nessa perspectiva, o objetivo principal de visualizar dados é comunicar e informar de forma clara, objetiva e eficiente para os usuários através dos gráficos estatísticos, infográficos e tabelas. A metodologia de visualização de dados ajuda os professores analisar e raciocinar sobre os dados verificando a veracidade dos dados complexos mais acessíveis, compreensíveis e utilizáveis.

De acordo com Tervakari et al. (2014), ferramentas analíticas visuais podem ajudar os professores a tomar decisões sobre estratégias pedagógicas possíveis, orientação educacional, ações e intervenções que podem ser usados para promover e apoiar a participação e a atividade dos alunos.

As visualizações dos dados podem apoiar os professores no sentido de facilitar a aprendizagem dos alunos, fornece orientações de instrução quando necessário, avaliar estudante, desempenho de aprendizagem, e avaliar a qualidade de ensino de um curso on-line (TERVAKARI et al. 2014).

Contudo, a velocidade em que os dados são gerados teve avanço significativo. Todavia, o processamento, a análise e comunicação desses dados mostram uma variedade de desafios éticos e analíticos para a visualização de dados. O campo da ciência de dados, cujos profissionais são chamados cientistas de dados, surgiu para ajudar a enfrentar novos desafios.

## **Grafos**

A teoria dos grafos estuda objetos combinatórios — os grafos — que são um bom modelo para muitos problemas em vários ramos da matemática, da informática, da engenharia e da indústria. Muitos dos problemas sobre grafos tornaram-se célebres porque são um interessante desafio intelectual e porque têm importantes aplicações práticas (FEOFILOFF et al. 2011).

Atualmente a tecnologia da informação tem obtido muitos avanços em suas áreas, e uma delas é a visualização da informação. Ao representar um universo gigantesco com diversos tipos de dados, imagine a interação entre continentes, a interação entre as informações de diversos sistemas.

A visualização das informações hoje pode ser representada de várias maneiras, uma das representações mais utilizadas são as gráficas a partir da teoria de grafos. A partir disso é fundamental vislumbrarmos esta possibilidade de aplicar a teoria para a representação das interações sociais em AVA.

Na estrutura proposta por Scott (1991), a teoria de grafos é enfatizada como a última etapa para a análise das redes sociais e, portanto, o modelo de representação de todas as relações existentes. Para as ontologias este processo é semelhante, sendo que a sua função é representativa e visual, bem como na última etapa, no momento da exposição de classes, propriedades e objeto real.

A teoria de grafos, há algum tempo, tem se desenvolvido e aprimorado suas técnicas de visualização das relações. A teoria de grafos é um conjunto de elementos, chamados de vértices de arestas. (DIESTEL, 2000).

Os grafos podem contribuir, com diversas áreas do conhecimento como: engenharia de produção, trânsito, naval, aérea, em estudos de controle de fluxo, mapeamento de redes elétricas e de computadores, pesquisas que envolvem a medicina entre outras. Neste trabalho, os grafos são utilizados para representar visualmente as interações sociais no AVA Moodle.

O aspecto dentro da teoria de grafos irá utilizar seu atributo de visualização da informação para análise de redes (FREEMAN, 2000), definidos por terem técnicas que estão intimamente ligadas à ponderação de sociogramas (BRANDES et al. 1999).

## **Gráficos**

A área de Visualização das Informações é um campo emergente de pesquisa que se preocupa com a construção de representações visuais de dados abstratos de forma a facilitar o seu entendimento e/ou ajudar na descoberta de novas informações contidas nos mesmos (NASCIMENTO e FERREIRA, 2005).

A informação visual de fato é muito utilizada na atualidade. Para a informação ou análise de um fato ou de uma ideia empregam-se gráficos muitas vezes com valores percentuais. No entanto, o homem iniciou sua comunicação através de figuras e, posteriormente, usou a escrita. As tabelas e os gráficos fornecem rápidas e seguras informações a respeito das variáveis em estudo,

permitindo determinações administrativas e pedagógicas mais coerentes e científicas (CRESPO, 2002).

De acordo com Martinelli (2003), “Dados são fatos; em si não trazem grande significado; só depois que eles forem de alguma forma agrupados ou processados é que poderemos ver o significado ser revelado”. Na pesquisa social ou na investigação do meio físico, existem diferentes critérios e maneiras de classificarmos os dados estatísticos.

Para Pinker (1990), ao ler um gráfico aciona-se uma série de processos que estão ligados à capacidade cognitiva do leitor: o processo de reconhecimento, que reconhece um gráfico como pertencendo a um tipo particular; o processo de montagem da mensagem, que cria uma mensagem conceitual (informação disponível a ser extraída); o processo de interrogação, que recupera ou codifica uma nova informação baseada numa questão conceitual (informação desejada) e o processo inferencial, que aplica as regras da inferência lógica e matemática para as entradas da mensagem conceitual.

A informação gráfica dos dados torna-se objetiva por sua forma rápida e concisa diante da rapidez com que podem ser analisados os dados, permitindo-se chegar a conclusões sobre a evolução ou regresso sobre os valores.

## **Agentes Inteligentes**

Um Agente Inteligente (AI) é definido por Russel e Norvig (2013), como uma entidade autônoma, capaz de interagir com o ambiente, com outros AIs, cooperando ou, até mesmo, competindo entre si e de tomar decisões sem a interferência de um sistema ou de seres humanos.

A área de Sistemas Multiagente (SMA) estuda o comportamento de um grupo organizado de agentes autônomos que cooperam na resolução de problemas que estão além das capacidades de resolução de cada um individualmente. Duas propriedades, aparentemente contraditórias, são fundamentais para os SMA: a autonomia dos agentes e sua organização (BOISSIER, 2002).

Para Wooldridge (2009), agentes são sistemas computacionais capazes de ações autônomas em algum ambiente, com a finalidade de alcançar seus

objetivos de projeto. Quando empregados em um sistema, o autor ainda define que os AIs devem possuir as seguintes características:

- **Autonomia:** capacidade de executar ações sem intervenção direta do ser humano ou outro sistema;
- **Habilidade Social:** capacidade de interagir com outros agentes para satisfazer seus objetivos;
- **Reatividade:** capacidade do agente perceber mudanças no seu ambiente e determinar as ações a serem tomadas conforme essas mudanças;
- **Pró-atividade:** os agentes procuram tomar decisões, de forma a satisfazer seus objetivos.

Um agente é uma entidade lógica ou física à qual é atribuída uma certa missão que ela é capaz de cumprir de maneira autônoma e em coordenação com outros agentes (BRIOT e DEMAZEAU, 2002).

Essas características são importantes para o desempenho de AEAs que utilizem AIs ou SMA, pois, proporcionam as habilidades de cooperação, coordenação e negociação entre os agentes, fazendo com que seus objetivos individuais e globais, dentro de um ambiente, possam ser alcançados.

De acordo com Souza (2011), 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. Quanto ao desenvolvimento de agentes em SMAs, os agentes são inseridos em ambientes, onde com o uso de seu conhecimento e habilidades, podem desenvolver atividades relacionadas à sua especialidade (BATISTA, 2008).

Segundo Netto (2006), a abordagem multiagente proporciona um desempenho melhor quando aplicado em um sistema. O autor relaciona isso a comunicação e cooperação que ocorrem entre os agentes. E para que exista a cooperação, além da comunicação, cada AI deve possuir auto-definição de suas funcionalidades, de suas características operacionais e do escalonamento de suas tarefas.

## **Metodologia MASE**

A metodologia MaSE (*Methodology MultiAgent System Engineering*) (DELOACH e WOOD, 2001) é uma metodologia voltada para o paradigma de agentes. Destaca-se como principal objetivo o ciclo de vida do desenvolvimento 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).

A metodologia MaSE destaca alguns passos e fases que correspondem ao processo de desenvolvimento dos agentes. Esses passos e fases podem ser melhores explorados nos trabalhos de (LIMA, 2015; XAVIER, 2015). Esta 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).

## **Conclusões do Capítulo**

Neste Capítulo foram relatados conceitos e definições disponíveis na literatura sobre os temas explorados nesta seção, que serviram de sustentação para o seu desenvolvimento. As referências bibliográficas citadas neste Capítulo são apenas uma pequena parcela deste referencial teórico e que será explorado mais adiante.

No Capítulo a seguir serão identificados os trabalhos correlatos que envolvem as áreas do conhecimento abordadas neste trabalho.



## Capítulo 3

### Trabalhos Correlatos

Após a definição da temática desta pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica abordando assuntos como: *Data Visualization* e Interações Sociais em AVAs. Para conhecer o Estado da Arte, optou-se por realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que foi estruturada segundo o modelo introduzido por (KITCHENHAM, 2004). A seguir, é apresentado um resumo dos resultados da RSL de (NETO et al. 2016) e alguns trabalhos correlacionados.

#### Revisão Sistemática

Segundo os critérios de Kitchenham e Charters (2007), que descrevem os passos necessários para a condução de uma RSL, buscamos encontrar pesquisas atuais e relevantes que contribuam para a realização de futuras pesquisas, que possam direcionar o ensino e aprendizagem no contexto da EaD. Além disso, foram analisadas publicações científicas, com o propósito de caracterizar e identificar técnicas utilizadas para desenvolver sistemas que auxiliem no ensino e na aprendizagem em AVAs.

A RSL é uma técnica de pesquisa baseada em evidências da literatura científica, conduzida formalmente, seguindo as fases de um protocolo bem definido. Tais fases incluem a realização de atividades, planejamento, execução e de resultados que possam responder às questões de pesquisa definidas. As buscas dos artigos foram realizadas por meio da submissão de *strings* às bases de dados indexadas em máquinas de busca digitais (NETO et al. 2016).

#### Objetivos

Essa RSL tem como objetivo principal seguir o protocolo definido pelo GQM (*Goal-Question-Metric*) desenvolvido por (BASILI et al. 1994), no qual define alguns métodos a serem coletados, a fim de atender alguns objetivos. Os objetivos desta RSL estão destacados no Quadro 1.

**Quadro 1: Objetivo conforme paradigma GQM**

<b>ANALISAR</b>	Publicações científicas.
<b>COM O PROPÓSITO DE</b>	Caracterizar e analisar.
<b>EM RELAÇÃO A</b>	Realizar um levantamento do estado da arte existente nas diversas literaturas, que tenham como finalidade analisar as interações sociais entre os participantes em um curso EaD, por intermédio de uma abordagem multiagente utilizando técnicas de <i>Data Visualization</i> .
<b>DO PONTO DE VISTA DOS</b>	Dos pesquisadores.
<b>NO CONTEXTO</b>	Acadêmico.

## Questão de Pesquisa

Quais as pesquisas que foram desenvolvidas para analisar as interações sociais, utilizando técnicas de *Data Visualization* para visualização de dados entre os estudantes em Ambiente Virtual de Aprendizagem?

## Questões Secundárias de Pesquisa

A fim de responder à questão principal de pesquisa e de identificar quais as características, técnicas e critérios utilizados nos trabalhos, as questões secundárias que apoiam a pesquisa são:

- Quais foram as ferramentas utilizadas para identificar e coletar as interações dos estudantes no AVA?
- Quais as técnicas e os métodos de visualização de dados que foram utilizados para analisar as interações entre os estudantes?

## Estratégia de Busca

As buscas foram realizadas nas Bibliotecas digitais: SCOPUS, IEEE Xplore e ACM *Digital Library*. Já as buscas manuais foram realizadas em eventos e conferências que atendem requisitos para esta pesquisa e estudos importantes na área de Informática na Educação, entre eles destacamos: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Simpósio Brasileiro de Sistemas

Colaborativos (SBSC), Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE) e Workshop de Informática na Escola (WIE).

## Idiomas

Os idiomas escolhidos para realizar esta busca nas bibliotecas digitais e nas buscas manuais foram o Inglês e o Português, sendo que o Inglês foi utilizado nas bibliotecas por ser um idioma adotado na maioria das conferências e periódicos existentes atualmente que se relacionam com o presente tema desta pesquisa. Para as buscas manuais, foi utilizado o idioma de acordo com cada conferência ou evento anteriormente citados.

## Expressão de Busca

A expressão de busca foi definida após a execução de inúmeros testes, baseados em artigos de controle. A composição básica da expressão de busca possui a seguinte estrutura: Para a busca na biblioteca digital *Scopus*, as aspas (") foram substituídas por chaves ({}), conforme orientação obtida na própria máquina de busca. Além disso, para ambas as fontes, os plurais das palavras-chave também foram utilizados, assim seguindo a formatação de cada biblioteca.

A *string* geral, submetida às bibliotecas digitais é exibida a seguir, no formato de expressão lógica, utilizando os operadores *OR* e *AND*. Ela foi devidamente ajustada para cada mecanismo de busca utilizado de acordo com as características e especificidades das mesmas. Desta forma a *string* de busca utilizada foi:

((*{virtual learning environment}* OR *{learning management system}* OR *{E-learning}* OR *{moodle}* OR *{interactions relations groups}* OR *{interaction analysis groups}* OR *{social network analysis}* OR *{Timeline}*) AND (*{multi-agents systems}* OR *{intelligent agent}* AND *{data visualization}* OR *{information visualization}*)).

Com o propósito de eliminar estudos considerados desnecessários para as questões de pesquisa, as seguintes restrições foram adotadas: artigos que não estavam escritos na língua inglesa e portuguesa, artigos duplicados, sem a versão completa e artigos que não foram publicados em periódicos ou anais de

conferências. Com o intuito de facilitar a busca e a seleção desses artigos, foram definidos alguns critérios de inclusão e exclusão, os critérios adotados encontram-se no Quadro 2:

**Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão**

<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Critérios de Exclusão</b>
<b>CI1:</b> Artigos disponíveis na íntegra para download.	<b>CE1:</b> Não serão selecionadas publicações que não atendem aos critérios de inclusão.
<b>CI2:</b> Artigos de conferências ou periódicos.	<b>CE2:</b> Artigos que não apresentam uma ferramenta ou aplicação, ou seja, artigos teóricos e de mapeamentos sistemáticos são desconsiderados.
<b>CI3:</b> Podem ser selecionadas publicações que apresentam Sistemas Multiagente e técnicas de visualização de dados em Ambientes Virtual de Aprendizagem	<b>CE3:</b> Artigos duplicados ou restritos.
<b>CI4:</b> Podem ser selecionadas publicações que envolvam visualização da informação no processo de ensino e aprendizagem em ambientes virtuais.	

Ao realizar as buscas nas bibliotecas mencionadas na Tabela 1, obtivemos um resultado total de 269 artigos. Na primeira análise avaliativa identificamos os artigos pagos totalizando 17. Em seguida foi realizada uma leitura do título e do *abstract* (resumo) dos artigos restantes no total de 252, sendo que desses 252 artigos restaram somente 46 para a próxima fase de análise. Para análise do 1º filtro, realizamos uma leitura da introdução e conclusão dos 46 artigos. Já no 2º filtro restaram 18 trabalhos onde foram realizados os procedimentos do 1º filtro mais leitura parcial nas seções identificadas como relevantes para pesquisa. Todavia, para o 3º filtro restaram 8 artigos que foram lidos na íntegra para a identificação das informações relevantes para o desenvolvimento da pesquisa.

**Tabela 1: Resultados retornados através da string de busca.**

<b>Bibliotecas Digitais</b>	<b>String de busca</b>	<b>Pago</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>	<b>3º Filtro</b>
IEEE	170	-	33	12	5
SCOPUS	51	6	8	4	2
ACM	39	11	5	2	1
TOTAL	269	17	46	18	8

## **Extração das Informações**

Para a extração das informações, baseamo-nos em fornecer um conjunto de respostas inerentes para cada questão de pesquisa que foram definidas anteriormente. Este procedimento de extração dos dados assegura a aplicação utilizada para todos os artigos selecionados e conseqüentemente facilita na classificação dos mesmos, obtendo desta forma um resultado satisfatório e relevante nesse processo de extração.

Diversos trabalhos fazem uma análise das interações dos usuários na plataforma AVA. Todavia, por meio das análises realizadas em outros trabalhos, além dos mesmos possuírem as características anteriormente citadas, também utilizam agentes inteligentes, possibilitando maior agilidade na coleta de dados e viabilidade do sistema.

Diante dos resultados obtidos, foram extraídos dados considerados básicos para esta RSL como: título, autores, local de publicação, ano de publicação, palavras-chave e também dados relativos às características que auxiliaram na resposta da questão de pesquisa. São eles: técnicas de visualização de dados utilizadas nos trabalhos, AVA utilizado, público-alvo no trabalho, tipo da pesquisa, como as interações são representadas, se a ferramenta da publicação apresentada recomenda análises das interações sociais dos alunos e o emprego de técnicas para visualização dos dados.

Investigating Interactions in a Virtual Learning Environment through Social Network Analysis (SACERDOTE e FERNANDES, 2013).

Este trabalho analisa as interações entre os participantes de um Ambiente Virtual de Aprendizagem, utilizado como apoio às aulas presenciais de graduação. Os dados analisados nesta pesquisa, foram coletados das atividades executadas pelos usuários, troca de mensagens e nos fóruns de discussões por meio do método exploratório de Análise de Redes Sociais e utilizou também, os arquivos de registros de atividades individuais geradas pelo ambiente.

Os resultados demonstram que as interações nos fóruns de discussão ocorreram somente entre os alunos, o que se atribui à modalidade de ensino. Os

alunos mais centrais permaneceram nessa posição ao longo da disciplina. Houve similaridade nas interações dos indivíduos proeminentes. O uso dos recursos do ambiente pelos alunos mais proeminentes foi superior aos demais da turma, embora o aluno que mais utilizou os recursos não tenha sido o mais proeminente.

O emprego da análise nas interações e do uso de recursos no AVA, como informações estratégicas para a avaliação de classes e indivíduos, pode favorecer projetos de ambientes adequados para o atendimento da necessidade do usuário, no processo de ensino e aprendizagem em ambientes apoiados pelas tecnologias da informação e comunicação.

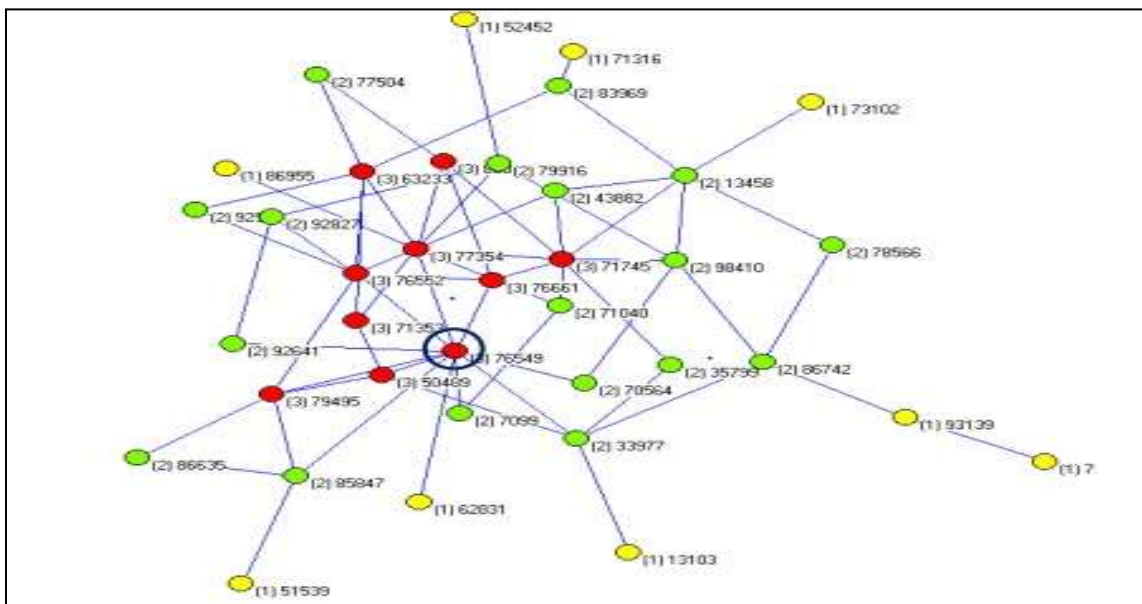


Figura 1: Grafo das trocas de mensagens nos fóruns (SACERDOTE e FERNANDES, 2013).

As interações neste trabalho são identificadas e classificadas para análises. Todavia, este processo analítico e avaliativo corresponde às técnicas projetadas para este estudo, o autor também descreve as categorizações das interações, atribuindo à modalidade de ensino.

### Um Sistema Multiagente para Caracterizar as Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (LIMA, 2015).

O trabalho de Lima (2015) apresenta uma estratégia baseada numa arquitetura multiagente, tendo como objetivo analisar as interações entre os

estudantes que ocorrem nos fóruns e nas mensagens de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e exibir essas informações ao professor sob a forma de sociograma ou tabela.

Desta forma, o professor pode acompanhar as interações de seus alunos dentro do curso e adotar táticas que promovam a inserção social. Como prova de conceito, foi elaborado e testado um sistema para avaliar a abrangência da proposta, e verificou-se que esta abordagem auxilia o professor a promover a socialização entre os estudantes e é um meio de construir o conhecimento do aluno.

De acordo com a autora, 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.

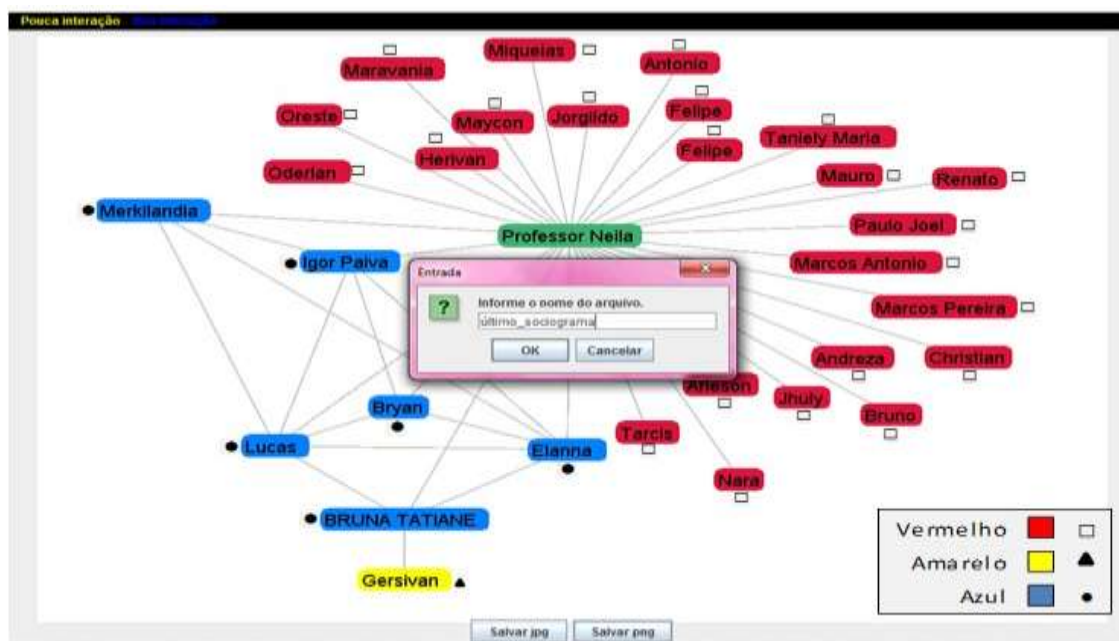


Figura 2: Sociograma (LIMA, 2015).

Por fim, as interações segundo a autora 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.

### Um Experimento com Agentes de Software para Monitorar a Colaboração em uma Turma Virtual (JAQUES, 1997).

Este trabalho relata um experimento, utilizando uma arquitetura multiagente para realizar o monitoramento das ferramentas de comunicação em um ambiente de ensino a distância. Esse estudo analisa as discussões que se encontram em andamento nas ferramentas de lista de discussão, chat e newsgroup, disponibilizando ao professor informações estatísticas (percentual de participação dos alunos e número de mensagens trocadas), e identificando possíveis associações nas interações, tais como, tópicos e subtópicos que interessam ao aluno, grupos de alunos que interagem mais entre si.

ALUNO= INGRID Nro. Total Mensagens do Aluno= 19

1. assunto		4	16. máquina		2
2. atualizar		1	17. memória	ram,	1
3. aula		1	18. menu		1
4. começar		1	19. optamos		1
5. compactação		1	20. pergunta		1
6. computador	terminal, software, hardware,	9	21. periférico	teclado, video, mouse,	3
7. conecta		1	22. pesa		1
8. desenhar		1	23. pesquisa		1
9. encontra		1	24. programa	linguagem,	1
10. funciona		1	25. recebamos		2
11. gerenciam		1	26. salda		1
12. grava		1	27. selecionar		1
13. hardware	Periférico, memória,	6	28. Silício		1
14. impressora		1	29. Software	programa,	2
15. linguagem	c,	1	30. Troca		1

Figura 3: Um exemplo de análise individual dos alunos (JAQUES, 1997).

Neste trabalho as interações dos alunos, são capturadas pelos agentes determinados para tal papel. O modo de visualização das interações é representado por tabelas como destacado na Figura 3, por isso através desse mapeamento a análise do grupo de assuntos mostra ao professor os assuntos tratados. Isto pode ser observado pelo número de mensagens trocadas que contém estas palavras, embora essas informações fiquem um pouco dispersas



no meio de outras palavras que não exprimem tão fielmente o conteúdo das mensagens.

O professor pode verificar que um aluno participou pouco tanto pelo número de mensagens, como também pela descrição dos assuntos tratados que aparece na análise. Uma outra análise realizada pelos agentes busca identificar grupos de alunos que discutem sobre um determinado assunto, identificando os sub-assuntos discutidos pelo aluno.

### Usefulness of Information Visualizations Based on Educational Data Tervakari et al. (2014).

O trabalho de Tervakari et al. (2014) mostra resultados de um estudo sobre a utilidade de cinco visualizações de dados educacionais implementadas em um curso on-line. As informações sobre as opiniões dos professores e alunos sobre a utilidade das visualizações foram coletadas por meio de uma pesquisa na Web. Para garantir que as visualizações fossem usadas corretamente durante o curso, seu uso também foi rastreado usando uma plataforma de análise da Web.

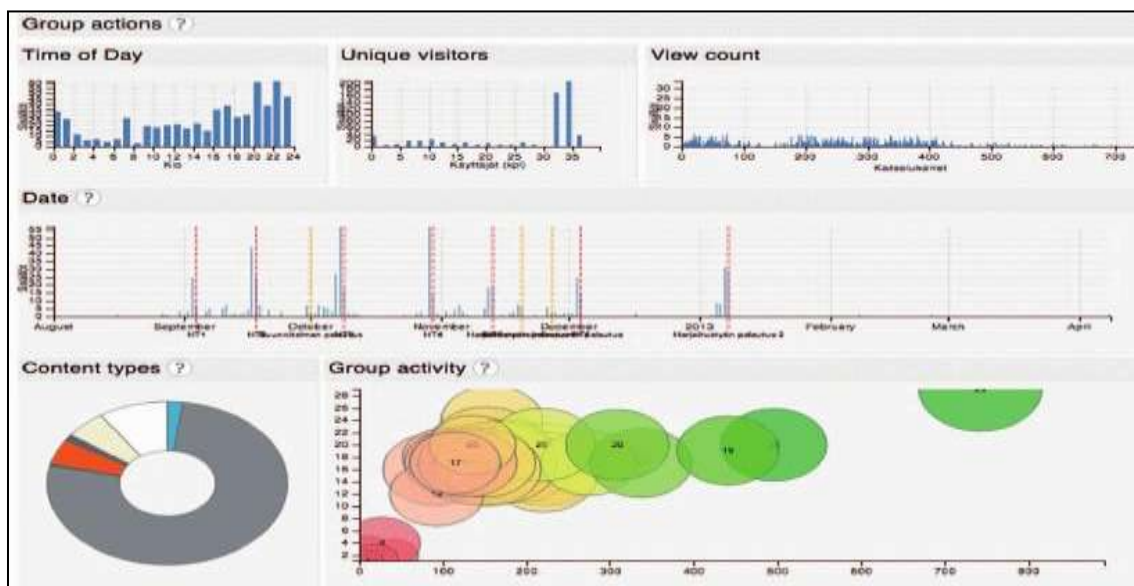


Figura 4: Painel de visualização interativa (TERVAKARI et al. 2014).

A visualização interativa apresentada na Figura 4 mostra os níveis de participação de cada membro da turma. No entanto, cerca de um quinto dos

estudantes aprovaram este método, pois foi útil e motivou-os a intensificar mais seus estudos, principalmente porque lhes ofereceu a capacidade de comparar seus próprios níveis de atividade com os de outros alunos.

Por fim, segundo os autores, essa ferramenta visual ajudou os professores a tomar decisões sobre possíveis estratégias pedagógicas, orientação instrucional, ações e intervenções que foram usadas para promover e apoiar a participação e a atividade dos alunos. De acordo com os resultados desta pesquisa, a maioria dos alunos parecia preferir visualizações que oferecem suporte concreto e prático para seus estudos ao invés de visualizações que os apoiam no monitoramento e avaliação de seu próprio desempenho da aprendizagem.

### Mapeamento das Interações em Ambiente Virtual de Aprendizagem : Uma Possibilidade para Avaliação em Educação a Distância (BASSANI, 2006).

O presente trabalho faz uma reflexão sobre o acompanhamento das interações em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, focalizando-se na modelagem e implementação de uma ferramenta computacional capaz de mapear as interações potencializadas nestes espaços.

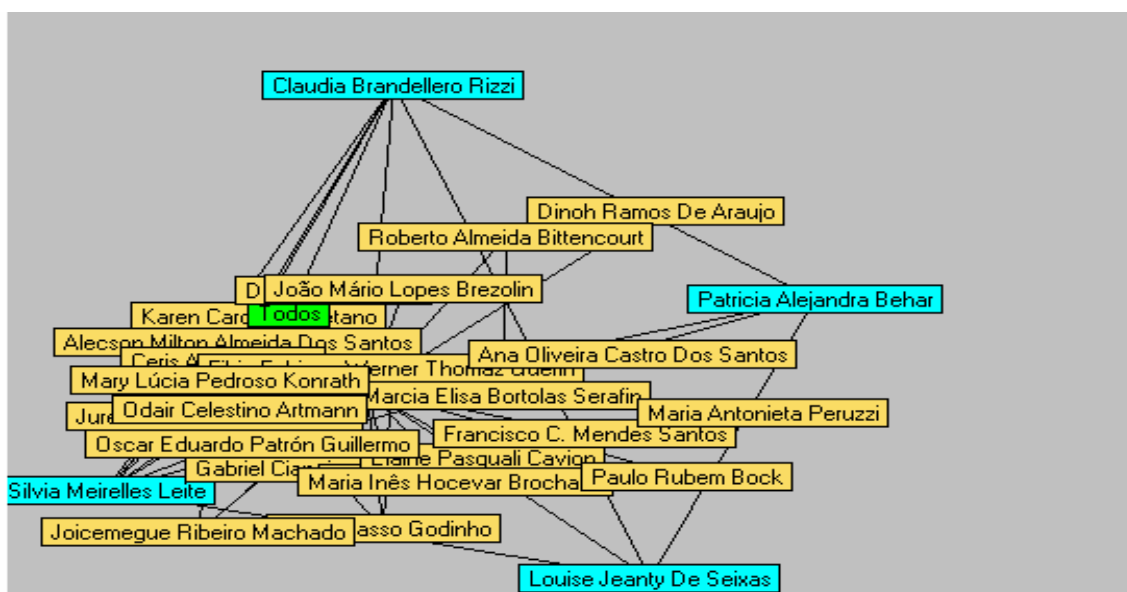


Figura 5: Mapa das interações (BASSANI, 2006).

O mapa de interações representado na Figura 5 por meio de um grafo, onde os nós representam os participantes do curso e as ligações representam as mensagens. Segundo BASSANI (2006), os gráficos foram implementados para exibir as informações quantitativas (número de mensagens enviadas por período (dia/mês/ano/semana) e/ou por categoria (todos participantes/somente alunos/somente formadores). Eles podem ser apresentados sob forma de gráficos de barras ou como tabelas textuais, e podem ser acessados por qualquer uma das três ferramentas de comunicação.

### A Layered Framework for Evaluating On-Line Collaborative Learning Interactions (DARADOUMIS et. al 2006).

Daradoumis et al. (2006) fazem uma representação visual das interações neste trabalho para melhor compreensão da interação de grupo e determinar a melhor forma de apoiar o processo de aprendizagem colaborativa. Neste sentido, propõem princípios para o estudo e a análise da interação de grupo, que é construído através da combinação de diferentes aspectos e questões de colaboração, aprendizagem e avaliação.

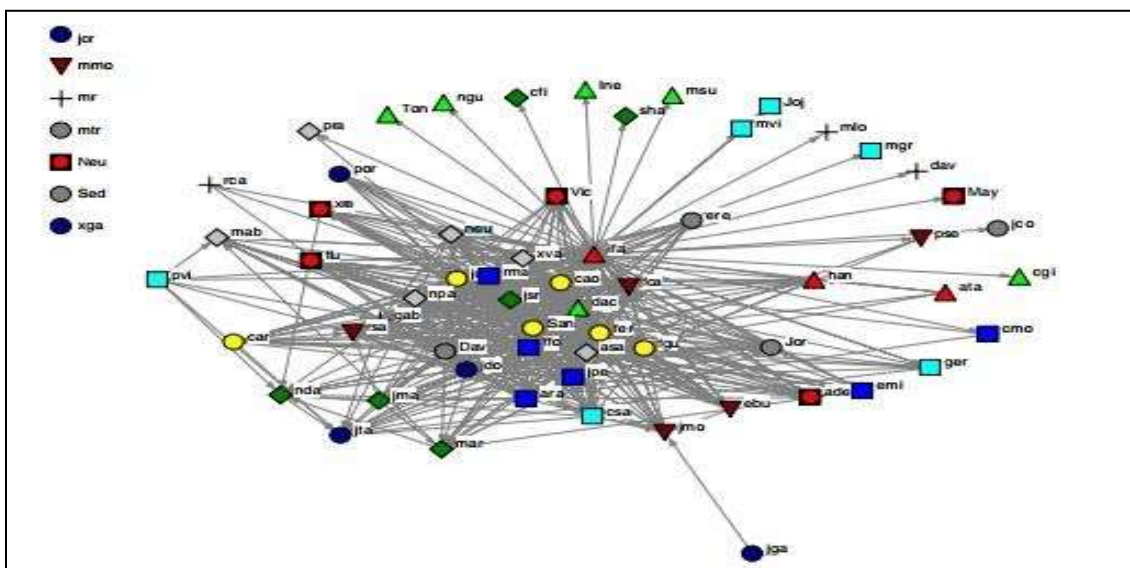


Figura 6: Grafo representando os relacionamentos DARADOUMIS et al. (2006).

Neste trabalho é possível perceber, também, as interações de aprendizagem colaborativa. As camadas do framework foram inicialmente

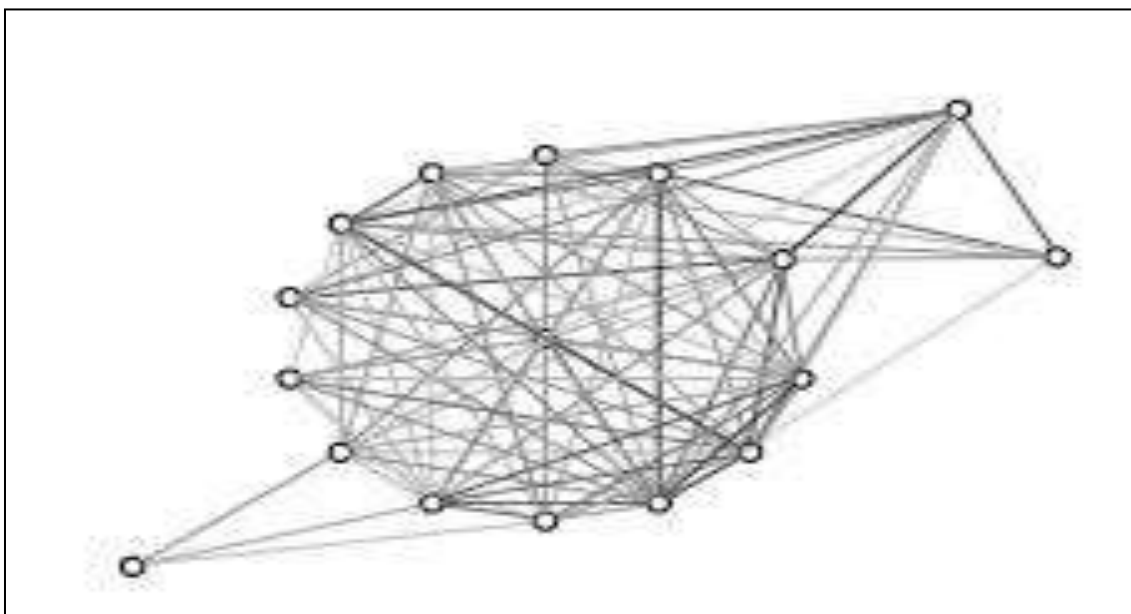
especificadas pela definição de alto, médio e baixo nível de indicadores que de forma explícita (e implicitamente) modela diferentes aspectos da interação do grupo. Esses indicadores do modelo têm a intenção de proporcionar uma compreensão conceitual do processo de aprendizagem colaborativa que tem lugar em um grupo. Para o efeito, foi associado um método de avaliação qualitativa para medir os indicadores de alto nível em que os indicadores de médio e baixo nível foram interpretados através de um SNA e técnicas de análise quantitativa.

Segundo os autores a exploração de valores de centralidade dos atores, complementa a análise do sociograma, uma vez que permitem identificar os alunos mais ativos, com o valor acrescentado que estes índices informam também sobre as atividades. É especialmente interessante para detectar quem foram os estudantes com um valor mais elevado de auto grau de centralização, o que significa que eles escreveram documentos que foram lidos por mais estudantes.

### Analysis of Relations in eLearning (DRÁZDILOVÁ et al. 2008).

Drázdilová et al. (2008) combinaram a técnica de clustering na rede social para classificar o comportamento dos alunos. Eles usaram o método de agrupamento aglomerado hierárquico para criar um cluster em um aluno, calculando sua similaridade de matriz. Os pesquisadores combinaram análise de redes sociais (SNA) com análise automática de texto (ATA) para monitorar e analisar o nível social de interação, bem como o estado emocional de um aluno.

O trabalho analisa as interações nos fóruns de discussões e mensagens no AVA. Os dados coletados têm uma tendência a ser parte da comunicação do aluno, e não parte de sua aprendizagem. A classificação automática do comportamento do aluno com conceito de aprendizagem em todas as atividades dentro da rede de aprendizagem social do AVA Moodle.

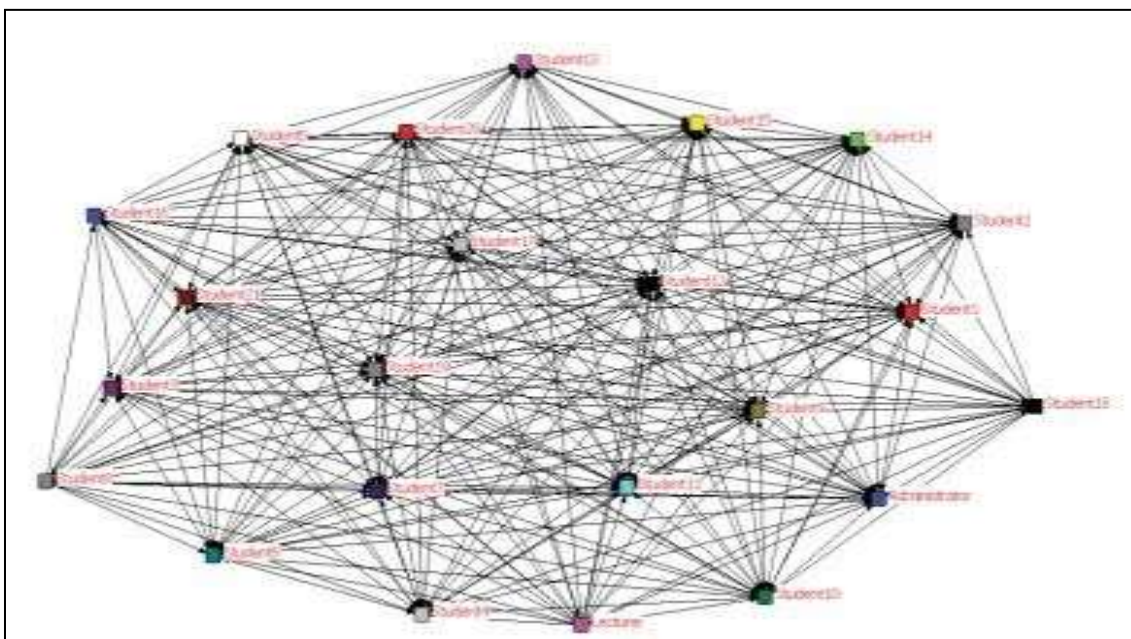


**Figura 7: Representação das interações em redes sociais.**

Os autores identificaram nessa pesquisa métodos de agrupamento e, conseqüentemente, são usados para análises de redes sociais. As redes sociais analisadas neste trabalho inferem representação de grupos e subgrupos de estudantes que têm contatos similares e interagem no AVA.

Social Learning Network Analysis Model to Identify Learning Patterns Using Ontology Clustering Techniques and Meaningful Learning (MANSUR et al. 2011).

Este trabalho estuda o comportamento dos alunos de todas as atividades não realizadas no Moodle, colocando ontologia no domínio da rede de aprendizagem social. As atividades como fórum, quiz, atribuição, entre outras, são colocadas como parâmetro de agrupamento de acordo com o modelo de representação das interações.



**Figura 8: Grafo representando as interações entre os estudantes (MANSUR et al. 2011).**

Os pesquisadores propuseram uma estrutura que combina tanto a análise de conteúdo quanto a análise de redes sociais para analisar as atividades no ambiente. Além disso, os autores analisaram a extensão do compartilhamento de conhecimento entre usuários de ambiente virtual de aprendizagem. Os resultados mostram que a maioria dos alunos tende a interagir com outros alunos, e eles compartilham conhecimento por meio do AVA.

Com base nos trabalhos identificados anteriormente, foi possível verificar, por meio do Quadro 3, a relação e as características da proposta com os trabalhos relacionados. Campos com traço (-) são dados que não puderam ser identificados nas publicações.

No Quadro 3 destaca-se, também, a abordagem apresentando suas características e métodos utilizados para visualização dos dados, assim sendo possível realizar uma análise comparativa entre os demais trabalhos.

**Quadro 3: Características e Métodos de Visualização**

<b>Autores</b>	<b>Sistemas Multiagente</b>	<b>Interações Sociais</b>	<b>Ferramentas Analisadas</b>	<b>Visualização</b>
Sacerdote, Fernandes, (2013).	-	Alunos	Fóruns/ Atividades	Grafos
Lima et al.(2014).	Sim	Aluno/Aluno Professor/Aluno	Fóruns/ Mensagens	Sociogramas/ Tabelas
Jaques (1997).	Sim	Aluno/Aluno	Chat/Fóruns	Tabelas
Tervakari et al. (2014).	-	Aluno	Atividades	
Bassani (2006).	-	Professor/Aluno	Fóruns	Gráficos/ Sociograma
Daradourmis et. al (2006).		Alunos	Atividades	Grafos
Drázdilová et al. (2008).	-	Aluno/Aluno	Atividades	Gráficos
Mansur et al. (2011).	-	Alunos	Fóruns/ Quiz	Gráficos
Abordagem	Sim	Alunos/Professor	Fóruns/ Mensagens	<i>Data Visualization, Linha do Tempo Interativa e Dinâmica</i>

Comparando-se esta abordagem com os trabalhos relacionados, esta pesquisa diferencia-se por usarmos tecnologias de agentes, integrados a uma linha do tempo interativa e dinâmica acoplada ao AVA Moodle. Sendo assim, apesar de não termos parâmetros quantitativos devido às diferenças dos métodos empregados para compararmos a importância desta ferramenta com outras abordagens na literatura atualmente. A abordagem, apresentada neste estudo, uma nova forma de contribuir para o auxílio dos professores na promoção do ensino e da aprendizagem na EaD. O papel do professor, como colaborador também teve impacto no comportamento ou conduta esperada nas interações dos estudantes.

## **Conclusões do Capítulo**

Neste capítulo, foram apresentados alguns dos trabalhos que apresentam um estudo sobre as interações dos estudantes. Algumas pesquisas abordaram o uso de agentes inteligentes com a finalidade de auxiliar nas análises dados no Moodle. Por fim, os trabalhos relacionados, anteriormente, possibilitaram a identificação de como se encontra o Estado da Arte das interações dos alunos e seus métodos de visualização das informações em AVAs.



## Capítulo 4

### Desenvolvimento da Proposta

Este Capítulo destina-se a explicar pontos relevantes para o entendimento do processo pelo qual foi desenvolvida a ferramenta iTimeline. A primeira seção apresenta uma visão geral do sistema que foi desenvolvido. Já na segunda seção é feita uma abordagem sobre as tecnologias que foram utilizadas. A terceira seção apresenta o ciclo de desenvolvimento dos agentes inteligentes.

#### Visão Geral do Sistema

Como a proposta desta pesquisa é auxiliar por meio de tecnologias o professor no acompanhamento visual das interações sociais dos alunos, é necessário buscar informações sobre os alunos dentro de um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Optou-se pelo Moodle, pois além de ser um dos AVAs muito utilizado em diversas instituições de ensino no mundo inteiro, também é utilizado na UFAM e pelo Grupo de Sistemas Inteligentes.

A arquitetura que representa este sistema possui 4 agentes inteligentes que são responsáveis por coletar, construir, analisar e estruturar os dados.

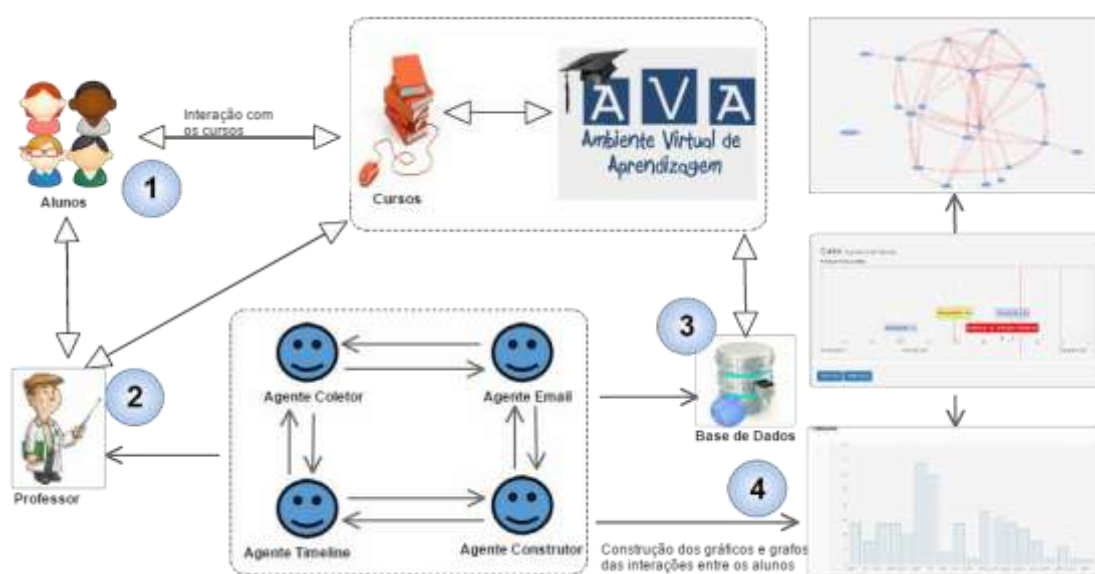


Figura 9: Visão arquitetural do sistema.



Na Figura 9 é destacada a visão geral do sistema, que será detalhada a seguir:

A metodologia MaSE mencionada anteriormente, que contribuiu muito para o desenvolvimento dos agentes destacados na Figura 9. O objetivo principal desta metodologia é ajudar na análise, projeto e implementação desta ferramenta mediada por agentes inteligentes.

No passo 1, os alunos e os professores participam dos cursos no ambiente virtual, o professor tem um papel muito importante, o mesmo poderá realizar a matrícula, monitorar o ambiente, inserir avaliação entre outras ações. A ferramenta desenvolvida nesta pesquisa foi integrada a um Ambiente Virtual de Aprendizagem, onde o professor pode solicitar no ambiente as interações dos alunos a qualquer momento.

No passo 2, o professor pode acompanhar o que está acontecendo no ambiente, assim ele tem informações de como está o andamento da turma e consequentemente poderá interagir com seus alunos no momento em que achar oportuno. As interações analisadas pela ferramenta iTimeline, são as mensagens e os fóruns de discussões.

No passo 3, as informações que estão armazenadas no banco de dados são identificadas pelo Agente Coletor, responsável por informar o Agente Timeline (linha do tempo) a estruturar os dados cronologicamente. Cada um dos agentes tem o seu papel, pois só serão acionados quando o usuário solicitar determinada tarefa. A comunicação entre os agentes funciona de acordo com os dados que estão sendo requisitados pelo professor.

No passo 4, os dados coletados do banco de dados são apresentados por meio de recursos visuais da ferramenta, gerados pelo Agente Construtor. Os diversos estágios das interações podem ser identificados pelo professor, facilitando-lhe o trabalho no acompanhamento das interações no ambiente. Após esse processo, o Agente Email identifica os alunos com pouca ou nenhuma interação e envia um e-mail para o professor, relatando os alunos em estado de atenção.

*Plugin a ferramenta:*

- Coleta as informações que ocorre no banco de dados do Moodle por meio das tabelas. Os dados mais importantes são coletados das interações ocorridas nas ferramentas mensagens e no fórum de discussão.

- Os dados são visualizados cronologicamente em uma linha do tempo, sendo disponibilizados dois modos, um por meio de grafos e o outro por gráficos. A iTimeline faz a concentração dos dados das interações em tempo real, porém ainda é necessário um processamento para gerar os modos de exibição dos dados descritos anteriormente, por intermédio dos agentes inteligentes;
- Representa visualmente as interações sociais dos alunos. Nessa etapa de processamento, os dados já processados são filtrados e apresentados ao professor conforme sua solicitação.

## **Diagramas e Casos de Uso e de Sequência**

A UML (*Unified Modeling Language*), proposta pelo OMG (*Object Management Group*) (OMG, 2003), é uma linguagem padrão amplamente utilizada no contexto do paradigma de desenvolvimento de software Orientado a Objetos (OO). Ela é composta por uma série de diagramas e modelos que, embora bem definidos sintaticamente, não possuem diretrizes para elaboração, ficando isso muito dependente da subjetividade e experiência do projetista. Tais diagramas e modelos podem ser utilizados em qualquer tipo de processo, pois também não existe um processo específico proposto para a elaboração dos mesmos.

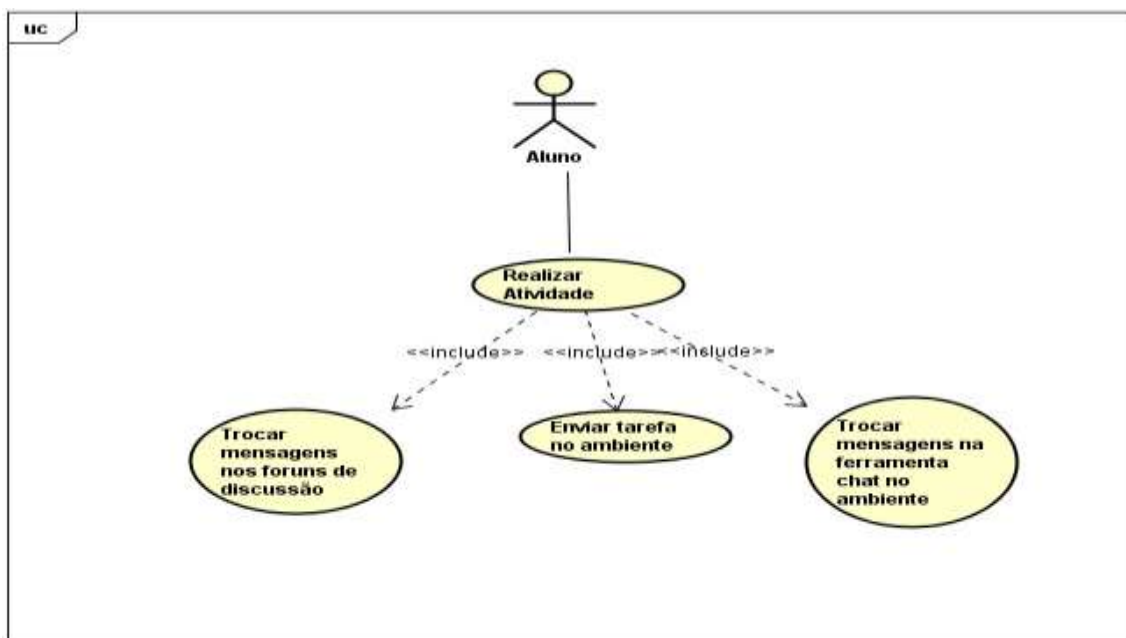
Os Modelos de Casos de Uso (diagrama e especificação) propostos na UML foram baseados na proposta de (JACOBSON et al. 1992), a qual considera esse item como o centro do processo de desenvolvimento de software. Embora Jacobson tenha sido o precursor dessa ideia, ele não fornece diretrizes para a elaboração das especificações dos casos de uso, mas apenas sugestões que ajudam na identificação dos casos de uso e dos atores.

São apresentados, nesta seção, os diagramas de caso de uso e os diagramas de sequência da ferramenta desenvolvida. Sendo que os casos de uso são uma especificação de uma sequência de interações entre o sistema e os agentes inteligentes externos que foram incorporados nessa ferramenta. O diagrama de sequência é um tipo de diagrama de interação, utilizado para modelar a lógica de um cenário de caso de uso (BEZERRA, 2015).

Os diagramas de casos de usos e sequência 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). A seguir serão apresentados os diagramas de casos de uso e seus relacionamentos.

### Diagrama de Caso de Uso Ator Envolvido: Aluno

O diagrama de caso de uso Aluno é representado na Figura 10 ilustrando em seguida seus relacionamentos e suas interações no AVA.



**Figura 10: Caso de uso do ator aluno.**

Caso de Uso:

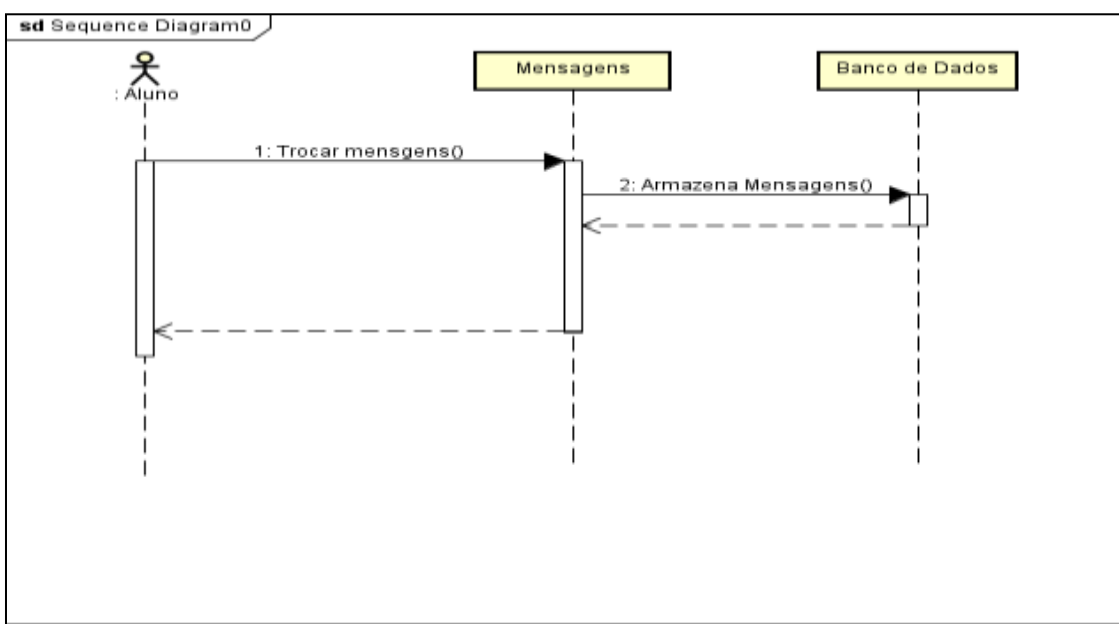
- Realizar Atividade – o Aluno pode interagir com o ambiente realizando as atividades inseridas pelo professor no AVA.

Relacionamentos:

- Postar Mensagens nos Fóruns de Discussão - o Aluno pode interagir com os demais alunos matriculados no curso por intermédio do fórum;
- Enviar Tarefa no Ambiente - o Aluno pode responder as mensagens publicadas por outro aluno ou pelo professor no fórum de discussão.

- Trocar Mensagens na Ferramenta Chat no Ambiente – o Aluno pode trocar mensagens individualmente com outros alunos e com o professor por intermédio da ferramenta mensagem no AVA.

A Figura 11 exibe o diagrama de sequência do caso de uso Trocar Mensagem que é iniciado após o aluno realizar login no ambiente e podemos perceber assim como ocorrem as trocas de mensagens entre os alunos neste diagrama.

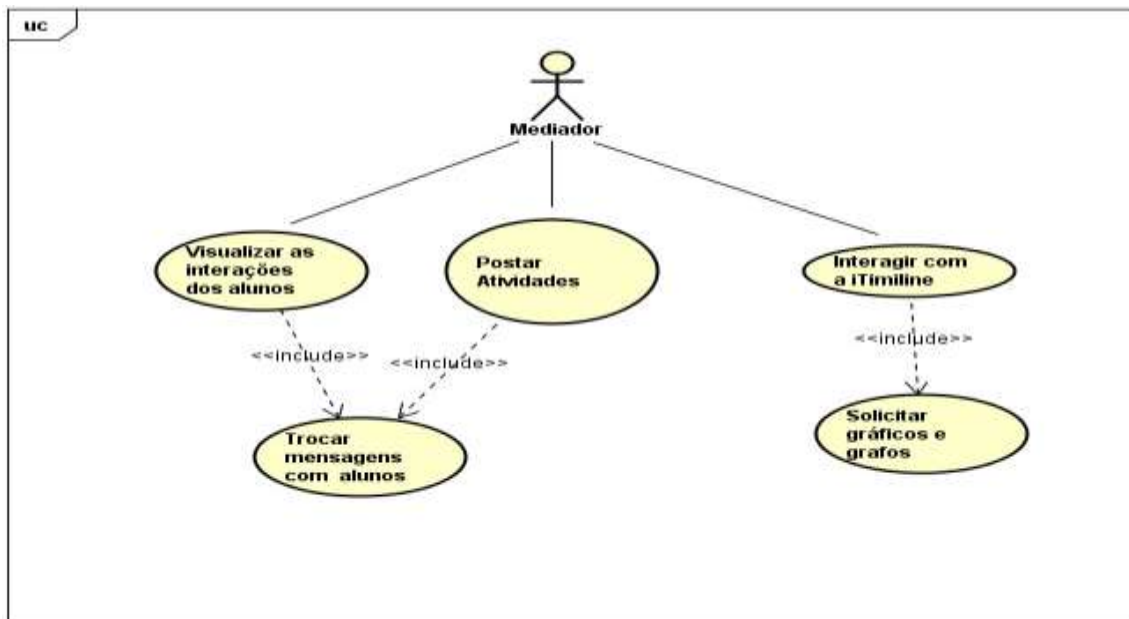


**Figura 11: Diagrama de sequência do caso de uso trocar mensagens.**

### Ator Envolvido: Professor

A Figura 12 ilustra a atuação do ator Professor no AVA, apresentando seus casos de uso base e os seus respectivos relacionamentos. Este ator possui um papel extremamente importante, pois ele é que realiza o acompanhamento das interações dos alunos no ambiente.

A importância do ator Professor se destaca na ferramenta por conduzir o ensino e o aprendizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Tal relevância é introduzida ao mesmo, devido a suas possíveis estratégias pedagógicas com o intuito de que a comunicação seja contínua entre os alunos, promovendo assim o ensino e a aprendizagem.



**Figura 12: Caso de uso do ator professor.**

#### Caso de Uso:

- Visualizar as Interações dos Alunos - o Professor visualiza as interações na linha do tempo no AVA, assim realizando o acompanhamento das interações dos alunos matriculados no curso;
- Postar Atividades - o Professor realiza as postagens das atividades no ambiente na ferramenta fórum de discussão, para que os alunos possam interagir no curso com os demais alunos;
- Interagir com a Timeline – o Professor pode interagir com a Timeline, para verificar os diversos estágios em que houve as interações que os alunos realizaram no AVA.

#### Relacionamentos:

- Trocar Mensagens com Alunos - o Professor pode manusear nas ferramentas Fórum e Mensagens no AVA, assim interagindo com os alunos e os motivando-os;
- Solicitar Gráficos e Grafos – o Professor ao acompanhar as interações dos alunos na linha do tempo, poderá solicitar a geração de grafos e gráficos para realizar suas análises;

Na Figura 13 podemos perceber a estrutura do diagrama de sequência do caso de uso Solicitar Análises das Interações, que aparece somente para o professor dentro do AVA.

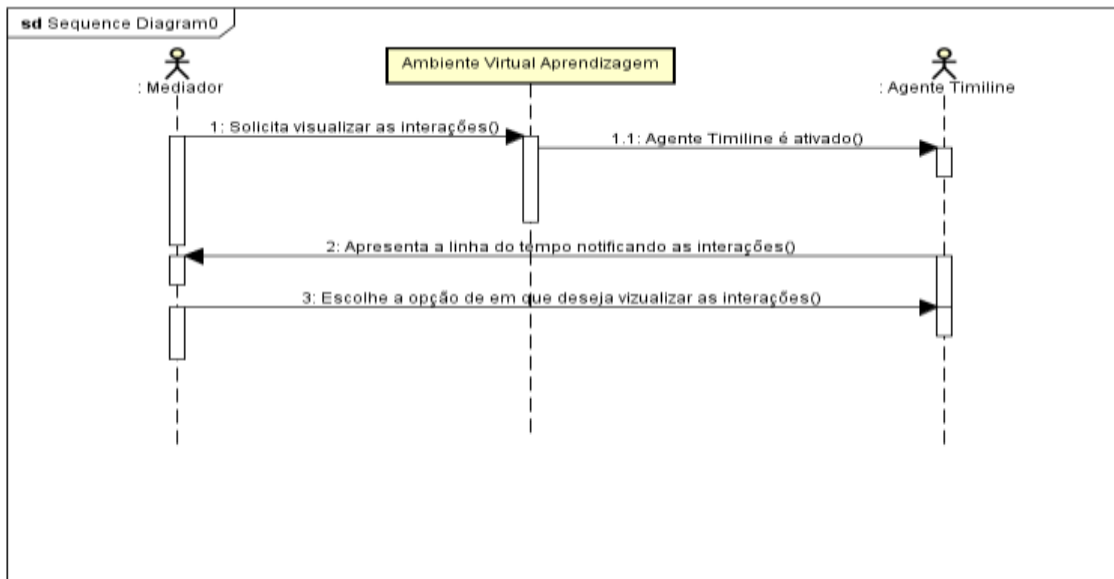


Figura 13: Diagrama de sequência do caso de uso solicitar análises de interações.

### Ator Envolvido: Coletor

A atuação do Agente Coletor é ilustrada na Figura 14, onde são mostrados os seus casos de uso base, além dos seus relacionamentos de inclusão.

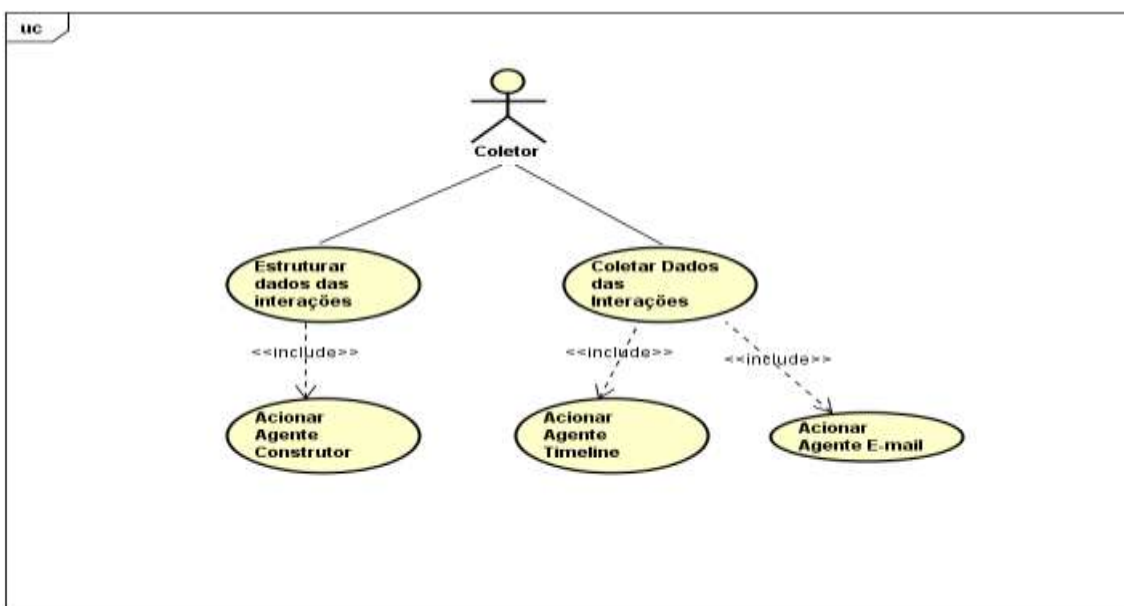


Figura 14: Caso de uso do ator coletor.

### Caso de Uso:

- Estruturar Dados das Interações – quando acionado pelo ator Professor, o ator Coletor, apresenta ao Professor a coleta das informações no banco de dados disponíveis na ferramenta para visualização das interações.

- Coletar Dados das Interações – o ator Coletor, aciona o Agente Construtor, de acordo com a opção de visualização dos dados interacionais solicitada pelo professor.

Relacionamentos:

- Acionar Agente Construtor – o Agente construtor é ilustrado na Figura 17 que é acionado pelo ator Coletor, caso o Professor decida visualizar os dados interacionais por meio de grafos e gráficos;
- Acionar Agente Timeline – o ator Timeline que é o Agente Timeline responsável para disponibilizar dados na linha do tempo, quando acionado pelo Professor;
- Acionar Agente E-mail – o ator E-mail que é o Agente E-mail responsável para disponibilizar dados das interações para o Professor por meio de email, quando ocorrem na ferramenta nenhuma ou poucas interações dos alunos;

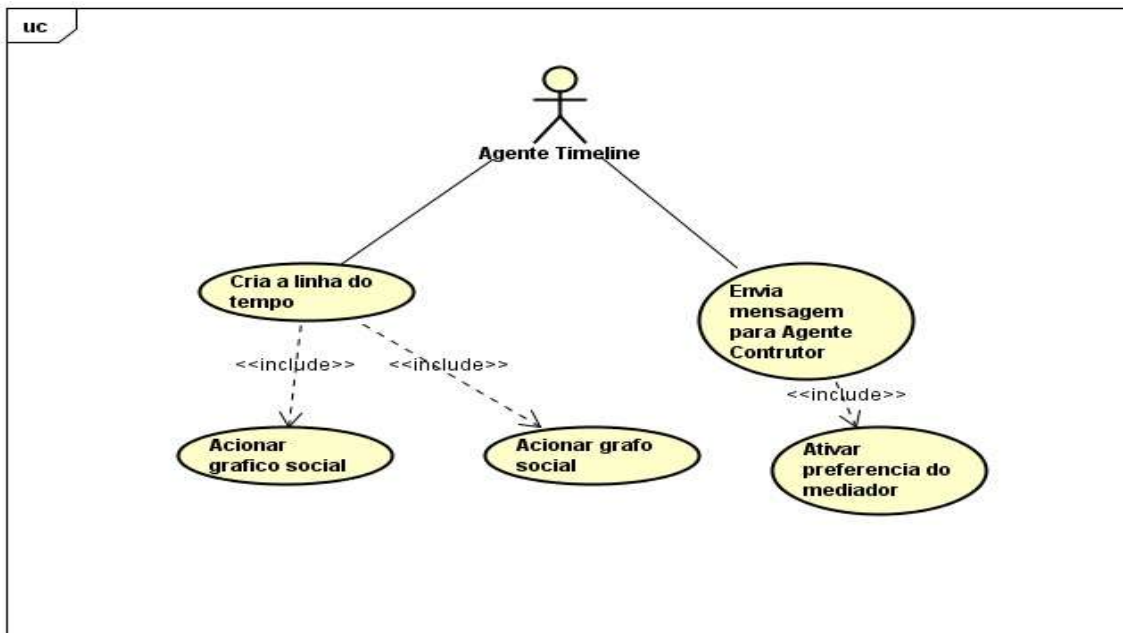
### Ator Envolvido: Timeline

O Agente Timeline é apresentado na Figura 15, onde podemos observar seus casos de uso base e seus relacionamentos.

Este agente tem um papel muito importante na ferramenta desenvolvida, o mesmo é responsável por estruturar a linha do tempo. Os dados interacionais são todos estruturados na linha tempo, sendo identificadas as informações como dias e quantidades das interações.

O professor pode acompanhar o curso, este agente tem um papel de extrema relevância, sendo que o professor diante das informações que são apresentadas, pode elaborar estratégias pedagógicas que possam promover o ensino e a aprendizagem.

O agente Timeline tem características importantes como destacadas anteriormente. Todavia, os dados que são inseridos na linha do tempo são de responsabilidade deste agente, as verificações dos dados interacionais são realizadas antes de serem disponibilizadas para o professor. Por fim, é atribuída também na linha do tempo a dinamicidade dos dados em tempo real.



**Figura 15: Diagrama de caso de uso ator Timeline.**

#### Caso de Uso:

- Cria Linha do Tempo – ao ser acionado pelo ator Professor, o ator Timeline, que é o Agente Timeline, apresenta para o Professor as informações sobre as interações que foram realizadas, disponibilizando-as na linha do tempo.
- Enviar Mensagem para o Agente Construtor – o ator Timeline, aciona o Agente Construtor, que de acordo com a solicitação do professor o mesmo construirá os gráficos e os grafos.

#### Relacionamentos:

- Ativar Preferência do Professor – ao ser acionado pelo ator Professor o ator Timeline organiza as informações solicitadas pelo professor, assim representando as informações na linha do tempo;
- Acionar Gráfico Social – o Agente Construtor quando acionado pelo ator Professor, realiza montagem do gráfico social na ferramenta, assim possibilitando a visualização do mesmo.
- Acionar Grafo Social – o Agente Construtor, quando acionado pelo ator Professor, realiza construção do grafo social no sistema, assim possibilitando a visualização do mesmo.



Na Figura 16 será apresentado o diagrama de sequência relacionado ao caso de uso Métodos de Visualização da Ferramenta, que ocorre quando o professor escolhe a opção para a visualização das informações.

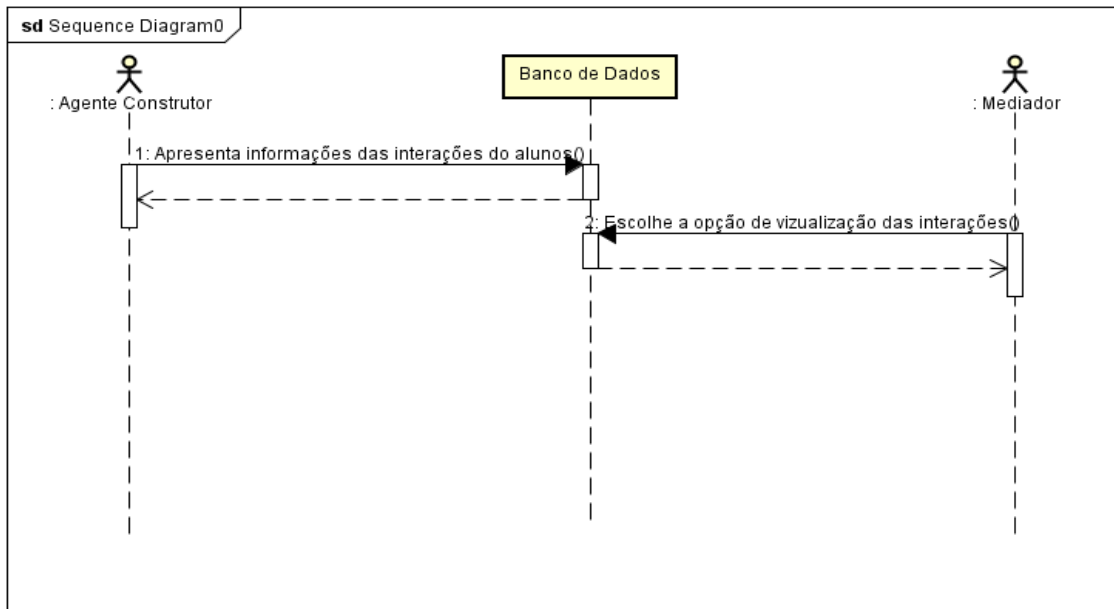


Figura 16: Diagrama de sequência do caso de uso métodos de visualização da ferramenta.

### Ator Envolvido: Construtor

O Agente Construtor é destacado na Figura 17, onde podemos observar seus casos de uso base e seus relacionamentos.

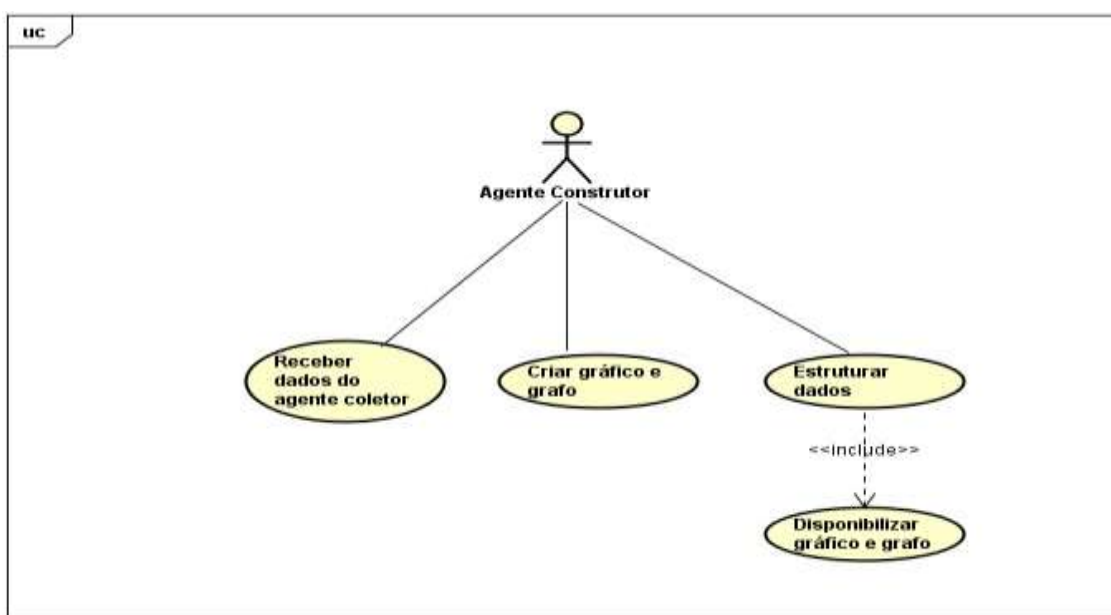


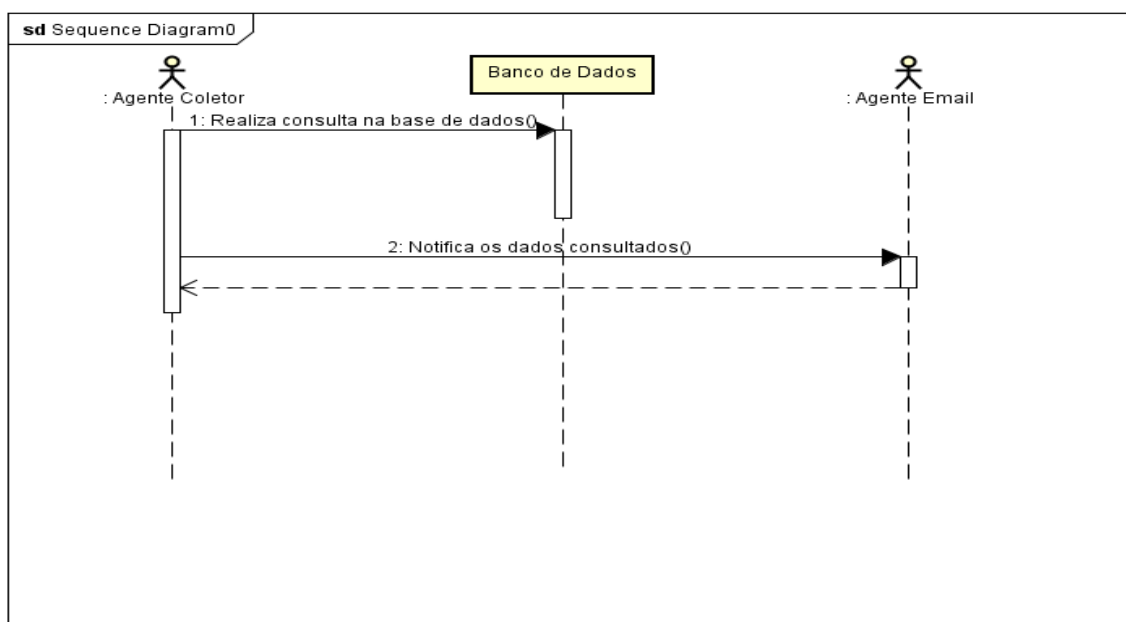
Figura 17: Diagrama de caso de uso ator Construtor.

### Caso de Uso:

- Receber Dados do Agente Coletor – o ator Construtor, denominado Agente Construtor, é acionado pelo ator Coletor à medida que os grafos e os gráficos forem solicitados;
- Criar Gráficos e Grafos – ao ser acionado, o ator Construtor aciona o Agente Coletor, notificando a necessidade das informações interacionais dos alunos;
- Estruturar Dados – o ator Construtor recebe as informações repassadas pelo Agente Coletor, referentes às interações sociais que ocorreram nos fóruns de discussões e mensagens, para que possa estruturar esses dados na linha do tempo;

### Relacionamentos:

- Disponibilizar Gráficos e Grafos - o ator Construtor, assim que recebe os dados do Agente Coletor, é responsável pela organização e estruturação das informações na linha do tempo;



**Figura 18: Diagrama de sequência do caso de uso acionar agente e-mail.**

Na Figura 18 podemos perceber que o diagrama de sequência relacionado à ocorrência do caso de uso Notificar Agente E-mail, sendo que acionado pelo Agente Construtor. Quando o ator Construtor é acionado pelo ator Coletor, o mesmo coleta as informações no Banco de Dados e envia ao Ator E-

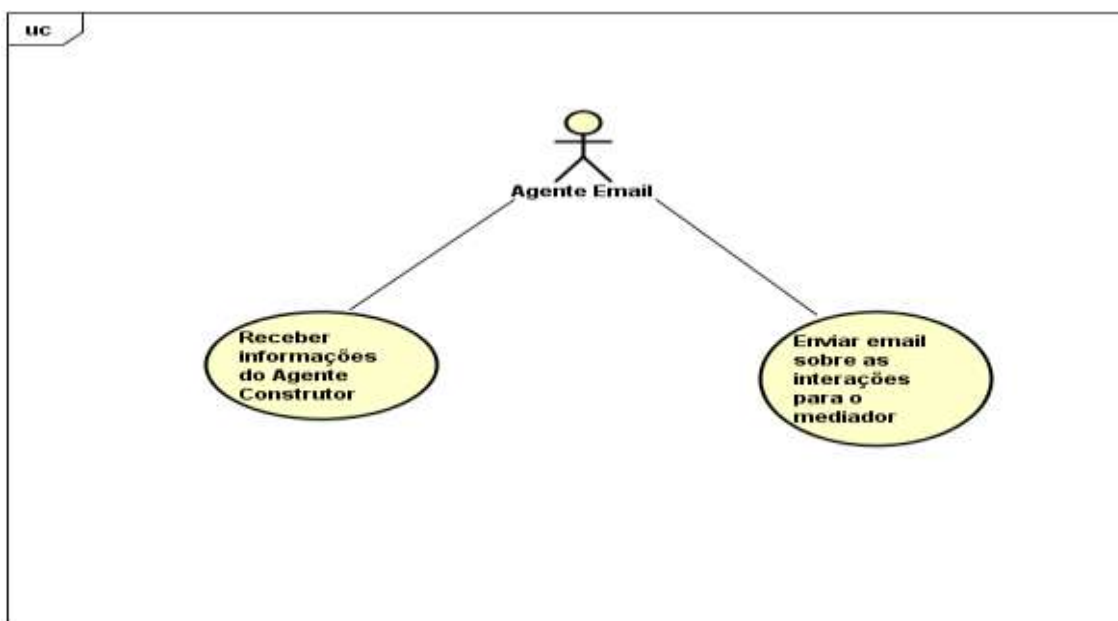
mail os alunos que possuem um nível baixo de interações, para o email do professor da disciplina.

### Ator Envolvido: E-mail

A Figura 19 ilustra o que o ator E-mail pode realizar quando for acionado pela ferramenta.

#### Caso de Uso:

- Receber Informações do Agente Construtor – o ator E-mail - é o Agente E-mail, quando acionado pelo Agente construtor, que envia ao Agente E-mail as informações que devem ser enviadas ao professor;
- Enviar Email sobre as interações para o professor – o ator E-mail envia um e-mail ao professor, com as informações dos dados interacionais dos alunos que apresentam nenhuma ou pouca interação;



**Figura 19: Caso de uso do ator e-mail.**

A Figura 20 mostra o diagrama de sequência relacionado ao caso de uso enviar E-mail ao Professor. Neste caso exemplificamos o Agente Coletor que aciona o ator E-mail.

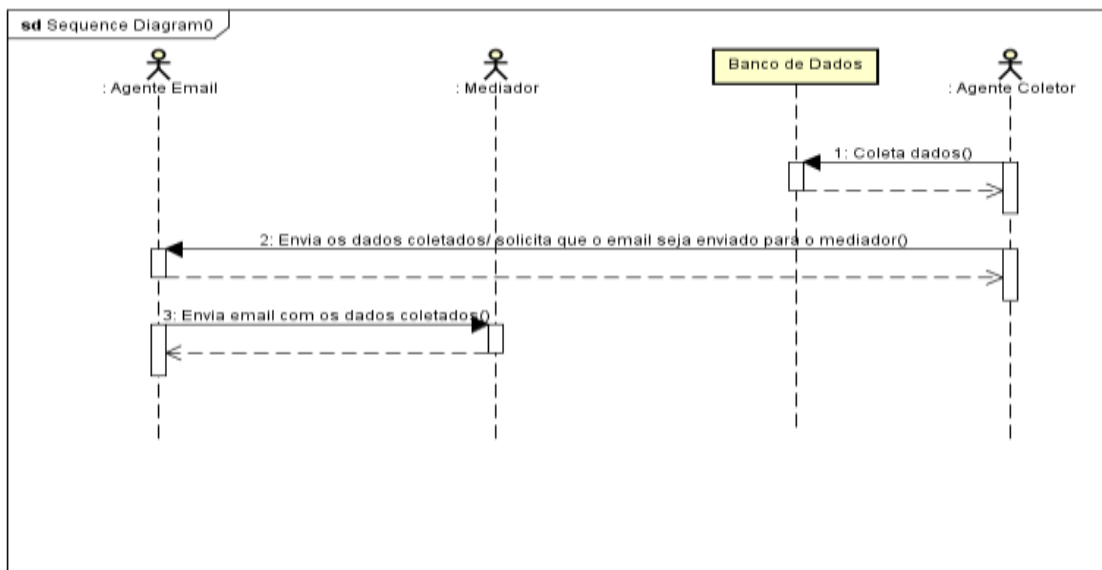


Figura 20:Diagrama de sequência do caso de uso enviar e-mail ao professor.

## Tecnologias Utilizadas

Nesta seção são apresentadas as tecnologias que serão utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho. Neste contexto, será realizada uma breve explanação sobre PHP, MySQL, Jade, Apache e Eclipse. Moodle é uma abreviação para *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*. É um dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) mais populares e possui um impacto significativo no processo de ensino e aprendizagem (RODRIGUES et al. 2013).

## Moodle

Moodle é uma abreviação para *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*. É um dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) mais populares e possui um impacto significativo no processo de ensino e aprendizagem (RODRIGUES et al. 2013). Ele prevê muitas ferramentas colaborativas que permitem aos professores a interação com seus alunos, acréscimo de atividades e gerenciamento do curso.

De acordo com Walker et al. (2013), o Moodle combina uma visão construtivista de ensino e aprendizagem com o poder da *Web* para integrar sua comunidade de usuários. Para os tutores, é um lugar onde eles podem ter experiências de aprendizagem envolventes. Para os alunos, é um lugar onde

eles podem acessar seus materiais a qualquer hora do dia e conversar com seus tutores e colegas. Com base na abordagem construtivista, os alunos são responsáveis por construir sua própria aprendizagem, por meio da colaboração com outros estudantes (WALKER et al. 2013).

O Moodle é escrito na linguagem de *script* PHP, e armazena seus dados em um banco de dados (recomenda-se o uso do MySQL, descrito na seção 4.2.3). Embora se reconheça que o Moodle é extremamente poderoso e oferece uma gama de ferramentas e potencialidades, é possível a criação de novas funcionalidades. Por tratar-se de um *software* de código aberto organizado em módulos, sua interface permite aumentar os recursos que vêm com o Moodle padrão.



**Figura 21: Tela de visualização de um curso no Moodle.**

De acordo com Lima (2015), o Moodle é uma plataforma AVA, *Open Source*, que fornece um conjunto de ferramentas e recursos utilizáveis pelo professor conforme a sua necessidade.

Segundo Strassner (2002), Moodle é uma plataforma de aprendizagem interativa eficaz, o que pode melhorar a qualidade da aprendizagem de informações sobre o curso de tecnologia, assistência professor para terminar a tarefa de ensinar tecnologia da informação do ensino médio de forma eficiente e tem de múltiplos de avaliação para o processo de aprendizagem dos alunos de

forma eficaz. Neste contexto, segundo Walker et al. (2013), o Moodle justifica uma avaliação aprofundada da experiência de seus usuários como uma parte fundamental de determinar sua adequação como uma plataforma para o ensino e aprendizagem.

## PHP

PHP<sup>1</sup> é uma abreviação para *Hypertext Preprocessor*. Desenvolvido em 1994 por Rasmus Lerdorf, o poder e facilidade de uso do PHP fez com que ele se tornasse a linguagem de *script* do lado do servidor mais popular do mundo (HILLS et al. 2013) define o PHP como uma linguagem de *script open source* utilizada inicialmente para o desenvolvimento e manutenção de sites dinâmicos.

De acordo com Wrench e Irwin (2014), com o PHP é possível transformar páginas *Web* estáticas com conteúdo pré-definido em páginas dinâmicas baseado em um conjunto de parâmetros. Embora tenha sido desenvolvido como uma linguagem puramente interpretada, vários compiladores já foram desenvolvidos para o PHP, permitindo-lhe funcionar como uma plataforma para aplicações *standalone* (WRENCH e IRWIN, 2014).

O Moodle é desenvolvido na linguagem de *script* PHP, e possui uma integração com seu servidor *Web*. O servidor *Web* detecta as páginas PHP (pela sua extensão) e os envia para execução. Para que o Moodle trabalhe de forma eficaz é necessário que o PHP esteja instalado e configurado corretamente.

## MySQL

O MySQL<sup>2</sup> é um sistema gerenciador de banco de dados relacional (SGBDR), desenvolvido e fornecido pela Oracle<sup>3</sup>, que pode ser utilizado sob a licença GNU<sup>4</sup> (*General Public License*) ou sob a licença comercial (VICKNAIR et al. 2012). O MySQL utiliza a SQL (*Structured Query Language*) para inserir, acessar e gerenciar o conteúdo armazenado no banco de dados.

---

<sup>1</sup> <http://php.net/>

<sup>2</sup> <http://www.mysql.com/>

<sup>3</sup> <http://www.oracle.com/br/index.html>

<sup>4</sup> <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

O MySQL é um dos gerenciador de banco de dados de código aberto mais popular do mundo. Comprovado desempenho, confiabilidade e facilidade de uso, o MySQL tornou-se a principal opção de banco de dados para aplicativos baseados na Web. Por fim, o MySQL é um excelente banco de dados para ser utilizado em aplicações que trabalham com grandes volumes de dados, além de ser compatível com diversos sistemas operacionais e que vêm em constante evolução ao decorrer de cada nova versão lançada.

**Figura 22: Visualização das tabelas no bando de dados do Moodle.**

MySQL é altamente escalável e pode ser distribuído em vários servidores. De acordo com (MIYAMOTO e HIGUCHI, 2014), um dos principais recursos do MySQL é que os usuários podem escolher diferentes mecanismos de armazenamento dependendo do seu objetivo. Por exemplo, um usuário pode escolher um mecanismo de armazenamento em memória, caso deseje acessar o banco de dados rapidamente. Durante a instalação do Moodle, recomenda-se a utilização do MySQL para criação e gerenciamento das tabelas.

Cicirelli e Nigro (2014) definem o Jade como um middleware *open source* baseado em Java para o desenvolvimento de SMAs distribuídos. Os agentes em execução são chamados de *containers*, e ficam organizados nas plataformas.

Uma plataforma quando inicializada, cria um *main-container* que irá hospedar alguns agentes para prestar os serviços fundamentais, tais como inicialização do serviço e compartilhamento de informações (CICIRELLI e NIGRO, 2014). A tecnologia Jade<sup>5</sup> (*Java Agent Development*) é um framework eficiente no suporte, gerenciamento e monitoração de SMA, principalmente na parte de comunicação entre cada instância de agente (DE MARCHI et al. 2010). Toda a documentação está disponível no endereço <http://jade.tilab.com>. A comunicação dos agentes segue os protocolos FIPA (*The Foundation for Intelligent Physical Agents*), uma organização aceita pela IEEE *Computer Society* como reguladora de padrões para interação de agentes e sistemas de agentes.

Os agentes também podem ser criados através da interface gráfica da plataforma Jade por meio do agente RMA (*Remote Management Agent*). Por meio dessa plataforma, é possível visualizar e gerenciar os agentes criados no sistema. O sistema possibilita ainda a execução dos agentes Dummy, Sniffer e Introspector. Os agentes recebem as mensagens por meio de uma caixa de correio local, e as processa individualmente através de uma estrutura de comportamento. Esses comportamentos podem ser adicionados a um agente dinamicamente.

O modelo de comunicação do Jade é baseado em mensagens assíncronas expressas, utilizando o padrão FIPA ACL (*Agent Communication Language*) (CICIRELLI e NIGRO, 2014). A Figura 23 esclarece a troca de mensagens entre agentes, utilizando o agente Sniffer para realizar esse acompanhamento.

## Apache

O servidor Web Apache possui uma estrutura funcional que procede da seguinte maneira: estando na estrutura cliente-servidor, ele recebe as requisições do cliente (*browser*) e responde em codificação HTML, o servidor Web interpreta a codificação HTML e não interpreta o código PHP. Ao receber uma solicitação PHP o servidor aciona o Interpretador PHP que processa as

---

<sup>5</sup> <http://jade.tilab.com/>



solicitações do código tais como, acessar o banco de dados, o sistema de arquivos, acesso ao servidor de correio eletrônico e etc., em seguida retorna para o Apache em formato HTML e ele manda para o browser, em que este último lê o código HTML e monta a página Web para o usuário.

ALECRIM (2006) esclarece que um servidor Web é um computador que processa solicitações *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP), que é um dos protocolos padrões para Internet. Ao utilizar um navegador para acessar páginas da Internet, este faz solicitações via HTTP ao servidor, e o servidor por sua vez processa as solicitações e encaminha os resultados ao navegador novamente. No caso do servidor Apache, além de processar o protocolo HTTP ele comporta o processamento de vários outros protocolos.

Contudo, o Apache é o um dos servidores mais conhecidos e usados do mundo. Os motivos incluem sua ótima performance, segurança, compatibilidade com diversas plataformas, sistemas operacionais inclusive os seus recursos. O Apache Server é um software livre e multiplataforma, o que significa que qualquer um pode estudar ou alterar seu código-fonte, além de poder utilizá-lo gratuitamente (ALECRIM, 2006).

## Eclipse

O Eclipse é uma plataforma de desenvolvimento, ele é obtido em forma de arquivo compactado, e para executá-lo basta clicar no ícone com o nome de Eclipse. Após clicar neste ícone, abrirá uma janela que pedirá para escolher o local no qual se deseja armazenar os arquivos do Eclipse, o chamado *workspace*. Após selecionar esse local clique em “ok” e a tela do Eclipse será aberta e daí em diante basta criar códigos-fonte no IDE. Para tal demonstração foi utilizada a versão Eclipse IDE for Java EE *Developers* (163 MB), que é considerada uma das mais completas (COSTA et al. 2008).

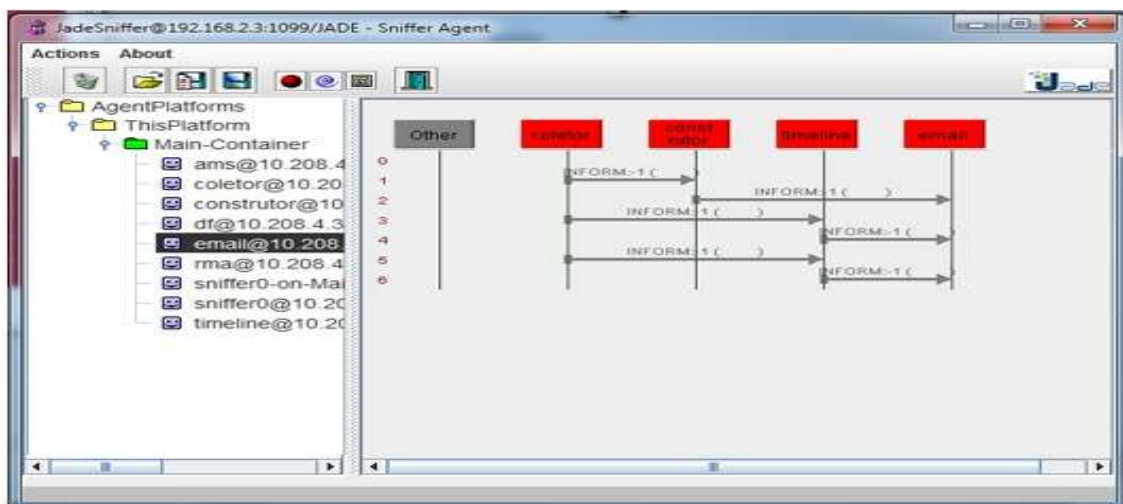
A plataforma oferece um terminal de console para a entrada de dados do teclado assim como no JDK e possui uma janela *outline* que funciona semelhante ao *package explorer*, mas voltada para a estrutura interna do arquivo. Bibliotecas podem ser adicionadas ao projeto e pode-se importar e exportar arquivos do

mesmo, não copiando os arquivos, mas criando um projeto que o referência (COSTA et al. 2008).

Este framework permite também a refatoração do código, que é uma forma organizada de reestruturar o código para ser melhorado. Um aspecto importante de uma refatoração é que ela melhora o design sem mudar a semântica do design, não adicionando nem removendo sua funcionalidade. Alguns exemplos de refatoração de código é renomear métodos, encapsular campos, extrair classes, introduzir afirmações e especializar os métodos (FARIA et al. 2010).

## Protótipo

O protótipo foi desenvolvido utilizando o sistema operacional *Windows 10* (64 bits), a IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse Java EE Eclipse, 2016), as linguagens de programação JAVA, HTML (*Hyper Text Markup Language 5*), *framework* JADE, *framework* Spring, servidor Apache 2.2, *Java Server Faces* (JSF) e o AVA Moodle 3.0.



**Figura 23: Comunicação entre os agentes inteligentes.**

Os agentes inteligentes foram desenvolvidos na linguagem JAVA e com o auxílio do *framework* JADE. Segundo (SILVEIRA et al. 2003) afirma que esse *framework* possibilita a criação de agentes com diversas regras de comportamentos e com trocas de mensagens no formato específico ACL. A

Figura 23 ilustra a ferramenta *Sniffer* do JADE, que permite o monitoramento a visualização e a comunicação entre os agentes.

Na área de Inteligência Artificial existem diversas abordagens para solucionar inúmeros problemas. Uma dessas abordagens trata dos processos de busca de soluções por meio da interação entre entidades em um ambiente virtual. Dessa forma, os Sistemas Multiagente se destacam como o modelo mais apropriado para este tipo de problema. Um agente pode perceber através de seus sensores e atuadores os estímulos do ambiente em que está envolvido. Neste caso, cada agente tem seu papel nesta aplicação, descreveremos a seguir a função de cada agente.

- **Agente Coletor:** realiza consulta no banco de dados, verificando as interações sociais entre os alunos ocorridas no AVA;
- **Agente Construtor:** responsável por atualizar os dados das interações dos alunos no ambiente de aprendizagem, como também realizará a construção dos gráficos na linha do tempo.
- **Agente Timeline:** responsável por construir a linha do tempo e notificar as informações no dia em que ocorreram como: data e quantidade das interações dos alunos que serão visualizadas na linha do tempo.
- **Agente Email:** este agente notificará o professor via e-mail, sobre as interações dos alunos que estão ocorrendo no AVA, assim disponibilizando as informações necessárias, permitindo ao professor realizar as intervenções pedagógicas que o mesmo achar necessário.

#### 4.4 Conclusões do Capítulo

Neste Capítulo, foram apresentadas as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho. São apresentados também, os diagramas de caso de uso e os diagramas de sequência que foram identificados no processo de desenvolvimento desta pesquisa. Pode-se explicar neste Capítulo, a arquitetura para o entendimento dos procedimentos da ferramenta.

## Capítulo 5

### Avaliação e Testes

Neste Capítulo, descrevem-se os experimentos realizados com a ferramenta no decorrer de seu processo de desenvolvimento. Testes simulados foram realizados, foi uma das etapas importantes nesse processo, onde foi possível incorporar melhorias na ferramenta. Com as melhorias aplicadas no decorrer dos testes simulados, a ferramenta foi submetida aos testes reais, como estão descritos neste capítulo a seguir:

#### Interface da Ferramenta

A interface da ferramenta iTimeline dispõe ao professor várias informações importantes como: o nome do curso, o nome do professor (es) do curso, também as notificações de quantidade, mês e dia em que ocorreram as interações e também a atividade quando postada, indicando a data do término da mesma.

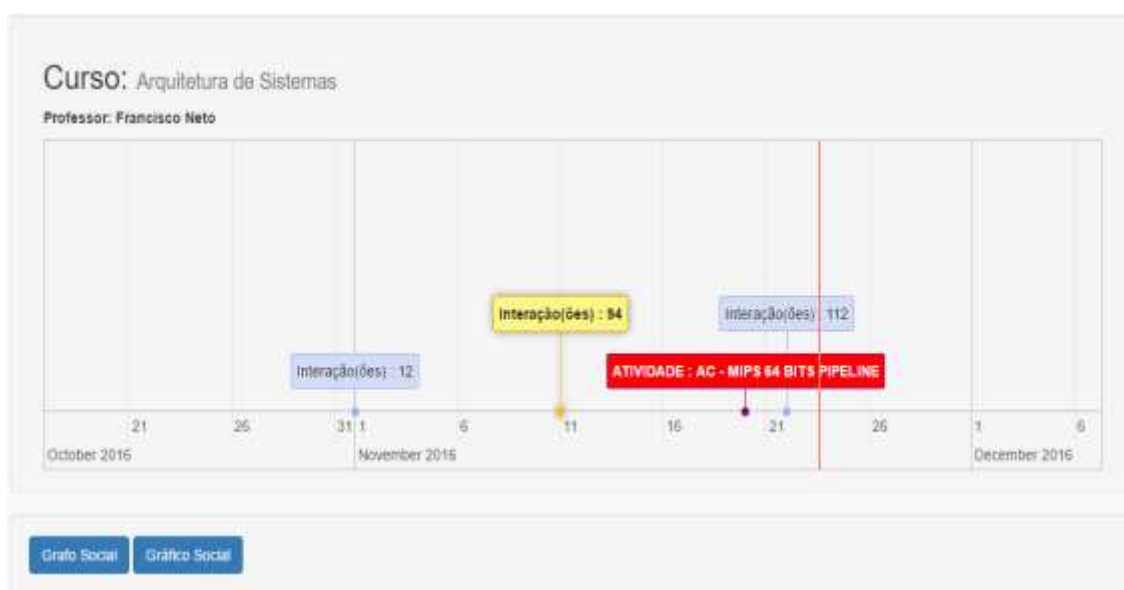
A Figura 25 exibe o plug-in desenvolvido para visualizar as interações, que é disposto ao professor dentro do curso. O professor posiciona da maneira que preferir o plug-in dentro do ambiente virtual.



**Figura 24: Plugin para visualizar as interações.**

A ferramenta foi desenvolvida, está sob a forma de um plug-in, integrado ao Moodle. O professor, ao acessar o curso, tem a sua disposição a ferramenta dinâmica e interativa. Porém, para que ela seja visível no ambiente, é necessário ativá-la por intermédio da funcionalidade, ativar edição disponível dentro do próprio Moodle.

Contudo, criou-se uma representação visual projetada em grafos e gráficos. Para que o detalhamento das informações no banco de dados do Moodle fosse eficiente, foram integrados os agentes inteligentes para coletar e estruturar os dados na linha do tempo.

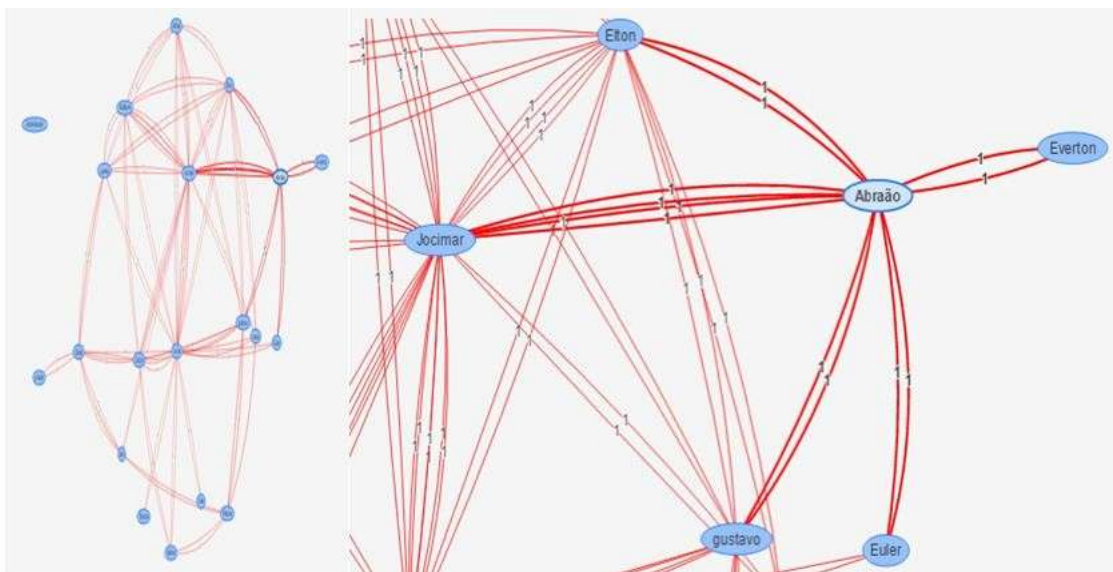


**Figura 25: Interface do inicial do sistema.**

Na Figura 25, a ferramenta é acionada pelo professor para realizar análises das interações integradas na linha do tempo. Nesta fase, aparecerá a tela inicial, a ferramenta proporciona ao professor duas opções para visualizar as interações: sendo a primeira possibilitando ao professor visualizar as interações por meio de grafos, já a segunda opção possibilita uma visualização das interações dos alunos de maneira gráfica.

É importante também mencionar que as opções para exibir os dados, o professor tem que selecionar o dia em que deseja analisar as interações. Na Figura 25 podemos perceber que o dia selecionado pelo professor se encontra na cor amarela, a seleção do dia habilitada pelo professor, ativa os botões para

que o mesmo escolha o modo que deseja visualizar os dados por meio gráfico social e grafo social.



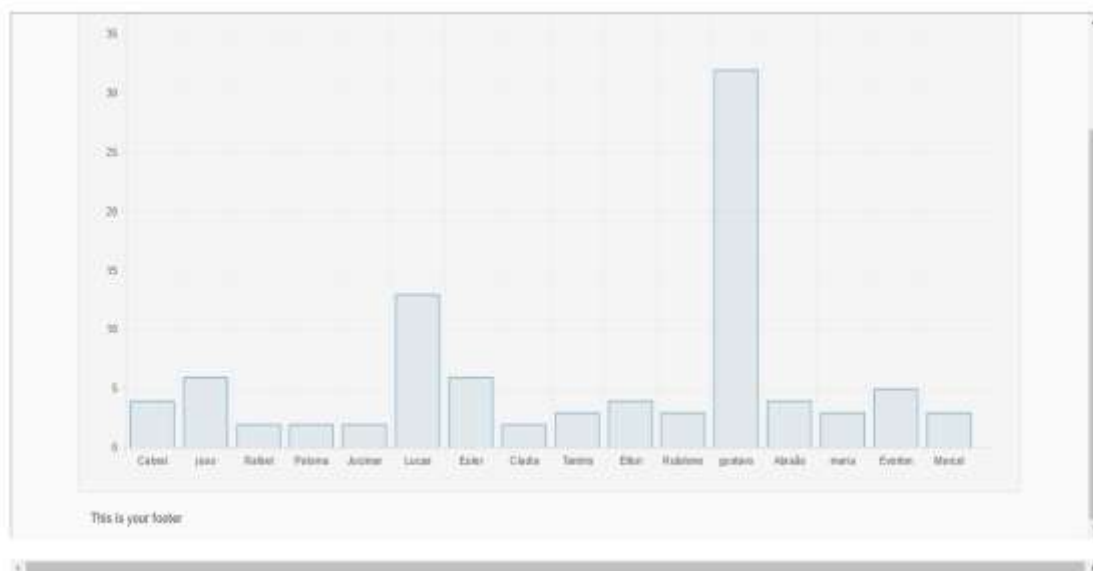
**Figura 26: Grafo social representando as interações entre os alunos.**

O professor poderá escolher quais das opções a ferramenta disponibiliza para visualizar os dados. Na primeira opção (Grafo Social), é gerado um grafo de todas as interações ocorridas naquele dia. As visualizações das informações ocorrem de maneira generalizada, apresentando suas arestas entre os alunos que trocaram informações. As cores simbolizam na linha do tempo alguns indicativos, como: as quantidades de interação dos alunos são disponibilizadas para facilitar a assimilação por parte do professor (representado pela cor azul, quando estiver vermelha é por que o aluno está com a interação baixa exibida na Figura 25).

Na Figura 26 pode-se perceber com quem o aluno interagiu. Quando a interação acontece, os alunos são ligados por arestas no grafo social. As interações dos alunos são coletadas e contabilizadas nas ferramentas fórum e mensagem. O grafo pode se tornar muito grande, impossibilitando uma boa visualização, por isso ao clicar no aluno específico (Abraão) como é mostrado na Figura 26, a ferramenta seleciona as arestas indicando o clique de interação que houve entre os alunos.

Já na Figura 27, é feita uma exibição da segunda opção de visualização dos dados que a ferramenta proporciona (Gráfico Social), que é gerado um

gráfico identificando os nomes, de todos os alunos matriculados no curso, organizando desta forma quem interagiu, indicando quantitativamente suas interações no gráfico social.



**Figura 27: Representação quantitativa das interações por aluno.**

Esta opção estrutura a quantidade das interações, possibilitando que o professor ao realizar uma análise quantitativa dos dados de maneira rápida. O professor, diante dessas informações pode ter uma visão mais detalhada e clara dos dados. A visualização dos dados, por meio desta opção (Gráfico Social), auxilia o professor intervir rapidamente quando o mesmo perceber o índice quantitativo das interações de cada aluno. Todavia, o professor poderá visualizar os dados quando achar necessário, assim poderá intervir pedagogicamente, incentivando na participação e promovendo a interação social entre os alunos.

Consequentemente, o Agente Email que atua na ferramenta envia para o professor da disciplina um e-mail com a relação dos alunos com nenhuma ou baixa interação, notificando a situação real e momentânea do ambiente. Todavia, para que fosse possível essa comunicação no sistema, foi criada uma conta de e-mail no Gmail.

## **Experimentos em um Curso Simulado**

Foram realizados diversos experimentos com a ferramenta, utilizando a base de dados simulada de um curso já finalizado denominando Arquitetura de

Sistemas que continha 25 alunos. O curso esteve disponível no servidor (<http://gaire.icomp.ufam.edu.br/moodle/>) do Laboratório de Sistemas Inteligente da UFAM.

A simulação ocorreu ao longo de cinco meses antes de submeter a ferramenta a testes em uma turma real. No decorrer da simulação, a segunda opção de gráfico social, ainda não existia, a mesma foi detectada por meio da necessidade de verificar os índices quantificáveis das interações, que surgiram durante os experimentos simulados. Entretanto, na simulação, o professor poderia optar de qual curso ele queria visualizar as interações, além de escolher de que maneira ele poderia visualizar esses dados como: grafo social ou gráfico social.

A Figura 28, faz uma identificação das interações de um dado momento do curso simulado em forma grafo social, proporcionando a visualização dos dados interacionais entre os alunos, assim possibilitando ao professor observar as ligações (arestas) representando a interação, e o nó (aluno), uma vez que o experimento foi aplicado com todos os matriculados da turma.

Para um melhor entendimento desse grafo social, podemos perceber que existe um aluno que não se relacionou com nenhum outro. Isso implica que ele está isolado do grafo. O Administrador<sup>6</sup> não interagiu nem por meio de fórum, e nem nas mensagens. Desta maneira, é possível verificar quais os alunos que se relacionaram.

O grafo social proporciona ao professor uma visão geral das interações de todos os alunos matriculados no curso, possibilitando o mesmo identificar as possíveis formações de grupos. Assim, isso proporcionará possíveis intervenções, promovendo indicadores importantes na aprendizagem. Além disso, o professor poderá intervir quando necessário e quando perceber que diante das informações apresentadas pela ferramenta. O ato de intervir ajudará os alunos no processo de ensino-aprendizagem, assim o professor poderá agir estratégica e pedagogicamente no momento em que achar necessário.

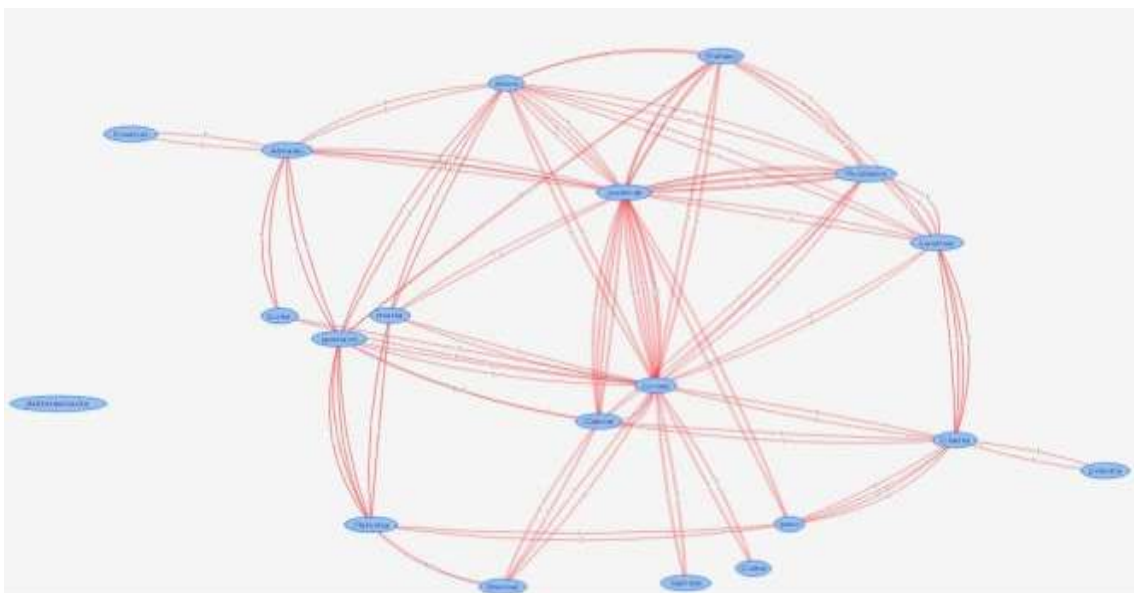
Esta opção de visualização dos dados é importante, pois é fácil a detecção de formação de grupos, isso acontece, porque o grafo social realiza a ligação entre os alunos por meio das arestas como descrito anteriormente. Isso

---

<sup>6</sup> Os nomes listados no teste simulado são fictícios.



proporciona uma identificação rápida e concisa da situação em que se encontram os alunos.



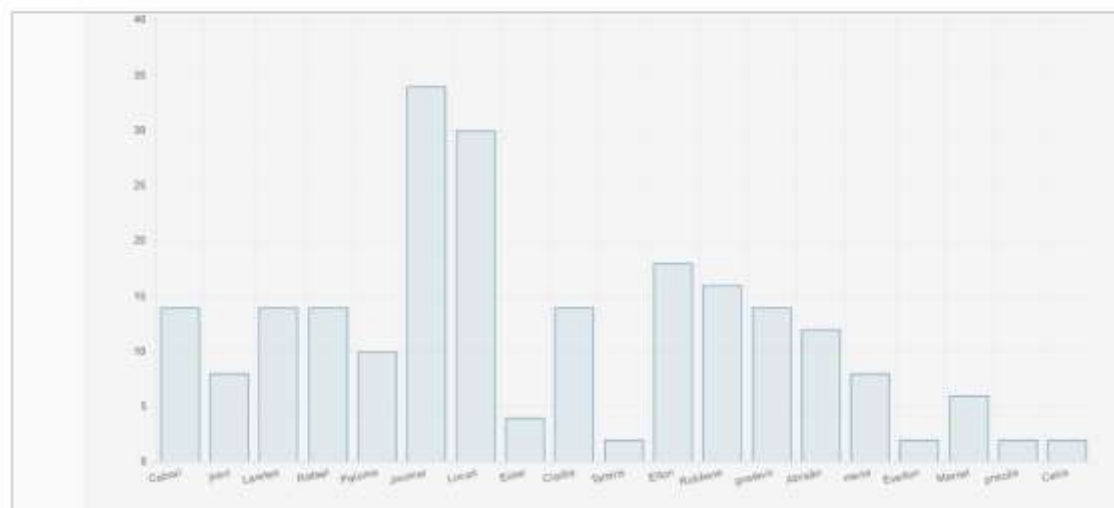
**Figura 28: Representação por meio de grafo social das interações**

No grafo social destacado na Figura 28, os alunos possuem ligações somente com quem interagiram, assim, é possível perceber, numa visão mais completa, a existência de alunos que interagem mais e outros que menos, até mesmo os que não interagiram.

A Figura 29 ilustra o gráfico social da turma citada anteriormente, exibindo de maneira geral a quantidade das interações dos alunos que ocorreram dentro do ambiente.

Essa opção para visualizar os dados surgiu, para facilitar a análise das interações, no gráfico social é possível o professor identificar a quantidade de interações por aluno, assim possibilitando comparar os índices com outros momentos do curso. Dessa forma, o professor poderá observar a evolução ou regressão do aluno, de posse desses resultados o mesmo poderá intervir ou não, assim ajudando o aluno na sua permanência no curso.

As interações representadas nesta modalidade de visualizar os dados proporcionam ao professor, uma análise comparativa e quantitativa de um determinado estágio do curso no ambiente. Esta opção de visualizar os dados pode subsidiar o professor com informações precisas, que podem adotar estratégias para incentivar e promover o ensino e também a aprendizagem.



**Figura 29: Gráfico social das interações no curso simulado.**

A ferramenta também possui o Agente Email responsável por monitorar as interações que ocorrem no curso, essa função do sistema auxilia o professor no acompanhamento das interações por meio de email, ou seja, mesmo sem acessar o ambiente o professor é notificado quando as interações não ocorrerem ou estiverem em baixo nível.



**Figura 30: Email gerado automaticamente pelo sistema ao professor.**

A Figura 30 faz uma identificação de um e-mail gerado automaticamente pelo sistema e recebido pelo professor da disciplina, que foi alertado acerca dos alunos que pouco ou não interagiram. As informações que são enviadas ao professor via email, são importantes, pois a partir dessas informações o

professor poderá visualizar como está o desempenho dos seus alunos sem acessar a ferramenta.

Dessa maneira os resultados dos experimentos simulados foram extremamente importantes, assim possibilitando uma melhor compreensão da ferramenta, percebendo algumas lacunas e facilitando a incorporação de melhorias, assim as mudanças foram realizadas antes de aplicar o sistema em uma turma real. As melhorias aplicadas foram significativas para a melhoria do trabalho, como por exemplo:

- Foi alterado o modo de exibição das interações, antes a ferramenta chamava uma página nova na Internet, concluiu-se, nos testes simulados, que era importante essa visualização acontecer dentro do próprio AVA.
- Foi introduzido o gráfico social, devido possuírem outros dados importantes como quantidade de interações individuais. Com isso, auxiliando melhor o professor, em suas análises, ou seja, essa opção de visualizar os dados, incorpora informações relevantes sobre os alunos.
- Outra melhoria positiva incorporada na ferramenta foi o espaço ampliado para visualizar a linha do tempo, como anteriormente estava em tela reduzida, foi estendida para melhor visualização das informações na linha do tempo.

## **Experimentos em um Curso Real**

Nesta seção será apresentada a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho que foi um Estudo de Caso. A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que ela tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados (SCHRAMM, 1971).

Yin (2001) discute algumas características técnicas, como a coleta de dados e as estratégias de análise de dados no processo de investigação metodológica do estudo de caso.

- **enfrenta** uma situação tecnicamente típica em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado,

- **baseia-se** em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado,
- **beneficia-se** do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

Baseando-se em definições e características sobre estudo de caso, aplicamos inúmeros testes na ferramenta no propósito de identificar falhas, como por exemplo: as trocas de mensagens entre os alunos se estavam em conformidade e de acordo com o descrito anteriormente, outra análise realizada foi na veracidade dos dados coletados do banco e etc.

No desenvolvimento da ferramenta, foram realizados testes a cada etapa, buscando melhoria e qualidade no sistema. Todavia, buscando sempre melhorar a visualização e o tempo de processamento dos dados. É importante salientar que este experimento foi realizado em uma turma de ensino superior de Licenciatura em Matemática, esta turma foi composta por alunos de diversos campus do Instituto Federal de Ensino, como são destacados na Figura 31.



Figura 31: Mapa de identificação dos campi.

Podemos observar que a legenda do mapa representa a distância em quilômetros (Km) da cidade de Cruzeiro do Sul (campus onde foi desenvolvida a pesquisa) referente às outras cidades que participaram dos experimentos.

Diante dos resultados adquiridos nos experimentos no curso simulado (Seção 5.1), foi a vez de avaliar a eficácia da ferramenta em um curso real, assim podendo identificar melhorias incorporadas, a partir dos testes anteriores.

O curso real foi realizado da seguinte maneira: foi elaborado um curso de Matemática em um período de férias, este curso foi identificado como necessário pelos coordenadores do curso, pois cada campus existe um coordenador para cada curso. Devido ao assunto ser complexo, e como vários alunos dos diversos campi pretendiam participar do mesmo para aumentar seus conhecimentos, então os coordenadores decidiram aplicar o curso na modalidade a distância, assim todos os alunos dos diversos campus podiam participar, o curso foi denominado de “Trigonometria”, na ferramenta iTimeline. O curso teve duração de três semanas no mês de dezembro de 2016.

A seguir, na Figura 32 é possível observar os assuntos que foram abordados no decorrer do curso, como também as atividades e nome do curso, essas informações são relevantes. Todavia, essas informações ajudam no entendimento de como foi aplicado o curso.

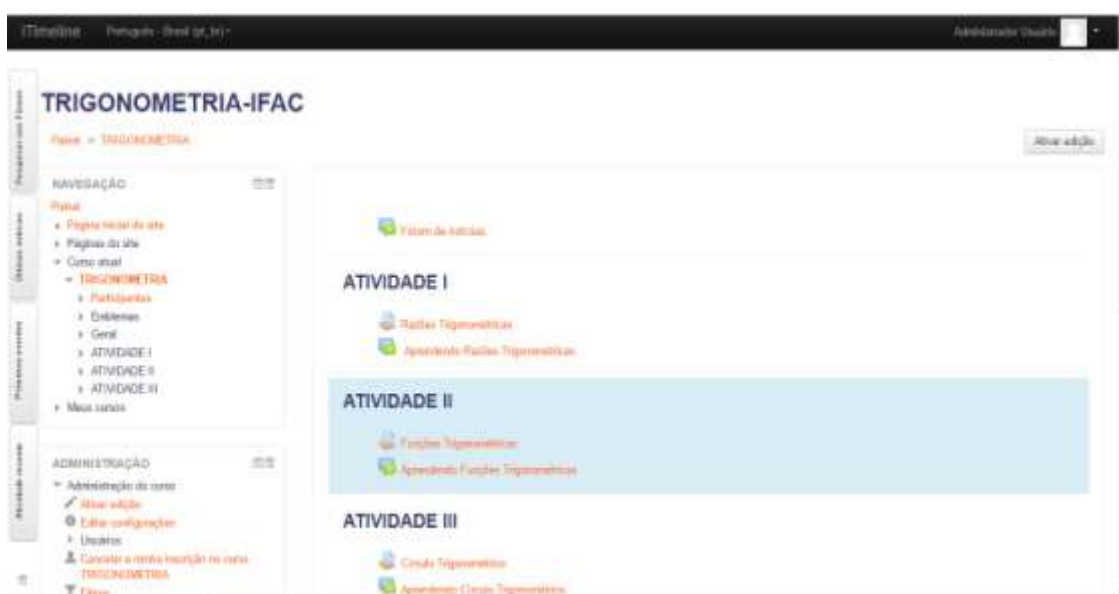
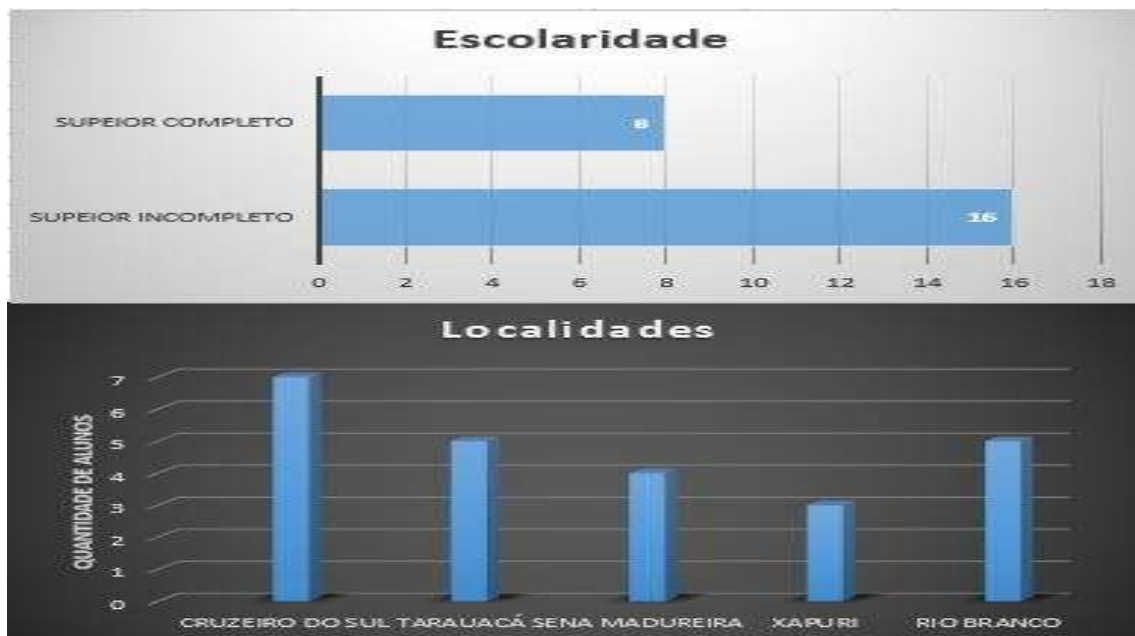


Figura 32: Tela principal do curso.

A turma foi composta por alunos de vários campi como: Sena Madureira, Xapuri, Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul do Instituto Federal do Acre-IFAC. Alunos do curso superior de Licenciatura em Matemática foram convidados para participar. Dentre essas pessoas, 22 preencheram o formulário

(Apêndice C). Os alunos se apresentam em uma faixa etária de 18 a 39 anos, informação que juntamente com o grau de escolaridade e cidade em que residem podem ser observadas na Figura 33.



**Figura 33: Localidades e escolaridades dos alunos.**

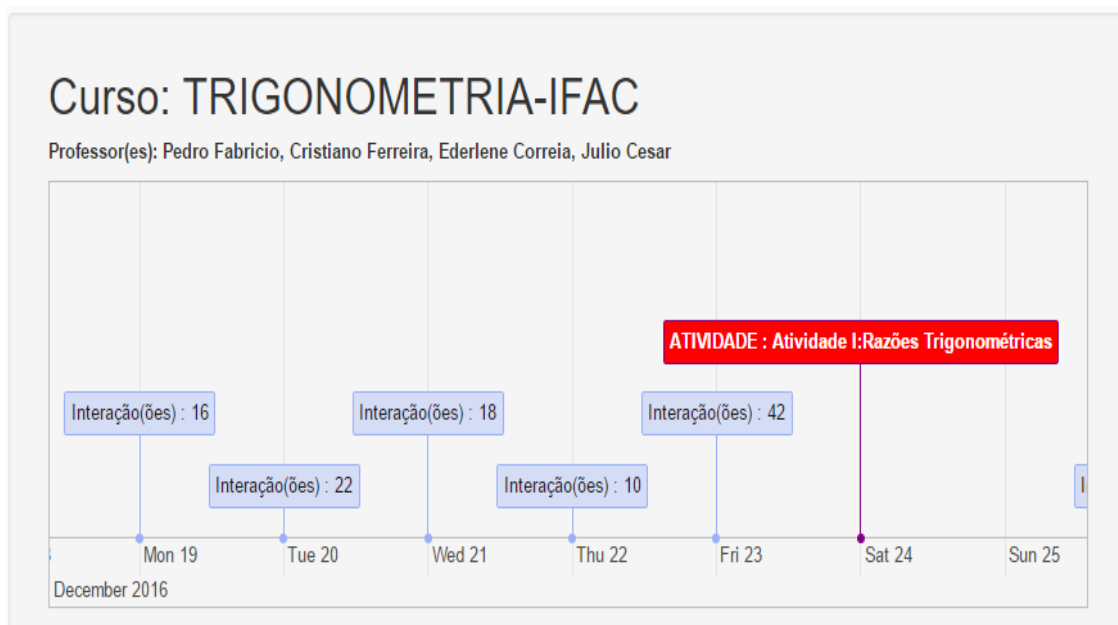
Na Figura 33 podemos perceber, por meio dos dados apresentados nos gráficos, que os alunos participantes estão em diversas localidades e o nível de escolaridade encontra-se entre o ensino superior incompleto e completo, sendo a maioria dos alunos da turma residentes na cidade de Cruzeiro do Sul (Ac). Todavia, é perceptível observar que há alunos de outras cidades como; Tarauacá, Sena Madureira, Xapuri e Rio Branco todas as cidades pertencentes ao Estado do Acre.

Os professores participaram colaborando nos experimentos, expondo seu ponto de vista em relação a eficácia da ferramenta, todos receberam instruções de como utilizar a ferramenta no AVA. Após serem repassadas as instruções de como manusear a ferramenta, os professores assinaram um Contrato de não Interferência (Apêndice E).

No decorrer do curso, o professor responsável poderá monitorar as interações dos alunos, gerando gráficos e grafos de um determinado dia do curso, quando notificados na linha do tempo, ao acessar a ferramenta, o professor por meio do plugin poderá visualizar os dados interacionais dos alunos.

Na Figura 34, podemos visualizar as notificações, indicando o dia em que ocorreram, assim facilitando o monitoramento por parte do professor.

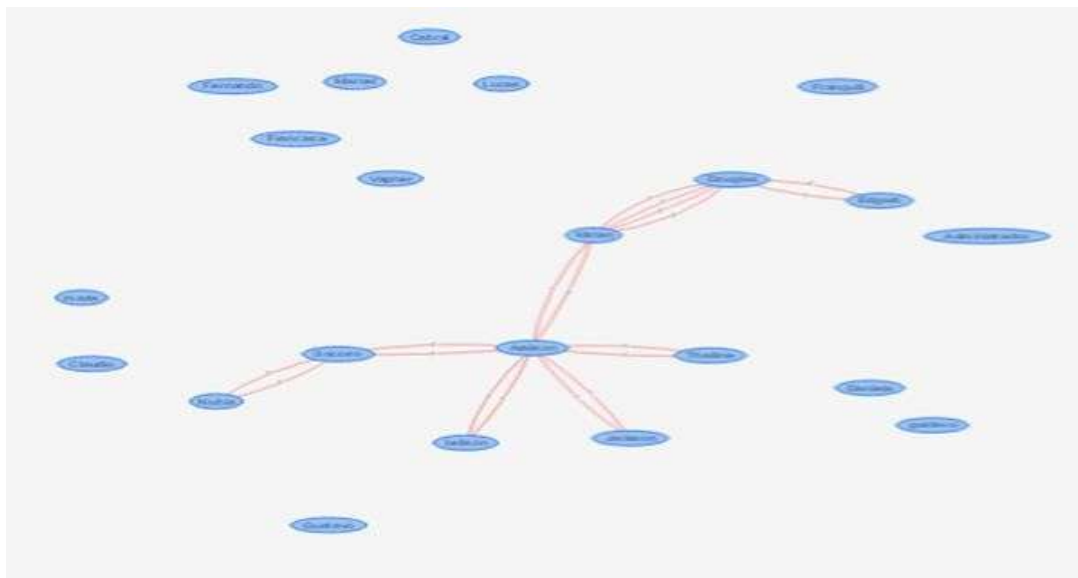
A Figura 34 demonstra os dias em que houve as interações. A partir dessas notificações, o professor pode escolher um desses dias para analisar as interações entre os alunos por meio de gráficos e grafos. Na Figura 34 o professor resolveu analisar as interações ocorridas no dia 21. Podemos analisar também, que as interações indicadas no dia selecionado pelo professor, como por exemplo; o dia selecionado pelo professor está indicando 18 interações. Vejamos detalhadamente quais os alunos que interagiram por meio do grafo social mostrado na Figura 35.



**Figura 34: Linha do tempo indicando as interações sociais dos alunos.**

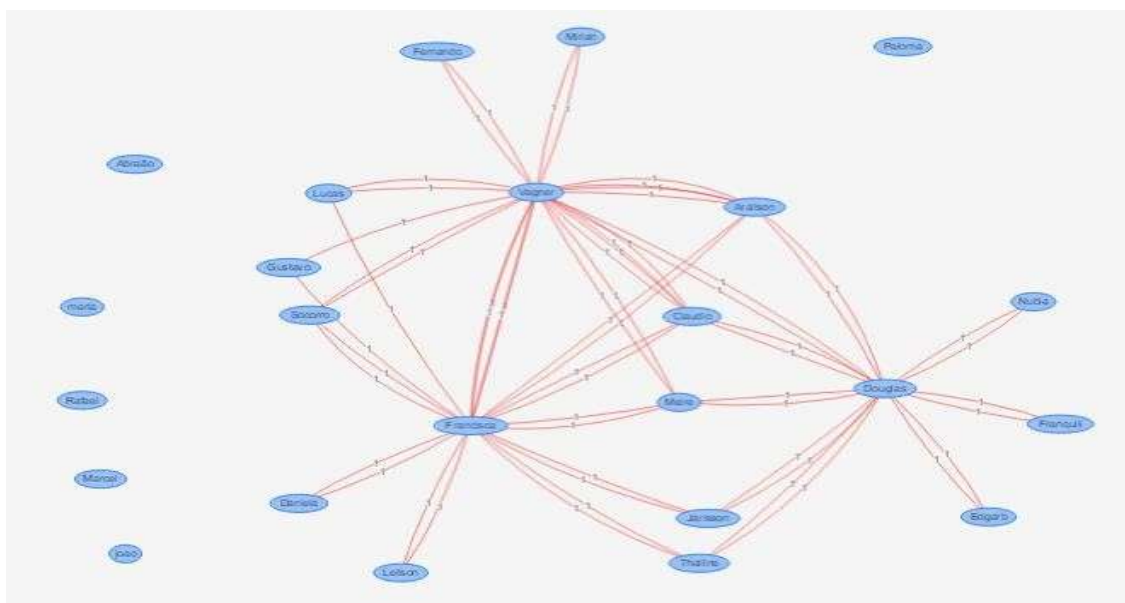
O professor pode interagir com a ferramenta, identificando os dias em que ocorreram as interações, assim percebendo cronologicamente a dinâmica interacional que acontece em tempo real no ambiente. É perceptível também na Figura 35, que as interações acontecem antes de finalizar a data limite para a postagem da atividade.





**Figura 35: Grafo social das interações coletados na primeira semana.**

Com o resultado apresentado da Figura 36, o professor pode analisar as interações dos alunos que ocorreram nos fóruns e nas mensagens no AVA. O professor ao solicitar a ferramenta, o estado atual das interações no ambiente, identificou que o nível de interações estava baixo. Todavia, para melhorar o índice de interações entre os alunos, o professor se comunicou com os mesmos que apresentavam baixo nível de interações, notificando-os por meio de e-mails no AVA.

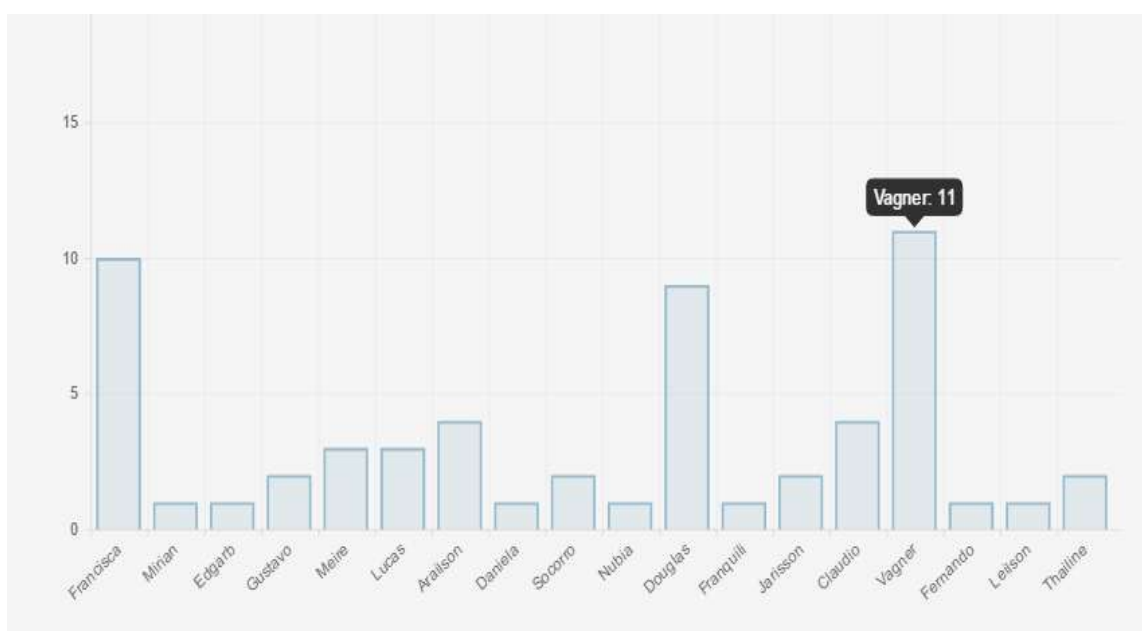


**Figura 36: Grafo social das interações coletados na segunda semana.**



Os resultados da segunda semana alcançaram uma evolução em comparação aos resultados da primeira semana. Foi possível verificar alunos que já estavam mais participativos no ambiente e interagindo pelo incentivo do professor, conforme dados interacionais apresentados na Figura 36.

Também é possível analisar na Figura 36 as interações dos alunos em forma de grafo social, que foi gerado no dia escolhido pelo professor. Diante dos resultados identificados, o professor percebeu que as interações da turma cresceram consideravelmente em relação aos resultados da primeira semana. A seguir na Figura 37 será apresentada quantitativamente as interações dos alunos, assim o professor poderá analisar seus alunos individualmente.



**Figura 37: Representação gráfico social das interações da primeira semana.**

É muito importante essa maneira de visualizar os dados, pois o professor pode entender visualmente a assiduidade de seus alunos no AVA. Analisar quantitativamente as interações dos alunos, pode ajudar o professor na análise dos dados individuais dos alunos. Este gráfico social pode ajudar o professor a interpretar o nível das interações dos alunos, assim podendo tomar alguma decisão diante dos dados encontrados.

Esta maneira de visualização de dados na ferramenta, possibilita também o professor identificar os alunos que estão com nível baixo de interações, uma

vez que, também existe a possibilidade de o professor ser notificado pela ferramenta por meio do Agente Email, mas esta possibilidade somente identifica os nomes dos alunos. Já este modo de visualização de dados completa graficamente as informações interacionais.

Na Figura 38 destacados os alunos participantes do curso que apresentam baixo nível de interações que foram: Mirian, Edgarb, Daniela, Nubia, Franquili, Fernando e Leilson. A estratégia do professor foi significativa, isso podemos perceber na Figura 39, onde é possível analisar a evolução e a participação dos alunos no ambiente.

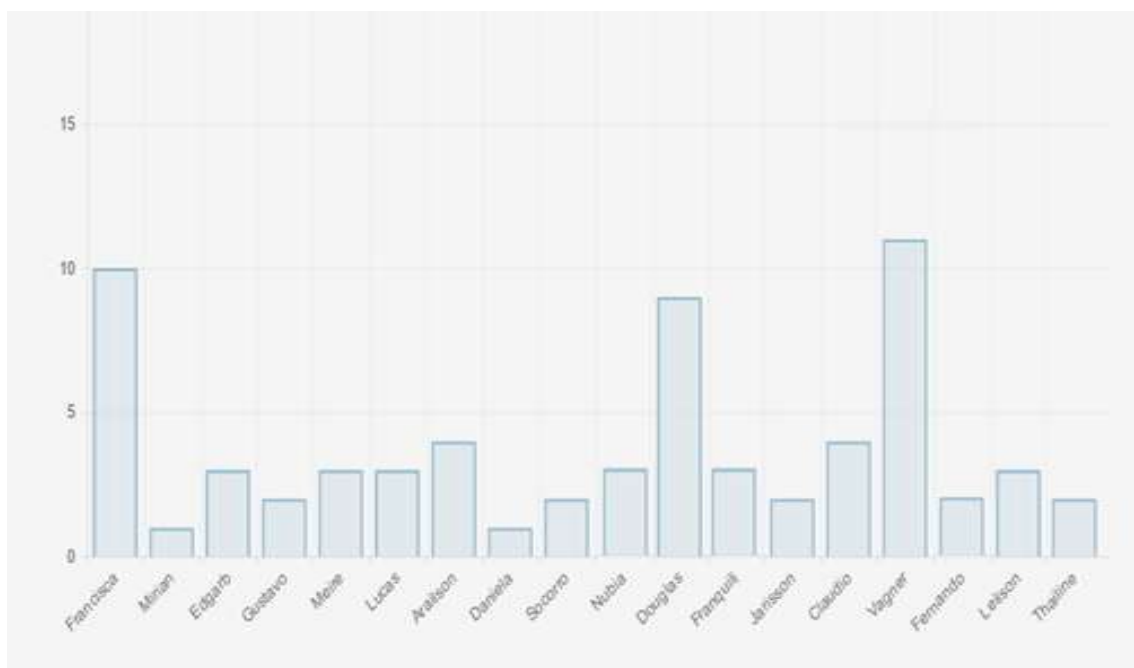


**Figura 38: Email enviado ao professor indicando as interações dos alunos no AVA.**

Os resultados exibidos na Figura 37, por meio de gráfico social, o professor pode identificar alunos com nível baixíssimo de interações, e consequentemente pode agir adotando medidas pedagógicas de acordo com quadro baixo de interação de cada aluno, assim também o professor pode identificar os alunos com um nível mais elevado de interações.

Ao perceber as disparidades dos dados, o professor resolve incentivar os alunos com nível baixo de interações, recomendando que esses alunos com baixo ou nenhuma interação pudessem por meio do AVA procurar os alunos com maior nível de interações.

Consequentemente, os cursos de EaD ainda impressionam com um alto índice de evasão. No curso onde foi aplicado o estudo de caso, não teve um resultado tão diferente. Um grande percentual dos alunos que chegaram a se matricular e a participar dos exercícios iniciais, mesmo assim, ainda houve desistência do curso, mesmo com incentivo por parte do professor, enviando mensagens e utilizando táticas pedagógicas com o propósito de evitar essa questão negativa.



**Figura 39: Representação do gráfico social das interações segunda semana.**

Os resultados obtidos foram relevantes, a ferramenta auxiliou o professor na identificação dos alunos que apresentavam nenhuma ou pouca interação no ambiente, possibilitando-lhe aplicação de medidas e estratégias pedagógicas, promovendo a integração dos alunos que não estavam participativos. O uso dos agentes inteligentes e suas características possibilitou um melhor desempenho no monitoramento dos dados, como por exemplo: no envio do e-mail, construção da linha do tempo, grafos e gráficos, simplificou o trabalho do professor no acompanhamento das interações.

Após a conclusão do curso, foi realizado o questionário com os professores que participaram dos experimentos (Apêndice F), identificando e caracterizando pontos positivos e pontos a serem melhorados.

Diante das respostas dos professores, evidencia-se que o manuseio da ferramenta foi de fácil entendimento. Segundo suas respostas, os resultados foram satisfatórios diante da realidade da classe e o tempo de processamento dos dados foi dentro das expectativas. A realidade de um curso a distância é diferente de uma turma presencial, assim a ferramenta proporcionou ao professor o monitoramento a distância. O fato de o curso ocorrer também em um período de férias dos alunos, pode ter influenciado nos resultados, mesmo os alunos tendo ciência da relevância e do caráter científico da pesquisa, mesmo assim ainda houve algumas evasões.

Uma característica positiva elencada pelos professores é que a ferramenta ajudou na identificação das interações de maneira clara e simples, e assim possibilitou-lhes alteração das atividades e o nível de cobrança diante das mesmas. Outra característica importante identificada pelos professores que foi muito positiva, é que a ferramenta pode proporcionar opções de visualizações dos dados.

Os pontos a serem melhorados propostos pelos professores foram: alternância das cores na linha do tempo, outro ponto a ser melhorado é nas cores das arestas quando os alunos estivessem com nível baixo de interações. Outra melhoria a ser desenvolvida na ferramenta é coletar mais dados das ferramentas chat, quis, entre outras, assim a ferramenta pode abranger outros meios de interações dentro do ambiente.

Contudo, diante dos questionamentos dos pontos positivos, os professores responderam que geralmente os cursos EaD não disponibilizam este tipo de acompanhamento das interações de forma cronológica. A ferramenta proporcionou-lhes informações relevantes de maneira rápida e de fácil manuseio.

Os dados interacionais dos alunos proporcionaram uma melhor coordenação diante das informações. Com a possibilidade de visualização e acompanhamento dos dados foi muito importante. Contudo, o professor enfatizou de maneira positiva a exibição dos dados em forma de gráficos e grafos e o feedback que a ferramenta possibilitou no envio dos e-mails, destacando a situação dos alunos.

A Tabela 2 aborda as contribuições dos professores ao responderem o questionário (Apêndice D). Foi realizado um filtro das respostas dos professores,

e no quadro a seguir destacamos algumas como: pontos positivos, pontos a serem melhorados, visualização dos dados e feedback da ferramenta.

**Tabela 2: Respostas dos professores em relação a alguns tópicos da ferramenta.**

<b>Tópicos</b>	<b>Professor 1</b>	<b>Professor 2</b>	<b>Professor 3</b>	<b>Professor 4</b>
<b>Pontos positivos</b>	A ferramenta é rápida e eficiente.	É de fácil manuseio e eu consegui perceber, que ela contribui muito para a comunidade EaD.	Eu achei ótima, pois ela auxilia bem o professor, e ajuda na tomada de decisão.	Importante ferramenta para o monitoramento das interações dos participantes.
<b>Pontos a serem melhorados</b>	Nada a declarar.	Eu acredito que teria ficado melhor com um painel com vários gráficos.	Eu acho importante ter variado as cores nos grafos, referentes às quantidades das interações, ou seja, mudança de cor.	Para representar as interações eu achei ótima a ferramenta.
<b>Visualização dos dados</b>	Achei ótima, muito boa.	Ficou de excelente qualidade, outra coisa que achei muito boa é zoom aplicado no grafo.	Como sugestão: seria legal enviar já os gráficos e grafos diários por email.	Considero que ficou muito bom tanto o gráfico como grafo, representando visualmente as interações.
<b>Feedback da ferramenta</b>	O email ajuda muito o professor.	Gostei muito do aviso sobre situação dos alunos por email.	feedback, seria bom enviar o gráfico e o grafo por email ( <i>sic</i> )	O email de retorno ao professor ajuda muito, portanto, considero excelente.

## **Análises de Resultados**

Os resultados obtidos fundamentam a hipótese de que a ferramenta iTimeline auxiliou de forma colaborativa os professores no processo de ensino e na aprendizagem no AVA. Isso corresponde pela facilidade de interação com os dados que a ferramenta proporciona ao usuário.

A partir da análise realizada deve-se repensar em como a participação do aluno no ambiente virtual deve ser considerada. Atividades de colaboração como análise da participação dos alunos em fóruns, mensagens e na construção de

atividades em grupo, como também as análises e intervenções aplicadas pelo professor.

Por meio dos dois experimentos realizados, foi possível verificar que a ferramenta iTimeline torna-se promissora e eficaz para o acompanhamento das interações dos alunos em ambientes virtuais de aprendizagem. Porém a utilização desta ferramenta visual mostrou sua contribuição positiva diante dos resultados adquiridos, pois atendeu as expectativas esperadas para visualizar dados, utilizando técnicas de *Data Visualization*, atingindo objetivo desta pesquisa.

## **Conclusões do Capítulo**

Os resultados dos experimentos elencados anteriormente evidenciam que a ferramenta é viável para ser utilizada em ambientes virtuais educacionais, os recursos retratados pela ferramenta, como: recursos visuais, proporcionando a ótima visibilidade dos dados interacionais dos alunos.

Os testes ocorreram em turma real, e possibilitaram a percepção, e as contribuições do professor. De posse dessa ferramenta, o professor pode ser auxiliado na identificação dos dados, proporcionando-lhe a intervenção diante das informações apresentadas. O professor, por meio da ferramenta, pode perceber quais os alunos que estavam interagindo ou não, e os incentivou a serem mais assíduos e participativos no curso.

Portanto, o trabalho aponta significância, pois atende os objetivos elencados anteriormente no Capítulo 1. Esta ferramenta é importante para auxiliar professores, de tal forma que os alunos podem ser monitorados constantemente e em tempo real. No Capítulo 6, será realizada a conclusão desta pesquisa de Mestrado, elencando as contribuições científicas e trabalhos futuros.

## Capítulo 6

### Considerações Finais

A abordagem aqui detalhada apresenta sua relevância ao utilizar técnicas de *Data Visualization* e Sistemas Multiagente e a contribuir com essas áreas do conhecimento em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, apresentando resultados significativos, à medida que surgem essas novas tecnologias na área da computação. Atualmente, precisa-se de Sistemas Multiagente, interativos e dinâmicos que impulsione o amadurecimento de novas metodologias voltadas para visualização de dados em ambientes virtuais.

A pesquisa desenvolvida aborda a representação visual das interações dos estudantes no AVA, cujo objetivo é auxiliar o professor no acompanhamento do processo de aprendizagem de seus alunos. Poderá subsidiá-lo em um curso a distância, proporcionando a identificação das interações dos alunos no AVA, assim sendo possível acompanhar e intervir pedagogicamente, promovendo a inter-relação dos alunos favorecendo o processo de ensino-aprendizagem.

A ferramenta mostrou-se promissora em representar visualmente as interações sociais dos alunos e, dessa maneira, permitir o monitoramento dos alunos no AVA. A iTimeline beneficia de forma significativa a EaD, em cursos aplicados no Moodle. Todavia, a ferramenta foi projetada na versão do Moodle 3.0, caso necessite usá-la em outras versões do Moodle será necessário realizar alguns ajustes.

Este trabalho preocupou-se em desenvolver um modelo visual das interações de forma que pudesse servir de base para novas pesquisas. Com a utilização de grafos e gráficos para visualização das interações, acredita-se em pesquisas futuras, e o surgimento de novas ferramentas. A ferramenta foi testada em turmas simuladas e reais.

A análise dos dados em uma turma real possibilitou a intervenção pedagógica imediata pelo professor, quando interpretou a necessidade diante dos dados exibidos. As respostas dos professores que avaliaram a ferramenta no questionário apresentado no (Apêndice F) reforçam a importância de que a ferramenta é útil e promissora e ressaltam possíveis melhorias.

Contudo, o uso de estratégias de natureza interativa é fundamental para

assegurar uma maior participação dos alunos no processo de aprendizagem e, assim, manter as interações sociais entre os participantes.

Portanto, é necessário que o professor esteja sempre com posse das informações a respeito das interações que ocorrem no AVA, visto que as atividades de ensino-aprendizagem se efetivam pela interação entre os alunos, pois é nesse trânsito interacional que a educação acontece de maneira significativa, proporcionando novas formas de ensinar e a aprender.

## **Contribuições**

A contribuição desta pesquisa consiste em subsidiar o professor em um curso na modalidade EaD, na visualização das relações sociais dos alunos, de maneira constante e em tempo real. Com a criação da ferramenta baseada em *Data Visualization* denominada iTimeline, a mesma contribui para a aplicação de possíveis estratégias pedagógicas. É importante ressaltar que, esta pesquisa tem uma publicação que fundamenta sua relevância, onde pode ser encontrada no (Apêndice A).

Consequentemente, observando as estratégias pedagógicas, a ferramenta apresenta uma visão ampla, rápida, objetiva e clara das interações dos alunos, que antes o professor não tinha. Diante dos resultados obtidos, os professores puderam aplicar intervenções pedagógicas, como também monitoraram os avanços das interações no decorrer do curso.

A visualização dos dados interacionais, por meio de grafos e gráficos como métodos visuais disponibilizados ao professor destacaram-se promissores e sua contribuição é importante na representação visual das interações em AVAs.

Os Sistemas Multiagente representados nesta pesquisa pelos agentes e suas características foram de fundamental importância para atingir os resultados. Por meio da ferramenta o professor identificou a situação das interações de seus alunos, e possibilitou intervenções rápidas, aplicando medidas educativas.



## **Trabalhos Futuros**

Como trabalhos futuros, pretende-se a utilização de técnicas de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, podendo assim inserir um novo agente denominado Agente Professor, para melhorar os resultados. Com usos das técnicas de Aprendizagem de Máquina, o Agente Professor poderá tomar decisões sem a interferência do professor.

Nesse sentido, a pesquisa por meio do Agente Professor poderá agir rapidamente de acordo com os dados identificados, possibilitando melhoria na exploração dos dados no AVA, e também, criando outros métodos de visualização dos mesmos. Essas melhorias podem englobar outras necessidades que possam vir a surgir nos ambientes virtuais.

Portanto, com a utilização dessas técnicas apontadas anteriormente para melhoria do processo de monitoramentos das interações sociais, o proposto Agente Professor pode ajudar a detectar formações de grupos dentro do ambiente instantaneamente, como também poderá intervir e tomar decisões. Com a inserção deste agente no sistema, os dados serão identificados instantaneamente e imediatamente será realizada pelo Agente Professor uma análise dos dados e indicando quais táticas pedagógicas o professor possivelmente adotará diante dos dados interacionais dos alunos.

## Referências Bibliográficas

- ALENCAR, M., NETTO, J. F. M. (2012). Sistema Multiagente para Apoiar a Percepção e o Acompanhamento de Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. In: Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), ISSN 2316-6533, 26-30 de novembro, Rio de Janeiro-RJ.
- ALMEIDA, M. E. B. D. (2003). Tecnologia e Educação a Distância: Abordagens e Contribuições dos Ambientes Digitais e Interativos de Aprendizagem. In: Reunião Anual da Anped, Educação e Pesquisa, São Paulo-SP.
- BAKHARIA, Aneesha.; DAWSON, Shane. (2011). SNAPP: A Bird's-eye View of Temporal Participant Interaction. In: Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge. ACM. p. 168-173 New York-NY.
- BARBOSA, A. F.; NUNES, I. D. (2014). Análise Comparativa das Interações dos Usuários em Grupos de Disciplinas Utilizando Métricas de ARS. In: Nuevas Ideas em Informática Educativa. XIX Congresso Internacional de Informática Educativa, TISE. pg.166-171, Fortaleza-CE.
- BARBOSA, M. F. S. O.; REZENDE, F. (2006). A Prática dos Tutores em um Programa de Formação Pedagógica a Distância: Avanços e Desafios. Interface-Comunicação, Saúde, Educação, 10(20), 473-486. Botucatu-SP.
- BARROS, D.M.V. (2013). Estilos de Aprendizagem e o uso das Tecnologias. Pedagógica no Ensino Superior: Ideias Práticas, volume 1, Editora Defacto. São Paulo-SP.
- BASILI, V., GIANLUIGI C.; DIETER R. H. (1994). Goal Question Metric. In: Paradigm Encyclopedia of Software Engineering, Kansas-City.
- BASSANI, Patrícia B. S. (2006). Mapeamento das Interações em Ambiente Virtual de Aprendizagem: Uma Possibilidade para Avaliação em Educação

a Distância. Tese de Doutorado, UFGS. Porto Alegre-RS.

BATISTA, A. F. DE M. (2008). Desenvolvendo Sistemas Multiagente na Plataforma Jade. In: I Simpósio de Iniciação Científica da Universidade Federal do ABC, Santo André-SP.

BELLIFEMINE, F.; CAIRE, G. (2007). Developing Multi-Agent Systems With Jade. Editora Wiley, Inglaterra.

BEZERRA, E. (2015). Princípios de Análise e Projeto de Sistema com UML (Vol. 3). Elsevier Brasil. Rio de Janeiro-RJ.

BOFF, Elisa. (2008). Colaboração em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem Mediada por um Agente Social Probabilístico. Tese de Doutorado. UFRS, Porto Alegre-RS.

BOISSIER, O. (2002). Modeles et Architectures D'agents. In: BRIOT, J.-P.; DEMAENZAU, Y. (Ed.). Principes et Architecture des Systems Multi-Agents. Hermes, cap. 2, p. 71–108, Paris.

BRANDES, U., KENIS, P., RAAB, J., SCHNEIDER, V.; WAGNER, D. (1999). Explorations into the Visualization of Policy Networks. In: Journal of Theoretical Politics, 11(1), 75-106.

BREMGARTNER, Vitor.; NETTO, José Francisco M. (2011). Auxílio Personalizado a Estudantes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem Utilizando Agentes e Competências. In: Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Aracaju-SE.

CAMPANA, V. F., SANCHES, D. R., de LIRA TAVARES, O.; de SOUZA, S. F. (2008). Agentes para Apoiar o Acompanhamento das Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE, Fortaleza-CE.

CARLIS, J. V.; KONSTAN, J. A. (1998). Interactive Visualization of Serial Periodic Data. In: Proceedings of the 11th anual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (pp. 29-38).

- CASTELLS, M. (1999). *A Sociedade em Rede*, vol. 1. Paz e Terra, 8 São Paulo-SP.
- CICIRELLI, F.; NIGRO, L. (2014). A Control Framework for Model Continuity in JADE. In: *Proceedings of the IEEE/ACM 18th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications* (pp. 97-104). IEEE Computer Society.
- 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. Cadernos do IME-Série Informática*, 25, 5-14.
- CRESPO, A. (2002). *A Estatística Fácil*, 17 ed. Editora. Saraiva—São Paulo-SP.
- DE MARCHI, ANA CAROLINA B., ROBERTO, A. VINÍCIUS B.; JULIANO, M. (2010). Monitorando a Comunicação na CV-Muzar com o Uso de Agentes Inteligentes. In: *Revista Brasileira de Computação Aplicada*.
- DELOACH, S. A. (2004). The MaSE Methodology. *Methodologies and Software Engineering for Agent Systems. The Agent-Oriented Software Engineering Handbook Series*. In: *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. Berlim.
- DIAS, P. (2008). Da E-moderação à Mediação Colaborativa nas Comunidades de Aprendizagem. In: *Educação, Formação & Tecnologias*, 4-10.
- DIESTEL, R. (2000). *Graph Theory* {Graduate Texts in Mathematics; 173}. In: Springer-Verlag Berlim and Heidelberg GmbH & amp.
- DŘÁŽDILOVÁ, P., MARTINOVIC, J., SLANINOVÁ, K.; SNÁŠEL, V. (2008). Analysis of Relations in eLearning. In: *Proceedings of IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent*

Technology-Volume 03 (pp. 373-376). IEEE Computer Society.

ELLIS, ROD. (1994). The Study of Second Language Acquisition. In: Oxford University Press. pp. 243-89. Oxford.

FARIA, A. A. Faria; SALVADORI, Ângela. A Educação a Distância e seu Movimento Histórico no Brasil. In: Revista das Faculdades de Santa Cruz, ed. 14, v. 8, n.1, p. 15-22 Curitiba-PR.

FEOFILOFF, P., KOHAYAKAWA, Y., & WAKABAYASHI, Y. (2011). Uma Introdução Sucinta à Teoria dos Grafos. Disponível em <<http://www.ime.usp.br/~pf/teoriadosgrafos>>. Data do Acesso: 03/11/2016.

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.

FRANCISCATO, F. T., SILVA R, P., MOZZAQUATRO, P. M.; MEDINA, R. D. (2008). Avaliação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem Moodle, TelEduc e Tidia-ae: Um Estudo Comparativo. In: RENOTE, 6(1).

FREEMAN, Linton C. (2000). Visualizing Social Networks. In: Journal of Social Structure – JOSS, v. 1, n. 1. Pittsburgh.

FREITAS, L. Q. de. (2010). Medidas de Centralidade em Grafos. Dissertação de Mestrado. UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro-RJ.

FUKS, H., GEROSA, M. A., FILIPPO, D.; LUCENA, C. J. P. (2005). Informações Estatísticas e Visuais para a Mediação de Fóruns Educacionais, In: Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE).

GARTON, L., HAYTHORNTHWAITE, C.; WELLMAN, B. (1997). Studying Online Social Networks. In: Journal of Computer-Mediated Communication, 3(1).

- GERSHON, N.D.; EICK, S.G. (1997). Information Visualization Applications in the Real World. In: IEEE Computer Graphics and Applications, Julho/Agosto, p. 66-70.
- GERSHON, N.D. EICK, S.G.; CARD, S. (1998). New Visions of Human-Computer Interaction. In: ACM Interactions, p.8-15.
- GUIMARÃES, F. J. Z.; MELO, E. de S. (2005). Diagnóstico Utilizando Redes Sociais. Projeto Final de Pós-Graduação. UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro-RJ.
- HILLS, M., KLINT, P.; VINJU, J. (2013). An Empirical Study of PHP Feature Jsage: A Static Analysis Perspective. In: Proceedings of the International Symposium on Software Testing and Analysis (pp. 325-335). ACM Baltimore, MD, USA.
- JACOBSON, I. CHRISTERSON, M. JONSSON, P.; OVERGAARD, G. (1992). Object Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach. Addison Wesley. In: Pearson Education India.Wokingham.
- JANY, Fernandez B.; CRUZ, DULCE, M. (2014). Interação Social em Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem e sua Contribuição no Desempenho dos Cursistas em uma Formação Continuada a Distância. In: Anais do XX Workshop de Informática na Escola (WIE). ISSN 2316-6541. Dourados-MS.
- JQUES, Patrícia.(1997). A. Um Experimento com Agentes de Software para Monitorar a Colaboração em Aulas Virtuais. Tese de Doutorado, Vitória, Espírito Santo-ES.
- KIRNER, T.G.; MARTINS, V. F. (2000). Development of an Information Visualization Tool Using Virtual Reality. In: Proceedings of the 15th ACM Symposium on Applied Computing - SAC'2000, Como, Italia, p. 604-607.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3. Engineering,

Durham, UK.

- LEFFA, V. J. (2006). Interação Simulada: Um estudo da Transposição da Sala de Aula para o Ambiente Virtual. In: A Interação na Aprendizagem das Línguas .2 ed. Pelotas: EDUCAT, v.1, p. 181-218.
- LIMA, D.; NETTO, J. F. M. (2015). Análise dos Resultados de um Sistema Multiagente que Identifica e Caracteriza as Relações Sociais dos Alunos de um Ambiente Virtual de Aprendizagem. In: Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (Vol. 26, No. 1, p. 1274).
- LIMA, Dhanielly Paulina Rodrigues de. (2015). Um Sistema Multiagente de Identificação e Caracterização de Relações Sociais de Alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Dissertação de Mestrado. UFAM, Manaus-AM.
- LIMA, I. G., SAUER, L. Z.; SOARES, E. M. S. (2004). Discutindo Alternativas para Ambientes de Aprendizagem de Matemática para Cursos de Engenharia. In: World Congress On Engineering And Technology Education, Anais. Engineering Education in the Changing Society, Guarujá-SP.
- MANSUR, A. B. F., YUSOF, N.; OTHMAN, M. S. (2011). Analysis of Social Learning Network for wiki in Moodle E-Learning. In: Interaction Sciences (ICIS), 4th International Conference on (pp. 1-4). IEEE.
- MARTELETO, R. M. (2001). Análise de Redes Sociais: Aplicação nos Estudos de Transferência da Informação. In: Ciência da informação, 30(1), 71-81.
- MASUD, L., VALSECCHI, F., CIUCCARELLI, P., RICCI, D.; CAVIGLIA, G. (2010). From Data to Knowledge-Visualizations as Transformation Processes Within the Data-Information-Knowledge Continuum. In: Information Visualisation (IV), 14th International Conference (pp. 445-449). IEEE.

- MCKIMM, J. JOLLIE, C.; CANTILLON, P. (2003). Web Based Learning. In: ABC of Learning and Teaching. Bmj, 326(7394), 870-873.
- MIYAMOTO, N. HIGUCHI, K.; TSUJI, T. (2014). Incremental Data Migration for Multi-database Systems Based on MySQL with Spider Storage Engine. In: Advanced Applied Informatics (IIAIAI), IIAI 3rd International Conference on (pp. 745-750). IEEE.
- MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. (2011). Educação a Distância: Uma Visão Integrada. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning.
- MORA, N., CABALLÉ, S., DARADOUMIS, T., GAÑÁN, D.; BAROLLI, L. (2014). Providing Cognitive and Social Networking Assessment to Virtualized Collaborative Learning in Engineering Courses. In: Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), International Conference on. IEEE, p. 463-468.
- NETO, F.S.S., NETTO, J.F.M.; LIMA, D. P. R. (2016). Análise das Interações Sociais entre os Participantes de um Curso EaD: Uma Revisão Sistemática da Literatura. In: Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC), Porto Alegre-RS.
- 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.
- NINORIYA, S., CHAWAN, P. M.; MESHRAM, B. B. (2011). CMS, LMS and LCMS For eLearning. In: International Journal of Computer Science Issues (IJCSI). [S.l.]: p. 644-647.



- PEREIRA, A. T. C., SCHMITT, V.; DIAS, M. R. Á. C. (2007). Ambientes Virtuais de Aprendizagem - em Diferentes Contextos. Editora Ciência, Rio de Janeiro-RJ.
- PIAGET, J. (1973). Estudos Sociológicos. Ensaio Sobre a Teoria dos Valores Qualitativos. Capítulo 2, Forense. Rio de Janeiro-RJ.
- PINKER, S. (1990). A Theory of Graph Comprehension. R. Freedle (Ed.), Artificial Intelligence and the Future Testing (pp. 73-126). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- RAMOS, D. B., OLIVEIRA, E. H. T. D., RAMOS, I. M.; OLIVEIRA, K. M. T. (2015). Trilhas de Aprendizagem em Ambientes Virtuais de Ensino-aprendizagem: Uma Revisão Sistemática da Literatura. In: Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBEI) p. 338-347, Maceió-AL.
- RAMOS, David Brito. (2016). Uma Ferramenta Baseada em Grafo para Identificação e Visualização de Trilhas de Aprendizagem. Dissertação de Mestrado, UFAM, Manaus-AM.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. (2013). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Editora: John Wiley & Sons, ed.3. Inglaterra.
- SACERDOTE, H. C. S.; FERNANDES, J. H. C. (2013). Investigating Interactions in a Virtual Learning Environment through Social Network Analysis. In: CID: R. Ci. Inf. e Doc., v. 4, n. 1, p. 129-146, Ribeirão Preto-SP.
- SANTOS, M.; OLIVEIRA, M. (2011). Interação e Comunicação em Educação a Distância. In: VXII Congresso Internacional Abed de Educação A Distância (Vol. 17).
- SARMET, M. M., ABRAHÃO, J. I. (2007). The tutor in Distance Learning: Ergonomic Analysis of Mediating Interfaces. In: Educação em Revista, (46), 109-141.

- SCHRAMM, W. (1971). Notes on Case Studies of Instructional Media Projects. Working paper, the Academy for Educational Development, Washington, OC.
- SCOTT, John. (1991). Social Network Analysis. London: Sage Publications Cambridge University Press, Stanley Wasserman.
- SÉRIE INFORMÁTICA, vol.25.OMG. (2003). Object Management Group. Unified Modeling Language Specification. Version 1.5. Disponível <URL: <http://www.omg.org/uml/>>. Data do Acesso 14/10/2016.
- SILVA, G. (2014). Análise da Utilização de Máquinas Virtuais no Ensino da Disciplina Gestão de Sistemas Operacionais. In: III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento. Taubaté-SP.
- SILVEIRA, R. A., GOMES, E. R.; VICCARI, R. M. (2003). Modelagem de Ambientes de Aprendizagem Baseado na Utilização de Agentes FIPA In: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), pg.503-512. Rio de Janeiro-RJ.
- SOLLER, A. (2001). Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. In: International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED), Pittsburgh pp.40-62.
- STRASSNER, J. (2002). DEN-ng: Achieving Business-driven Network Management. In: Network Operations and Management Symposium. NOMS IEEE/IFIP (pp. 753-766). IEEE.
- TERVAKARI, S., KIRSI, K., JUHO P.; JUKKA, O. (2014). Usefulness of Information Visualizations Based on Educational Data. In: IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON.
- VELÁZQUEZ, A.; AGUILAR., N. (2005). Manual Introdutório à Análise de Redes Sociais. Medidas de Centralidade. URL: Disponível <<http://www.aprende.com.pt/>>. Data de Acesso 13/10/2016.

- VICKNAIR, C., WILKINS, D.; CHEN, Y. (2012). MySQL and the Trouble with Temporal data. In: Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference (pp. 176-181). ACM.
- VYGOTSKY, L.S. (1991). A Formação Social da Mente. Ed. Martins Fontes, Tradução José Cipolla Neto. São Paulo-SP.
- WALKER, S., PRYTHERCH, D.; TURNER, J. (2013). The Pivotal Role of Staff User Experiences in Moodle and the Potential Impact on Student Learning. In: II International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE).
- WOOLDRIDGE, J. M, IMBENS, G. W. (2009). Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. Journal of Economic Literature 47(1), 5-86.
- WRENCH, P. M., & IRWIN, B. V. (2014). Towards a Sandbox for the Deobfuscation and Dissection of PHP Malware. In: Information Security for South Africa (ISSA), 2014 (pp. 1-8). IEEE.
- XAVIER, N. B. (2015). Um Sistema Multiagente de Apoio à Gestão de Cursos EaD em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, Dissertação de Mestrado, UFAM. Manaus-AM.
- YIN R. (2001). Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 2ª ed. Editora Bookman. Porto Alegre-RS.

## Apêndice A – Artigos Científicos Produzidos durante o Mestrado

As publicações a seguir foram obtidas no decorrer do Mestrado, e por sua vez, confirmam a viabilidade da pesquisa desenvolvida.

Neto, F.S.S, Netto, J.F.M. Lima, D. P. R. Análise das Interações Sociais entre os Participantes de um Curso EaD: Uma Revisão Sistemática da Literatura. XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos SBSC. 2016. Porto Alegre-RS.

Rios, L. M, Neto, F.S.S, Netto, J.F.M. Análise e Comparação dos Algoritmos de Dijkstra e A-Estrela na Descoberta de Mínimos em Mapas de Grade. I ETC Encontro de Teoria da Computação. CSBC, 2016. Porto Alegre-RS.

## Apêndice B – Código-Fonte do Agente Timeline.

```
package agentes;

import domain.Aluno;
import domainCurso;
import domain.Interacao;
import domain.Membro;
import jade.core.Agent;
import jade.core.behaviours.CyclicBehaviour;
import jade.lang.acl.ACLMessage;
import jade.lang.acl.UnreadableException;
import repository.BancoDAO;
import repository.MoodleTutorDAO;
import vo.InteracaoCurso;

public class Timeline extends Agent {

    private static final long serialVersionUID = 1L;

    public static BancoDAO moodleDAO = new BancoDAO();

    public static MoodleTutorDAO tutorDAO = new MoodleTutorDAO();

    private InteracaoCurso interacao;

    protected void setup() {
        addBehaviour(new CyclicBehaviour(this) {

            private static final long serialVersionUID = 1L;

            @Override
            public void action() {
                ACLMessage msg = myAgent.receive();

                if (msg != null) {
                    moodleDAO.conecta();

                    if
                    (msg.getLanguage().equalsIgnoreCase("interacao"))
                    {
                        try {
                            interacao = (InteracaoCurso)
                                msg.getContentObject();
                            tutorDAO.conecta();

                            Curso curso =
                                interacao.getCurso();
                            tutorDAO.inserirCurso(curso);

                            for (Aluno aluno :
                                interacao.getAlunos()) {
```

```

Membro membro = new Membro(Long.valueOf(aluno.getIdAluno()),
aluno.getPrimeiroNome(), Long.valueOf(aluno.getIdCurso()));
tutorDAO.inserirMembro(membro);
    }

    /*
        for (Interacao interacao :
interacao.getInteracoes()) {

tutorDAO.inserirInteracao(interacao);
    }
    */

    tutorDAO.desconecta();
} catch (UnreadableException e) {
    e.printStackTrace();
}

}

}

}

});
}

}

```

## Apêndice C – Formulário para identificar Informações dos Alunos

Prezado (a) participante,

Sou Francisco Soares de Sousa Neto, aluno 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 analisar as interações sociais entre alunos que ocorrem num Ambiente Virtual de Aprendizagem e disponibilizar essas informações ao professor por meio de grafos e gráficos em uma linha do tempo. 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. 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 nas mensagens. Todos os demais dados pessoais, com exceção do seu nome, serão omitidos. Obrigado 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): Francisco Neto, e-mail: francisconeto@icomp.ufam.edu.br e José Francisco de Magalhães Netto, e-mail: jnetto@icomp.ufam.edu.br. Atenciosamente.

☐ Sim

☐ Não

Nome Completo:

---

Sexo:

☐ M

☐ F

Data de Nascimento: MM/DD/AAAA

Cidade onde Reside:

---

Nível de Escolaridade:

☐ Ensino Médio/Técnico

☐ Técnico Subsequente

☐ Graduação

☐ Pós-graduação

Instituição de Ensino:

---

Semestre:

---

Curso:

---

E-mail:

---



## Apêndice D – Formulário aplicado com Professor Participante do teste na Turma Real

Qual é o seu nome completo?

---

Ficou fácil o manuseio do plug-in?

- ☐ Atende
- ☐ Atende Parcialmente
- ☐ Não Atende

As informações ficaram visíveis?

- ☐ Atende
- ☐ Atende Parcialmente
- ☐ Não Atende

O tempo de processamento das informações foi razoável?

- ☐ Atende
- ☐ Atende Parcialmente
- ☐ Não Atende

O sistema ajudou na identificação das interações entre os alunos?

- ☐ Atende
- ☐ Atende Parcialmente
- ☐ Não Atende

Diante das informações visualizadas no sistema foi possível integrar alguma estratégia pedagógica?

- ☐ Atende
- ☐ Atende Parcialmente
- ☐ Não Atende

Os resultados atenderam suas expectativas diante das interações dos alunos?

- ☐ Atende
- ☐ Atende Parcialmente
- ☐ Não Atende

Quais os pontos a serem melhorados na ferramenta?

---

---

Quais os pontos positivos do sistema?

---

---

A visualização dos dados nos gráficos e grafos ficou clara?

---

---

Sobre o feedback da ferramenta por meio do email é importante?

---

---

Observações finais (livre para ressaltar qualquer ponto que não foi destacado no formulário).

---

---

## Apêndice E – Contrato de Não Interferência

### IDENTIFICAÇÃO DAS PARTES

**Professor(a):** OMITIDO<sup>7</sup>, professor (a) efetivo de Matemática do OMITIDO<sup>8</sup> e ex-coordenador (a) do curso de Licenciatura em Matemática.

**Analista de Sistemas:** Francisco Soares de Sousa Neto, Mestrando em Informática pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas – PPGI/UFAM.

### CONSIDERANDO

**Professor:** 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 Desenvolvedor do Sistema o Professor**, na busca por melhorias da qualidade de ensino na Educação a Distância.

### DO PRAZO

**Cláusula 2ª.** O curso experimental intitulado Trigonometria, locado no laboratório de Sistemas Inteligentes, ambiente de ensino a distância hospedado em um servidor do Instituto de computação – IComp da UFAM, terá duração de três semanas, no período de 12 de dezembro de 2016 a 31 de dezembro de 2014, podendo este prazo ser estendido pelo **Professor** por mais uma semana, caso julgue necessário.

### DAS OBRIGAÇÕES DO ANALISTA E DESENVOLVEDOR DO SISTEMA

**Cláusula 3ª.** Cabe ao **Analista** capacitar e explicar ao **Professor**, 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 **Professor**, no que diz respeito unicamente à 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 propostas pelo **Professor** durante o período vigente do curso experimental;

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

### **DAS OBRIGAÇÕES DO PROFESSOR**

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

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

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

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

### **DAS PARTES**

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

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

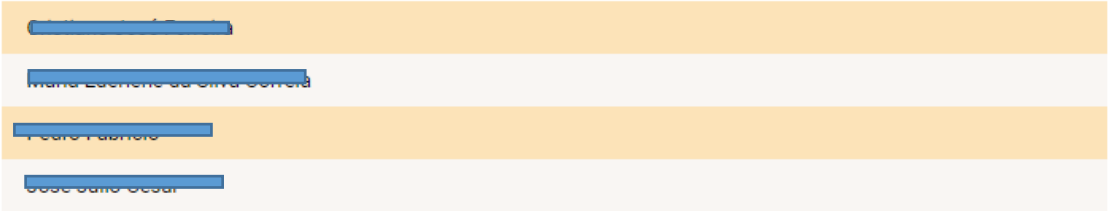
**Parágrafo Segundo.** O **Analista** deve acompanhar o curso no ponto de vista operacional.

### **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 imitações impostas no presente contrato.

Apêndice F – Respostas dos Professores do Questionário aplicado.

Qual é o seu nome completo? (4 responses)



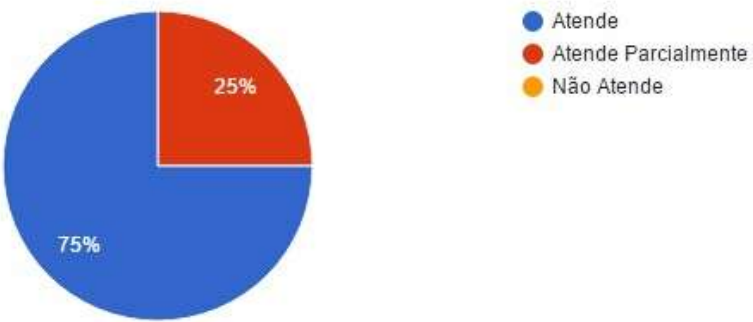
Ficou fácil o manuseio do plug-in? (4 responses)



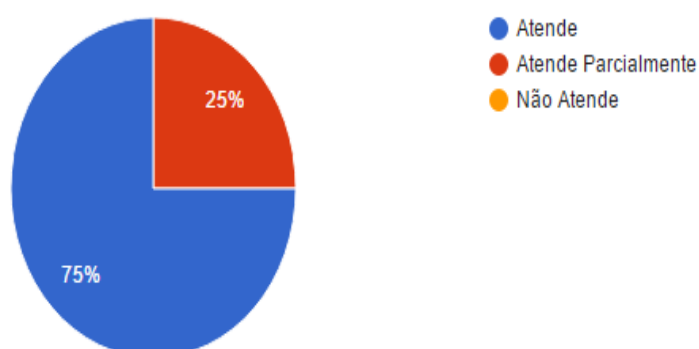
As informações ficaram visíveis? (4 responses)



O tempo de processamento das informações foi razoável? (4 responses)

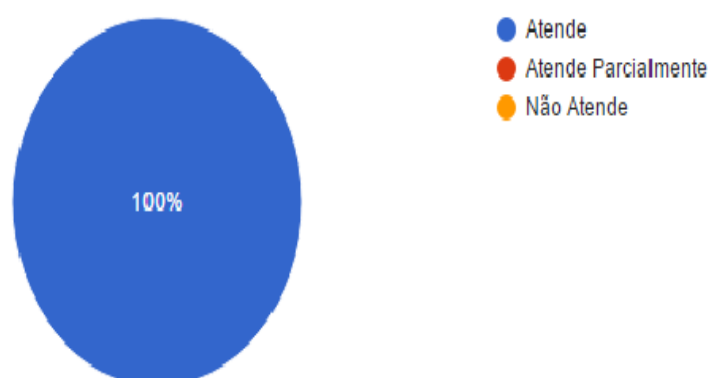


O sistema ajudou na identificação das interações entre os alunos? (4 responses)



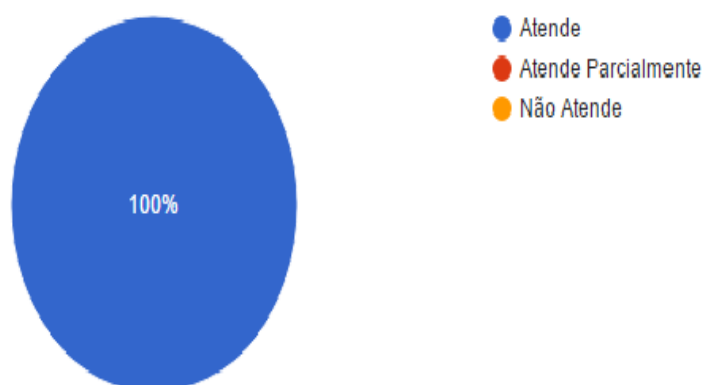
Diante das informações visualizadas no sistema foi possível integrar algum aluno por intermédio dos resultados do sistema?

(4 responses)



Os resultados atenderam suas expectativas diante das interações dos alunos (proporcionados pelo sistema)?

(4 responses)



### Quais os pontos negativos da ferramenta? (4 responses)

Ainda não percebi.

Não houve pontos negativos

Nada a declarar

Eu acho importante ter variado as cores no grafos, referentes as quantidades das interações, ou seja mudança de cor.

### Quais os pontos positivos da ferramenta? (4 responses)

As informações disponibilizadas possibilitam a tomada rápida de decisão, manutenção e/ou reintegração de um possível aluno desistente

Acessível o manuseio e aprendizagem

Importante ferramenta para o monitoramento da interações dos participantes.

Eu achei ótima, pois ela auxilia bem o professor, e ajuda na tomada de decisão

### Observações finais (livre para ressaltar qualquer ponto não foi destacado no questionário)?

(4 responses)

Sem comentários.

O projeto é grande relevância para futuras pesquisas.

Para representar as interações eu achei ótima a ferramenta. Considero que ficou muito bom tanto o gráfico como grafo representando visualmente as interações. O email de retorno ao professor ajuda muito, portanto, considero excelente.

Como sugestão: seria legal enviar já os gráficos e grafos diários por email. feedback, seria bom enviar o gráfico e o grafo por email.