



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Francisco Adaías Gomes da Silva

**Alert-LV: Um sistema de monitoramento e apoio à tutoria para suporte à
avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem**

Fortaleza – CE

Fevereiro de 2017

Francisco Adaías Gomes da Silva

**Alert-LV: Um sistema de monitoramento e apoio à tutoria para suporte à
avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Computação Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

Fortaleza – CE

Janeiro de 2017



IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

PRPI (Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação)

PPGCC (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação)

Francisco Adaias Gomes da Silva

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, sendo aprovada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e pela banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

Prof. Dr. Elias Teodoro da Silva Junior

IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

Prof. Dr. Giovanni Cordeiro Barroso

UFC (Universidade Federal do Ceará)

Fortaleza – CE

Fevereiro de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586a Silva, Francisco Adaías Gomes da.
Alert-LV: Um sistema de monitoramento e apoio à tutoria para suporte à avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem / Francisco Adaías Gomes da Silva. - 2017.
101 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ciência da Computação, Campus Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.
1. Acompanhamento da aprendizagem em EaD. 2. Feedbacks. 3. Sistema de monitoramento da aprendizagem. I. Título.

CDD 004

Este trabalho é dedicado a Deus, à minha mãe Maria da Conceição Gomes da Silva, ao meu pai José Izaquiel Pires da Silva, aos meus irmãos, ao meu orientador, meus professores, amigos e colegas de curso que me ajudaram nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio; Ao PPGCC (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação) do IFCE (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará), pelas contribuições durante toda a Pós-graduação. Ao Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales, meu orientador, que além da excelente orientação, teve muita paciência, incentivo e colaboração.

Aos professores participantes da banca examinadora: Prof. Dr. Elias Teodoro da Silva Júnior e Prof. Dr. Giovanni Cordeiro Barroso pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores: Profa. Dra. Cassandra Ribeiro Joye, Prof. Dr. Mauro Oliveira, Prof. Dr. Nivando Bezerra, Prof. Dr. Francisco Gêvane Muniz Cunha, pelos conhecimentos transmitidos. Ao professor Antônio Wendell de Oliveira Rodrigues por sua dedicação e contribuição durante o mestrado; aos meus professores da graduação em Redes de Computadores, aos meus professores do ensino médio e fundamental, que sem a bagagem de conhecimentos por eles transmitidos, jamais teria eu conquistado tantas vitórias.

E aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas. Em especial à Denyse Maria Borges Paes, pela comunhão de angústias e dificuldades encontradas nessa caminhada; bem como a Bruna, Silvana Corrêa, Jackanderson Charles, Laysa Cunha, Monk Charles, Mariana e Roterdan, pois todos compartilharam seus conhecimentos e me ajudaram a trilhar esse caminho em minha carreira.

Aos companheiros do grupo de estudos dos LV, que juntos obtivemos conquistas e dividimos nossas dificuldades na compreensão dessa ferramenta, em especial à Alexandra Joca, Siany Goes, Jucilene, Marcelo Freire, Michelle Cacaís, Priyscilla Sousa, o professor Allyson Bonetti e os demais membros que mantêm vivo esse grupo pesquisa.

Aos amigos de faculdade que apesar da distância se prontificaram a ajudar-me nessa luta. Em especial ao Mário, Anderson, Vitória, Wesley Nojosa e Karise. Aos demais amigos, incluindo Rangel Rolim, por ter a paciência e prontidão em me ajudar nos momentos mais difíceis da pesquisa. Aos meus amigos da casa de apoio, Valderina Lima Sousa, Elias, Roniele, Edson Esteves, Sérgio Maurício e Gilberto Martins. Por fim, a todos os meus amigos de Caridade, em especial a Simone Tavares pelo acolhimento e apoio.

Obrigado!

“Em um futuro próximo elas (as máquinas) irão evoluir sozinhas e refazer o próprio projeto a uma velocidade cada vez maior. Humanos, que são limitados por uma evolução biológica lenta, não poderão competir e serão substituídos.”

(Stephen Hawking)

RESUMO

A sala de aula com suporte virtual, seja na modalidade presencial, semipresencial ou totalmente a distância, exige do Professor/Tutor que monitore e avalie constantemente as ações dos alunos dentro do ambiente de aprendizagem, exigindo um esforço e uma onipresença que, apesar de necessárias, são quase impossíveis de alcançar. O presente trabalho de pesquisa tem por objetivo especificar um sistema dinâmico de acompanhamento alinhado ao processo de avaliação formativa em Educação a Distância (EaD), denominado Alert-LV, fundamentado no modelo qualiquantitativo para Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) adotado pelo Modelo *Learning Vectors* (Modelo LV). A criação desse sistema de alertas apropriou-se da metodologia de desenvolvimento de softwares MaSE, bem como das especificações de funcionamento e categorização das mensagens. Em sua construção foram realizados estudos de casos e simulações aplicando o sistema de acompanhamento e de emissão constante de alertas. Constatou-se que os frequentes avisos de desempenho emitidos ao aluno durante o curso, bem como as notificações apontando o andamento de suas atividades para apoio na autogestão da aprendizagem, são fatores imprescindíveis para melhoria na aprendizagem, motivação, autoestima e desempenho favorável das atividades, o que consequentemente pode evitar o quadro negativo da evasão em EaD.

Palavras-chave: Acompanhamento da aprendizagem em EaD. *Feedbacks*. Sistema de monitoramento da aprendizagem.

ABSTRACT

The classroom with virtual support, whether in face-to-face, blended or totally at a distance, requires the Teacher / Tutor to constantly monitor and evaluate the actions of students within the learning environment, requiring an effort and an omnipresence that, although necessary, are almost impossible to achieve. The present study aims to specify a dynamic monitoring system aligned to the process of formative evaluation in Distance Education (DE), called Alert-LV, and based on the quantitative/qualitative model for Virtual Learning Environments (VLE) adopted by the Learning Vectors Model (Model LV). The creation of this system of alerts appropriated the methodology of development of software MaSE as well as the specifications of operation and categorization of the messages. In its construction, they carried out case studies and simulations applying the system of monitoring and constant issuance of alerts. Frequent notices of performance issued to the student during the course, as well as notifications indicating the progress of their activities to support self-management of learning, are essential factors for improvement in learning, motivation, self-esteem and favorable performance of activities, which can therefore; avoid the negative frame of evasion in DE.

Keywords: Follow-up of learning in EaD. Feedback. Learning to monitor system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distância Transacional.....	25
Figura 2 - Mapa conceitual das atribuições do professor	27
Figura 3 - Gráfico do Vetor-Aprendizagem. (a) Negatividade e (b) Positividade	33
Figura 4 - Representação gráfica do Fator Beta.	39
Figura 5 - Interação de um agente em um ambiente.....	43
Figura 6 - Metodologia MaSE.....	45
Figura 7 - Sistema de alertas utilizado no SUS para triagem.	48
Figura 8 - Sistema de aletas de evacuação japonês	49
Figura 9 - Arquitetura do Sistema Alert-LV	57
Figura 10 - Fluxograma de execução dos alertas vermelhos.....	60
Figura 11 - Fluxograma de execução dos alertas laranjas.	62
Figura 12 - Fluxograma de execução dos alertas amarelos.	64
Figura 13 - Fluxograma de execução dos alertas verdes.	65
Figura 14 - Fluxograma de execução dos alertas azuis.	66
Figura 15 - Design da tela de alerta azul	67
Figura 16 - Design da tela de alerta verde.	67
Figura 17 - Design da tela de alerta amarelo.	68
Figura 18 - Design da tela de alerta laranja	68
Figura 19- Design do alerta na cor vermelha	69
Figura 20 - Mapa do Sistema Alert-LV.....	70
Figura 21 - Tela inicial Alert-LV	71
Figura 22 - Tela de Situação.....	71
Figura 23 - Tela de acompanhamento dos alertas	72
Figura 24 - Tela de edição de alertas 1	73
Figura 25 - Tela de edição de alertas 2	73
Figura 26 - Gráfico da Primeira Etapa da Análise.....	75
Figura 27 - Gráfico Segunda Etapa da Análise	77
Figura 28 - Gráfico da Terceira Etapa da Análise	78
Figura 29 - Gráfico da Quarta Etapa da Análise	79
Figura 30 - Análise geral do desempenho dos alunos nas etapas de análise	80
Figura 31 - Comparativo final do desempenho dos alunos nas etapas.....	81
Figura 32 - Gráfico comparando as emissões de alertas do Professor/Tutor e do Alert-LV....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela1 - Valores da variação angular do vetor e correspondentes valores e notas.	33
Tabela2 - escala de menções qualitativas relacionado ao Coeficiente do Passo.	34

LISTA DE QUADROS

Quadro1- Escala LV ícones de categorização das mensagens.	36
Quadro 2- Representações e especificações na positividade e negatividade do Fator β	40
Quadro3 - Escala qualitativa de especificação do Fator β	40
Quadro 4 - Categorias de mensagens de alertas do Alert-LV	58

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Módulo do Componente Horizontal.....	32
Equação 2 - Direção do Vetor	33
Equação 3 - Representação do Fator β	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agent Communication Language	ACL
Agent Manager System	MAS
Ambiente Virtual de Aprendizagem	AVA
Coeficiente de Passo	CP
Directory Facilitator	DF
Domínio de Conteúdo	DC
Educação a distância	EaD
Linguagem de programação orientada a objetos lançada em 1995	JAVA
<i>Learning Vectors</i>	LV
Meta Learning	ML
Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment	<i>Moodle</i>
Pontualidade/Apresentação	PA
Projeto Político Pedagógico	PPP
Sistema Gerenciado do Banco de Dados	SGBD
Sistemas Multiagentes	SMA
Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação	TDIC
Virtual Learning Spaces	VLE
World Wide Web	Web

LISTA DE SÍMBOLOS

á	Letra grega Alfa
â	Letra grega Beta
ϕ	Letra grega Fi
θ	Letra grega Teta
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Motivação para a Dissertação	20
1.2	Objetivos geral e específicos.....	21
1.3	Estrutura da Dissertação.....	22
2	ESPECIFICIDADES NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	24
2.1	Conhecendo a Distância Transacional.....	24
2.2	Papel dos docentes e tutores em EaD.....	25
2.3	Mediação/Interação	27
2.4	Monitoramento	29
2.5	<i>Moodle</i>	29
2.6	Considerações sobre o capítulo	30
3	COMPREENDENDO OS <i>LEARNING VECTORS</i> (LV).....	31
3.1	Modelagem matemática e metodologia dos LV	32
3.1.1	<i>Implementando os Learning Vectors (LV)</i>	34
3.1.2	<i>A escala icônica LV</i>	35
3.2	Funcionamento do Vetor LV Fórum	36
3.3	Compreendendo o Vetor Tarefa LV	37
3.4	Modelagem matemática para o Vetor <i>Chat-LV</i>	37
3.5	Especificações do Vetor LV <i>Wiki</i>	37
3.6	Especificações do Vetor LV _{NTE} (LV N° Total de Faltas)	38
3.7	O Fator β	39
3.8	Considerações sobre o capítulo	41
4	SISTEMAS BASEADOS EM AGENTES E TRABALHOS CORRELATOS.....	42
4.1	Agentes inteligentes	42
4.2	O Framework JADE.....	44
4.3	Metodologia MaSE	45
4.4	Sistemas de alertas e suas aplicações	46

4.5	Mensagens de alertas	47
4.5.1	<i>Sistemas de alertas e a mediação docente</i>	50
4.5.2	<i>Trabalhos correlatos para emissão de alertas automáticos</i>	50
4.5.2.1	<i>Emissão de alertas utilizando Mineração de Dados</i>	50
4.5.2.2	<i>Emissão de alertas utilizando JADE</i>	51
4.5.2.3	<i>Sistemas de caracterização de mensagens</i>	53
4.6	Considerações do capítulo	55
5.	SISTEMA DE ALERTAS, CONCEPÇÕES E DEFINIÇÕES	56
5.1	Requisitos funcionais para o Alert-LV	56
5.2	Arquitetura do sistema de alertas	56
5.3	Definindo personagens	57
5.4	Design das mensagens de alertas.....	66
5.5	Design do protótipo do Alert-LV	69
5.6	Aplicando uma simulação no Ambiente Moodle.....	74
5.6.1	<i>Primeira etapa da análise– Atuação rotineira do Professor/Tutor</i>	75
5.6.2	<i>Segunda etapa da análise – Professor/Tutor utilizando as categorias do Alert-LV</i>	76
5.6.3	<i>Terceira etapa da análise – Inserindo o Agente de monitoramento</i>	77
5.6.4	<i>Quarta etapa da análise – O Agente utiliza ferramentas externas ao AVA</i>	79
5.6.5	<i>Análise final</i>	80
6	CONCLUSÃO	83
6.1	Trabalhos Futuros	85
	REFERÊNCIAS	86
	ANEXO A – DIAGRAMAS ESPECIFICANDO O SISTEMA ALERT-LV	92
	ANEXO B – TABELAS DAS ETAPAS DE ANÁLISES DE DESEMPENHO	100

1 INTRODUÇÃO

A cada geração ou períodos até mais curtos, etapas, formas, linguagens e ferramentas passam por constantes modificações e adaptações. Acompanhando tal processo, evoluíram as formas de ensinar e de aprender, assim como as tecnologias a esses processos associadas, que a passos largos transformam os meios e recursos que facilitam a propagação das informações e, por conseguinte, do conhecimento.

Vidal e Maia (2010) mencionam que nas últimas duas décadas do século XX houve uma revolução na educação causada pela disseminação da internet e do surgimento de tantas outras tecnologias digitais e de comunicação para mediação da aprendizagem, alcançando as múltiplas modalidades de ensino, inclusive a Educação a Distância.

Ainda, segundo Maia e Vidal (2010), com essa revolução alunos e professores tiveram seus papéis delineados. Estes passaram a exercer múltiplas funções como orientador, mediador, colaborador e, claro, a de parceiro na aprendizagem; aqueles passaram a ser considerados mais parceiros e contribuintes ativos para a construção do conhecimento,

A sala de aula da EaD passa a agregar recursos da sala de aula presencial, logo os problemas e diferenças identificados em um modelo podem refletir no outro. Desses problemas podem-se destacar o desinteresse na aprendizagem por parte do aluno, a falta de compromissos de ambas as partes, o sistema educacional fraco e defeituoso, o sistema de acompanhamento e interação aluno-Professor/Tutor com deficiências, o processo de avaliação somativa ao invés da formativa, entre outros.

Em EaD, algo absolutamente importante está em estabelecer o “estar junto virtual”, definido por Valente (2000) *apud* Sales (2010, p.39) como sendo o sentimento, a sensação de proximidade e pertencimento ao grupo de aprendizagem que passa a existir no meio virtual a partir das interações realizadas entre os indivíduos atuantes naquele meio.

O acompanhamento da aprendizagem e interação aluno-Professor/Tutor está intimamente associado ao processo avaliativo, ou seja, o aluno é constantemente avaliado, porém, esse processo ainda carece de melhorias. O aluno precisa de autonomia ao mesmo tempo em que há uma dependência do Professor/Tutor e do sistema. Acompanhar o desempenho e as ações do aluno a distância de forma constante é um papel complexo a desempenhar. Utilizar-se de mecanismos para lidar com esse processo torna-se cada vez mais necessário.

“Muitas das frustrações na EaD ocorrem devido à demora do tutor em responder aos alunos nas interações propostas. O aluno que não recebe indicações, respostas e correções

considera que não tem o apoio de seu tutor” (MERCADO, 2007, p.8). Uma resposta rápida e adequada mantém o estudante motivado e consciente de seus deveres e, isso, o aproxima de seu Professor/Tutor. Por outro lado, se o Professor/Tutor não permitir essa aproximação não há como motivar e guiar adequadamente o aluno.

Ainda citando Mercado (2007, p.4-5), este ressalta outros problemas que comumente acarretam frustração ou até mesmo o distanciamento de alunos: o conteúdo repassado nos cursos diversas vezes se torna desinteressante para o aluno; insuficiente domínio técnico das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) por parte dos Professores/Tutores; as deficiências na formação inicial do Professor/Tutor em EaD; a má administração do tempo; desatenção a prazos; silêncio e orfandade *on-line*, entre outros.

Em outra vertente dessa realidade, pesquisadores como Musa (2001), Silveira (2001), Kampff (2009) e Almeida (2013), coletaram dados gerados pelas constantes interações dos usuários nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), utilizando de ferramentas e de sistemas computacionais com inteligência artificial, a fim de detectar pontos importantes como: análise de prazos e datas efetivas; acompanhamento e avaliação de tarefas nestes ambientes, na busca de padrões relevantes; e identificação de padrões de alunos com tendência à evasão ou com chances de obter resultados não satisfatórios em seus desempenhos.

Desta forma, os mesmos autores utilizam sistemas de análises comportamentais computacionais para realizarem ações automatizadas e independentes. Esses sistemas, apesar de otimizarem o papel de aproximar Professor/Tutor-aluno ainda podem melhorar a integração entre os processos acompanhamento – proximidade - avaliação.

Tori explica a real possibilidade de o aprendiz obter conhecimento ao sentir proximidade com seu Professor/Tutor na realização das atividades no ambiente, mesmo considerando a distância que os separa geograficamente. “O que realmente afeta o aluno é a sensação de interação e proximidade, tanto por parte do docente quanto dos colegas, o que serve de motivação ao desempenhar suas atividades” (TORI, 2010, p. 57).

Uma resposta rápida e adequada, *feedbacks* apropriados à atividade em curso e uma avaliação que o ajude a continuar aprendendo, tendem a manter o estudante motivado e consciente de seus deveres, o que, por sua vez, o aproxima de seu Professor/Tutor.

Em paralelo a esse cenário, percebe-se a necessidade de o Professor/Tutor criar um canal de aproximação com o aluno, buscando alternativas além das que já estão em uso, sendo este um dos problemas que acarretam desmotivação e abandono, como bem apontam as pesquisas da ABED (Associação Brasileira de Educação a Distância).

A evasão passa a ser um dos maiores problemas enfrentados nos sistemas de aprendizagem virtual, independentemente do curso ou da instituição.

Segundo a ABED (2013, p. 41) as taxas de evasão em 2012 estavam em cerca de 20%. No ano seguinte, a mesma associação (2014, p. 74) registrou taxas de evasão em torno de 25%, um acréscimo que assusta, e representa uma taxa elevada a ser combatida.

Em ambas as pesquisas, os pontos principais para as causas da evasão foram: não ter um tempo dedicado para estudar e participar do curso; o constante e frustrante acúmulo de atividades e de trabalhos; e a falta de adaptação à metodologia. Entre esses problemas, o acúmulo de atividades e de trabalhos é uma dificuldade advinda do mal acompanhamento do Professor/Tutor para com o aluno. As outras duas causas de evasão podem ser resolvidas por meio do contrato didático.

Araújo (2005), em sua pesquisa afirma que os alunos em cursos à distância esperam obter algo a mais além dos materiais utilizados e das novas tecnologias adotadas nos cursos. Eles ampliam as expectativas em relação aos seus Professores/Tutores e mediadores. Eles esperam que haja uma diminuição da distância e, conseqüentemente, uma maior presença dos Professores/Tutores nos ambientes virtuais de aprendizagem no decorrer do processo.

Para Moore e Kearsley (2007) um bom sistema de monitoramento/ acompanhamento e avaliação do processo educacional faz toda diferença no sucesso e no desenvolvimento dos cursos a distância. Esses monitoramentos tornam-se eficientes com os recursos da computação avançada e dos programas com capacidade autônoma, considerados agentes inteligentes de atuação nos ambientes de aprendizagem virtuais, tais como os propostos por Bolzan e Giraffa (2002) e Wooldridge e Weiss (1999).

Em se tratando de avaliação, Sales (2010) utilizou-se de forma adaptada da dimensão psicológica entre Positividade (P) e Negatividade (N) de desempenho, Taxa P/N, do Modelo *Meta Learning* (LOSADA, 1999). Com base nisso, concebeu um modelo de avaliação processual fundamentado em menções qualitativas e mediadas por linguagem iconográfica denominado Modelo *Learning Vectors* ou simplesmente modelo LV.

Sales também desenvolveu uma métrica avaliativa em EaD *on-line*, o Fator β , um “indicador qualiquantitativo não-linear para suporte no acompanhamento da aprendizagem do aluno” (SALES, 2010). Esse indicador possibilita acompanhar o desempenho do aluno no curso, fazer prognósticos e auxiliar nas intervenções pedagógicas necessárias à otimização da aprendizagem, além de auxiliar na redução da evasão nos cursos EaD.

Com os resultados obtidos na análise, Sales *et al.* (2012) observaram a possível influência na queda da taxa média de evasão que possa ter ocorrido ao utilizar o Modelo LV e

o Fator β no acompanhamento das turmas. Concluem os autores que a mediação contínua e a avaliação formativa podem influenciar na queda dos índices de evasão ao elevar tanto o acompanhamento dos alunos quanto a emissão de *feedbacks* nas intervenções realizadas pelos Professores/Tutores.

Neste estudo, Sales *et al.* (2012) mencionam que o Modelo LV e o Fator β também atuam como um alerta ao indicar um percentual elevado de evasão e auxiliar no processo decisório para a diminuição ou controle desse quadro negativo.

1.1 Motivação para a Dissertação

O modelo proposto por Sales (2010) tem sua contribuição quanto ao acompanhamento e a avaliação formativa e processual, porém ainda tem muito a ampliar, buscando formas e mecanismos para efetivar o desempenho, atendendo ao máximo às necessidades dos Professores/Tutores e alunos no acompanhamento, aproximação e monitoramento ativo e reativo dos usuários no ambiente virtual de aprendizagem.

Referente à avaliação em AVA, o Modelo *Learning Vectors* (Modelo LV) (SALES, 2010), favorece uma avaliação formativa, possibilitando ao aluno o desenvolvimento de sua autonomia, e ao Professor/Tutor o acompanhamento e orientação das atividades realizadas no AVA. Entretanto, verifica-se que ainda falta agregar no Modelo LV mais ferramentas que ampliem as capacidades do educador, essencialmente no que tange ao acompanhamento externo e interno do ambiente de aprendizagem, proporcionado no envio de *feedbacks*. Portanto, este será o modelo selecionado para validar o sistema de alertas, intitulado Alert-LV.

Considerando as dificuldades no acompanhamento por parte do Professor/Tutor, e da ausência de mecanismos que aproximem aluno e Professor/Tutor, faz-se necessário buscar novas abordagens e novas metodologias que promovam melhorias no processo de ensino e aprendizagem de cursos com suporte de TDIC.

Dentre essas melhorias estariam o uso de um sistema que facilite ao aluno obter informações referentes ao desempenho e assiduidade, que seja capaz de motivar e de alertar caso o aluno esteja relapso em suas atividades, ou em uma situação de pré-evasão nos cursos EaD. Isso se constituirá no foco deste trabalho e buscará responder à seguinte questão de pesquisa: Para prevenir a evasão é possível aos Professores/Tutores se utilizarem de um sistema computacional para o envio de constantes mensagens, relatando o andamento das atividades e o desempenho do aluno e da turma como um todo?

Será tomada como hipótese, como diretriz a este questionamento, que um sistema de alertas automatizados, que emita constantes *feedbacks*, seja capaz de reduzir a distância da comunicação entre Professor/Tutor e aluno nos cursos que se valem de salas de aulas virtuais.

Pretende-se que a proposta apresentada possua uma relação com o ambiente virtual Moodle¹ por meio do sistema JAVA². Este fica encarregado de monitorar eventos na base de dados Moodle e emitir os alertas independentemente da situação acadêmica em que o aluno se encontra. Porém para realizar esta ação, o sistema se utiliza da tabela de notas e ícones característicos que denotam o desempenho, e monitora quando há intervenções no ambiente virtual atuando como um “gatilho” para disparar esses alertas.

O sistema também realiza constantes notificações sobre as atividades pendentes do aluno, bem como suas notas e índices de rendimentos. A ferramenta, ao auxiliar o Professor/Tutor no acompanhamento do aluno, poderá reduzir sua sobrecarga de trabalho e colaborar no processo de avaliação.

Portanto, faz-se necessário se desenvolver e utilizar-se de uma ferramenta de suporte para o acompanhamento da aprendizagem, capaz de integrar as técnicas e métodos de avaliação formativa em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), juntamente com as técnicas de monitoramento do desempenho do aluno, a fim de emitir constantes mensagens, possibilitando ao Professor/Tutor analisar o desempenho e elevar a percepção de presença virtual.

Espera-se que essa ferramenta seja capaz de emitir frequentes *feedbacks*, aplicando um sistema de alertas, em que o aluno receberá mensagens *pop-ups* automáticas com notificações sobre o seu desempenho nas atividades do curso.

1.2 Objetivos geral e específicos

Especificar um sistema com métrica qualiquantitativa para o gerenciamento, categorização e emissão de mensagens dinâmicas de alerta no ambiente virtual de

¹Moodle - *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* um software Open Source desenvolvido por Martin Dougiamas, em meados dos anos 1990, cujos princípios e filosofias de aprendizagem seguem os construtivistas cujo enfoque seria o trabalho e a aprendizagem de forma colaborativa. Acesso em: www.moodle.org.

²JAVA – Segundo Schildt (2015) é compreendido como uma linguagem de programação orientada a objetos, seu desenvolvimento foi em 1991 pela empresa Sun Microsystems. Derivada da linguagem C++ de programação orientada para objetos, que, sendo derivada da linguagem C++, permite criar programas ou aplicações capazes de ser executada em qualquer máquina virtual.

aprendizagem dos cursos em EaD, denominado Alert-LV. Em seu sentido mais particular, os objetivos específicos são:

- Descrever os diferentes papéis do Professor/Tutor, as ações de mediação e de monitoramento, e as dificuldades encontradas nos sistemas de Aprendizagem a Distância.
- Identificar os sistemas de emissão de alertas propostos nos trabalhos relacionados e a metodologia adotada nesses sistemas como aporte teórico para o desenvolvimento da ferramenta de alertas denominada Alert-LV.
- Especificar o funcionamento da ferramenta Alert-LV para melhoria dos *feedbacks* e acompanhamento das ações do aluno no ambiente *Moodle*.
- Formular um sistema simples e dinâmico para o envio de alertas durante o acompanhamento pedagógico.

1.3 Estrutura da Dissertação

O trabalho está subdividido em seis capítulos. No Capítulo 1, são apresentados a introdução, motivação, hipótese e os objetivos que constituem e fundamentam o desenvolvimento deste trabalho.

No Capítulo 2, são abordados os pressupostos essenciais e fundamentais em torno do tema Educação a Distância, além de abordar os diferentes papéis que o Professor/Tutor assume nessa modalidade, detalhando a função de mediador e o quanto isso é influenciado pela distância transacional existente entre Professor/Tutor e aluno. Continua com a descrição dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem e o papel destes para diminuir essa distância transacional.

No Capítulo 3, é apresentado o sistema de avaliação *Learning Vectors* com sua metodologia de avaliação qualiquantitativa, bem como a métrica de desempenho Fator β , tecendo as considerações para utilizar esse sistema juntamente com o Alert-LV, aqui proposto.

No Capítulo 4, faz-se uma síntese dos sistemas baseados em agentes e multiagentes, mostrando seus funcionamentos e especificações. Neste capítulo também são expostas as ideias e utilizações dos sistemas de alertas. Define-se a metodologia MaSE e expõem-se os motivos para sua adoção no desenvolvimento do *software*. O Capítulo ainda apresenta um apanhado teórico referente aos trabalhos relacionados ao tema proposto por esta dissertação.

No Capítulo 5, é apresentada a implementação do sistema, detalhando o seu funcionamento e validação, apresentando uma simulação do funcionamento do sistema e dos resultados obtidos.

No Capítulo 6, são apresentadas as considerações finais, conclusão e propostas para trabalhos futuros.

No Apêndice A, são detalhados os casos de usos para o funcionamento do sistema Alert-LV.

No Apêndice B, estão as tabelas de desempenho dos alunos, contendo os valores utilizados nos gráficos obtidos nos resultados.

2 ESPECIFICIDADES NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Neste Capítulo são apresentados os conceitos chaves e especificidades da EaD apropriados para essa pesquisa, tais como: a atuação docente e discente, e teoria da Distância Transacional, voltada para a interação entre os atuantes no processo comunicativo, o que torna a presença uma necessidade no Ensino a Distância.

Também serão descritos os diferentes papéis desempenhados pelo docente em EaD, compreendendo suas funções e diferenciando-as. São destacadas as funções de tutoria, mediação e monitoramento, bem como a importância em se adotar as ferramentas e sistemas (AVA) adequados a essa modalidade, a fim de facilitar o *papel* docente.

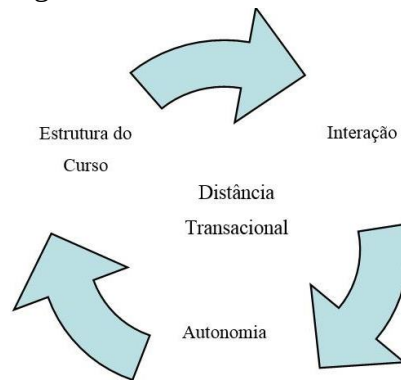
2.1 Conhecendo a Distância Transacional

Moore e Kearsley (2007, p. 2) afirmam que a EaD é o ensino e a aprendizagem intencional que ocorre em lugares e tempos diferentes. O aluno que se propõe a aprender, adotando essa modalidade de ensino, deve ter consciência dessas características e isso exige técnicas de organização e planejamento da aprendizagem tanto em seu desempenho quanto na execução das atividades nos cursos.

Os mesmos autores (2007, p. 239) designaram o termo distância transacional ou Teoria da Interação a Distância para especificar as distâncias espaciais e temporais que influenciam no comportamento de autonomia do aluno. Esse termo não especifica simplesmente a separação física entre os sujeitos no processo de ensino e aprendizagem, mas se refere às relações e vínculos psicopedagógicos estabelecidos no espaço para comunicação da EaD. Sendo assim o conceito se estrutura da combinação entre distância física (geográfica) e distância comunicativa (pedagógico-psicológica).

Moore (1993, p. 23-24) destaca a combinação de três variáveis que conceituam distância transacional: autonomia do aluno em buscar informações e estudar, considerando o fator motivação; a estrutura do curso, o que inclui os materiais didáticos adequados, além é claro do sistema adotado, seja ele mais robusto (Ambiente de Aprendizagem) ou não; e, por fim, a terceira variável seria o diálogo que proporciona a interação, empatia, aproximação, esclarece as dúvidas, reorienta e cria novas possibilidades de relações psicoafetivas entre mestre e aprendiz (Figura 1).

Figura 1 - Distância Transacional



Fonte: Moore (1993) adaptado.

Moore (1993, p. 22) enfatiza que o equilíbrio entre as variáveis, estrutura, diálogo e autonomia seria o principal objetivo a ser atingido por todo curso de Educação a Distância, o que possibilitaria obter o melhor dos alunos. Porém, se a Distância Transacional for menor, a autonomia e independência do aprendiz, e a estrutura do Sistema adotado serão menores. Já a interação ou diálogo entre os participantes será elevada, uma vez que o Professor/Tutor estará mais presente na mediação da aprendizagem dos alunos.

Ainda segundo Moore, para se obter uma adequada distância transacional muitos fatores devem ser levados em consideração e questionados. A título de exemplo, pode-se citar: “as metodologias adotadas, a estrutura do curso, os recursos tecnológicos, os materiais educacionais a desenvolver, e o processo de avaliação e de acompanhamento mais adequado” (MOORE, 1993, p. 22).

Kampff (2009, p. 28) menciona que uma distância transacional ineficiente e inadequada pode acarretar problemas sérios, tais como queda nos índices de desempenho, reprovação e até evasão. Ao realizar uma mediação eficiente evita-se a ocorrência de diversos fatores negativos em EaD. A proposta de utilização de alertas nos cursos para o acompanhamento da aprendizagem seria uma alternativa para a obtenção dessa aproximação entre aluno e Professor/Tutor.

2.2 Papel dos docentes e tutores em EaD

Segundo Belloni (2008, p. 79) a complexidade em desempenhar o papel de Professor/Tutor em EaD é evidente. Engana-se quem pensa que este, por estar atuando a distância, terá suas funções minimizadas. Nessa modalidade o Professor/Tutor passa a ter múltiplas tarefas, muitas das quais não foi preparado para exercer.

Como bem afirma Moran, “os papéis do professor se multiplicam, diferenciam e complementam, exigindo uma grande capacidade de adaptação, de criatividade diante de novas situações, propostas, atividades” (MORAN, 2003, p. 41). Ou seja, o Professor/Tutor em EaD, jamais deve pensar que seu papel será menor, e sua atuação e mediação terá um núcleo, uma atenção diferenciada a apenas um aluno ou um grupo de alunos.

Tendo esse fator impactante como premissa, diversos Professores/Tutores que atuam na modalidade, ao perceberem as deficiências na formação, as exigências e dedicação nas suas funções, optam por outras alternativas e buscam se qualificar para atuar nessa modalidade de forma plena.

Ao pensar nas múltiplas funções desempenhadas pelo Professor/Tutor é possível elencá-las de forma que fiquem em acordo com o projeto político-pedagógico (PPP) do curso como um todo, aplicando a cada disciplina do curso atitudes educacionais favoráveis e adequadas para os alunos, sendo apoiado pela coordenação e pela equipe interdisciplinar do sistema de tutoria, além de realizar outras atividades necessárias em suas funções.

Os tutores em EaD possuem um dos papéis mais importantes no processo educacional. Seu papel é diferenciado uma vez que sua atuação é direta com o aluno. É ele quem media as atividades. É o “sujeito que participa ativamente da prática pedagógica” (BRASIL, 2007, p. 21).

Seu papel e suas atividades são múltiplos e sua atuação pode ser a distância e/ou presencial, atuando no desenvolvimento e construção da aprendizagem, claro, além de acompanhar e avaliar os aprendizes.

Maia (2003, p. 3) vem confirmar a importância desse profissional, afirmando que o tutor é essencial para o sucesso de um curso a distância. Ele deve direcionar o conhecimento, propiciar a construção da aprendizagem e da busca por conhecimento de forma independente e cada vez mais autônoma.

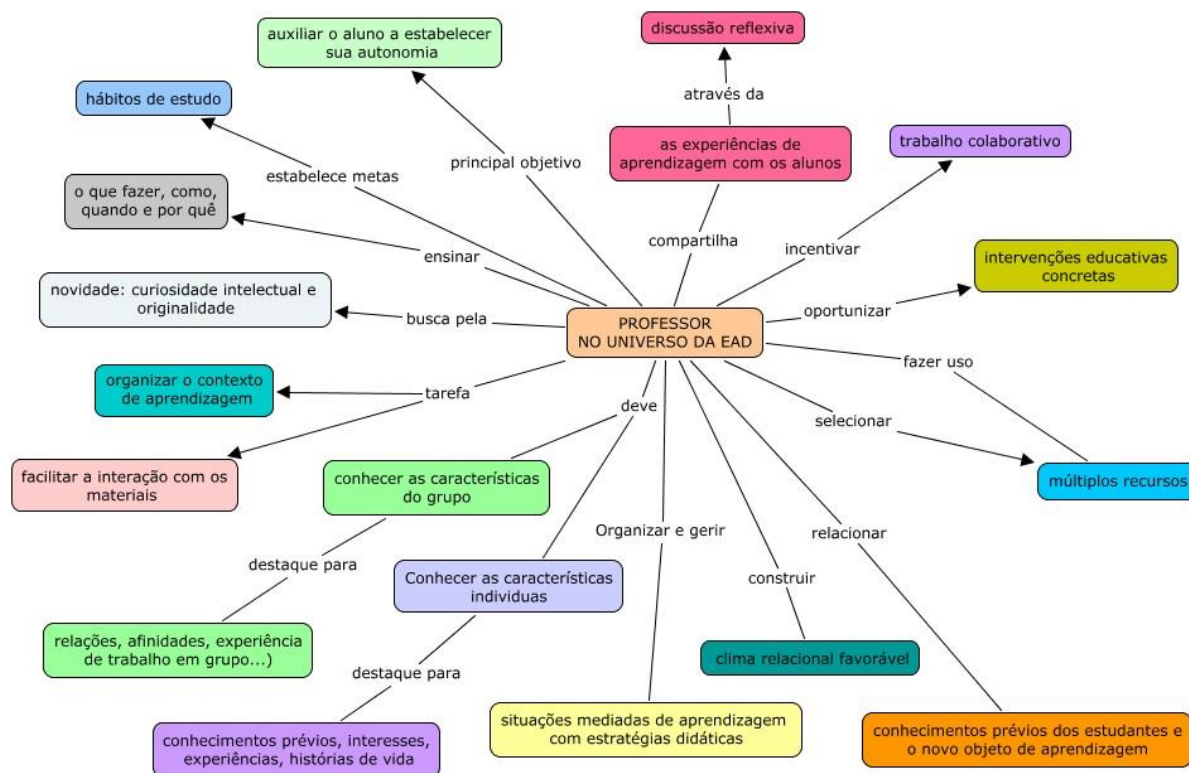
São muitas as dúvidas dos alunos. Aqui entra a função do tutor de tentar ao máximo esclarecê-las, buscar a melhor forma de mediar as discussões, propor conteúdos ao professor formador, e disponibilizar materiais para complementar o ensino tanto a distância quanto nos momentos presenciais.

Segundo Almeida (2013, p. 27) o tutor é quem faz o “primeiro contato” com o aluno, proporciona a interação à turma, envia mensagens de motivação e envia mensagens rápidas sobre dúvidas ou outras orientações necessárias.

Maia (2003, p. 206) caracteriza o tutor, atribuindo-lhe o papel de animador, conselheiro, provocador e de resgate de alunos desestimulados. O tutor deve ter o

discernimento para visualizar situações onde o aluno não se manifesta nem demonstra criticidade em relação ao conteúdo ministrado, de modo a estimular a sua interação com a estrutura e favorecer o diálogo. Na Figura 2 é apresentado um mapa conceitual com as diferentes atribuições do Professor/Tutor no universo da EaD.

Figura 2 - Mapa conceitual das atribuições do professor



Fonte: NUTED (2013)

2.3 Mediação/Interação

Moore e Kearsley (2007, p. 16) mencionam os materiais tecnológicos e os conteúdos aplicados nos cursos que proporcionam e determinam a interação entre alunos e Professores/Tutores, bem como os temas integradores e as propostas de discussão que devem ser pedagogicamente pensadas e planejadas para instigar a vontade dos alunos participarem. Com as atividades enviadas o Professor/Tutor retorna com comentários, correções, avaliações, e *feedbacks* adequados às ações dos alunos.

Esses mesmos autores (2007, p. 16) lembram que o Professor/Tutor, com as tecnologias atuais e a internet, passou a ter mais ferramentas para realizar as interações que antes eram limitadas. Os meios de comunicação que eram baseados na escrita via correspondência, hoje usufruem de tecnologias como videoconferências, teleconferências e

sistemas de envio de mensagens em tempo real. A interação acontece quando há comunicação, que é mediada por meio das tecnologias.

Moore e Kearsley (2007) apresentam três tipos de interações que podem ocorrer no ensino/aprendizagem:

- *Interação aluno-conteúdo* onde o conhecimento adquirido pelo aluno advém dos materiais e conteúdos elaborados e auxiliados pelo Professor/Tutor. Com as interações aluno-conteúdo são obtidas as mudanças de perspectivas e as transformações nos conhecimentos prévios.

- *Interação aluno-instrutor* considerada a mais essencial no ensino. Ocorre após a interação aluno-conteúdo onde é necessário haver interações dos alunos com seus instrutores para apresentar como estão se apropriando do conhecimento. Assim os Professores/Tutores devem auxiliar o aluno a expor e pôr em prática as aptidões e as ideias que serão construídas. Dentre essas funções, os instrutores devem dar conselhos e incentivar os alunos e apoiar as ações positivas de aprendizagem.

- *Interação aluno-aluno* acontece de duas formas: realizada entre alunos, ou entre um aluno e um grupo de alunos. Em ambas as formas, a aprendizagem e a motivação são amplamente valorizadas, pois estimulam a participação, o trabalho em equipe e as reflexões coletivas de assuntos.

Em sistemas de alertas a interação acontece constantemente, uma vez que a aplicação desses sistemas possibilita informar de forma rápida os eventos realizados no sistema, permitindo ao aluno obter informações de suas ações durante o curso. Essas informações são obtidas pelos três tipos de interações acima mencionados. Ao interagir constantemente com o aluno, isso intensifica a proximidade entre eles.

A presença na mediação é mencionada no trabalho de Araújo (2005), que cita as expectativas dos alunos de cursos *on-line*, os quais esperam que seus Professores/Tutores demonstrem estar “presentes” apesar da distância física existente, e para isso seria utilizado mecanismos de envio de *feedbacks* constantes e individualizados. Em pesquisa do mesmo autor, a presença é considerada mais importante que o material didático ou a tecnologia utilizada.

Resumindo os pontos aqui apresentados sobre o processo de mediação, verifica-se a necessidade de identificar o papel integrador dos Professores/Tutores. Parte deles o processo de interação e mediação da aprendizagem entre os alunos e os materiais de ensino. O papel de interação é complexo e necessita da participação ativa do aluno, de modo que ele esteja disposto a cooperar com contribuições e interações dialogadas entre os demais alunos, entre

os materiais e sistemas tecnológicos e os Professores/Tutores que mediam todos esses processos.

2.4 Monitoramento

Em se tratando de Educação a Distância, um dos pontos indispensáveis para tornar essa modalidade educacional realmente útil à aprendizagem do aluno, seria utilizar os mecanismos de monitoramento e realização de avaliação, porém tamanha necessidade confronta-se com as muitas dificuldades na abordagem e utilização de ferramentas para esse propósito.

Em um curso onde o processo da aprendizagem é contínuo cabe ao Professor/Tutor o papel de monitorar por meio da avaliação realizada de forma competente e justa. Moore e Kearsley (2007, p. 130) afirmam justamente isso e complementam que uma rede de indicadores contendo os dados referentes tanto ao Professor/Tutor como ao aluno, conduz a um programa educacional bem-sucedido.

Os dados de *feedback* colhidos por um sistema de monitoramento possibilitam aos Professores/Tutores realizarem as devidas tomadas de decisões de forma adequada ao desempenho dos estudantes. “Para um bom sistema educacional, as metas mais importantes são os resultados do aprendizado” (MOORE; KEARSLEY, 2007, p. 130).

Apesar da necessidade de um curso utilizar sistemas de monitoramento para auxiliá-lo no acompanhamento do aluno, de nada adiantará se o Professor/Tutor não se empenhar em suas funções, identificando os sinais de dificuldades e necessidades, e prestando um auxílio personalizado por meio dos indicadores de desempenho que identificam esses problemas.

2.5 Moodle

Valentini e Soares (2010, p. 150) mencionam o *Moodle* como um dos ambientes de aprendizagem virtuais que atualmente vem se difundindo e se tornando referência. São muitos os recursos e *plug-ins* disponíveis nesse AVA, o que o torna um dos mais utilizados em cursos a distância. Porém, Claro (2014) em seu estudo, enfatiza que os resultados esperados são prejudicados pela pouca utilização das ferramentas desse sistema.

Peres (2011, p. 96) faz referência à filosofia construcionista ao afirmar que o *Moodle* é um campo fértil para interações e desenvolvimento de uma aprendizagem coletiva, sendo utilizado em cursos à distância e/ou semipresenciais como uma ferramenta que enriquece o processo de aprendizagem.

Segundo Lawinsky e Haguenaue (2011, p. 2), o *Moodle* por adotar essa filosofia beneficiou-se e vem se beneficiando uma vez que a comunidade age em prol de melhorias para o sistema, justamente por ser uma ferramenta de construção coletiva, aberta, flexível e livre. Muitas versões foram desenvolvidas. A versão, até o encerramento do presente trabalho, era a de nº 3.1.3.

2.6 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo trouxe algumas especificidades referentes ao processo de ensino na modalidade a distância. O enfoque principal do capítulo foi evidenciar os elementos da EaD, citando os benefícios que esta modalidade tem a oferecer ao descentralizar o conhecimento e romper barreiras geográficas, paradigmas e preconceitos ainda existentes na sociedade.

A busca de tecnologias que facilitem esse processo e permitam aproximar o aprendiz de seu Professor/Tutor e ainda proporcionar um acompanhamento e avaliação pedagógica adequada só tendem a enriquecer e facilitar toda essa metodologia.

No capítulo foi visto também o quão importante é a teoria da Distância Transacional para os cursos à distância, e como esta influencia no processo de mediação e interação entre os participantes do processo de aprendizagem. Complementando com esta ideia, foi demonstrado o papel de extrema importância dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, em especial o ambiente *Moodle* e como ele pode contribuir para melhorar essa mediação, oferecendo sistemas cada vez mais atrativos e dinâmicos que facilitam o papel dos Professores/Tutores no processo de ensino.

O próximo capítulo trata do sistema de avaliação formativa *Learning Vectors* (LV) e o seu ativo papel nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, abordando o funcionamento e implementação dos LV, e como este contribui para facilitar ao Professor/Tutor o acompanhamento adequado do aluno de forma assistida, presente, afetiva, oportunizadora e dinâmica, e assim identificar os pontos principais de contribuição destes para esta Dissertação.

3 COMPREENDENDO OS *LEARNING VECTORS* (LV)

O sistema proposto por Sales (2010) especifica uma metodologia de avaliação em sistemas virtuais de aprendizagem. Esse método utiliza-se de métricas não lineares na interação entre os indivíduos. Ele surgiu de um modelo para o gerenciamento da aprendizagem, seguindo os preceitos da avaliação formativa, que se propõe realizar o acompanhamento sistemático, utilizando uma métrica de avaliação qualitativa especificado por outros parâmetros matemáticos para propor equações trigonométricas no desenvolvimento dos cálculos para a avaliação. Com isso obteve-se uma ferramenta de avaliação com metodologia específica denominada de Modelo *Learning Vectors* (Modelo LV ou LV).

Em tradução livre, os “Vetores Aprendizagem” aplicam um sistema de avaliação que preza a colaboração e interação entre os três personagens envolvidos na Educação a Distância: Professores/Tutores, alunos e AVA.

Sales (2010), a princípio, optou por utilizar esses vetores por ser uma métrica alinhada a um sistema de avaliação mais “justo”, que valoriza o desempenho do aluno dentro do ambiente através da avaliação formativa e processual, além disso, permite aperfeiçoar o processo de avaliação.

O mesmo autor observa que a utilização dos preceitos matemáticos permite associar a quantidade de interações, referentes ao desempenho do aluno em suas atividades, a valores numéricos. Esse mecanismo age utilizando vetores em duas dimensões, ou melhor, em dois eixos, que representam a positividade e a negatividade.

Segundo Sales (2010), em qualquer sistema, seja ele educacional ou não, a avaliação é um sistema complexo e dinâmico. Os LV foram propostos com a premissa de serem sistemas dinâmicos e não lineares, utilizando as teorias interacionistas sistêmicas, baseando-se principalmente no modelo Psicomatemático *Meta Learning* proposto por Marcial Losada (1999).

O Modelo LV utiliza-se de ícones para atribuir valores, com os quais se propõe transmitir a ideia de afetividade e proximidade, porém, subjacente a esses atributos está o modelo matemático de mensuração que os tornam menos compreensivos quando não bem explicados no contrato didático estabelecido no início do curso. Caso não sejam tomadas essas precauções, o aluno poderá encontrar dificuldades na compreensão do como acontece sua avaliação em termos de notas.

Neste capítulo busca-se sintetizar o modelo LV e suas especificações durante o processo de avaliação. Também será descrito como são implementados os LV ícones, a fim de compreender como acontece o sistema de valoração da ação realizada nas quatro principais ferramentas onde o sistema foi inserido: Fórum, *Chat*, *Wiki* e Tarefa, bem como o funcionamento do Indicador de Aprendizagem, Fator β , usado no ambiente *Moodle* para acompanhar o desempenho do aluno.

3.1 Modelagem matemática e metodologia dos LV

O Modelo LV (SALES, 2010), que atua na interação e colaboração em AVA, proporciona realizar avaliações com algumas das ferramentas específicas existentes nesses ambientes, tais como fórum de discussão, os diálogos realizados em salas de *chat* os documentos colaborativos (*Wikis*), permite um gerenciamento das notas aplicadas nas atividades a distância e/ou presenciais, possibilita ao Professor/Tutor gerenciar a frequência do aluno e identificar o desempenho e rendimento ante às ações do curso.

A representação gráfica dos Vetores-Aprendizagem (Figura 2) possui um módulo fixo, cujo valor é 10 unidades ($|LV| = 10$) e as direções possíveis são horizontais e verticais. O vetor se move em sentido anti-horário, e os avanços angulares se relacionam a aspectos de positividade (componente horizontal) ou negatividade (componente vertical).

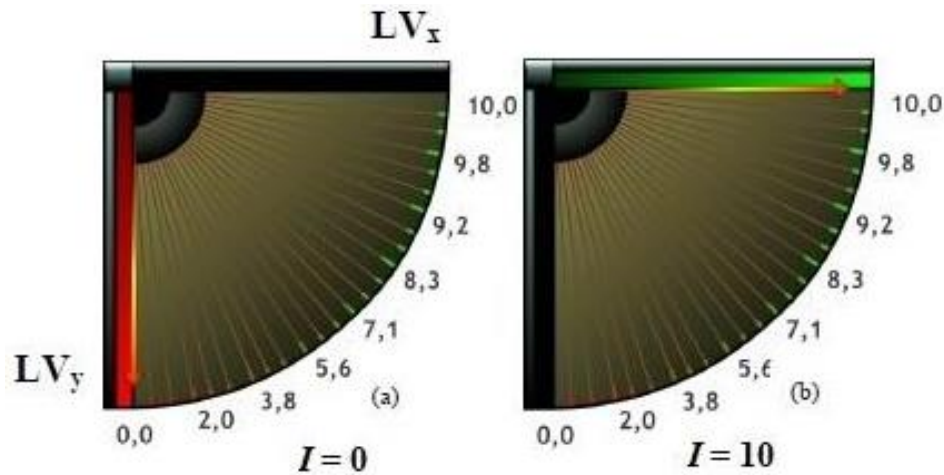
Equação1 - Módulo do Componente Horizontal

$$LV_x = 10 * \cos [(-12\alpha + I)]$$

- $\alpha = 7,5^\circ$ esse ângulo representa o “passo padrão de aprendizagem”;
- I é o parâmetro Variação Angular Total do vetor e depende diretamente das variações atribuídas pelo Professor/Tutor para as interações/atividades realizadas pelos alunos.

O Vetor se move desde a direção vertical, em que a negatividade tem o valor máximo representado pelo ângulo $\theta = -90^\circ$, até atingir a direção horizontal (LV_x) representado pelo ângulo $\theta = 0^\circ$, atribuindo assim a nota máxima em positividade e o valor mínimo em negatividade (Figura 3). O módulo do componente horizontal do LV (LV_x) representa as notas referentes às ações de positividade do aluno, com reflexo direto no rendimento e no resultado final de sua nota (Equação 1).

Figura 3 - Gráfico do Vetor-Aprendizagem. (a) Negatividade e (b) Positividade



Fonte: Sales (2010)

O cursor do vetor caminhará sempre no sentido anti-horário em avanços angulares representado pela variável Variação Angular I , também denominado Passo do Vetor, cujo valor é $0,5\alpha$, onde $\alpha = 7,5^\circ$ e, portanto, a unidade de passo é $3,75^\circ$ (Equação 2).

No ato de avaliar, atribuem-se valores para cada interação/postagem realizada no AVA, que será devidamente incrementada no Vetor-Aprendizagem, assim permitindo ao Professor/Tutor realizar as tomadas de decisões (SALES *et al.*, 2011). Para melhor compreensão, cada valor de avanço da Variação Angular I corresponde a uma nota (Tabela 1), essa nota é posteriormente identificada no Vetor-Aprendizagem (Equação 2).

Equação 2 - Direção do Vetor

$$I = \left(\frac{n}{2}\right) * \alpha, \text{ com } \{n \in N | 0 \leq n \leq 24\}$$

Fonte: Sales (2010)

Tabela1 - Valores da variação angular do vetor e correspondentes valores e notas.

Nota	I	Nota	I	Nota	I	Nota	I	Nota	I
9,66	10α	8,31	$7,5\alpha$	6,09	5α	3,21	$2,5\alpha$	0,00	0α
9,81	$10,5\alpha$	8,66	8α	6,59	$5,5\alpha$	3,83	3α	0,70	$0,5\alpha$
9,91	11α	8,97	$8,5\alpha$	7,07	6α	4,42	$3,5\alpha$	1,31	1α
9,98	$11,5\alpha$	9,24	9α	7,52	$6,5\alpha$	5,00	4α	1,95	$1,5\alpha$
10,0	12α	9,47	$9,5\alpha$	7,93	7α	5,56	$4,5\alpha$	2,59	2α

Fonte: Sales (2010)

Ao avaliar disponibiliza-se uma *Escala de Menções Qualitativas*, aos aspectos positivos de desempenho que correspondem:

- **Muito Bom** (quando o aluno for bastante participativo e faça ótimas interações);
- **Bom** (participativo e com interações frequentes);
- **Regular** (participação, presença e contribuições medianas) aos aspectos negativos no desempenho;
- **Fraco** (baixa participação, e interações fracas, com poucas contribuições);
- **Não satisfatório** (não correspondeu às expectativas em participação e nas contribuições inseridas no curso);
- **Neutro** (participou do curso, porém contribuiu com informações alheias e sem fundamentos, sem relevância ao assunto levantado).

Essas menções correlacionam-se a uma escala quantitativa denominada Coeficiente do Passo (SALES, 2010) (SALES *et al.*, 2008) (Tabela 2).

Tabela2 - escala de menções qualitativas relacionado ao Coeficiente do Passo.

<i>Neutro</i>	<i>Não satisfatório</i>	<i>Fraco</i>	<i>Regular</i>	<i>Bom</i>	<i>Muito Bom</i>	<i>Menções Qualitativas</i>
-	0	1	2	3	4	<i>Coeficiente do Passo (CP)</i>

Fonte: Sales (2010)

Os valores da *Escala de Menções Qualitativas* possibilitam aos Professores/Tutores identificar o nível de interação do aluno e o domínio de conteúdo, representando a subjetividade da avaliação.

A proposta de desenvolver e implementar os LV tem por escopo realizar uma avaliação atribuindo pesos de significância com relação às participações, obtendo um valor ao desempenho do aluno como um todo nas atividades executadas. Para isso foram implementadas representações gráficas e vetoriais, usadas como métricas correlacionando valores numéricos ao desempenho.

3.1.1 Implementando os Learning Vectors (LV)

Na modelagem matemática desenvolvida para implementar os LV foram especificados ícones que estão diretamente associados à tabela com a Escala de Menções e relacionados à variável Coeficiente do Passo (CP).

A linguagem iconográfica para representar as menções “facilitam a interação e mediação, elevam em número e qualidade a emissão de *feedbacks*, criam vínculos afetivos e impactam a comunicação e, assim, possibilitam uma maior dinâmica na avaliação *on-line*” (SALES, 2010).

Os ícones presentes na ferramenta de avaliação trazem os aspectos qualitativos, compondo a modelagem matemática que atribui os aspectos quantitativos do modelo de avaliação. Esses ícones também facilitam a escolha da atribuição da nota, eleva o envio de *feedbacks* (SALES *et al.* 2008) e perpassa um sentimento de proximidade entre aluno e Professor/Tutor.

3.1.2 A escala icônica LV

Para facilitar o uso da Escala de Menções (Tabela 2) e seus valores de apreciação, as mensagens e/ou arquivos postados pelos alunos durante um curso passam a ser avaliadas pelo Professor/Tutor por meio da escala icônica, denominada LV Ícones (Quadro 1).

Os LV Ícones, semelhantemente a todo símbolo icônico, abordando a semiótica e identificação de imagens características como ‘*emoticons*’ ou ‘*smiles*’, determinam um sistema de cores fortes e chamativas, que atraem, aproximam e ajudam a criar vínculos por transmitirem aspectos emotivos e sentimentais. (SALES, 2010, p. 112).

Esses ícones representam simbolicamente as notas que os Professores/Tutores atribuem às ações dos alunos. Um LV Ícone azul ou verde, carinha feliz, representa um desempenho muito bom ou bom, um LV Ícone amarelo, carinha indiferente, indica um resultado regular, mediano, já uma carinha triste, LV Ícone laranja ou vermelho, representa um desempenho fraco ou não satisfatório.

Sales (2010) enfatiza que as aplicações dos ícones têm uma função semelhante ao de relacionar uma nota às reflexões que o aluno realiza na atividade frente ao conteúdo, também se verifica o quão interativo este aluno é na turma nas respostas e comentários de seus colegas.

Segundo Sales *et al.* (2011), para o Professor/Tutor realizar a avaliação pela escala LV Ícones no AVA é necessário que o aluno previamente participe das atividades do curso e utilize as ferramentas que estão integradas ao modelo de avaliação com Vetores-Aprendizagem. Nessa ferramenta constam seis ícones para que o Professor/Tutor possa escolher qual nota atribuir à ação do aluno, sendo cinco carinhas e o neutro “Bola X”.

Quadro 1- Escala LV ícones de categorização das mensagens.

LV ícones	Categorização das Mensagens/ Arquivos anexados
	Muito Bom - Coeficiente do Passo: CP = 4 Ótimas reflexões; Interações/Postagens com significativos questionamentos, sínteses de ideias aprofundadas e indagações que geram mais interações.
	Bom - Coeficiente do Passo: CP = 3 Boas reflexões; Interações/Postagens que apresentam respostas e comentários significativos para discussão do tema proposto.
	Regular - Coeficiente do Passo: CP = 2 Razoáveis reflexões; Interações/Postagens de forma superficial acerca do tema proposto para a discussão/aprendizagem.
	Fraco - Coeficiente do Passo: CP = 1 Reflexões vazias de conteúdo; Interações/Postagens que pouco agregam valor à discussão/aprendizagem do tema proposto.
	Não Satisfatório - Coeficiente do Passo: CP = 0 Aluno que assume posição passiva; Interações/Postagens que em nada contribuem para a discussão/aprendizagem do tema proposto limitando-se a enviar mensagens de concordância ou sem relevância, ou ainda arquivos anexados sem originalidade.
	Neutro (Bola X) - Mensagens/Arquivos anexados que não agregam notas - Arquivos anexados sem relação com o tema proposto. - Mensagens de esclarecimentos, saudações, recados, agradecimentos etc.

Fonte: Sales (2010)

3.2 Funcionamento do Vetor LV Fórum

Os LV, por serem um sistema de acompanhamento e avaliação que valoriza o processo formativo, aprimora o uso de algumas ferramentas de avaliação existentes no *Moodle*. Dentre essas ferramentas, está a ferramenta Fórum, através da qual é possível obter-se indicadores de interação e participação do curso. Os LV ícones, foram inseridos nessa ferramenta e, para tanto, utilizou-se de alguns critérios para classificar as mensagens postadas. Sales (2010) especifica:

[...] Uma Mensagem Principal (M1), configurando-se como a mensagem de maior relevância postada no fórum pelo aluno e resulta da sua compreensão em relação ao tema discutido no fórum; Em seguida uma Mensagem de Interação (M2), que seria então uma mensagem postada no fórum em forma de réplica à discussão, ou como resposta a algum comentário. Outras vezes o aluno pode enviar uma mensagem de sugestão ou crítica a algo já postado anteriormente no fórum, contribuindo para o dinamismo nas discussões e instigando nos demais a participação; E as Demais Mensagens de Interação (Mn), sendo as inserções de contribuições posteriores a segunda mensagem. Elevam a dinâmica de interações e mantém vivo o fórum. (SALES, 2010)

3.3 Compreendendo o Vetor Tarefa LV

A Tarefa ou portfólio é uma ferramenta assíncrona, com poucos graus de interação, através da qual o usuário não recebe de imediato um retorno do Professor/Tutor em relação às suas ações, fato que a diferencia das demais ferramentas. Os LV foram inseridos para captarem principalmente dois critérios ao realizar a avaliação, sendo eles: o *Domínio de Conteúdo (DC)* e a *Pontualidade/Apresentação (PA)*.

O DC envolve a habilidade do aluno em demonstrar raciocínio lógico, objetividade e competência ao fazer uso de fórmulas e conceitos nas inserções no ambiente. Já o PA, refere-se ao envio da tarefa no tempo estipulado (contrato didático). Além do tempo, outros fatores influenciam nessa nota: a linguagem empregada, coerência e concisão.

O aluno, ao interagir, poderá obter ou não o limite máximo de nota logo na primeira postagem. Necessitará realizar novos envios caso não tenha atingido esse limite e novas correções serão atribuídas.

3.4 Modelagem matemática para o Vetor *Chat-LV*

A ferramenta *chat* é uma ferramenta síncrona para comunicação em tempo real, cujos assuntos podem ser pré-determinados antecipadamente e enviados ao aluno pelo Professor/Tutor, além de possibilitar avaliações *on-line*. O *Chat-LV* foi implementado para avaliar as postagens dos alunos ao longo de um debate. Nessa ferramenta a avaliação acontece emitindo *feedbacks*, sejam eles simultâneos ou posteriores ao encerramento do *chat* (modo *assíncrono*). Isso fica a critério do Professor/Tutor.

Sales (2010) modelou o *Chat-LV* para que sejam avaliadas apenas as seis primeiras mensagens enviadas de cada aluno, de modo que ele possa, caso obtenha valor máximo de apreciação positiva em cada mensagem (“Muito Bom”), chegar ao valor máximo para a nota. Da sétima mensagem em diante o sistema utiliza um fator regulador de $\pm 0,5\alpha$ (ou 0,70) como indicado na Tabela 1, garantindo o desempenho do aluno em todas as contribuições.

3.5 Especificações do Vetor LV Wiki

O Wiki é uma ferramenta do Moodle assíncrona para a criação de documentos de forma colaborativa. Essa característica a coloca como uma das mais importantes, pois aplica um dos principais preceitos do Moodle e dos *Learning Vectors*: a colaboração e aprendizagem em conjunto.

Wiki se adequa à modelagem desenvolvida nos LV para possibilitar uma avaliação justa e efetiva, uma vez que esta permite a constante edição e atualização do documento desenvolvido coletivamente. Um texto *Wiki* deve conter indagações aprofundadas, citações, referências a outras páginas, imagens, vídeos e animações (SALES, 2010).

A cada versão de postagens (vários documentos são produzidos com diferentes contribuições), ou ao longo dela, o Professor/Tutor pode fazer várias intervenções pedagógicas no tocante ao que for produzido, ocasião em que os usos dos LV muitas vezes são necessários. O objetivo principal da ferramenta *Wiki* “é gerar um texto coletivo em formato de página *web*, que pode conter materiais multimídia interativos tais como: links, gráficos e figuras” (SALES, BARROSO E SOARES, 2012, p. 63).

Em uma ferramenta como o *Wiki* é necessário estipular duas metodologias de avaliação, uma coletiva e outra individual, como especifica Sales (2010).

3.6 Especificações do Vetor LV_{NTF} (LV N° Total de Faltas)

Sistemas de controle, monitoramento e avaliação são importantes em cursos à distância. Eles especificam a frequência de acessos dos alunos ao curso e auxiliam o Professor/Tutor no acompanhamento constante do aluno, o que permite ao Professor/Tutor obter indicadores como as ausências ou o fraco desempenho nas atividades, podendo também servir de alerta para evitar possíveis desistências ou abandono do curso.

Como a frequência mínima para a aprovação em cursos no Brasil é de 75% do período letivo da disciplina, as ausências em EaD são um dos pontos preocupantes, pois os alunos “esquecem” o compromisso com ele mesmo e com o curso. Resgatar esse aluno para a sala de aula virtual vem a ser um dos papéis importantes dos Professores/Tutores presenciais e a distância.

[...] caso o número total de faltas do aluno esteja próximo do limite permitido, o sistema pode enviar automaticamente uma mensagem de alerta, por meio de um agente inteligente de alerta, para a caixa de *e-mail* do aluno e/ou Professor-Tutor do curso. Essa agente monitora e detecta a presença dos alunos nas atividades controlando e informando seu número permitido de faltas. (SALES, 2010, p. 103).

Tamanha importância não poderia passar despercebida para um sistema de avaliação. Portanto, os LV também foram inseridos nesse ponto, sendo especificados pelo módulo do vetor LV_{NTF} . Com esse módulo o aluno obtém acesso à sua frequência e se mantém informado do número total de suas faltas, atentando para o próprio gerenciamento de sua assiduidade. Caso o aluno se ausente das atividades, o sistema registra a falta.

3.7 O Fator β

O Fator β é um indicador qualitativo não-linear para suporte no acompanhamento da aprendizagem do aluno. O mesmo foi adaptado a partir da dimensão psicológica Positividade/Negatividade (Taxa P/N) do modelo de avaliação de desempenho denominado *Meta Learning* (Modelo ML), proposto tanto para avaliação de equipes quanto para indivíduos. (SALES, 2010, p. 104).

Para desenvolver esse indicador, Sales (2010) utilizou da pesquisa de Losada (1999) onde eram estabelecidos valores padrões em uma taxa caracterizada por P/N (positividade por negatividade). Esses valores eram aplicados no desempenho do Modelo ML.

Para obter esses valores os autores valeram-se da observação direta do comportamento do indivíduo em um grupo, ou sem realizar atividade. Na coleta de informações foram verificadas quantas emoções positivas ou negativas o indivíduo presenciava, e com base nisso era obtido a diferença entre essas emoções.

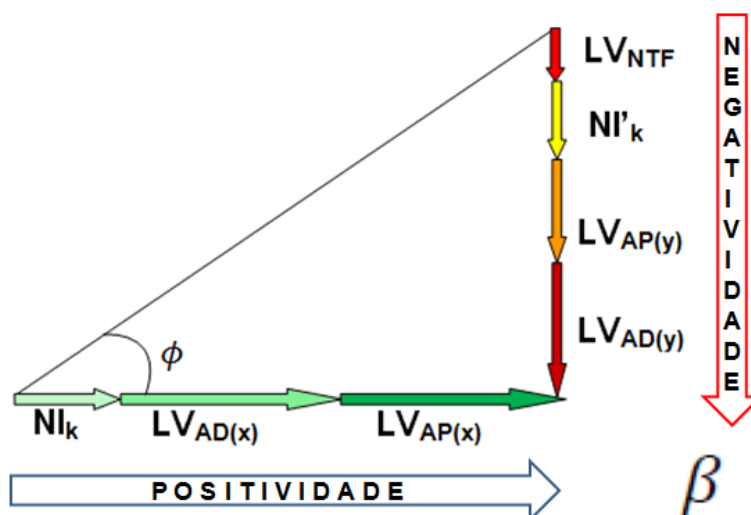
Sales implementou algo similar ao que Losada desenvolveu em seu modelo Meta Learning, determinando um indicador avaliativo representado matematicamente pela Equação 3 e graficamente pela Figura 4, e o significado de seus componentes estão expressos no Quadro 2 através dos quais obtém-se valores relacionados ao desempenho do aluno no curso.

Equação 3 - Representação do Fator β

$$\beta = \frac{\text{Positividade}}{\text{Negatividade}}$$

Fonte: Sales (2010)

Figura 4 - Representação gráfica do Fator Beta.



Fonte: Sales (2010) com adaptações.

Quadro 2- Representações e especificações na positividade e negatividade do Fator β .

Representações	Especificações	Escala de Menções	Fator
$LV_{AD(x)}$	Projeção Horizontal (fórum, <i>Wiki</i> , <i>chat</i> e tarefas)	“Muito Bom” (peso 3), “Bom” (peso 2) ou “Regular” (peso 1)	Positividade
$LV_{AP(x)}$	Projeção Horizontal (atividades presenciais)	CP = 4; 3 ou 2	
NI_k	Número de Interações Positivas		
$LV_{AD(y)}$	Projeção Vertical (atividades a distância)		Negatividade
$LV_{AP(y)}$	Projeção Vertical (atividades presenciais)	“Fraco” (peso 1) ou “Não Satisfatório” (peso 2)	
LV_{NTF}	Número Total de Faltas	CP = 1 ou 0	
NI'_k	Número de Interações Negativas		

Fonte: Próprio Autor

Sales (2010) utilizou os valores expressos acima para identificar e comparar o desempenho individual e coletivo dos alunos, obtendo um Fator β (com valores médios) correspondente a cada grupo de alunos como forma de parâmetro de análise, como demonstrado no Quadro 3 que especifica a escala qualitativa para o Fator β .

Quadro3 - Escala qualitativa de especificação do Fator β .

Escala	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo
					
Fator β	$B \geq 3,78$	$2,62 \leq \beta < 3,78$	$0,90 \leq \beta < 2,62$	$0,30 \leq \beta < 0,90$	$0 \leq \beta < 0,30$

Fonte: Sales, Barroso e Soares (2012)

Sales (2010) enfatiza que, independentemente da média obtida e do valor do Fator β , mesmo quando o aluno é classificado com desempenho “Muito Baixo” e/ou suas ausências, obtidas pelo vetor LV_{NTF} , estejam acima do máximo permitido, não significa que o aluno está reprovado, isso porque os LV prezam as possibilidades de reversão e mudanças no desempenho. Assim, os valores emitidos servirão como um aviso para que se pondere, analise e justifique a ausência do aluno.

Quando o aluno não realiza nenhuma atividade ou não comparece ao ambiente o Fator β é igual a zero. Sales (2010) complementa, afirmando que o sistema também possui a função

que permite a retirada das faltas justificadas pelo aluno que venha a se prejudicar em alguma atividade.

3.8 Considerações sobre o capítulo

O sistema de avaliação LV agrega valores e esclarece a importância do acompanhamento adequado em sistemas educacionais a distância. A atividade de avaliação em EaD ganha uma nova dimensão ao englobar aspectos mais abrangentes e complexos da interação entre aluno e conteúdo, aluno e Professor/Tutor, e entre alunos. Esse sistema permite ao Professor/Tutor aplicar facilmente as metodologias de avaliação dos conteúdos disponibilizados, fato que amplia a aprendizagem.

O Capítulo apresentou uma síntese acerca dos LV e a modelagem específica de cada vetor, identificando como o sistema atua nas ferramentas, e sua utilização para expressar a avaliação qualiquantitativa. Algo que chama a atenção é a importância dos ícones presentes no sistema. Estes possibilitam aproximar e estreitar os laços entre alunos e Professores/Tutores, dando a ideia de proximidade e empatia ao associar a nota atribuída ao desempenho do mesmo no curso. Os *smiles e/ou emoticons* são uma maneira simples e amigável de se comunicar e servem para atribuir emoção ao processo de ensino-aprendizagem.

A subjetividade da avaliação dos LV se destaca ao incidir diretamente na afetividade, na facilidade de emitir *feedbacks* e na redução da carga de trabalho do Professor/Tutor ao avaliar e lançar notas no decorrer do curso.

A métrica pedagógica Fator β incide diretamente na tomada de decisão e possibilita identificar a situação específica e global de uma turma, o que é favorável, pois na EaD é complexo para o Professor/Tutor esse papel de “gestor”. Essa tecnologia veio para agregar e facilitar as múltiplas funções que o Professor/Tutor desempenha. Os LV fazem múltiplas tarefas relevantes simultâneas, tais como: controle de evasão, compilação de notas, produção constante de relatórios, tudo isso de forma automática, sem operadores específicos inteligentes incidindo nessas funções.

O Capítulo a seguir traz um recorte teórico sobre agentes inteligentes e suas múltiplas utilizações, bem como são apresentados trabalhos correlatos ao proposto nessa dissertação. Descrevem-se, também, uma síntese sobre o padrão FIPA e sobre o sistema de desenvolvimento de agentes inteligentes JADE.

4 SISTEMAS BASEADOS EM AGENTES E TRABALHOS CORRELATOS

O Capítulo aborda sistemas baseados em agentes detentores de inteligência artificial, cujo objetivo é identificar seus aspectos positivos e negativos. Nesse propósito, foram utilizados os trabalhos de vários autores com pesquisas sobre a comunicação entre máquinas capazes de gerenciar sistemas para a criação e emissão de alertas.

Além disso, é realizado um recorte teórico em torno do *framework* JADE³ e os padrões e protocolos adotados por esse *framework*, inclusive o padrão FIPA⁴, muito utilizado em sistemas computacionais. Também são descritos os sistemas e ferramentas que possibilitam o desenvolvimento e criação de agentes inteligentes. O JADE foi utilizado para determinar as funções gerenciais inteligentes da aplicação, fato que possibilitou inserir multiagentes para realizar todo o processo de análise e verificação dos dados disponibilizados para os usuários.

Posterior a isso são apresentados os trabalhos e sistemas relacionados ao tema em questão e que serviram para nortear as ações para o desenvolvimento da aplicação Alert-LV. Demonstra-se, também, como as ferramentas e os trabalhos abordados neste Capítulo permitem identificar as reais contribuições que o Alert-LV tem a oferecer quando comparado a outros sistemas.

4.1 Agentes inteligentes

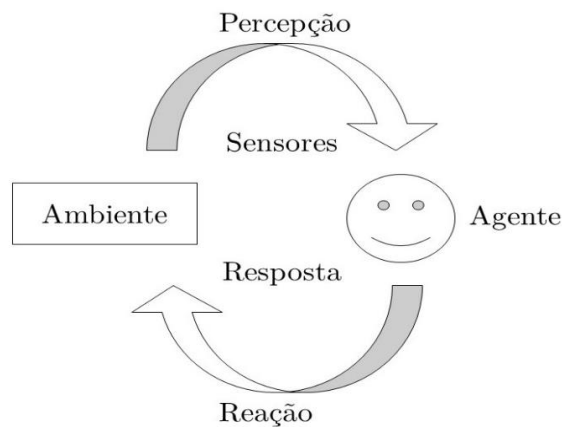
Uma definição para Agente foi apresentada por Russel e Norvig (1995), como sendo uma entidade constituída por dois elementos principais na computação: o *hardware* e o *software*, cujo propósito seria perceber ações em um ambiente e executar uma reação adequada por meio de mecanismos de sensoramento e resposta.

Outros autores como Wooldridge e Jennings (1995) complementam a ideia de Russel e Norvig, afirmando que, além desses elementos, um agente computacional detém outras propriedades como: autonomia, capacidade de relacionar-se socialmente, reatividade e proatividade. Um agente deve analisar a situação, identificar o ambiente e propor a melhor solução, retornando uma resposta coerente ao solicitante (Figura 5).

³ JADE – Segundo Bellifemine *et al.* (2005) o *Java Agent Development Framework* é uma estrutura de software implementado em linguagem JAVA, capaz de simplificar a implementação de sistemas multiagente através de um *middleware* que está em conformidade com as especificações FIPA.

⁴ FIPA – *The Foundation for Intelligent Physical Agents*, segundo Pitt e Mamdani (1999) é uma organização de padrões IEEE *Computer Society* que promove a tecnologia e a organização de padrões para agentes e sistemas multiagentes desde 8 de junho de 2005.

Figura 5 - Interação de um agente em um ambiente.



Fonte: Quarto (2006, p. 29)

Para Silveira (2001) a utilização de agentes em sistemas de ambientes virtuais passa a acontecer ao implementá-los e modelá-los como objetos em sistemas computacionais constituídos de atributos e classes, capazes de comunicação via mensagens, além de também usar outros conceitos clássicos como: herança, encapsulamento, entre outros, baseando-se em características similares a programas de lógica funcional.

Quanto à arquitetura interna de um agente, este deve conter “[...] conhecimento sobre o mundo e sobre o problema a resolver [...] e possuir capacidade de raciocínio e de decisão (obtidos por meio de algoritmos ou de comunicação, observação das atitudes e do comportamento de outros agentes”. (DEMAZEU E MÜLLER, 1989 *apud* SILVA, 2007, p. 23).

O uso de agentes facilita o papel dos *softwares* na resolução de problemas. Porém Wooldridge e Weiss (1999) enfatizam que em sistemas muito complexos, torna-se necessário empregar vários agentes no monitoramento, formando um conjunto cujos elementos interagem entre si com linguagem comum por meio de troca de mensagens.

Wooldridge e Weiss (1999) afirmam que em sistemas contendo multiagentes, cada um deles é totalmente autônomo e busca solucionar os problemas a ele atribuídos. A cooperação é evidente entre esses sistemas pois tem o propósito de solucionar os problemas em comum. O agente por possuir sua independência não pode ser forçado por outro agente a realizar tarefas ou sofrer modificações em seu estado.

A atuação de mais de um agente para solucionar um mesmo problema complexo pode se tornar algo que dificulte, quando realizam de forma individual, a busca pela solução

desejada, e que seria um esforço desnecessário. Assim, utilizar-se de múltiplos agentes em comunicação entre si pode facilitar a resolução do problema, uma vez que cada um identificará seu papel, sua função e agirá em colaboração com os demais agentes.

Porém, para haver a comunicação é necessário um sistema de comunicação eficiente - uma linguagem para ser mais exata. Para tanto faz-se uso da linguagem ACL (*Agent Communication Language* – Linguagem de Comunicação de agentes) e de uma ontologia em comum, padronizada, com uma sintaxe e semântica simples de manipulação pelos agentes, isso possibilitaria a ocorrência dessa premissa (SILVA, 2007).

4.2 O Framework JADE

Segundo Silveira (2001), o JADE é um conjunto de recursos, ou melhor, uma infraestrutura (*framework*), cujo conceito pode ser compreendido como *Java Agent Development framework* ou Infraestrutura de agentes Java. Essa ferramenta é bastante utilizada na implementação de agentes e sua inserção nos ambientes de ensino a distância.

Silveira (2001), ainda apresenta como propósitos do JADE, prover uma infraestrutura básica de códigos em linguagem Java e proporcionar uma metodologia adequada de ensino a distância, podendo ser implementado em sistemas de acompanhamento pedagógico inteligente.

O JADE é um *software framework* implementado na linguagem Java e possui um conjunto de ferramentas gráficas usadas para realizar as etapas de desenvolvimento, depuração e implantação. Sua função é simplificar a execução de sistemas multiagentes, utilizando um *middleware* em conformidade com as especificações FIPA. (JADE, 2016)

Esse *software* oferece o serviço de páginas amarelas, usadas para realizar o registro e busca de serviços executados pelos agentes, provendo o gerenciamento do serviço de nomes (cada agente deve ter um nome exclusivo na plataforma em que habita), que permite criar ou destruir agentes em contêineres remotos via requisição.

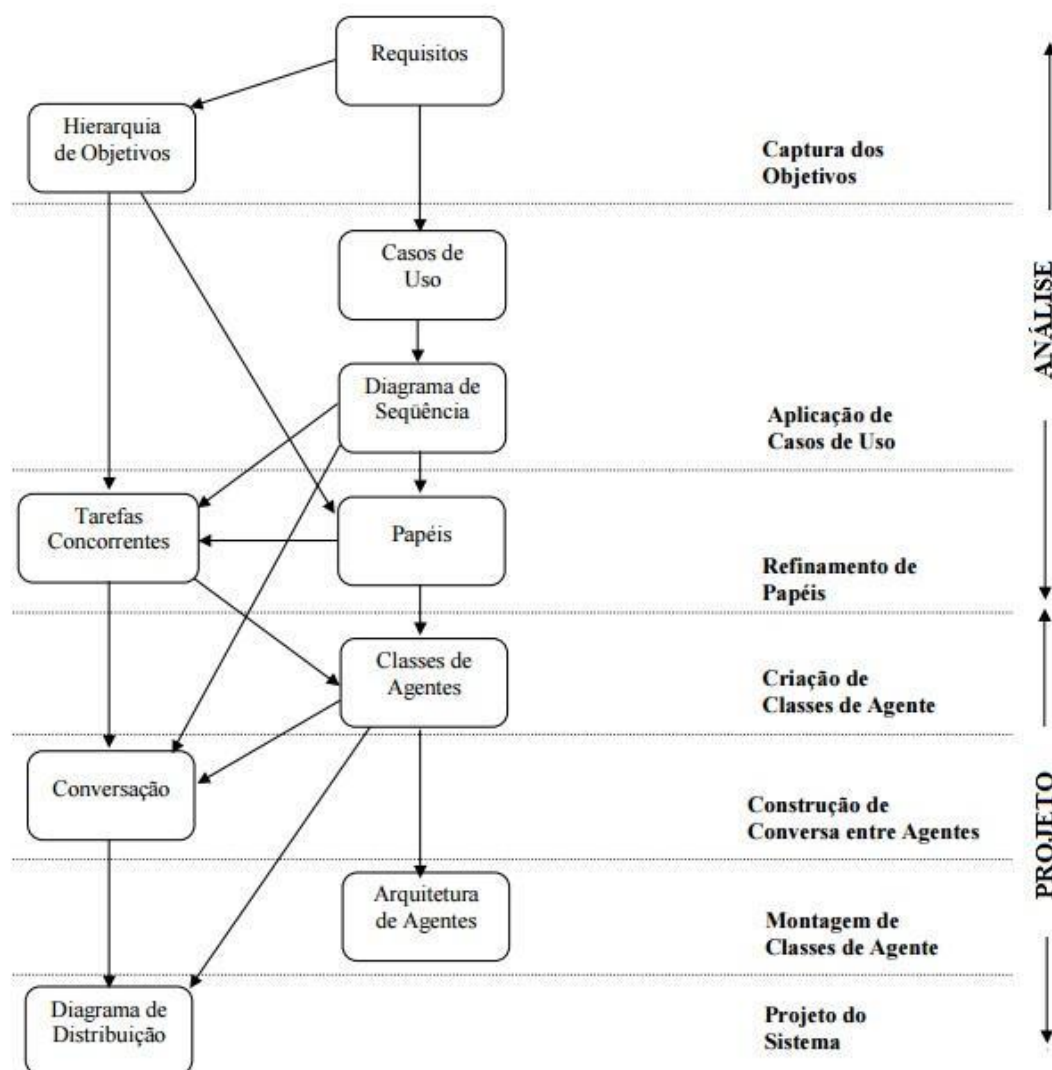
Para melhor compreender o JADE é necessário conhecer algumas terminologias utilizadas, tais como o termo *contêiner*, cuja definição seria o ambiente que permite a habilitação de agentes e pode abrigar de um a vários outros. O conjunto de *contêiner* forma a plataforma JADE. O *contêiner* pode ser interpretado como um objeto RMI (*Remote Method Invocation*) que gerencia um conjunto de agentes localmente através dos AMS (*Agent Manager System*), controlando o ciclo de vida dos agentes (criação, suspensão, destruição). Além de ser responsável pelo serviço de páginas amarelas através do DF (*Directory Facilitator*).

4.3 Metodologia MaSE

A modelagem utilizando a metodologia MaSE, em tradução livre, Engenharia de Sistemas Multiagentes, foi proposta por DeLoach, Wood e Sparkman (2001). É comumente adotada por ser uma metodologia independente, capaz de atuar na modelagem de qualquer arquitetura de sistemas de agente/multiagentes.

A estrutura dessa arquitetura é composta de duas fases e sete etapas (Figura 6), todas com ações específicas e necessárias para desenvolver uma arquitetura de multiagentes de forma organizada.

Figura 6 - Metodologia MaSE.



Fonte: DeLoach, Wood e Sparkman (2001).

Como proposta semelhante, o presente trabalho especificou dois Agentes que atuam na base de dados *Moodle*, juntamente com a base de dados do sistema de alertas (Alert-LV). Os

dois agentes propostos constituem o Agente Alert-LV e o Agente Atividades-LV. Este atuando como verificador de desempenho e de presença nas atividades disponibilizadas no ambiente Moodle e aquele atuando como organizador e monitor dos eventos gerais do sistema.

O agente Alert-LV fica responsável por coletar informações na base de dados do *Moodle*, incluindo *logs* no sistema, ausências, mensagens emitidas e verificando o período de disponibilização de cada atividade no AVA.

Com o agente Atividades-LV são obtidas as informações do Fórum-LV (AF), Tarefas-LV (AT), Wiki-LV (AW), e Chat-LV (AC), dentre elas estão: o andamento das atividades visualizadas, quais foram realizadas, as participações dos alunos nas atividades, bem como *upload* e *download* de arquivos no sistema, os prazos de entrega, as pendências, e a seleção dos alunos para os quais serão emitidas respostas de retorno.

4.4 Sistemas de alertas e suas aplicações

É comum identificar-se a utilização de alertas cotidianamente. São avisos encontrados em diversos lugares. Varia de um simples lembrete ou chamadas de atenção e estão por toda parte. Podem ser físicos (analógicos), digitais ou ambos. Como exemplos, são identificados letreiros digitais, semáforos, sinais sonoros, entre outros.

Segundo Musa (2001), ao inserir um sistema de alerta em um ambiente computacional, estamos utilizando um programa que realiza monitoramento de ações de usuários em bancos de dados com o objetivo de coletar informações necessárias para avisar quando há ocorrência de condições e oferecer recursos aos usuários para tomarem decisões.

A busca de melhoria no processo de ensino, acompanhamento e participação tem intensificado a utilização de sistemas de alertas, tornando-os cada vez mais presentes no gerenciamento e apoio pedagógico, principalmente na Educação a Distância. Kampff (2009) aponta que a utilização de alertas em turmas a distância automatiza o papel de gestor do professor, e essas ferramentas possibilitam manter o controle, e analisar padrões de comportamento dos alunos a fim de realizar as devidas intervenções.

Musa (2001) ainda reforça que a utilização de alertas ou de sistemas de monitoramento em bancos de dados tornou-se uma tarefa útil, uma vez que cada modificação possibilita gerar atualizações por outros agentes atuantes. Cada aplicação tem um funcionamento diferente, e as aplicações que utilizam banco de dados para obter armazenamento e troca de informações necessitam de mecanismos de notificações para serem avisadas das prováveis ocorrências dos eventos resultantes.

Essas notificações podem ser definidas em quatro tipos:

Notificação Síncrona: A aplicação fica em espera pela ocorrência da ação para realizar o processamento. Nesse caso o evento é basicamente uma alteração na tabela de dados do banco de dados. Como exemplos seriam as operações de inserção, atualização e deleção. Notificação Assíncrona: A aplicação não espera pela ocorrência do evento e continua a realizar o processamento normalmente e é avisada quando um evento importante ocorre. Notificação de Interrupção: A aplicação interrompe o processamento quando um evento ocorre (qualquer alteração na base de dados), antes de continuar o processamento, deve haver uma chamada de serviço. Notificação Baseada em Tempo: Aqui o processamento dependerá de uma função temporal para haver a interrupção do processamento. (MUSA, 2001, p. 16).

Especificar os tipos de notificações, identificar quais os eventos existentes nos bancos de dados e determinar as ações a serem tomadas após a ocorrência dos eventos são processos que permitem obter uma melhor compreensão do funcionamento dos sistemas de banco de dados como o SGBD (Sistema Gerenciado do Banco de Dados). É o que Musa (2001) propõe ao especificar as etapas na identificação de eventos em um sistema de alertas, conforme reproduzimos a seguir:

1- Definir o evento: toda ação realizada no banco de dados. Essa ação é identificada, nomeada e especificada como de interesse.

2- Ativar o evento: é o mecanismo usado para especificar quando haverá a ocorrência de um evento, especificando as condições e aplicações em que o mesmo agirá.

3- Registrar o evento: notificar automaticamente as aplicações que utilizam os eventos, indicando quais são de interesse e registrando-as num banco de dados.

4- Notificar um evento: estipular uma notificação desses eventos nas aplicações em uso especificando, indicando se esta é síncrona, assíncrona ou interrupção.

5- Recuperar um evento: Ocorre quando se torna necessário recuperar detalhes de determinado evento. Na fila de eventos, seu propósito principal é realizar inspeções nos seus conteúdos e ações, uma vez que esses conteúdos contêm informações e detalhes do mecanismo de notificação.

4.5 Mensagens de alertas

No dia a dia, a convivência com alertas é constante. No trânsito, na compra de algum produto, na escola ou no trabalho é possível se perceber diversos sistemas de alertas. Os alertas servem para manter as pessoas atentas e preparadas para diferentes situações.

Como exemplo a utilização de sistemas de alertas nas atividades de extrema importância, é aquele usado para efetuar a triagem no atendimento de emergências do Hospital Santa Cruz. Este hospital passou a utilizar uma escala de cores classificando os

riscos seguindo em conformidade com o Protocolo de Manchester e aplicado e validado pelo Ministério da Saúde em conformidade com a Política de Humanização do Sistema Único de Saúde (SUS). A classificação de cores indica diferentes níveis de urgência e gravidade dos casos, determinando a prioridade de atendimento. De acordo com Hospital Santa Cruz (2015) as cores e suas respectivas indicações são as seguintes:

Vermelho: Indica emergência, para pessoas em estado gravíssimo, que requerem atendimento imediato devido ao risco de morte;

Laranja: Designa casos muito urgentes e graves, com risco significativo de evoluir para morte, exigindo atendimento urgente;

Amarelo: Aponta urgência para casos de gravidade moderada, onde é necessária assistência médica, mas sem risco imediato de vida;

Verde: Pouco urgente, com atendimento preferencial nas unidades de atenção básica;

Azul: Recomendado para situações não urgentes, com instruções para procurar atendimento na unidade de saúde mais próxima da residência ou encaminhados às Estratégias de Saúde da Família ou às Unidades Básicas de Saúde, conforme as políticas locais;

Através dessa classificação, os pacientes são encaminhados de acordo com a gravidade e urgência de seus casos, garantindo que os mais críticos recebam atendimento prioritário, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Sistema de alertas utilizado no SUS para triagem.

EMERGÊNCIA	Emergência: Caso gravíssimo, com necessidade de atendimento imediato e risco de morte.
MUITA URGÊNCIA	Muito urgente: Caso grave e risco significativo de evoluir para morte. Atendimento urgente.
URGÊNCIA	Urgente: Caso de gravidade moderada, necessidade de atendimento médico, sem risco imediato.
POUCA URGÊNCIA	Pouco Urgente: Caso para atendimento preferencial nas unidades de atenção básica.
NÃO URGÊNCIA	Não Urgente: Caso para atendimento na unidade de saúde mais próxima da residência. Atendimento de acordo com o horário de chegada ou serão direcionados às Estratégias de Saúde da Família ou Unidades Básicas de Saúde. Queixas crônicas; resfriados; contusões; escoriações; dor de garganta; ferimentos que não requerem fechamento e outros.

Outro exemplo de sistema de alertas utilizados atualmente, são os de alertas de emergência, emitidos pelas autoridades através de TV, rádio, internet e pelos smartphones. O Japão é um país propenso a ocorrência de terremotos. E justamente por ser um arquipélago, quando ocorrem esses tremores em solo oceânico desencadeiam tsunamis. Os avisos usados pelas autoridades japonesas são em três cores diferentes: amarelo, laranja e vermelho.

Aviso de Preparação para Evacuação - Cor Amarela (Hinan Junbi Joho): Esta notificação sinaliza o início das medidas de evacuação e é especialmente direcionada às pessoas que necessitam de atenção especial, como portadores de necessidades especiais, idosos, crianças pequenas e outras pessoas com mobilidade reduzida, que requerem mais tempo para buscar refúgio (MIEINFO, 2014).

Alerta de Evacuação - Cor Laranja (Hinan Kankoku): Esse alerta é acionado quando há um aumento na possibilidade de danos aos moradores. Representa um nível médio de aviso de evacuação, e as pessoas que residem nessas áreas devem iniciar os procedimentos de evacuação (MIEINFO, 2014).

Ordem de Evacuação - Cor Vermelha (Hinan Shiji): Esta notificação é emitida quando há um alto risco de danos aos moradores. Trata-se de uma ordem rigorosa de busca de abrigo e deve ser prontamente seguida (MIEINFO, 2014).

Por meio dessa classificação (Figura 8), busca-se garantir a segurança dos moradores ao informá-los sobre a necessidade de evacuação de acordo com a gravidade da situação e permitindo que as medidas de proteção sejam tomadas adequadamente (MIEINFO, 2014).

Figura 8 - Sistema de aletas de evacuação japonês



Fonte: Mieinfo (2014)

4.5.1 Sistemas de alertas e a mediação docente

Ao proporcionar a diminuição na distância entre aluno e Professor/Tutor, o ambiente de aprendizagem virtual ou qualquer outra ferramenta que possibilita esse processo, maximiza a ação desses dois atores, diminuindo o que Peters (2006, p.71) chama de distância transacional (comunicação/pedagogia), e isso possibilita adequar o curso em estrutura e funcionamento.

Utilizar ferramentas de avaliação e acompanhamento que aproximam e possibilitam o diálogo e acompanhamento melhores do desempenho dos alunos reflete positivamente no curso. O constante monitoramento no processo de avaliação traz os benefícios de identificar os alunos com dificuldades e então decidir sobre as intervenções apropriadas, sejam elas diretas (pelo Professor/Tutor) ou indiretas (pelo próprio sistema adotado).

O desenvolvimento de sistema de alertas no acompanhamento e avaliação possibilita uma maior comunicação com os alunos. Moore e Kearsley (2007) apontam que a utilização de técnicas de interação e participação e uso dos *feedbacks* promove integração, permite orientação adequada dos processos e atividades em estudo, e destacam o papel de cada sujeito na aprendizagem.

Kampff (2009) afirma que utilizar sistemas de alertas possibilita analisar diversos problemas encontrados nos cursos EaD, como a baixa frequência ou a ausência no curso, a falta de participação, desmotivação ou a falta de estímulos nos estudos, a perda no prazo de entrega dos trabalhos ou o desempenho abaixo do esperado. Muitos desses problemas podem ser identificados e acarretam benefícios, uma vez que, ao alertar o aluno, o mesmo passará a ter maior atenção em suas atividades num ambiente virtual.

4.5.2 Trabalhos correlatos para emissão de alertas automáticos

4.5.2.1 Emissão de alertas utilizando Mineração de Dados

Na pesquisa de Kampff (2009) foram utilizadas as ferramentas *RapidMiner*, *WizRule* e *Weka* para verificação e organização das ações e relações dos alunos no ambiente de aprendizagem, e na estruturação das informações para a tomada de decisões com a Mineração dos Dados.

Utilizando as ferramentas, a autora propôs o desenvolvimento de uma arquitetura de sistemas de alertas pré-definidos em AVA e outras notificações geradas a partir dos dados

coletados na técnica de mineração, pois pretendia mapear comportamentos que poderiam levar a evasão ou reprovação dos alunos em EaD.

Kampff (2009) propõe uma arquitetura híbrida para os sistemas de alertas em AVA. Na proposta a autora indica a utilização de dois programas para análise dos alertas armazenados. Numa dessas bases de dados ficam os alertas configurados pelo Professor/Tutor onde este realizará a inserção e a escolha dos dados, e na outra os gerados pela mineração de dados dos alunos, buscando realizar análise dos padrões comportamentais.

Em que pese os seus grandes benefícios, uma desvantagem identificada e que dificulta a inserção da ferramenta no cotidiano do Professor/Tutor é a utilização das ferramentas de Mineração de Dados por profissionais que não detêm o domínio dessas técnicas, uma vez que a interface apresentada não especificava como haveria comunicação entre as ferramentas utilizadas.

A autora especifica a necessidade do *Data Warehouse* ou módulo de mineração, no qual estão contidos os dados das disciplinas ou cursos, e que necessitam ser organizados previamente, identificados e armazenados na base de regras de classificação.

Kampff (2009) utilizou as demais ferramentas de mineração de dados e não a que ela se propôs a desenvolver, na qual, utilizava as informações do *Data Warehouse*. Afirmando que é esse o procedimento de coleta de informações que deve ocorrer constantemente, levando à necessidade de atualização/geração de novas regras para as turmas subsequentes.

4.5.2.2 *Emissão de alertas utilizando JADE*

Silveira (2001), utilizando-se de uma plataforma denominada Eletrotutor, desenvolvida a partir do Framework JADE, elaborou três modelos base para a proposta do sistema: modelo organizacional, modelo de agente e um modelo de cooperação. O Eletrotutor foi utilizado em trabalhos anteriores e foi aperfeiçoado. O referido sistema pertence a uma classe de sistemas de Ambientes Inteligentes Distribuídos de Aprendizagem e aborda assuntos de Física, precisamente Eletricidade abrangendo assuntos com Eletrodinâmica e a Lei de Ohm.

Silveira (2001) realizou sua pesquisa voltada para os sistemas multiagentes, propondo o uso de uma arquitetura baseada em “sociedade de agentes”. Ele opta por esses sistemas por afirmar que os mesmos potencializam a resolução de problemas de forma cooperativa.

O Framework JADE permite a geração de agentes inteligentes que se comunicam e possibilitam uma melhor interação. Esses agentes podem ser aplicados para a geração de alertas e de monitoramento nas ações.

O trabalho de Musa (2001) foi voltado para a realização das avaliações nas atividades a distância. Sua pesquisa contribui com uma nova metodologia que utiliza métodos “informais” de avaliação por identificar que o professor, ao avaliar em EaD, ainda se restringe à utilização de métodos “formais” (convencionais) tais como provas e exercícios, denotando uma avaliação somativa, onde apenas a “pontuação” momentânea é considerada, deixando ausente todas as demais contribuições realizadas pelo aluno no ambiente virtual de aprendizagem que caracterizam uma avaliação formativa, e isso se configura como um dos principais problemas identificados nesse modelo de ensino.

Para tentar minimizar esse problema, Musa (2001) propõe a utilização de sistemas multiagentes juntamente com a técnica de Inteligência Artificial Distribuída, a fim de obter métodos informais de avaliação decorrentes dos *feedbacks* “presenciais”. Esse tipo de *feedback* é comumente encontrado no ensino presencial, onde há o contato direto entre aluno e Professor/Tutor. Nos ambientes de ensino a distância ocorre a ausência desse aspecto “presencial”.

Especificamente a proposta de Musa (2001) visa utilizar um agente inteligente para monitorar as interações dos alunos com o ambiente de aprendizagem, coletando e analisando o máximo de informações obtidas pelas ações de cada estudante dentro do ambiente.

Para o monitoramento desses comportamentos dos estudantes Musa (2001) especifica a necessidade de análise dos registros dos *logs* de atividades e de acessos ao servidor *web* de Ensino a Distância e muitas dessas informações mapeiam e especificam os perfis comportamentais dos alunos. Porém esse mapeamento é complexo e demorado e é aí onde entra a utilização dos sistemas de alertas que auxiliarão os Professores/Tutores nessas consultas intermediando o acesso aos sistemas de *logs* e os agentes inteligentes.

Musa (2001) propõe a criação de um Sistema de Ensino na Web, denominado Sistema Tapejara. O sistema proposto, utiliza-se de sistemas de alertas que permitem especificar situações especiais que geram avisos essenciais para realizar as tomadas de decisões. A função desses sistemas, seria alertar possíveis ocorrências de problemas nas atividades dos alunos no curso, e esses avisos seriam emitidos aos Professor/Tutores dos problemas ocorridos, e tomar as medidas necessárias para resolvê-los.

A pesquisa de Musa contribui para o trabalho aqui desenvolvido ao demonstrar a utilização dos arquivos de *logs* para a geração dos alertas. Além do sistema de *logs*, são utilizadas tabelas de atividades e de resultados gerados pelos *Learning Vectors* (SALES, 2010). Esses resultados e valores atribuídos ao desempenho dos alunos possibilita gerar uma avaliação formativa mais presente e assíncrona.

4.5.2.3 *Sistemas de caracterização de mensagens*

O fluxo de informação cada vez mais intenso nos ambientes computacionais e nos ambientes Virtuais de Aprendizagem podem acarretar problemas organizacionais, desentendimentos e dificuldades na interpretação de informações e impossibilitar o gerenciamento dessas informações na comunicação (GEROSA, 2002). Identificando esse problema, Gerosa (2002) propôs realizar uma organização, uma estruturação dessas informações. Essa estruturação compreende-se como inter-relação explícita entre as mensagens, por meio de uma ferramenta de comunicação e explicitação das mensagens para os leitores.

Para isso Gerosa exemplifica a atuação dessas mensagens em fóruns de discussões e quanto importante esse refinamento é para elaboração de ferramentas de colaboração

A pesquisa de Gerosa (2002) focou nos grupos de comunicação via fórum (mensagens textuais), comunicação assíncrona, cujo desempenho dos atuentes não sofre alterações nos ritmos de interações, além de fornecer períodos de tempo para reflexão e externalização de suas informações respeitando o ritmo de cada indivíduo ao se expressar.

O trabalho de Gerosa (2002) objetivou analisar se a categorização reduz a carga de informações e quais os demais efeitos acarretados na comunicação ao aplicar essa estruturação. Para aplicar sua pesquisa utilizou-se da ferramenta fórum de discussão do ambiente de aprendizagem AulaNet.

As categorizações de mensagens propostas por Gerosa (2002) contribuem para o desenvolvimento deste projeto ao especificar quais mensagens devem ser determinadas para possibilitar um acompanhamento e um monitoramento adequado para implementar os sistemas de alertas e as mensagens a serem submetidas entre os atuentes (alunos, Professores/Tutores e o sistema) no ambiente de aprendizagem.

A pesquisa de Gerosa (2003) aborda caracterizar e classificar as mensagens a serem transmitidas para evitar o mal gerenciamento das informações. Já a pesquisa de Quarto (2006, p.18-19) propõe inferir aspectos sócio afetivos como atitudes, motivação e estados emocionais em sistemas de ensino e aprendizagem para promover a colaboração, facilitar a interação e participação dos alunos utilizando desse método como forma de estímulo para essas atitudes.

Quarto (2006), buscando inserir aspectos sócio afetivos e emocionais na interação máquina-homem, faz uso de Sistemas de Tutores Inteligentes no campo da Inteligência Artificial. Sua pesquisa traz como referenciais teóricos a utilização de sistemas e de agentes inteligentes pedagógicos em jogos, simuladores e *softwares* de acompanhamento médico que

abordam o uso de sistemas socioafetivos em suas atividades, integrado ao ambiente colaborativo de aprendizagem NetClass.

A pesquisa de Quarto (2006) tem sua relevância para este trabalho, uma vez que a geração e a emissão de alertas precisam possuir características socioafetivas para haver uma mediação e adequação de quais mensagens devem ser emitidas sem prejudicar o desempenho do aluno.

Almeida (2013) aponta as diversas ferramentas e os múltiplos recursos existentes nos AVA como: datas, horário e frequência de acessos, quantidade de atividades submetidas, e as necessárias para haver acompanhamento, resultados de testes *on-line*, participação nos fóruns de discussão e a quantidade de mensagens interacionistas realizadas. Todas as atividades são registradas e podem ser acessadas posteriormente a título de verificação e auditoria. Porém, a problemática identificada é a falta de organização dessas informações, pois isto dificulta a tomada de ações dos personagens da educação.

Outro ponto negativo são as ferramentas de avaliação que disponibilizam apenas os dados restritos a análises quantitativas no estilo de avaliação tradicional onde é dado somente a nota no final do período letivo. Assim, Almeida (2013) propõe o uso de sistemas de monitoramento das ações de tutoria. Esses sistemas ajudam a identificar os níveis mínimos de participações e atrasos nos *feedbacks*, de modo que o Professor formador ou coordenador possa agir com o Professor/Tutor, no sentido de resolver eventuais problemas.

Almeida (2013) ainda define quais os indicadores que podem contribuir para a coleta de informações relevantes para monitorar os usuários. Fazendo assim, uso do ambiente de aprendizagem Tidia-AE, propondo uma ferramenta para disponibilizar em tela essas informações coletadas nesse AVA.

No sistema de alertas desenvolvido por Cavaroli e Coello (2004) foi proposta a criação de uma arquitetura com os seguintes componentes: Editor de regras de Alertas, base de conhecimento, base de dados, monitor de eventos e servidor de alertas, cada um com uma função específica.

Cavaroli e Coello (2004) explicam a função de cada componente do sistema. Por exemplo, o Editor de Regras de Alertas é onde o Professor/Tutor irá definir que regras serão utilizadas para a geração dos alertas adequados àquela situação, àquele momento específico. Com base nisso os alertas serão especificados por meio de uma condição (se <condição> então <ação>).

A base de dados contém todas as informações geradas no envio e recebimento das mensagens. Já o monitor de eventos detecta as ocorrências de condições expressas nas regras

da base de conhecimento informando ao servidor de alertas, que por sua vez processa as regras cujas condições estão satisfazendo as regras especificadas, e assim realiza um posterior envio dos alertas.

O fórum, por ser uma ferramenta assíncrona, suas mensagens atemporais garantem uma dinamicidade ao curso. Quando numerosas, podem dificultar o controle e acompanhamento por parte de tutores e professores ao deixarem passar mensagens importantes sem análise. Para sanar esse problema, Oliveira Júnior *et al.* (2012) propõe a utilização de algoritmos no monitoramento automático em fóruns de discussão em AVA.

4.6 Considerações do capítulo

O Capítulo apresentou uma síntese referente aos sistemas baseados em Agentes. A fim de identificar os aspectos relevantes ao adotar esse tipo de solução nos sistemas computacionais, bem como seu uso em ambientes virtuais de aprendizagem, uma vez que estes, possuem mecanismos “inteligentes” capazes de comunicar, ou melhor, gerenciar a comunicação entre sistemas, e emitir os alertas e informações necessários quando estes forem requisitados.

Optou-se por conhecer o funcionamento e utilização do *framework* JADE e os padrões e protocolos adotados por ele. Isso porque muitos dos trabalhos relacionados, o utilizaram como base na criação de multiagentes inteligentes, que realizavam todo o processo de análise e verificação dos dados a serem disponibilizados para os usuários nos sistemas virtuais de aprendizagem.

Diversos sistemas e metodologias foram utilizados como recursos auxiliares no monitoramento dos cursos EaD. Porém cada um com sua especificidade, muitos deles exigindo do professor a utilização de ferramentas complexas demais para serem adotadas, como o caso das ferramentas de mineração de dados e de geração de árvores de decisão, utilizadas na proposta de Kampff (2009). A escolha por utilizar ferramentas que dificultam o papel do professor, e não atinge a eficácia necessária.

Os trabalhos relacionados serviram para nortear as ações de desenvolvimento da aplicação Alert-LV e da metodologia de funcionamento desse sistema. O Capítulo a seguir aborda a concepção e a arquitetura do sistema Alert-LV.

5. SISTEMA DE ALERTAS, CONCEPÇÕES E DEFINIÇÕES

Neste Capítulo é apresentado o sistema de alertas e suas concepções. É realizado aqui um levantamento de onde se aplica e quais os requisitos necessários para implementá-lo em ambiente educacional, de tal forma que não chegue a impactar o processo pedagógico.

Apresenta-se também o desenvolvimento do sistema de alertas proposto no presente trabalho de dissertação, desde os requisitos iniciais, passando pelo relacionamento destes com o ambiente *Moodle*, e finalizando com a simulação do funcionamento do sistema.

5.1 Requisitos funcionais para o Alert-LV

O Alert-LV tem como premissa ser um sistema simples e dinâmico para o envio de alertas durante o acompanhamento pedagógico. Esse sistema atua em conjunto com os *Learning Vectors*, e principalmente com o indicador de aprendizagem Fator β (SALES, 2010).

Esse sistema determinará o desempenho do aluno de forma mais presencial e constante, realizando para isso frequentes *feedbacks*, em que o aluno receberá mensagens *pop-ups* automáticas com notificações sobre o desempenho das atividades em curso, trazendo probabilidades e facilitando a compreensão da avaliação com o uso dos LV.

Para tanto, o Alert-LV foi integrado ao sistema de avaliação LV e ao banco de dados do *Moodle*, onde ficam armazenados os dados e *logs* gerados pelas ações dos alunos e dos professores. O sistema desenvolvido utilizando linguagem JAVA, verifica a situação do aluno, obtendo informações da base de dados do *Moodle*.

5.2 Arquitetura do sistema de alertas

A arquitetura proposta inclui o desenvolvimento de uma interface em JAVA para a geração dos alertas que serão utilizados pelo Professor/Tutor, e por meio dela, estes são configurados, definindo sua finalidade e momento exato para serem emitidos.

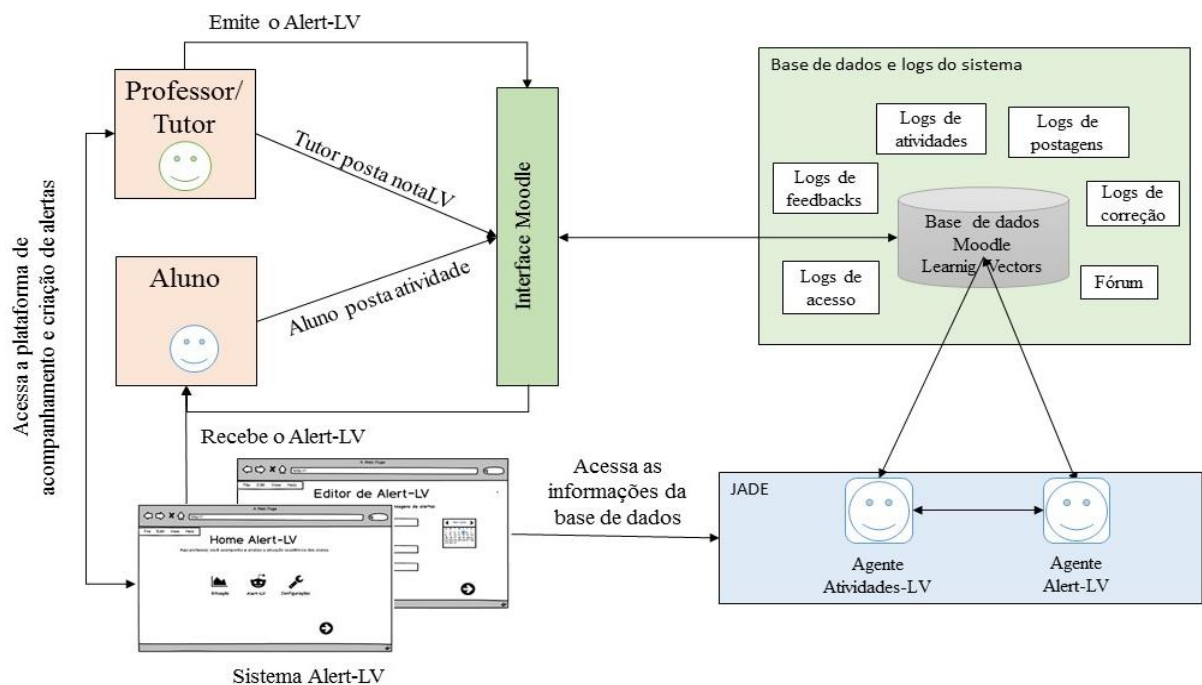
Os sujeitos interagem com a interface do *Moodle* que, posteriormente, realiza a comunicação com o banco de dados a fim de obter os *logs* e as demais informações, tais como as notas inseridas nas atividades realizadas pelos alunos. Nesse banco de dados estão as últimas alterações realizadas e as postagens, tanto do professor, como do aluno, além de registrar as notas e comentários emitidos durante o curso.

Ao acessar o sistema de alertas, o Professor/Tutor gerenciará os alertas que posteriormente serão enviados ao aluno. Ao obter as informações da base de dados *Moodle*,

relacionadas aos eventos nele realizados, emitem-se alertas para os alunos, caso sejam necessários.

A interface de recebimento dos alertas emitirá e registrará as mensagens que serão geradas pelas escolhas do Professor/Tutor e pelos dados existentes na base de dados *Moodle*. O monitoramento e configuração desses dados é realizado pelo Alert-LV (Figura 9).

Figura 9 - Arquitetura do Sistema Alert-LV



Fonte: Próprio Autor

O sistema Alert-LV identifica padrões de acesso, datas de entrada no sistema, realização de tarefas, a quantidade de envio de mensagens, entre outros dados e informações importantes para o Professor/Tutor.

Quando o Professor/Tutor aplica a análise de alguma ação, o sistema identifica o desempenho dos estudantes, seja através da participação em *chats*, *fóruns*, *wikis*, dentre outras atividades solicitadas. Cabendo ao sistema analisar se o Fator β do aluno está de acordo com o período de atuação dele e de toda a turma para, então, emitir alertas individuais e/ou coletivos.

5.3 Definindo personagens

O aluno tem como papel principal realizar o acesso à plataforma *Moodle*, conforme disponibilidade das Atividades-LV (participar do Fórum-LV, da Tarefa-LV, do Chat-LV e da

Wiki-LV). Posteriormente, cabe ao aluno averiguar e acompanhar suas notas e receber as mensagens de *feedbacks* a ele direcionadas.

Com base nisso, o usuário Professor/Tutor, realiza a inserção das atividades no ambiente, acompanha as postagens dos alunos e emite uma nota por meio do sistema de avaliação *Learning Vectors*, e/ou recebe o retorno do sistema caso o aluno não tenha recebido nota ou tenha acontecido algum outro problema. Em resposta, o professor recebe e acompanha o desempenho da turma como um todo, analisando o coeficiente de aprendizagem (Fator β).

O sistema Alert-LV e os agentes ficam responsáveis por coletar informações na base de dados do *Moodle*, incluindo *logs* no sistema, ausências, mensagens emitidas e verificando o período de disponibilidade de cada atividade no AVA.

Nas Atividades-LV são obtidas as informações do Fórum-LV (AF), Tarefas-LV (AT), Wiki-LV (AW), e Chat-LV (AC). Dentre elas estão o andamento das atividades visualizadas, quais foram realizadas, as participações dos alunos nas atividades, bem como *upload* e *download* de arquivos no sistema, os prazos de entrega, as pendências, e para quais alunos será emitida uma resposta de retorno caso não consiga compreender o que lhe foi atribuído.

O trabalho aqui proposto desenvolveu mensagens de alertas divididas em cinco classes diferentes, cada uma com seu grau de criticidade e relevância. Assim como no *Learning Vectors*, as mensagens foram colocadas em uma escala com uma paleta de cores a fim de transmitir o grau de criticidade que a informação repassada possui, conforme sejam positivas, negativas ou neutras.

O sistema proposto segue o mesmo princípio, adotando uma paleta de cores similar às cores identificadas nos LV Ícones. Cada categoria de mensagem enquadra-se com uma cor (Quadro 4).

Quadro 4 - Categorias de mensagens de alertas do Alert-LV

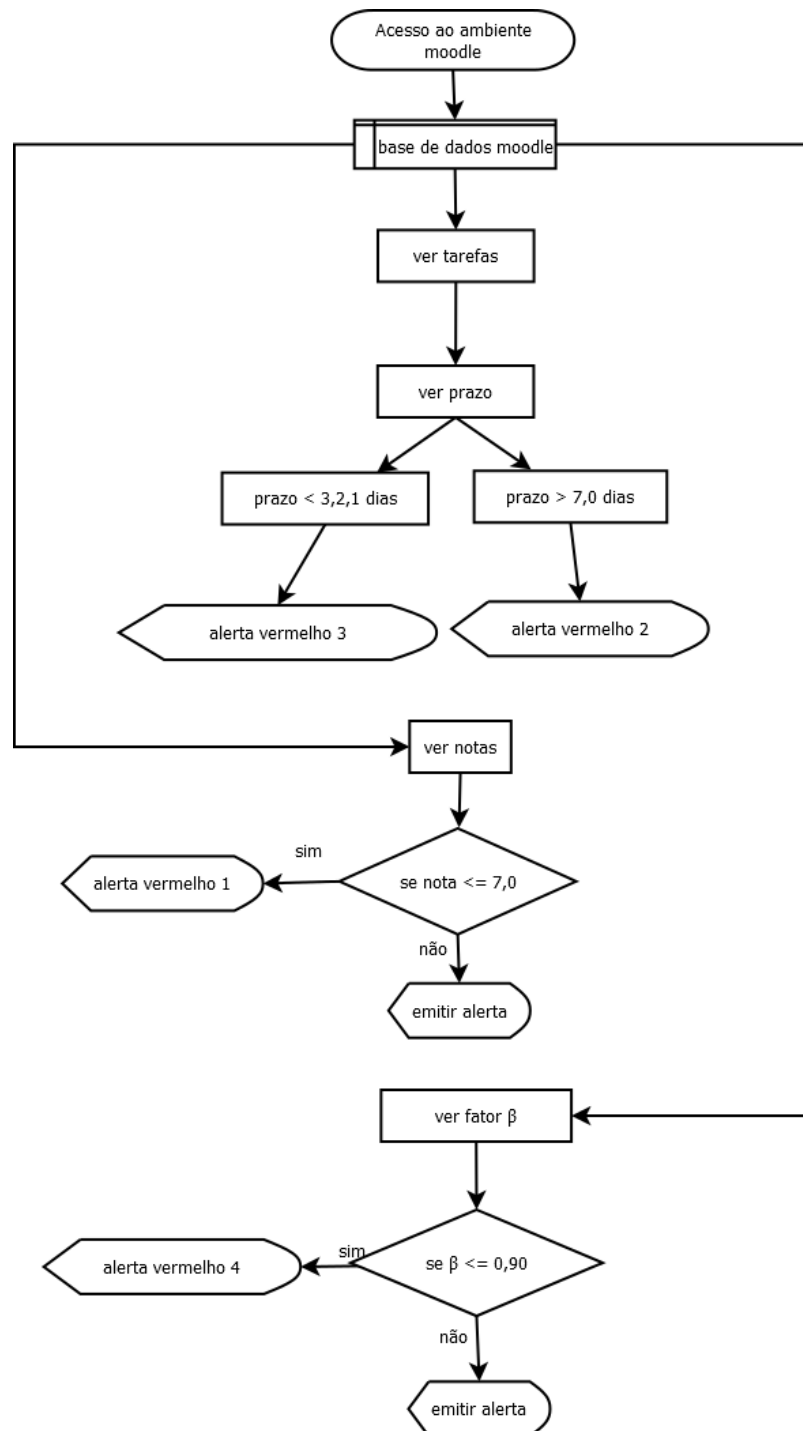
Tipos de mensagens	Mensagem
Mensagens de alertas (cor vermelha): notas em estado crítico ou o desempenho abaixo do esperado	1- Seu desempenho está abaixo do esperado. Suas notas estão baixas!
	2 - Você perdeu o prazo de submissão da atividade de sete dias. Que pena! Entre em contato com seu Professor/Tutor para justificar sua ausência.
	3 - Atenção! Falta(m) 3, 2, ou 1 dia(s) para encerrar a aula, o prazo para postagem está acabando corra ou entre em contato com seu Professor/Tutor para justificar sua ausência!
	4 - Atenção! Você está com o Fator β bem abaixo do esperado ($\leq 0,90$). Seu desempenho está em nível crítico. Entre em contato com seu Professor/Tutor urgentemente para saber o que está acontecendo!

Mensagem de alertas (cor laranja): presença e participação	1 - Atenção à sua presença! Você não acessou o ambiente nas últimas 24 horas. Procure ser mais assíduo! Se preferir entre em contato com seu Professor/Tutor!
	2 - Ops! Identificamos um conteúdo que não foi acessado! Recomendamos que você o verifique posteriormente, para não se prejudicar
	3 - Você não postou/contribuiu na resolução da atividade LV da semana! Isso pode prejudicar seu Fator β e também o da turma!
	4 - Atenção turma! Ajudem os colegas com dificuldades. Identificamos muitos alunos com dificuldades!
Mensagens de alertas (cor amarela): notificações gerais e dúvidas	1 - Não esqueça de fazer os exercícios e acessar o fórum, <i>chat</i> e o <i>wiki</i> . São importantes para seu aprendizado!
	2 - Seu Professor/Tutor não está on-line. Caso deseje entrar em contato, envie uma mensagem.
	3 - Seu Professor/Tutor entrou no ambiente. Possui dúvidas? Converse com ele para lhe ajudar!
	4 - A atividade da aula desta semana está disponível. Entre no ambiente e poste comentários. Sua participação é muito importante!
	5 - Não há tarefas pendentes essa semana. Acompanhe a sua situação acadêmica, acesse a tabela de notas-LV, e, caso necessário, entre em contato com seu Professor/Tutor para sanar eventuais dúvidas.
Mensagem de alertas (cor verde): Motivação e incentivo	1 - Estamos contentes com seu desempenho e sua presença. Continue assim! Isto eleva a aprendizagem e demonstra empenho da turma.
	2 - Que bom! Suas notas estão cada vez melhores!
	3 - Ufa! Seu Fator β melhorou. Ele está acima de 0,90.
	4 - Que bom! Ficamos contentes por você estar voltando depois de tanto tempo fora.
Mensagens de alertas (Cor azul): parabenizações ou bonificações	1 - Sua nota na atividade foi muito boa! Parabéns!
	2 -Muito bem! Seu Fator β melhorou. Está no nível normal, porém nada de desânimo. Juntos melhoraremos ainda mais seu desempenho!
	3 - Muito bem, adoramos sua participação e comentários. Isso contribui para a sua aprendizagem e a dos demais
	4 - Parabéns! Você concluiu o módulo. Esperamos que tenha aprendido e aproveitado ao máximo tudo o que foi repassado.

Fonte: Próprio Autor

O alerta, ao analisar o desempenho do aluno e a nota LV a ele atribuída, ativa automaticamente o sistema de detecção de eventos e é emitido na forma de mensagens *pop-ups* automáticas na máquina do aluno. O fluxograma da Figura 10 traz, como exemplo, a execução dos alertas de cor vermelha, considerados críticos, emitidos quando o desempenho do aluno não atinge o resultado esperado.

Figura 10 - Fluxograma de execução dos alertas vermelhos



Fonte: Próprio Autor

Ao acessar o ambiente *Moodle*, o Alert-LV verifica na base de dados as notas, Fator β , visualizações das Atividades-LV, postagens, prazos e a frequência de acessos. Para a emissão dos alertas vermelhos, que correspondem às notas em estado crítico e o desempenho abaixo do esperado, foram utilizadas quatro mensagens de alertas como mostrado na Figura 8.

Os alertas vermelhos podem ser compreendidos da seguinte forma:

- Caso as notas dos alunos sejam menores ou iguais a 7, é emitido (mostrado) o alerta vermelho 1. Note que na Figura 10, acima do símbolo de decisão é emitido um outro alerta. Este será explicado posteriormente.

- Caso o prazo de entrega/postagem da atividade tenha ultrapassado 7 dias (prazo comumente adotado) emite-se o alerta vermelho 2.

- Caso o prazo de entrega esteja no limite, ou seja, dentro dos três últimos dias, o aluno receberá o alerta vermelho 3.

- Caso o Fator β do aluno seja igual ou abaixo do esperado: 0,90, o sistema envia o alerta vermelho 4, fazendo com que o aluno busque melhores resultados (obs: os alunos passarão a receber esse alerta somente depois da segunda semana do início do curso, pois o recente acesso ao ambiente os impediria de obter esse Fator β de imediato).

A seguir é apresentado o fluxograma de funcionamento dos alertas laranjas (Figura 11).

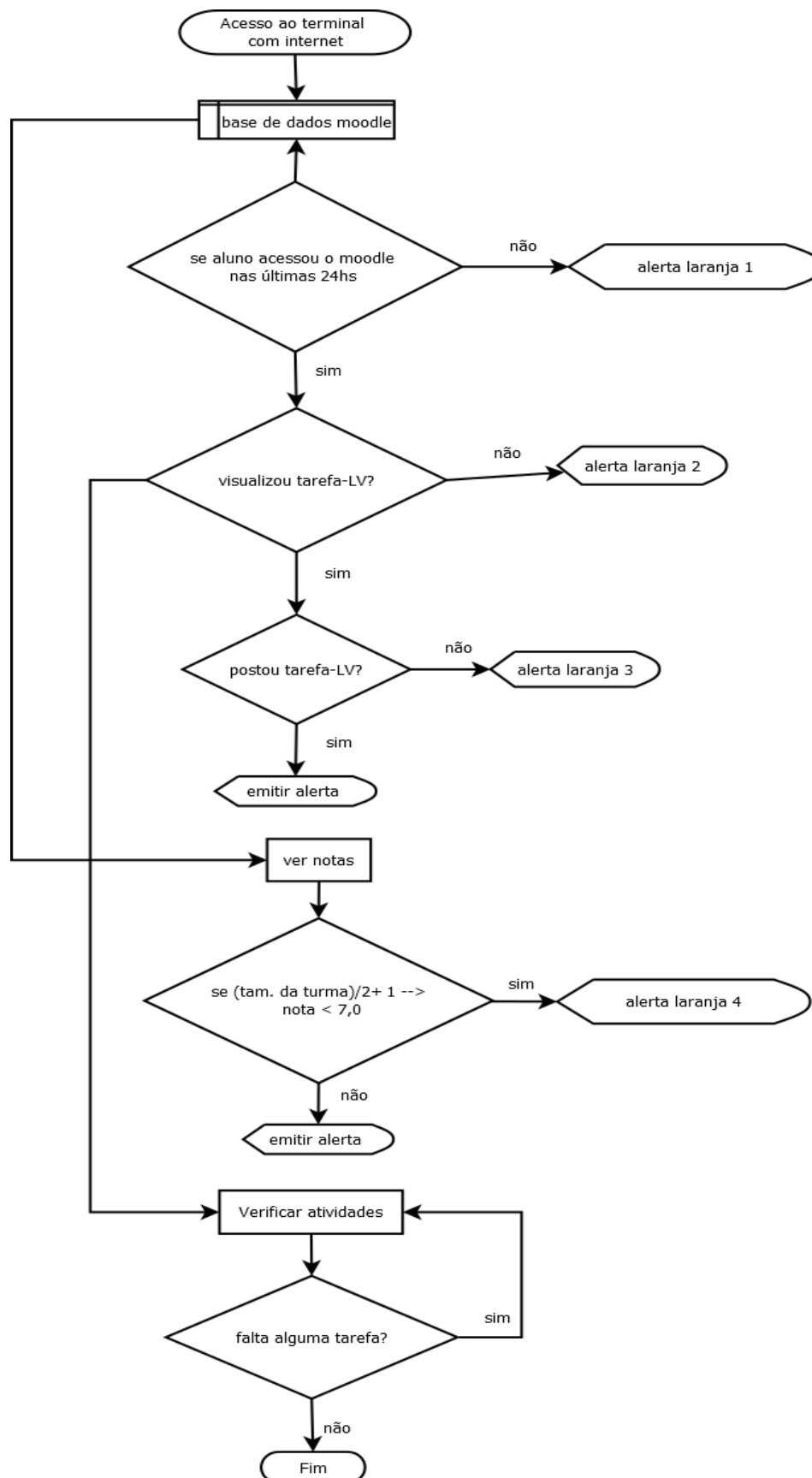
- Caso o aluno não tenha acessado o ambiente nas últimas 24 horas, o sistema emitirá o alerta laranja 1. (Este alerta também possui uma tolerância de 24 horas após o cadastro do aluno no sistema Alert-LV).

- Caso tenha acessado o ambiente e a atividade já estiver disponível, porém o aluno não a tenha visualizado, então o sistema emite o Alert-LV laranja 2.

- Caso o aluno tenha visualizado a tarefa, porém não tenha postado ou contribuído na resolução da atividade LV, então será emitido o Alert-LV laranja 3.

- Caso mais de 50% da turma tenha obtido nota inferior a 7, o sistema emitirá o alerta laranja 4.

Figura 11 - Fluxograma de execução dos alertas laranjas.



A seguir será apresentado o fluxograma de funcionamento dos alertas amarelos (Figura 12):

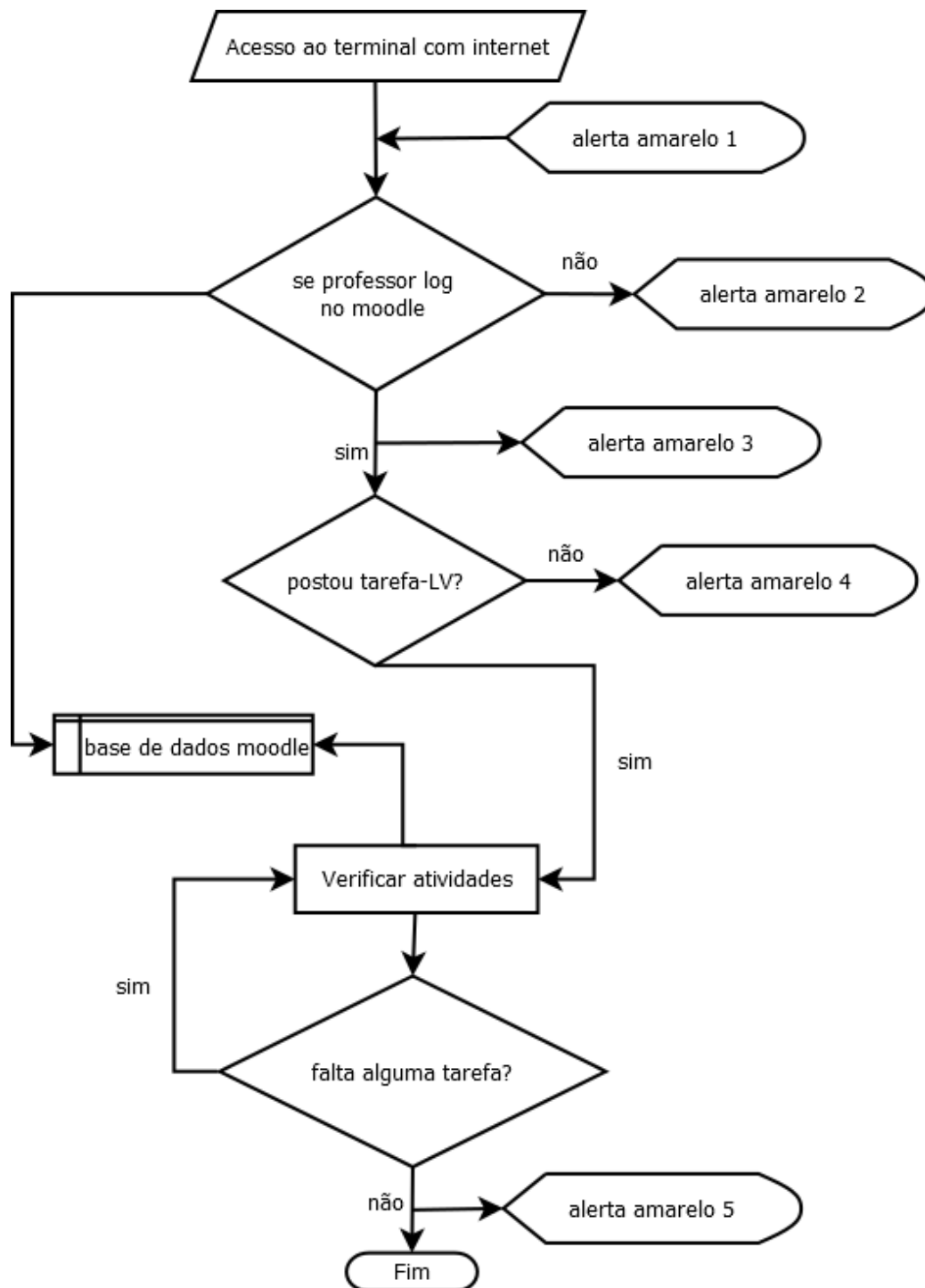
- O aluno, ao acessar o terminal, visualizará a mensagem amarela correspondente. Nesse caso, o alerta amarelo 1
- Caso o Professor/Tutor não esteja acessando o ambiente no momento em que o aluno está on-line, o sistema Alert-LV dispara o alerta amarelo 2.
- Caso o Professor/Tutor esteja acessando o ambiente no momento em que o aluno está on-line, então o sistema Alert-LV dispara o alerta amarelo 3.
- Se o Professor/Tutor disponibilizar (abrir) a atividade-LV, será emitido o alerta amarelo 4.

O sistema verifica as atividades no banco de dados do *Moodle*. Caso não tenha atividade pendente o sistema emitirá a mensagem amarela 5.

A seguir é apresentado o fluxograma de funcionamento dos alertas verdes (Figura 13):

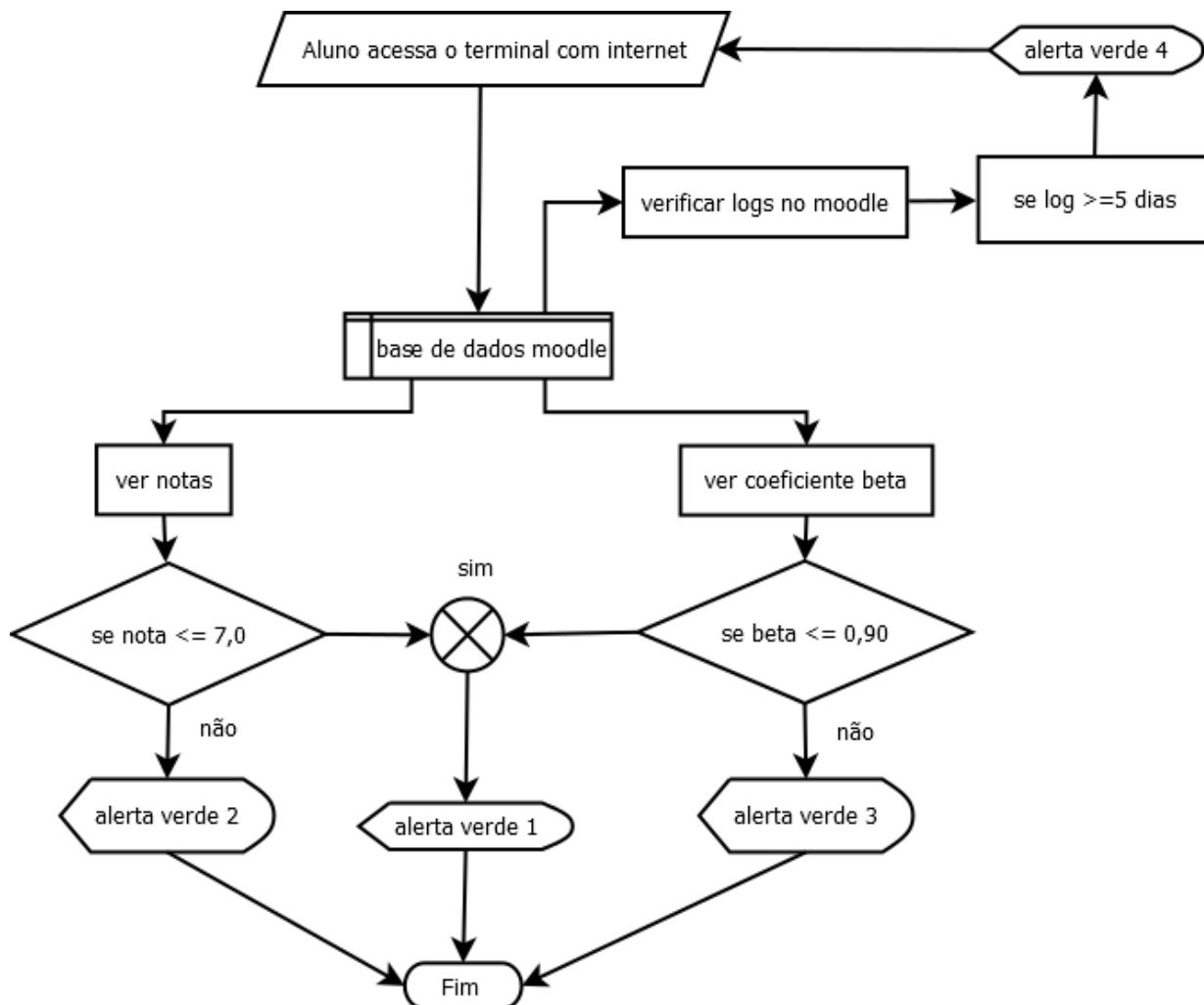
- O alerta verde 1 foi configurado para ser mostrado quando forem cumpridos dois requisitos: o Fator β acima de 0,90 e três notas positivas seguidas atribuídas ao aluno, ou seja, igual ou superior a 7.
- O alerta verde 2 é mostrado ao aluno que obtenha uma nota igual ou superior a 7 depois de ter recebido alguma nota abaixo de 7. Este alerta serve para estimular e levantar a autoestima do aluno.
- O alerta verde 3 é similar ao 2. Ele será mostrado ao aluno quando seu Fator β está acima de 0,90. Funcionará desde a primeira atividade do aluno. Este alerta serve para estimular o aluno desde o primeiro momento na sala de aula virtual.
- O alerta verde 4 é emitido após o aluno estar ausente por 5 dias, ou seja, ele não acessou o ambiente no período de 5 dias seguidos. Este alerta serve para mostrar a atenção e a importância do aluno para o curso.

Figura 12 - Fluxograma de execução dos alertas amarelos.



Fonte: Próprio Autor

Figura 13 - Fluxograma de execução dos alertas verdes.



Fonte: Próprio Autor

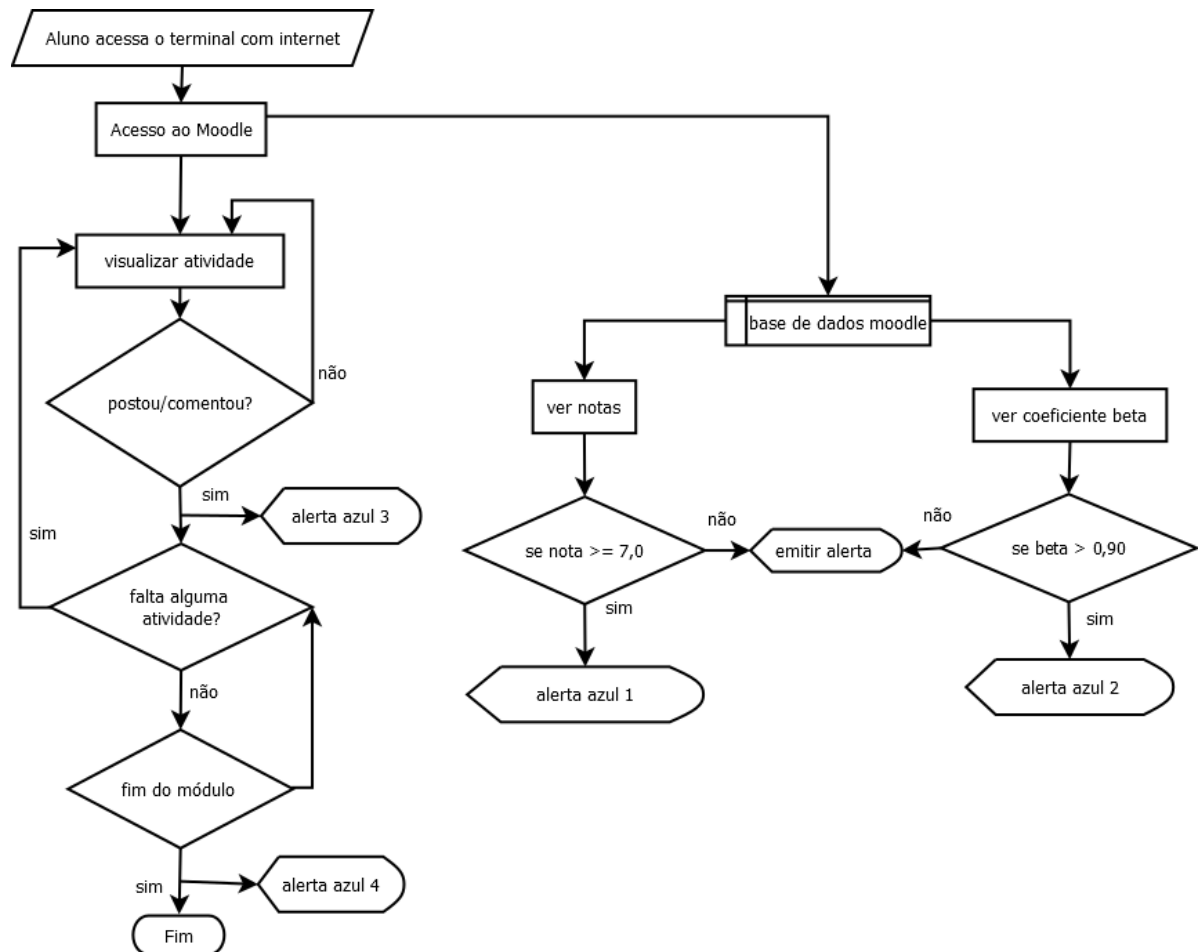
Deve-se perceber que durante esse período de ausências o sistema emitirá alertas laranjas e vermelhos tanto no ambiente, quanto nos sistemas alternativos de contato, como e-mails para o aluno, dependendo da situação do mesmo. A seguir será apresentado o fluxograma de funcionamento dos alertas azuis (Figura 14):

O alerta azul 1 é mostrado ao identificar notas positivas ou comentários positivos nos Fóruns-LV

- O alerta azul 2 será emitido após o aluno obter como resultado de desempenho um Fator β positivo acima de 0,90. Serve para estimular no desempenho tanto do aluno individual quanto da turma como um todo.
- O alerta azul 3 parabeniza o desempenho do aluno nas postagens e comentários construtivos ao longo do processo. Ele enfatiza o papel do Professor/Tutor e contribui para estimular o aluno a obter melhores resultados ao longo do processo.

- O alerta azul 4 será mostrado ao aluno após finalizar o módulo. Nele o aluno é parabenizado por seu empenho durante todo o curso/módulo.

Figura 14 - Fluxograma de execução dos alertas azuis.



Fonte: Próprio Autor

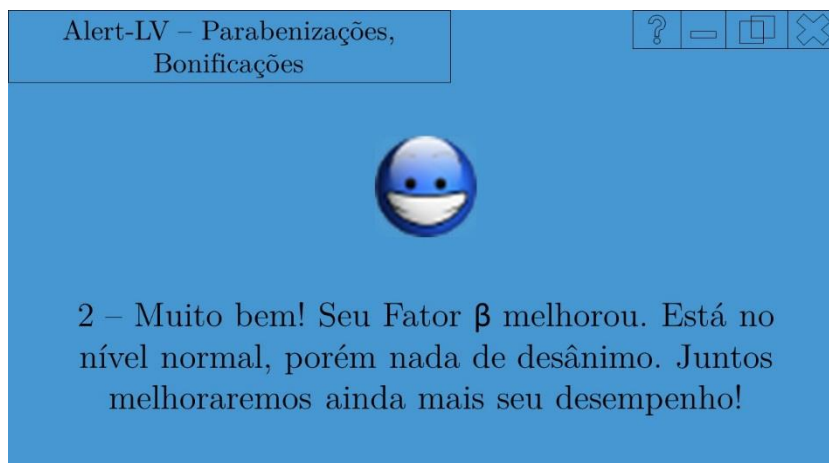
5.4 Design das mensagens de alertas

As mensagens de alertas são isentas ou neutras, positivas ou negativas e estão vinculadas a cores. Foram desenvolvidas cinco janelas para representar os sinais de alertas as quais estão vinculadas às mensagens categorizadas. Para melhor compreensão, as mensagens tanto foram classificadas em sistema de cores como também foram correlacionadas aos LV Ícones.

A primeira mensagem em azul (Figura 15) representa as bonificações, ou seja, as mensagens de cunho positivo, de confirmação, de aceitação e parabenização. Devem representar “atenção, cuidado”, e buscar um veio de bonificação, de motivação e valoração das atitudes dos alunos, despertando um senso de desenvolvimento da própria aprendizagem,

bem como caracterizando a presença e observação do Professor/Tutor no desempenho desse aluno.

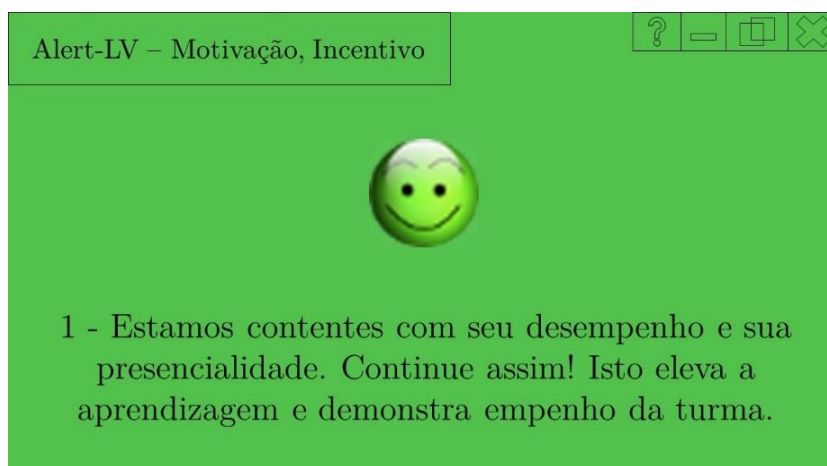
Figura 15 - *Design* da tela de alerta azul



Fonte: Próprio Autor.

Como exemplo, também se apresenta a segunda tela de mensagem: a de alertas verdes (Figura 16). Similar à primeira, esta representa os alertas cujo foco é o incentivo e apoio. A motivação instiga o aluno a sempre melhorar. O Professor/Tutor que motiva amplia as possibilidades daquele aluno que nas primeiras dificuldades pensa em desistir e em evadir-se, pois, o mesmo se sente órfão sem a presença constante do Professor/Tutor em suas ações.

Figura 16 - Design da tela de alerta verde.

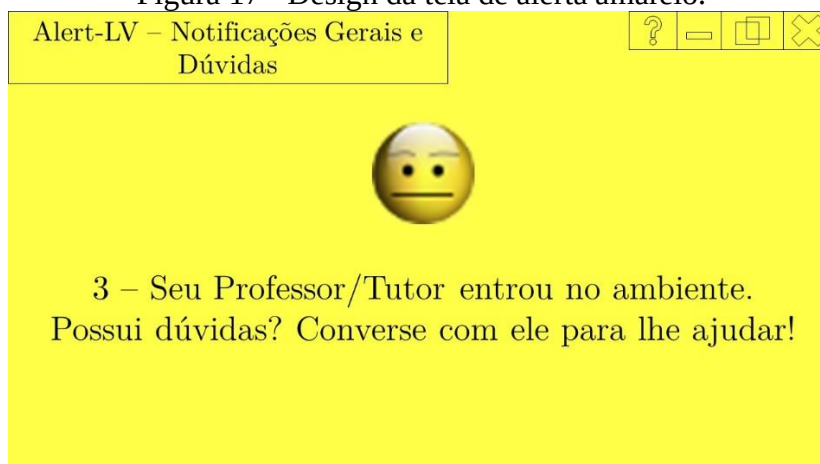


Fonte: Próprio Autor

A terceira janela, a de mensagens amarelas (Figura 17) representa as mensagens cuja ação remete a notificações, bem como representa mensagens informando ao aluno algo importante a ser observado, tais como curiosidades ou avisos sobre o curso, indica uma atenção mais redobrada em alguma ação cometida no sistema. Essas mensagens também

informam ao aluno a presença ou não do Professor/Tutor no ambiente, possibilitando sanar diversas dúvidas que venham a surgir.

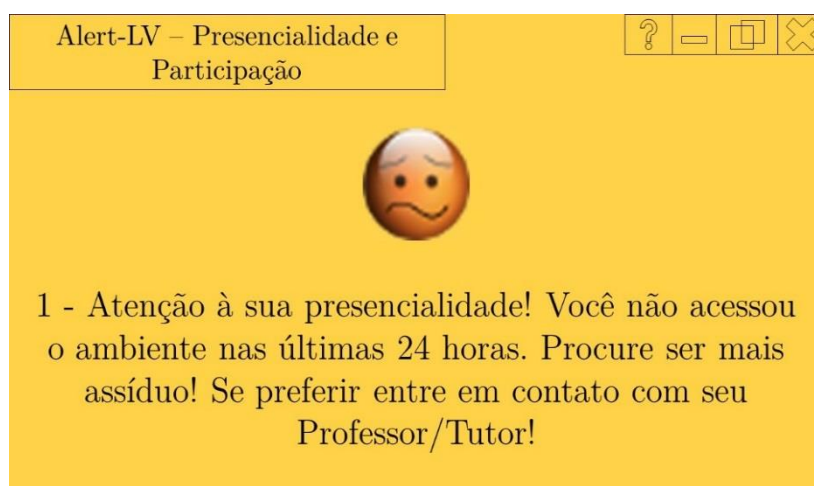
Figura 17 - Design da tela de alerta amarelo.



Fonte: Próprio Autor

A quarta janela, a de mensagens laranja (Figura 18), representa os alertas que envolvem a presença e a participação, pontos de extrema importância em cursos EaD *on-line*, e atenção deve ser elevada nesses dois pontos. O aluno cuja presença estiver abaixo do esperado, ou que nem ao menos tenha acessado ao ambiente, vem a ser uma situação crítica para o Professor/Tutor EaD. Que diversas vezes descobre a evasão do mesmo somente nos últimos dias da disciplina, até mesmo nas aulas presenciais. Isso prejudica o andamento do curso, além é claro, de cair o desempenho percentual da turma, geralmente identificado pelo Fator β .

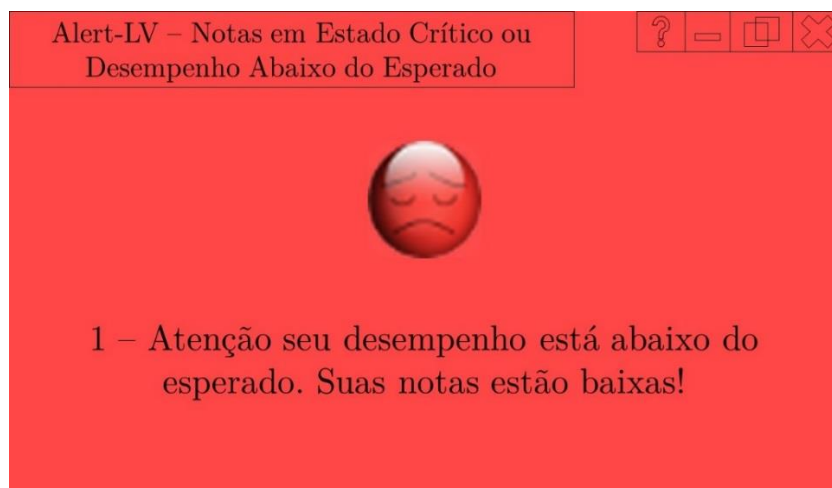
Figura 18 - Design da tela de alerta laranja



Fonte Próprio Autor

As mensagens de alertas vermelhas (Figura 19) representam ações de extrema importância, e requerem do aluno ações imediatas, pois o nível de criticidade é máximo. Esse tipo de mensagem identifica principalmente as notas baixas e o desempenho abaixo do esperado. Aqui se acende o sinal vermelho para o aluno, indicando que o mesmo deve procurar imediatamente seu Professor/Tutor para sanar esse problema.

Figura 19- Design do alerta na cor vermelha



Fonte Próprio Autor

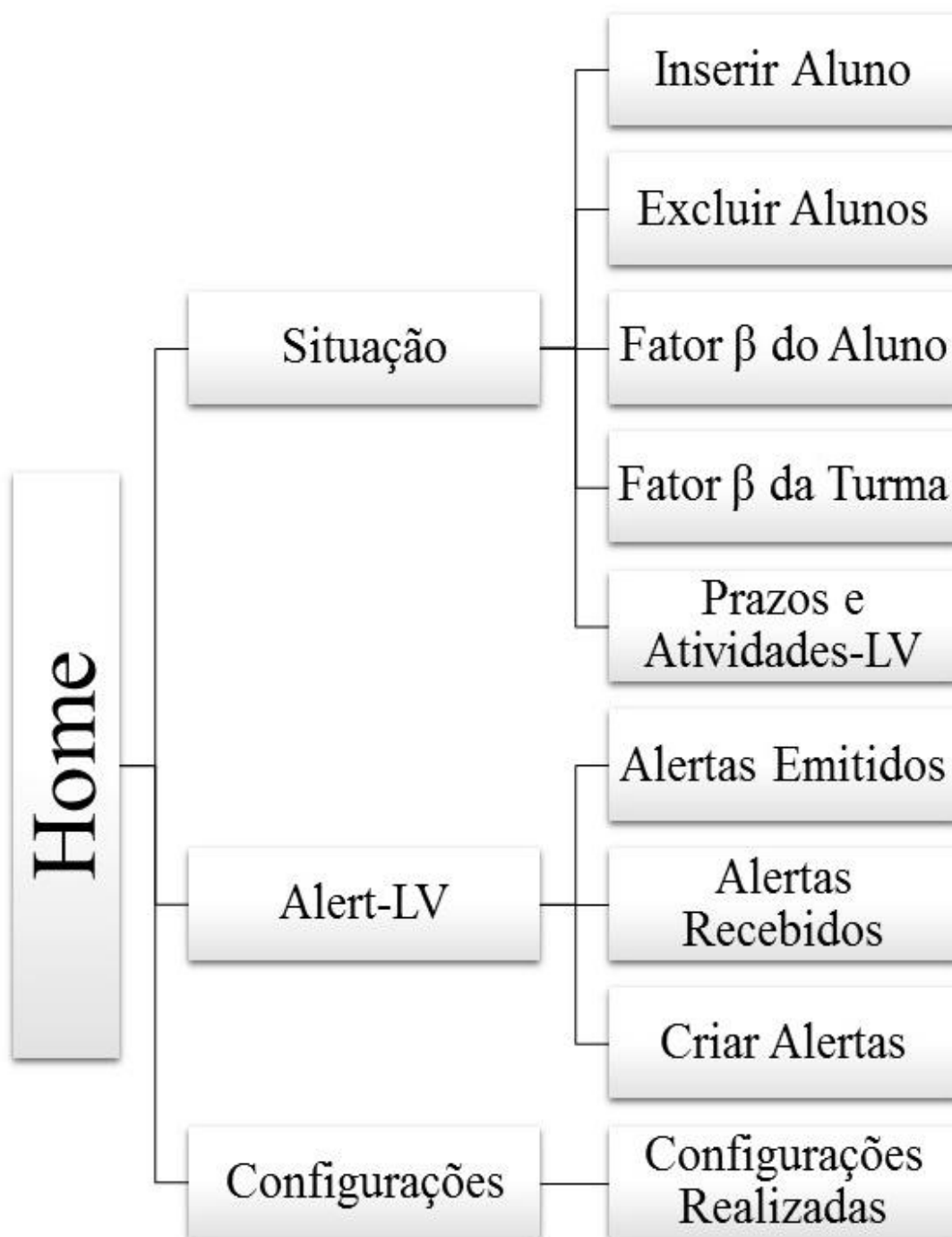
Assim como a presença, as notas baixas dificultam a aprendizagem do aluno, e decaem o desempenho da turma. É necessário buscar o quanto antes ajuda, seja do Professor/Tutor ou dos colegas.

5.5 Design do protótipo do Alert-LV

O sistema Alert-LV foi criado com o intuito de prover uma maior presença e aproximar ainda mais aluno e Professor/Tutor. A proposta engloba o desenvolvimento de um sistema JAVA onde haja interação entre professor/aluno/AVA. O protótipo do sistema foi modelado e especificado.

Esse sistema contribui para acompanhar os alertas emitidos, já que os mesmos já foram categorizados e inseridos no mesmo. Ou seja, o protótipo serve de apoio e verificação do que foi enviado ao aluno. Caso necessário, o Professor/Tutor terá a liberdade de desenvolver outros alertas. Com base nisso foi elaborado o mapa do sistema (Figura 20). Conta com 12 (doze) páginas, sendo que quatro delas são páginas principais e as demais secundárias.

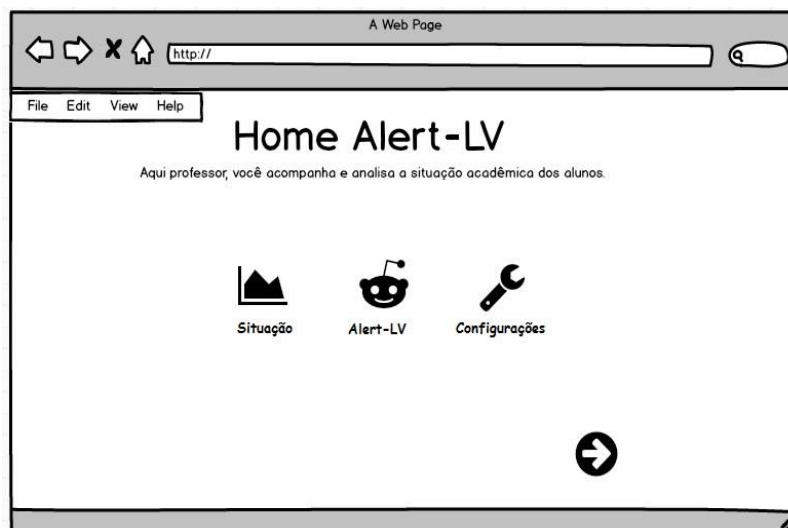
Figura 20 - Mapa do Sistema Alert-LV



Fonte: Próprio Autor

A tela inicial do sistema de Alertas Alert-LV, ou tela Home, é o local onde o Professor/Tutor tem disponível os ícones direcionais: Situação, Alert-LV, Mensagens, Base de Dados, Configurações. Cada ícone redireciona para a próxima tela (Figura 21).

Figura 21 - Tela inicial Alert-LV



Fonte: Próprio Autor

Ao abrir o ícone 'Situação' pode-se acessar os dados referentes à situação do aluno e isso inclui os prazos de entrega das atividades (Figura 22). O ícone 'Inserir alunos' é onde o Professor/Tutor pode inserir alunos no sistema, bem como escolher quais alunos receberão alertas naquele período. O ícone 'excluir aluno', permite ao Professor/Tutor remover o aluno que foi antes adicionado no sistema e precisa ser removido por motivos diversos. O outro ícone nesta tela é o 'Fator beta do aluno' (Fator β do aluno). Nele tanto o Professor/Tutor quanto o aluno têm a oportunidade de acompanhar e verificar o coeficiente de aprendizagem. Também há o ícone do 'Fator beta da turma' (Fator β da turma) que, através dele é possível se acompanhar o valor médio do Fator β que a turma obtém durante período de acompanhamento da disciplina.

Figura 22 - Tela de Situação



Fonte: Próprio Autor

Na tela 'AgentLV' (Figura 23) o Professor/Tutor tem as opções de visualizar os 'alertas emitidos' e os 'alertas recebidos' pelos alunos. Há, ainda, o ícone 'criar alertas', nele o Professor/Tutor tem a oportunidade de criar os alertas que o aluno irá receber.

Figura 23 - Tela de acompanhamento dos alertas



Fonte: Próprio Autor

Na tela de edição de Alert-LV (Figura 24), o Professor/Tutor obtém como recurso um calendário no qual marcará o período de acompanhamento das atividades a serem realizadas no ambiente. Os alertas serão emitidos com base nessa periodicidade. Ainda nesta tela, o Professor/Tutor edita os alertas, acrescentando o nome dos alunos que farão parte da turma. Nela pode referenciar e direcionar o alerta para um determinado aluno, e inserir a data de criação desse alerta, o motivo pelo qual o evento do alerta será desencadeado e o texto motivacional a ser inserido no sistema.

Figura 24 - Tela de edição de alertas 1

A Web Page

http://

File Edit View Help

Editor de Alert-LV

Aqui Professor/Tutor, você editará as mensagens de alertas

Nome

data de criação

Motivo

Texto motivacional

MAY 2016

S M T W T F S

1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12 13 14

15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 27 28

29 30 31

Fonte: Próprio Autor

Na próxima tela (Figura 25), o Professor/Tutor continua com o registro dos alertas e estabelece as condições para que a emissão possa acontecer. O Professor/Tutor também pode escolher qual o tipo de alerta (cor/criticidade) que ele terá.

Figura 25 - Tela de edição de alertas 2

A Web Page

http://

File Edit View Help

Editor de Alert-LV

Aqui professor, você editará os alerts emitidos aos alunos com atividades em atrasos.

Condições

☐ se fator beta está abaixo de

☐ se fator beta está abaixo de

☐ se fator beta está acima de

☐ se fator beta está acima de

☐ se beta da turma estiver abaixo de

Escolha a categoria da mensagem

enviar alert

MAY 2016

S M T W T F S

1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12 13 14

15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 27 28

29 30 31

Fonte: Próprio Autor

Na tela de Configuração o Professor/Tutor tem autonomia de editar ou reportar alguma falha no sistema de alertas, bem como configurar os alertas excluindo-os ou confirmando-os.

5.6 Aplicando uma simulação no Ambiente Moodle

Foi aplicado uma simulação no funcionamento do envio das mensagens de alertas aqui propostas. A turma escolhida para o envio das mensagens categorizadas foi uma turma de voluntários composta por quinze alunos da cidade de Vitória da Conquista na Bahia, cujo tema de discussão era o Gerenciamento de Recursos Hídricos da bacia fluvial de abastecimento de sua cidade. Esse foi um curso piloto tutoriado por um aluno do Curso de Especialização em Recursos Hídricos oferecido pelo IFCE em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). Como metodologia de avaliação, optou-se por utilizar os *Learning Vectors* no ambiente virtual de aprendizagem Moodle.

A análise foi realizada em quatro etapas. Na primeira etapa, apenas o Professor/Tutor acompanha a turma, emitindo as mensagens e notificações comumente realizadas no decorrer dos cursos por ele ministrados. O processo foi realizado dessa forma para aferir a necessidade, ou não, dos alunos participantes se utilizarem desse acompanhamento. Nesta fase o sistema de alertas estava ativo, porém emitiu somente mensagens de notificações gerais (apenas no primeiro dia).

Na segunda etapa, o Professor/Tutor, além de emitir as mensagens comumente enviadas, passou a enviá-las com as cores e categorias as quais as mensagens do Alert-LV foram categorizadas. Este passo possibilitou verificar o quão necessário o agente automatizado se torna no auxílio ao Professor/Tutor, analisar a atuação do docente no sistema ao realizar essa tarefa e observar as reações dos alunos com as mensagens modificadas e categorizadas.

Na terceira etapa, o Professor/Tutor não mais atuou no papel de agente. Houve uma terceira pessoa (um agente não instrumentalizado) fazendo esse papel, com acesso ou permissão similares às do Professor/Tutor. O “agente” ficou emitindo as mensagens para os alunos de acordo com o que foi especificado nas funções do sistema automatizado e o Professor/Tutor emitiu as mensagens comumente aplicadas no decorrer do curso. O propósito desta etapa é verificar o desempenho do Professor/Tutor e dos alunos com a inserção deste agente no curso.

Na quarta e última etapa, o Professor/Tutor continuará o seu papel e o agente realizará o envio das mensagens dentro e fora do ambiente virtual de aprendizagem. Aqui o comportamento dos alunos será posto à prova. Verificar-se-á o alcance dos alertas emitidos. O propósito aqui é identificar se os alunos entram no ambiente e recebem os alertas, ou se

necessitam que a ferramenta avance além do AVA, buscando outros meios para obter a atenção e atrair os alunos para a sala de aula virtual.

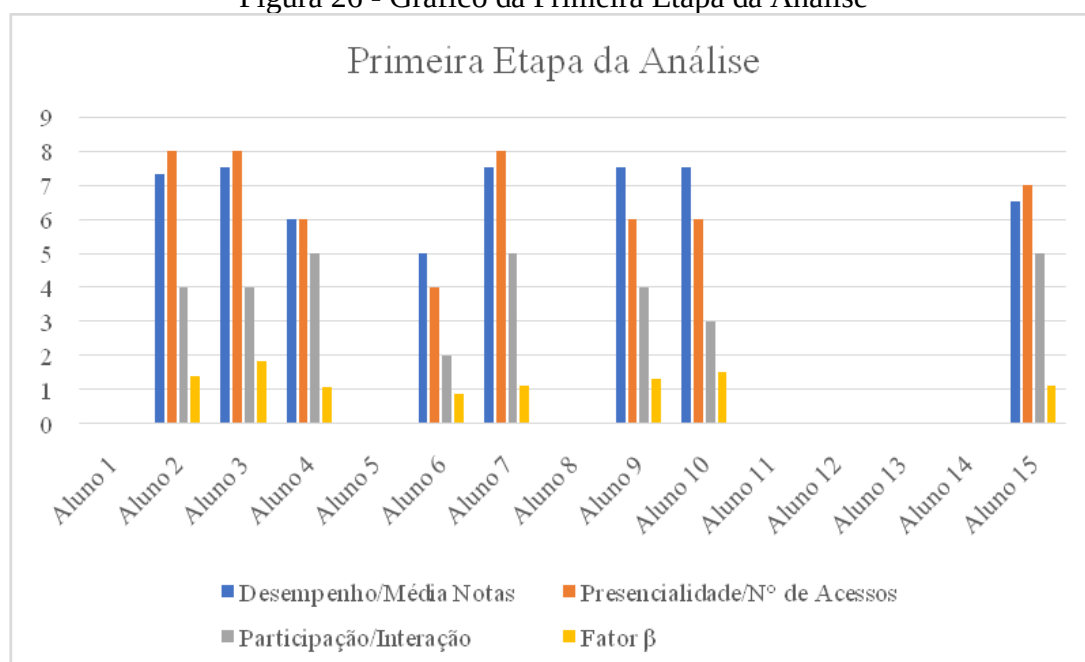
5.6.1 Primeira etapa da análise– Atuação rotineira do Professor/Tutor

Como dito antes, na primeira etapa o Professor/Tutor acompanhou a turma sem a intervenção dos alertas. As mensagens emitidas são as mesmas que o Professor/Tutor comumente aplica no decorrer dos cursos por ele ministrados.

Essas mensagens são os *feedbacks* que os Professores/Tutores emitem comumente durante o processo. Como objeto de análise, foi estipulado um período de observação do comportamento dos alunos que inclui a quantidade de *feedbacks* emitida, o total de alunos presentes no curso e a interação. Foi comparado os dois primeiros períodos do Curso de Gerenciamento em Recursos Hídricos.

Os dados obtidos estão expressos no gráfico Figura 26. Foram analisados o comportamento do aluno no ambiente referente ao desempenho ou melhor, à média das notas obtidas nessa etapa, a presença, o que inclui o acesso ao ambiente bem como as atividades, e a participação/interação (*feedbacks* emitidos) entre aluno-aluno, e aluno-professor durante o curso, e por fim o Fator β do aluno, identificado ao final da etapa (durante as duas primeiras semanas).

Figura 26 - Gráfico da Primeira Etapa da Análise



Fonte: Próprio Autor

Ao verificar as contribuições e interações realizadas pelo Professor/Tutor, identificou-se as atitudes comuns (“normais”) ao emitir as mensagens de aviso. O comportamento dele foi padrão, o de emitir apenas as mensagens minimamente “necessárias” para o acompanhamento do curso.

Durante a primeira semana oito alunos estavam ausentes e, em nenhum momento, realizaram acesso ao sistema. Esse cenário prosseguiu na segunda semana, em que apenas sete alunos haviam acessado o ambiente. Os demais permaneciam completamente ausentes do ambiente.

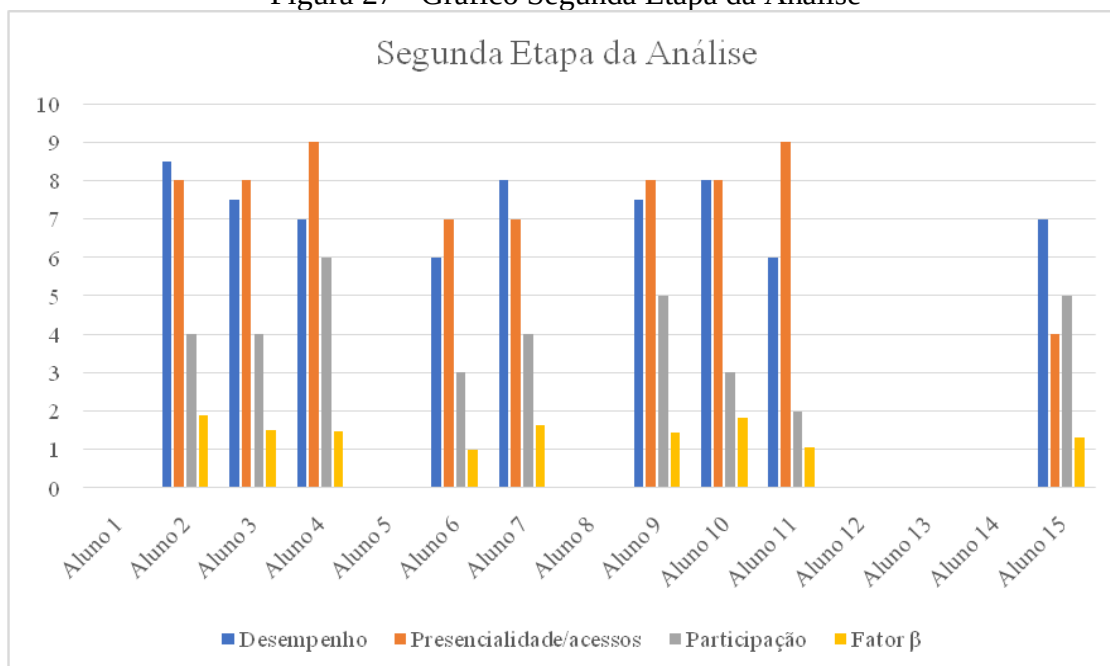
Nessa etapa da análise os alunos obtiveram uma presença baixa, mais da metade da turma estava ausente, e por um período extenso de tempo. Porém os alunos que estiveram presentes tiveram um desempenho mediano, e o Fator β estava em níveis normais.

O professor realizou 75 interações/notificações no período da primeira etapa. Dentre essas intervenções incluíram-se: as mensagens de dúvidas via caixa de mensagens do *Moodle*, as mensagens de notificações gerais, na tela inicial do ambiente, e as intervenções no Fórum-LV e na Tarefa-LV. Já o sistema de alertas, não emitiu nenhum alerta. Ou seja, o emissor de alertas ficou apenas observando, sem realizar interferências.

5.6.2 Segunda etapa da análise – Professor/Tutor utilizando as categorias do Alert-LV

Na segunda etapa, o Professor/Tutor passou a enviar as mensagens atribuindo-lhes cores e categorias semelhantes às mensagens do Alert-LV. Na análise observou-se um ligeiro acréscimo no número de participantes em comparação com as duas semanas anteriores. Compreende-se tal fato relacionando-o a mudanças na abordagem e na emissão das mensagens do Professor/Tutor para os alunos. Nessas mensagens foi enfatizada a importância da presença dos mesmos por meio das mensagens com conteúdo iconográfico (Figura 27).

Figura 27 - Gráfico Segunda Etapa da Análise



Fonte: Próprio Autor

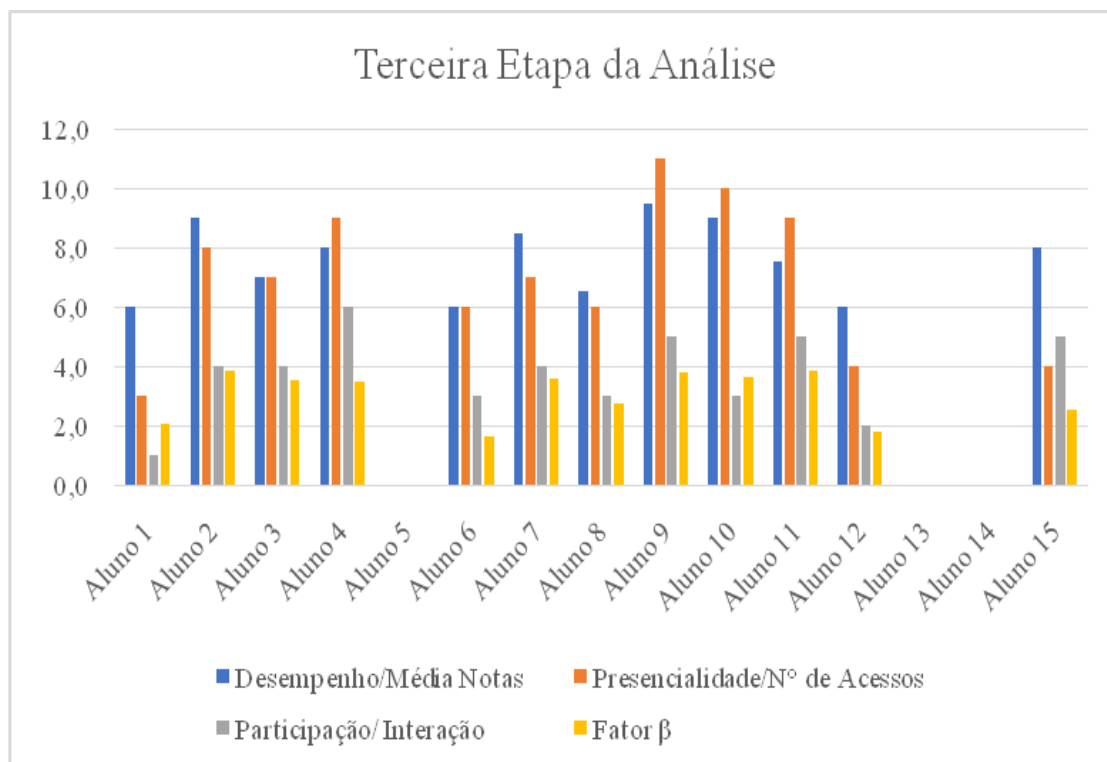
Este passo possibilitou verificar a necessidade de o sistema automatizado auxiliar o Professor/Tutor, e identificar a atuação do docente no sistema. Os alunos reagiram positivamente ao envio de mensagens modificadas e categorizadas, e verificou-se que as notas dos alunos na atividade evoluíram para resultados mais satisfatórios.

Percebe-se que os alunos se surpreenderam ao receberem as mensagens categorizadas e, principalmente, com seu conteúdo, ao denotar urgência, caso o desempenho não fosse favorável, e ao parabenizar por obterem notas satisfatórias na atividade.

5.6.3 Terceira etapa da análise – Inserindo o Agente de monitoramento

Nessa etapa da análise os alunos obtiveram uma presença maior. Com relação aos alunos ausentes, três deles entregaram a primeira atividade somente nesta etapa, isso várias semanas depois em que estas haviam sido postadas e não participaram do Fórum-LV. Até esta etapa outros três alunos permaneciam sem realizar acessos, e o tutor não obteve informações sobre os mesmos (já estavam considerados como evadidos). Os alunos que estiveram presentes tiveram um desempenho mediano, e o Fator β estava em níveis acima dos da etapa anterior (Figura 28).

Figura 28 - Gráfico da Terceira Etapa da Análise



Fonte: Próprio Autor

Na terceira etapa, o Professor/Tutor não mais agia como o agente, foi substituído por uma terceira pessoa, ou seja, um “sistema independente” fazendo esse papel. O novo sistema obteve acesso e permissões similares as do Professor/Tutor. Foram emitidas mensagens constantes, e os alunos foram observados, transmitindo a sensação de “automático”. Ao todo o “Agente” emitiu 200 novas mensagens, um número superior ao do Professor/Tutor.

O professor realizou 46 interações/notificações no período de análise da terceira etapa. Dentre essas intervenções incluíram-se: as mensagens de dúvidas via caixa de mensagens do *Moodle*, as mensagens de notificações gerais, e informes da coordenação ou do professor formador, e as intervenções no Fórum-LV e nas demais Atividades-LV. Já o sistema de alertas, 154 alertas e notificações (ver Anexo B).

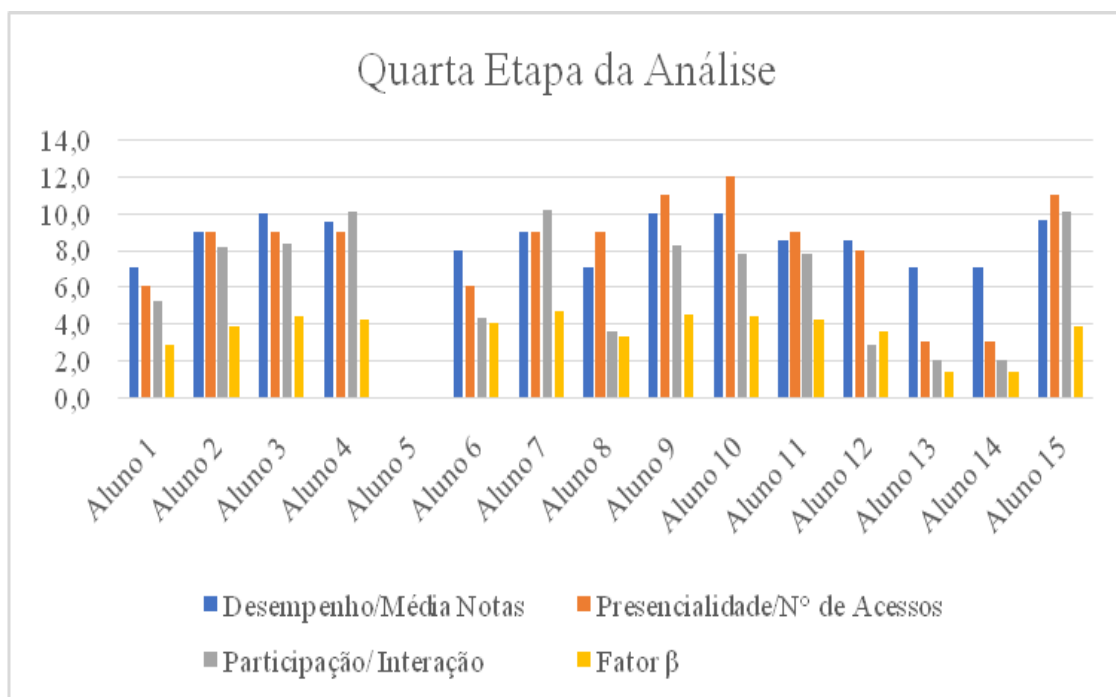
Foi percebido que o Professor/Tutor por si só não verificaria todas as dúvidas, não conseguiria responder a tantas mensagens nos fóruns, nem identificaria quantas postagens foram emitidas fora do “momento” de avaliação. Também não monitorava a frequência de acesso dos alunos ao ambiente, identificando quais entravam com frequência no sistema, e quais as novas postagens ou possíveis respostas.

5.6.4 Quarta etapa da análise – O Agente utiliza ferramentas externas ao AVA

Na quarta etapa, foram coletados os endereços de *e-mails* e telefones dos alunos, e o “agente” passou a emitir mensagens via *e-mails* e mensagens via aplicativo de mensagens (*whatsapp*). O Professor/Tutor continuou o seu papel e o agente realizava o envio das mensagens dentro e fora do ambiente virtual de aprendizagem.

Esse mecanismo serviu para verificar que as mensagens de alertas não funcionariam se enviadas apenas via AVA, posto que alguns alunos não entravam no sistema com a frequência necessária, e outros poderiam ser classificados como evadidos, pois sequer tinham conhecimento do período de ocorrência do curso. Os outros meios para obter a atenção e atrair os alunos para a sala de aula virtual foram satisfatórios. Houve o retorno de dois dos três alunos dados como evadidos (Figura 29).

Figura 29 - Gráfico da Quarta Etapa da Análise



Fonte: Próprio Autor

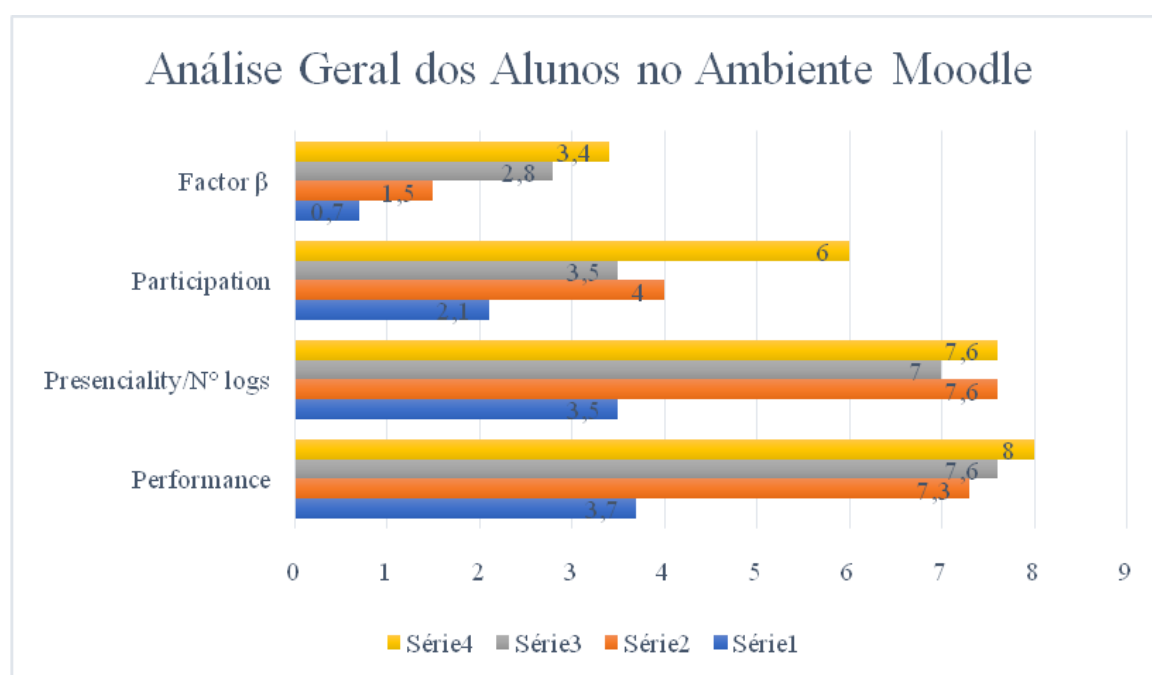
Quanto ao desempenho, presença, e interação durante essa etapa da análise, os alunos obtiveram em todos os quesitos uma elevação nos resultados. Grande parte dos alunos que estiveram desde o início da análise, manifestaram um desempenho melhor com relação aos demais, e o Fator β desses alunos terminou em níveis acima do 3,80, ou seja, foi um resultado satisfatório.

5.6.5 *Análise final*

O desempenho, ou seja, a soma e a média geral das atividades que os alunos haviam realizado no ambiente, foram extremamente satisfatórios. Pode-se perceber observando o gráfico, que o crescimento gradual desde a primeira etapa ficou em evidência, e praticamente se estabilizou, mantendo a turma ativa e dinâmica (Figura 30).

Com relação à presença, ou melhor, ao número de acessos/visualizações no ambiente e nas atividades, assim como no desempenho, houve uma ascensão abrupta e uma ligeira queda. Isso porque alguns alunos acessavam, mas decidiam postar só nos últimos dias do prazo. Eles entravam, observavam as alterações ou informes e saíam do Ambiente. Isso não interferiu nos resultados positivos finais, nem tão pouco no desempenho (Figura 30).

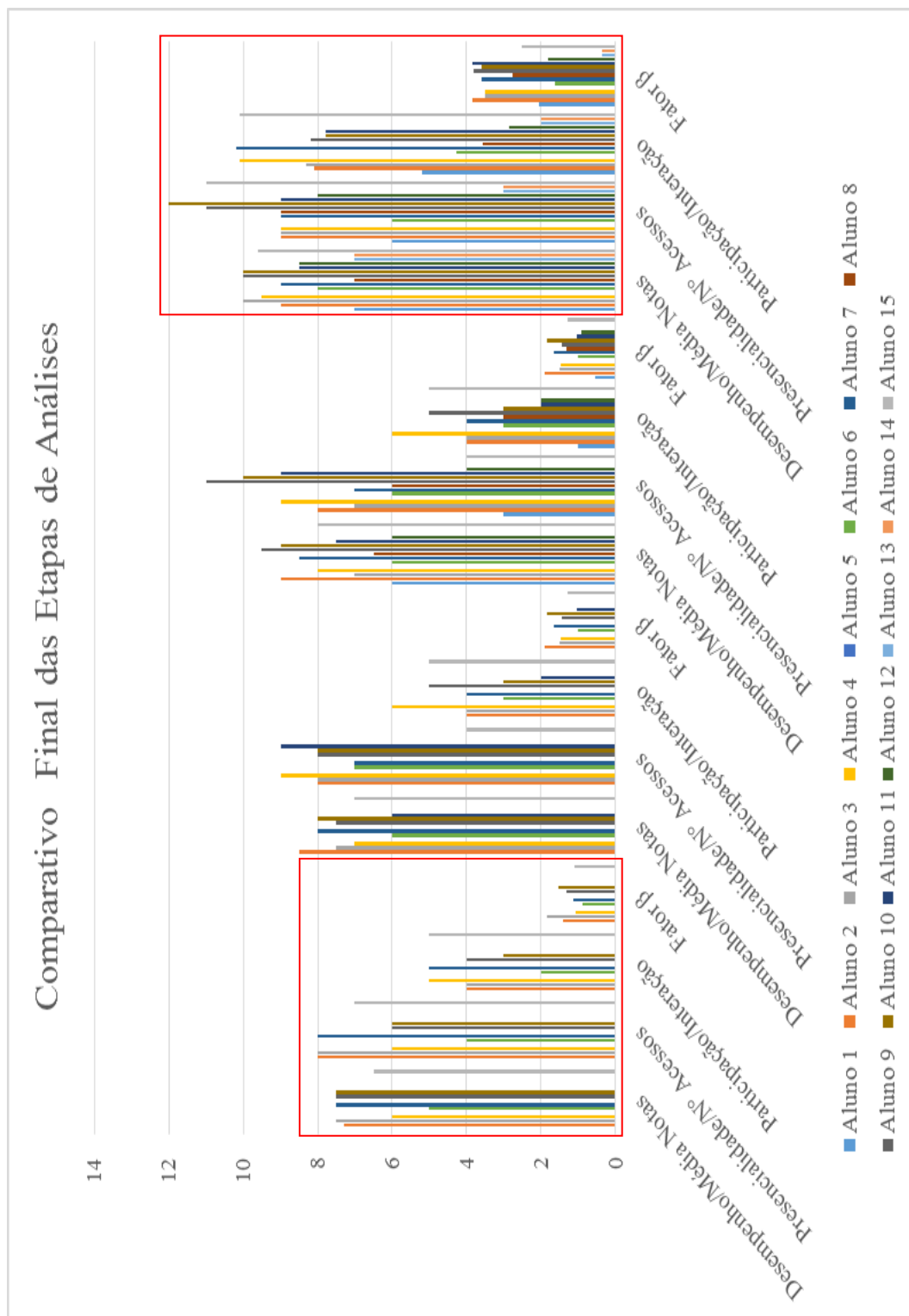
Figura 30 - Análise geral do desempenho dos alunos nas etapas de análise



Fonte: Próprio Autor

A participação, que inclui a quantidade de postagens e comentários ao longo do curso, assim como a presença, teve uma ascensão e uma leve queda, nas etapas dois e três e uma posterior ascensão na etapa quatro. Um dos fatores que influenciou na queda da taxa de intervenções/contribuições foi a escolha realizada por muitos dos alunos que esperavam as contribuições dos colegas, e só depois faziam suas próprias colocações, deixando sempre para os últimos momentos, dentro do limite pré-estabelecido no contrato didático.

Figura 31 - Comparativo final do desempenho dos alunos nas etapas



Fonte: Próprio Autor

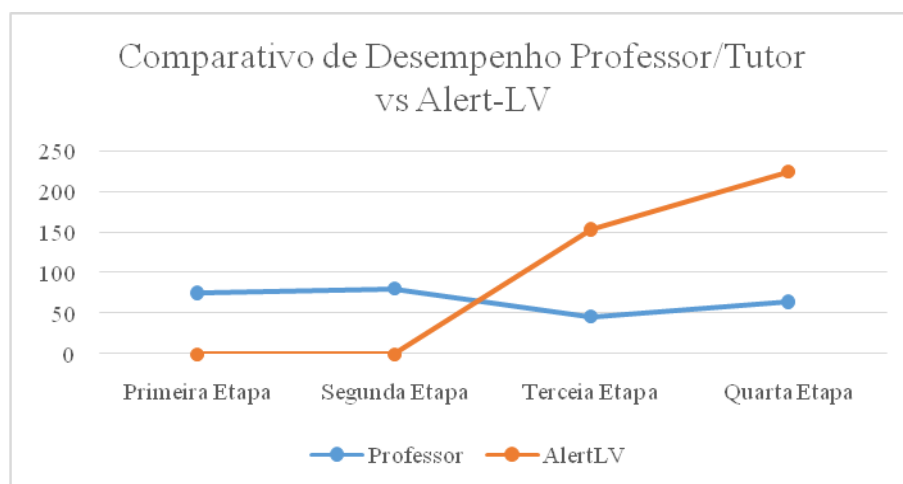
No gráfico da Figura 31, é possível perceber a diferença da primeira etapa com a última. Em todas as etapas os dados referentes ao desempenho, presença, interação e Fator β foram verificados. As ascendências contínuas nos resultados crescem exponencialmente ao inserir o “agente” em terceira pessoa.

Com relação à taxa de emissão dos alertas, o professor possuirá um controle do percentual de alertas recebidos e dos visualizados, bem como o quantitativo de cada aluno. Em relação ao desempenho do professor, como dito antes, apesar de ele contar com diversos recursos do AVA *Moodle* a seu favor, sejam eles para preparar uma atividade, um banco de dados, ou qualquer outro recurso, sempre são bem-vindos, principalmente se eles contribuírem para facilitar tanto as tomadas de decisões quanto na realização de avaliações justas. A exemplo disso viu-se a utilização dos LV, que facilita ao professor avaliar de forma justa as ações dos alunos.

Porém avaliar não é somente dar uma nota, o acompanhamento é um processo necessário, como bem foi visto na análise. As taxas que Professores/Tutores e Agentes, obtiveram são bastante expressivas. Analisando o gráfico (Figura 32), percebe-se que o Professor/Tutor, apesar de estar ali acompanhando e retornando as dúvidas dos alunos, não conseguiu atingir uma eficiência desejável como a mostrada pelo Alert-LV. Portanto, contar com o sistema de emissão de alertas contribui para facilitar o trabalho do Professor/Tutor, e torna a sala de aula virtual mais dinâmica e democrática.

O Alert-LV emitiu uma quantidade maior de alertas, foram mais de 250 mensagens categorizadas e direcionadas para os alunos de forma individual e coletiva. Já o Professor/Tutor sua taxa de envio de mensagens se manteve entre 50 e 100.

Figura 32 - Gráfico comparando as emissões de alertas do Professor/Tutor e do Alert-LV



Fonte: Próprio Autor

Um ponto a ser lembrado, é a leve queda no desempenho do professor da segunda para a terceira etapa. Esse desempenho é natural uma vez que, parte das responsabilidades como monitor/emissor foram transferidas para o Agente, apesar do desempenho dele permanecer praticamente linear.

6 CONCLUSÃO

A EaD ainda carece de sistemas computacionais que aproximem aluno e professor, e, consequentemente, diminua o sentimento de solidão virtual, que por ventura possa acometê-los em cursos disponibilizados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Os sistemas de monitoramento/acompanhamento tornam-se soluções capazes de fazerem a diferença no desenvolvimento dos cursos a distância. São eficientes ao adquirirem autonomia por meio da computação avançada e do uso de sistemas inteligentes em ambientes de aprendizagem virtuais, e ao realizarem análises e emitirem *feedbacks* relacionados ao desempenho dos alunos e professores nesses sistemas.

O trabalho aqui desenvolvido mostra que a aplicação de *feedbacks* é imprescindível ao trabalho da EaD, no entanto ocupa demasiado tempo e trabalho do Professor/Tutor. Diante dessa situação e da agilidade que os processos de trabalho exigem, foi proposto e concebido um sistema automatizado que facilitasse o papel e auxiliasse na tomada de decisões.

Foram descritos os diferentes papéis desempenhados pelo Professor/Tutor, demonstrando e diferenciando as ações de mediação e de monitoramento em ambientes virtuais de aprendizagem. Também foram destacadas as dificuldades encontradas por esses profissionais, o que por ventura um desses fatores motivou o desenvolvimento desta pesquisa.

O trabalho de envio manual de *feedbacks* não é suficiente, pois depende de outros fatores que interferem diretamente nas ações do Professor/Tutor. A turma deve ser proativa, o material disponibilizado tem que ser muito bom, o ambiente de aprendizagem não pode ter falhas, o professor precisa ser proativo, entre outros.

O envio automatizado de *feedbacks* facilita o papel do Professor/Tutor, melhora o acompanhamento pedagógico, e retira uma das maiores preocupações desse profissional, qual seja, a de estar constantemente lembrando ao aluno de participar das atividades, entrar no ambiente, interagir com os demais, melhorar o desempenho, sanar dúvidas, enfim, tentar aproximar o ambiente virtual do ambiente presencial.

Ao perceber essa carência, buscou-se identificar na literatura autores que se propuseram a desenvolver sistemas e metodologias similares ao apresentado neste trabalho. Muitos desses autores utilizaram-se de alternativas, como aplicar agentes automatizados, categorização de postagens, o uso de Mineração de Dados, entre outras técnicas, assim obtendo respostas para o como e o porquê classificar e categorizar mensagens.

Foi então concebido e especificado um sistema de acompanhamento e emissão de alertas, ou melhor, de *feedbacks*. Ele permite categorizar e emitir mensagens dinâmicas de

alerta tanto no Ambiente Virtual de Aprendizagem, quanto fora dele. O que o diferencia dos demais é a inserção das avaliações formativas e processuais ao acompanhamento constante do processo de aprendizagem. Valoriza não somente a nota do aluno, mas também seu desempenho em outros fatores como participação, presença, proatividade, cooperação e interação, sempre de forma dinâmica, tendo por base um histórico de desempenho.

O sistema, ao processar diferentes fatores de desempenho simultaneamente, consegue ir além do ambiente virtual, pois emite alertas fora do ambiente *Moodle* e, com isso, tenta reduzir a acomodação, dispersão e evasão do aluno. Ao resgatar a presença, a aprendizagem eleva a qualidade e consegue motivar o aluno a permanecer no processo com outros tipos de alertas.

Como metodologia de validação optou-se por realizar uma análise em quatro etapas. Percebeu-se que era impossível um aluno receber mensagens de alertas, cobrando sua presença no ambiente, se o mesmo nem ao menos o acessa. Para resgatar esse aluno buscou-se alternativas externas ao ambiente *Moodle*, tais como: a utilização de e-mails pessoais e, como mostrado na simulação, utilizou-se de aplicativos de mensagens instantâneas.

A análise esclareceu a necessidade em se adotar um sistema como esse para atender a atual demanda dos cursos EaD do IFCE, que optam em utilizar os *Learning Vectors* para a avaliação formativa. Nas etapas 3 e 4 houve elevação de desempenho, resgate de alunos evadidos, além de melhorar o número de acesso e contribuições, ou seja, elevação na participação e notas altas.

Durante o curso, os alunos emitiram mensagens de resposta aos alertas, expressando sentimentos de intimidação, surpresa e até mesmo temor ao perceberem que sua situação acadêmica deveria melhorar. Quanto aos alunos de baixa presença e sem muito compromisso inicial, manifestaram dificuldades em acessar a disciplina no ambiente virtual, face à pouca familiaridade em cursos *on-line*.

Foram identificadas as seguintes dificuldades nessa pesquisa: a comunicação entre os diferentes sistemas, Alert-LV, JADE e *Moodle*, ocasionou instabilidade e constantes erros na base de dados do Alert-LV. Os agentes obtiveram uma inter-reação com o sistema Alert-LV, suas funcionalidades não respondiam, não havia comunicação entre os sistemas, provavelmente devido atualizações do *Moodle*, ou por alguma falha na programação dos sistemas em questão, o que dificultou na implementação e desenvolvimento da ferramenta aqui proposta, optando-se então, por especificar as funcionalidades e a metodologia de atuação, atribuindo-se essas especificações aos agentes não instrumentalizados.

6.1 Trabalhos Futuros

O trabalho de pesquisa aqui apresentado, deixa uma série de possibilidades de continuidade e contribuições futuras. Para tanto, elenca-se algumas propostas de emprego do sistema de alertas Alert-LV no acompanhamento de turmas que adotem a metodologia EaD ou *Blended Learning* (ensino/aprendizagem híbrido).

- ✓ Espera-se que em ações futuras o Sistema possa ser implementado, testado, e verificado, para então adotá-lo nos cursos EaD que optam em utilizar os *Learning Vectors* como aporte na realização de avaliações formativas em ambientes virtuais de aprendizagem.

- ✓ Utilizar-se de metodologias ativas para motivar o aluno, propondo Gamificar o sistema de alertas, ou seja, utilizar-se de elementos de games, tornando-os capazes de, além de notificar o aluno sobre a situação acadêmica, atribuir bonificações ou pontos extras, que seriam incrementados no Vetor-Aprendizagem do Modelo LV. Como por exemplo, a cada ‘alerta Azul’ de motivação o aluno receberia bônus na nota daquela atividade em curso. Esses bônus seriam diretamente computados no vetor como passos de avanço, incrementando sua nota de desempenho. Assim o sistema de alertas seria também coparticipe da avaliação formativa e processual defendida pelo Modelo LV.

- ✓ Inserir nos LV outros mecanismos de inteligência artificial que aprimore o processo de avaliação realizado pelo Professor/Tutor.

- ✓ Utilizar-se de linguagens de marcação como AIML para transformar e tornar mais dinâmicas as notas LV. Dessa forma, os próprios *emoticons* dos LV seriam “transformados em *chatterbots* capazes de “explicar” a nota do aluno, de forma clara e objetiva, além das explicações e dúvidas sobre o conteúdo, ou seja, o aluno “conversaria” com os LV “inteligentes” e interativos.

REFERÊNCIAS

ABED (Brasil). **Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2013**. Curitiba: Ibpx, 2013. 332 p. Traduzido por Maria Thereza Moss de Abreu. Disponível em: <http://www.abed.org.br/censoEaD2013/CENSO_EAD_2013_PORTUGUES.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

ABED (Brasil). **Censo EAD.BR: Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil 2014**. Curitiba: Ibpx, 2014. 157 p. Traduzido por Maria Thereza Moss de Abreu.

ALMEIDA, Alexandre de. **Estratégias para o Monitoramento de Ações de Tutoria na Educação a Distância**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Informação, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2013.

BELLONI, Maria Luiza. **Educação a Distância**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

BELLIFEMINE, Fabio; BERGENTI, Federico; CAIRE, Giovanni; POGGI, Agostino. Jade — A Java Agent Development Framework. **Multi-Agent Programming**, [S.L.], p. 125-147, 2005. Springer US. http://dx.doi.org/10.1007/0-387-26350-0_5.

BOLZAN, Willian. **Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes modelados com a metodologia para Engenharia de Sistemas Multiagentes MaSE**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

BOLZAN, Willian; GIRAFFA, Lúcia Maria Martins. **Estudo comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes Web**. 24. ed. Rio Grande do Sul: Faculdade de Informática Pucrs, 2002. 54 p. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/facin-prov/wp-content/uploads/sites/19/2016/03/tr024.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

BRASIL. MINISTRÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC. (Org.). **Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância**. Brasília: Portal Mec, 2007. 31 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/referenciaisEaD.pdf>><http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/referenciaisEaD.pdf>>. Acesso em: 24 dez. 2015.

CAVAROLI, Juliano Trevisan. COELLO, Juan Manuel Adán. (2004). Alerts fórum: um sistema emissor de alertas a partir da avaliação de mensagens categorizadas em fóruns de discussão. In: **CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA**, 7., 2004, Monterrey. Actas... Monterrey, 2004. p. 39-47.

CLARO, Marcelo. **Ferramentas disponíveis no MoodleMoodle 2.7**. 2014. Disponível em: <<http://www.MoodleMoodlelivre.com.br/tutoriais-e-dicas-MoodleMoodle/ferramentas-disponiveis-no-MoodleMoodle-2-7>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

DELOACH, Scott A.; WOOD, Mark F.; SPARKMAN, Clint H. **Multiagent systems engineering**. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, USA, v. 11, n. 3, p.231-258, Jan. 2001. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/12ce/0e39d13b2e96d5b66c61d0c83764b51cecc3.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents). **Specifications**. 2005. Disponível em: <<http://fipa.org/>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

GEROSA, Marco Aurélio. **Categorização e Estruturação de Mensagens Textuais em Ambientes Virtuais de Colaboração**. 2002. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informática, Pontifca Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

HOSPITAL SANTA CRUZ (Santa Cruz do Sul - Rs) (ed.). **Triagem nas emergências segue nova Classificação de Risco**. 2015. Disponível em: <https://www.hospitalstacruz.com.br/blog/2015/05/21/triagem-nas-emergencias-segue-nova-classificacao-de-risco/>. Acesso em: 06 set. 2015.

JADE. Telecom Italia Spa (Org.). **Java Agent Development Framework**. 2016. Disponível em: <<http://jade.tilab.com/>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

KAMPFF, Adriana Justin Cerveira. **Mineração de Dados Educacionais Para geração de alertas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem como apoio à prática docente**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

LAWINSCKY, Fabiana Macieira; HAGUENAUER, Cristina. **Análise das ferramentas da plataforma Moodle do LATEC/UFRJ segundo a abordagem sistêmico-relacional de**

interação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE Educação a Distância, 17., 2011, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: Abed, 2011. v. 1, p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2011/cd/150.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

LOSADA, Marcial. The complex dynamics of high performance teams. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 30, n. 9, p 179-192, 1999.

MAIA, Marta de Campos. **O uso da Tecnologia de Informação para a Educação a Distância no ensino superior.** 2003. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2463/74603.pdf?sequence=2>>. Acesso em: 29 dez. 2015.

MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. **Dificuldades na Educação a Distânciaon-line.** In: **congresso internacional de Educação a Distância.** 13, 2007, Curitiba, Pr. ABED - Educação a Distância. Curitiba: ABED, 2007. p.1-11. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2007/tc/55200761718PM.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2015.

MIEINFO (Japão) (ed.). **Significado das informações relacionadas a terremoto e tsunami.** 2014. Disponível em: <https://mieinfo.com/importante/significado-dos-avisos-e-alertas-de-terremoto-e-tsunami/index.html>. Acesso em: 05 fev. 2015.

MOORE, Michael. Theory of transactional distance. In: KEEGAN, Desmond. **Theoretical principles of distance education.** New York: Routledge, 1993. p. 20-35. Disponível em: <<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/128021/2006a197b9fbef39fc1838765d7087bf.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

MOORE, Michael; KEARSLEY, Greg. **Educação a Distância:** São Paulo: Cengage Learning, 2007. 398 p. Tradução: Roberto Galman.

MORAN, José Manoel. **Contribuições para uma pedagogia da educação on-line.** São Paulo: Edições Loyola, 2003.

MUSA, Daniela Leal. **Um sistema de Alertas Inteligentes para Ambientes de Ensino na Internet.** 2001. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

NUTED (Brasil) (ed.). **Professor:** professor e ead. Professor e EAD. 2013. Disponível em: <http://www.nuted.ufrgs.br/oa/arqueads/professor.html>. Acesso em: 01 jul. 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, Roberto L. de et al. **Uma Abordagem Semi-supervisionada Aplicada a Classificação de Mensagens de Fóruns de AVA.** Ibid: DCC, Minas Gerais, v. 4, n. 2, p.1-11, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/enia/2012/002.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

PETERS, Otto. Didática do ensino a distância. São Leopoldo. Editora UNISINOS, 2006.

PERES, Renata Cristina de Azevedo Borges. **The use of Moodle Moodle in a presential course: perceptions on the complementarity of on-line and presential environments.** *Linguagens e Diálogos*, [S.L.], v. 2, n. 2, p.97-107, nov. 2011. Semestral. Disponível em: <<http://linguagensedialogos.com.br/2011.2/textos/07-art-renata.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

PITT, Jeremy; MAMDANI, Abe. Some Remarks on the Semantics of FIPA's Agent Communication Language. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, [S.L.], v. 2, n. 4, p. 333-356, 1999. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1010016503852>.

QUARTO, Cícero Costa. **Inferindo Fatores Socio-Afetivos em Ambientes de Ensino Aprendizagem Colaborativos Assistidos por computador.** 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia em Eletricidade, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006

SALES, Gilvandenys Leite. **Learning Vectors (LV):** Um Modelo de Avaliação da Aprendizagem em EaDon-line Aplicando Métricas Não-Lineares. 2010. 236 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Teleinformática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/denyssales/lv-learning-vectors-avaliacao-formativa-em-EaD-on-line-tese-gilvandenysufc2010>>. Acesso em: 02 fev. 2015.

SALES, Gilvandenys Leite *et al.* Indicadores de Desempenho *Learning Vectors*: Uma Aplicação em Fóruns do Ambiente Virtual MOODLE. In: CARVALHO, Carlos Vaz de; NISTAL, Martín Llamas; SILVEIRA, Ricardo (Ed.). **TICAI2008: TICs para a Aprendizagem da Engenharia.** Colômbia: IEEE, 2008. Cap. 11. p. 77-82. Disponível em:

<http://romulo.det.uvigo.es/ticai/libros/2008/2008/TICAI_2008_Cap11.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2016.

SALES, Gilvandenys Leite; BARROSO, Giovanni Cordeiro; SOARES, José Marques. Um Indicador de Aprendizagem Não - Linear para EaDon-line Fundamentado no Modelo de Avaliação *Learning Vectors* (LV). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA - SBIE, 12. 2011, Aracaju. **Anais....** Aracaju: SBIE, 2011. p. 1713 - 1722. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/sbie-wie2011/ctd-ie/doutorado/90557.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

_____. *Learning Vectors* (LV): Um modelo de Avaliação Processual com Mensuração Não-Linear da Aprendizagem em EaDon-line. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s.l], v. 20, n. 1, p.60-74, abr. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271294038_Learning_Vectors_LV_Um_Modelo_de_Avaliacao_Pro-cessual_com_Mensuracao_Nao-Linear_da_Aprendizagem_em_EaD_on-line>. Acesso em: 28 dez. 2015.

SILVA, Júlia Marques Carvalho da. **Desenvolvimento de um framework para objetos inteligentes de aprendizagem aderente a um modelo de referência para construção de conteúdos de aprendizagem**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVEIRA, Ricardo Azambuja. **Modelagem Orientada a Agentes Aplicada a Ambientes Inteligentes Distribuídos de Ensino: JADE - Java Agent Framework Learnings Environments**. 2001. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SCHILDT, Herbert. **Java para iniciantes**. Bookman Editora, 2015.

VALENTE, José Armando. **DIFERENTES ABORDAGENS DE Educação a Distância**. São Paulo: Proinfo, 1999. 7 p. Disponível em: <<http://www.proinfo.gov.br/upload/biblioteca/195.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

_____. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, [s.l.], n. 4, p.79-97, 2014. FAPUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/0104-4060.38645.

VALENTINI, Carla Beatris; SOARES, Eliana Maria do Sacramento (Org.). **Aprendizagem em Ambientes Virtuais: Compartilhando ideias e construindo cenários**. 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2010. 331 p. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/aprendizagem-ambientes-virtuais/article/viewFile/393/323>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

VIDAL, Eloísa Maia; MAIA, José Everardo Bessa. **Educação a Distância: rompendo fronteiras**. In: VIDAL, Eloísa Maia; MAIA, José Everardo Bessa. **Introdução à Educação a Distância**. Rio Grande do Norte: RDS Editora, 2010. p. 13. Disponível em: <<http://www.iesp-rn.com.br/ftp/iesp/ DisciplinasPROISEP/Módulo4/EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA/Texto3-INTRODUCAO A EDUCACAO A DISTANCIA. pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

WOOLDRIDGE, Michael. **Intelligent Agents**. In WEISS, Gerhard (Ed.) **Multiagent Systems - A Modern Approach**. [S.1]: MIT Press, 1999. Cap. 1.

WOOLDRIDGE, Michael; JENNINGS, Nicholas. **Intelligent agents: theory and practice**. The Knowledge Engineering Review, UK, v. 10, n. 3, p.115-152, fev. 1995. Disponível em: <<http://www.cs.ox.ac.uk/people/michael.wooldridge/pubs/ker95.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

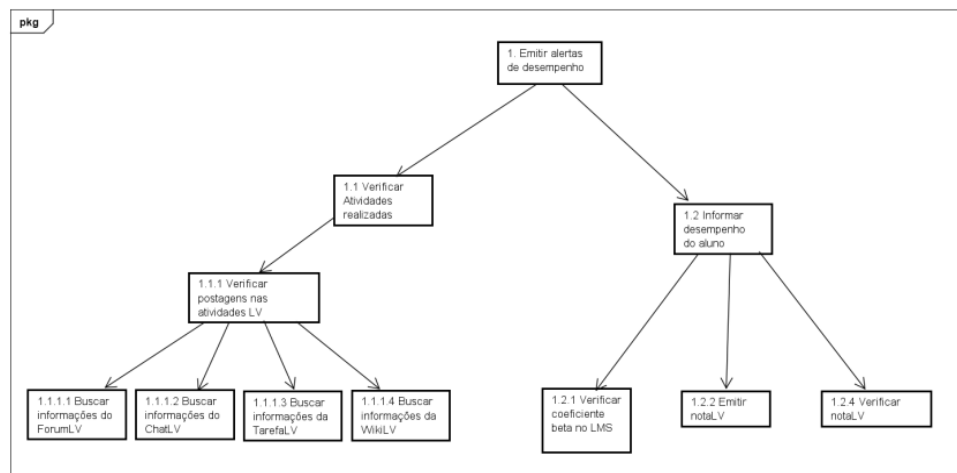
ANEXO A – DIAGRAMAS ESPECIFICANDO O SISTEMA ALERT-LV

Na primeira fase, a de análise, encontram-se as seguintes etapas: Etapas de Captura de Objetivos, onde são levantadas as principais especificações do sistema a fim de traçar um panorama inicial contendo os objetivos do sistema, mapeado por um diagrama relacional e hierárquico.

Para tanto é necessário inicialmente identificar qual o objetivo do Sistema, assim o modelo hierárquico (FIGURA 1) norteará na criação e na execução dos novos objetivos (menores) que ajudarão a alcançar o objetivo principal.

1. Objetivo principal: Emitir alertas de desempenho do aluno com base no sistema de Avaliação LV.
 - 1.1 Verificar atividades realizadas pelo aluno
 - 1.1.1.1 Verificar Fórum-LV
 - 1.1.1.1.1 Buscar informações de participação no fórum
 - 1.1.1.2 Verificar *Chat*-LV
 - 1.1.1.2.1 Buscar informações de participação no *Chat*-LV
 - 1.1.1.3 Verificar *Wiki*-LV
 - 1.1.1.3.1 Buscar informações de participação na *Wiki*-LV
 - 1.1.1.4 Verificar Tarefa LV
 - 1.1.1.4.1 Buscar informações de participação na Tarefa LV
 - 1.2 Informar o desempenho do aluno
 - 1.2.1 Verificar Fator β no *Moodle*
 - 1.2.2 Emitir nota LV
 - 1.2.3 Verificar nota LV

Figura 1 - Modelo hierárquico dos objetivos do Alert-LV

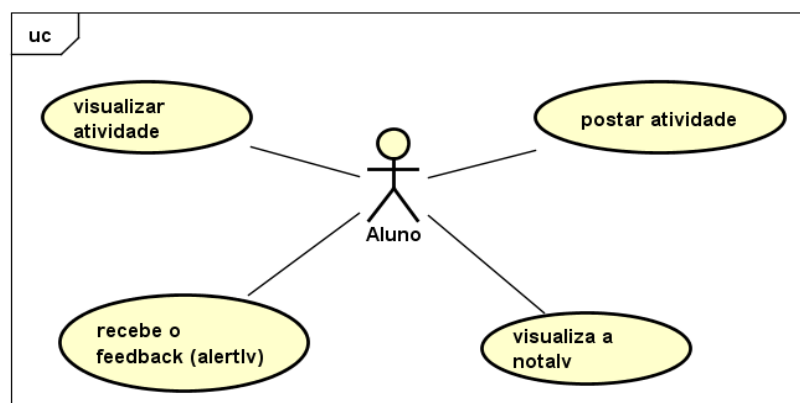


Fonte: Próprio Autor

Casos de usos: Possibilita elencar os objetivos, definir papéis e funções de cada agente atuante no projeto. São descrições narrativas de cada evento, ou melhor, exemplos de como se acredita que o agente se comportará. Contribuindo para facilitar a compreensão das etapas de atuação de cada agente no sistema.

A Figura 2 apresenta o comportamento do atuante –Aluno- mostrando quais suas atividades a realizar no AVA. Foram mapeadas 4 atitudes principais que o aluno realiza:

Figura 2 - Cenário padrão para o aluno.



Fonte: Próprio Autor

A primeira atitude será Visualizar as Atividades postadas pelo Professor/Tutor.

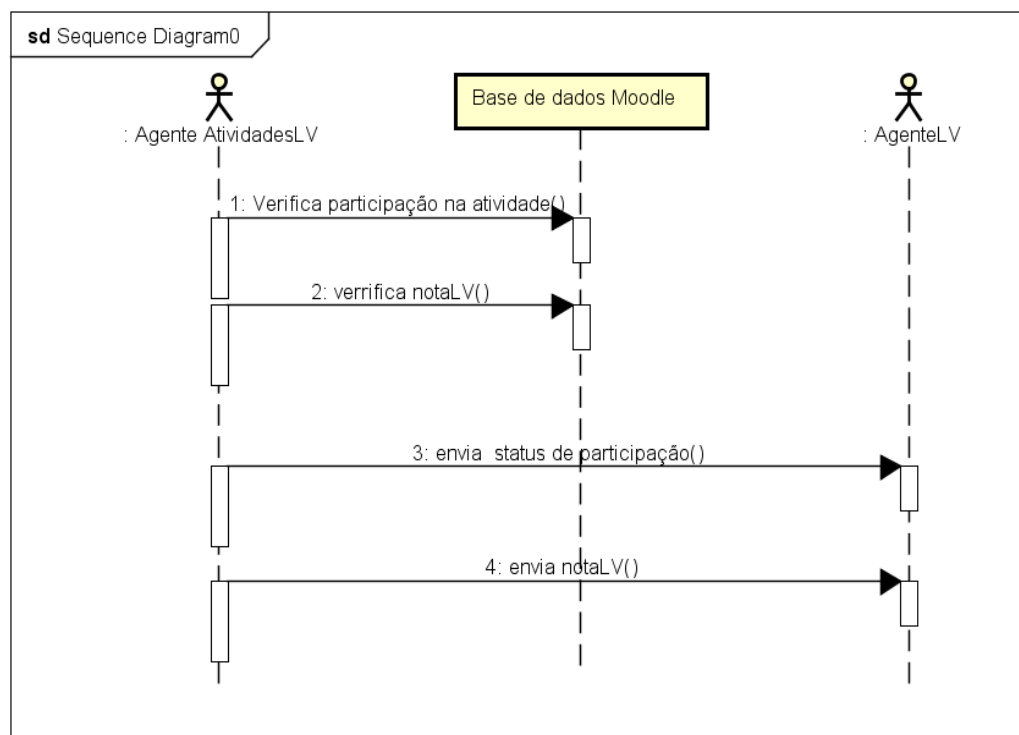
A segunda atitude será postar ou enviar a atividade, aqui o aluno verificará o que foi posto, responderá a atividade de acordo com o que se pede (seja postagens nos FórunsLV, nos ChatsLV nas WikisLV ou no envio da TarefaLV)

A terceira atitude é a de receber/visualizar NotaLV ao responder as atividades o Professor/Tutor emitirá uma notaLV. Juntamente com a notaLV vem a quarta atitude, que

seria receber junto com a notaLV um *feedback* do desempenho individual e do grupo, além do andamento do curso. Aqui o aluno receberá o Alert-LV, uma mensagem em formato de *pop-ups* contendo a mensagem de alerta, a situação acadêmica do aluno, a nota que ele recebeu, a carinha LV e o Fator β , no qual o aluno identificará sua métrica pedagógica, bem como o nível de sua turma.

O diagrama de sequência (FIGURA 3) possibilita melhor identificar a atuação desses agentes em um caso de uso específico, nesse exemplo o caso e uso inicia na realização da consulta do Agente Alert-LV obter dados sobre a participação dos alunos na atividade. Assim, tem-se a comunicação dos agentes Atividades-LV se comunicando com a base de dados do Moodle e em seguida emitindo o *status* do aluno ao agente Alert-LV. Os agentes Atividades-LV fazem de início uma verificação na base de dados do Moodle, referente à participação do aluno na atividade, em seguida, emite ao AgentLV o status de participação. Em um outro processo o agente Atividades-LV verifica a notaLV postada pelo Professor/Tutor. Então, pega essa nota e envia para o AgentLV.

Figura 3 - Diagrama de sequência das interações entre agentes.



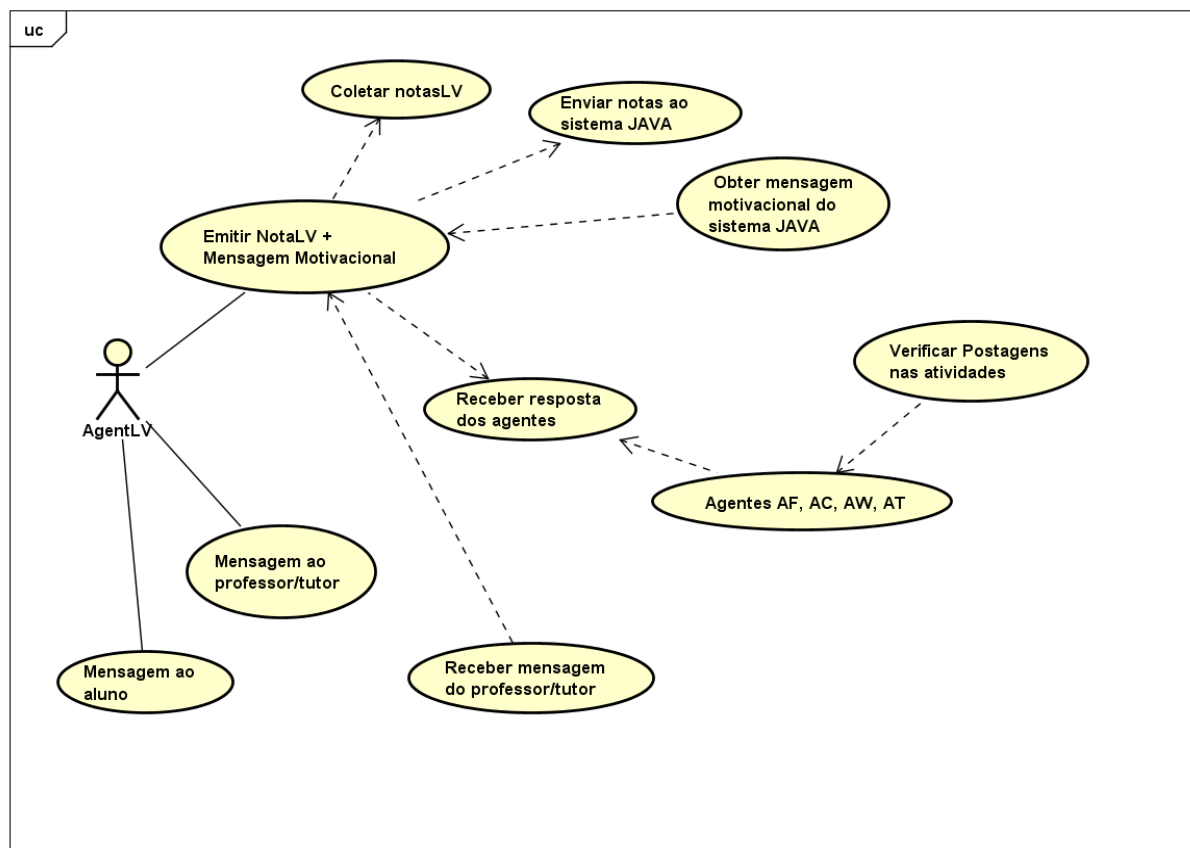
Fonte: Próprio Autor

Agente Alert-LV

Nos eventos a serem realizados pelo Alert-LV foram identificadas três ações iniciais (FIGURA 4):

No primeiro evento realizado pelo Alert-LV será emitir a Nota-LV com a mensagem motivacional, para tanto, nesta etapa, o agente irá receber e analisar a mensagem do Professor/Tutor, e a mensagem motivacional pré-configurada no sistema JAVA e assim gera a mensagem completa e contextualizada. A segunda ação será enviar a mensagem de alerta contextualizada ao Professor/Tutor. A terceira ação (evento) seria emitir o Alert-LV ao aluno.

Figura 4 -Sequência de eventos do AgenteAlert-LV



powered by Astah

Fonte: Próprio Autor

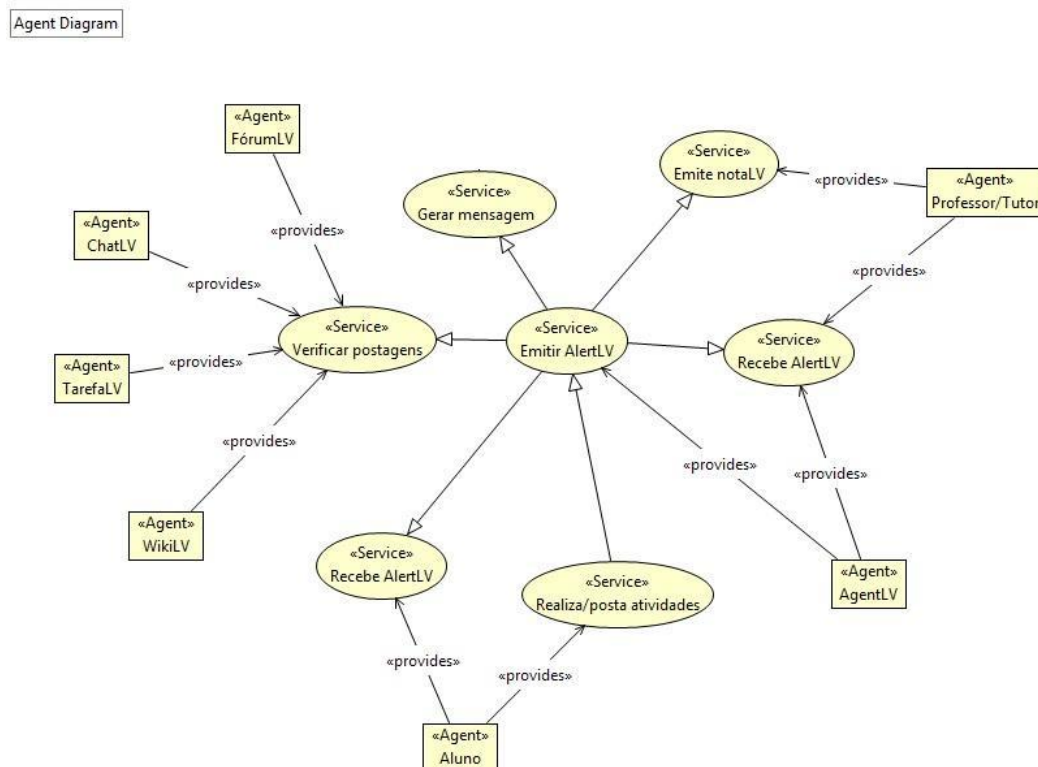
Ainda segundo a Figura 4, após essa etapa as funções iniciais do AgentLV, parte-se para os próximos eventos. Primeiramente haverá a coleta das NotasLV; o segundo evento, envia as notas tanto para o sistema *Moodle*, como também para o sistema JAVA. Essa etapa é necessária para se obter a mensagem de retorno contextualizada com a nota;

A terceira ação, vai justamente solicitar para o AgenteAtividades-LV, a nota ou o acompanhamento do aluno no sistema. Resumindo, essa ação serve para receber as respostas do AgenteAtividades-LV.

No quarto evento, esse AgenteAtividades-LV, verifica nas atividades ou melhor nas postagens das atividades armazenadas no sistema, e realiza um posterior retorno para o agente solicitante. Ao possuir esses dados o Agente encaminha para o evento número 1 (Emitir NotaLV com o texto motivacional). Por fim, o AgentLV recebe as informações do evento 1 que para estar “completo” precisa receber do evento 9 (a mensagem do Professor/Tutor) já armazenada no sistema.

No diagrama de hierarquia de papéis (FIGURA5), os papéis ou melhor agentes, são definidos por retângulos, ou seja, como exemplo, função seria o Fórum-LV. Isso significa que a função fará buscas e verificações nessa ferramenta dentro do ambiente *Moodle*. As funções são identificadas por elipses, e os protocolos de interação entre essas funções, são representados por setas.

Figura 5 - Diagrama de hierarquia de papéis do Alert-LV



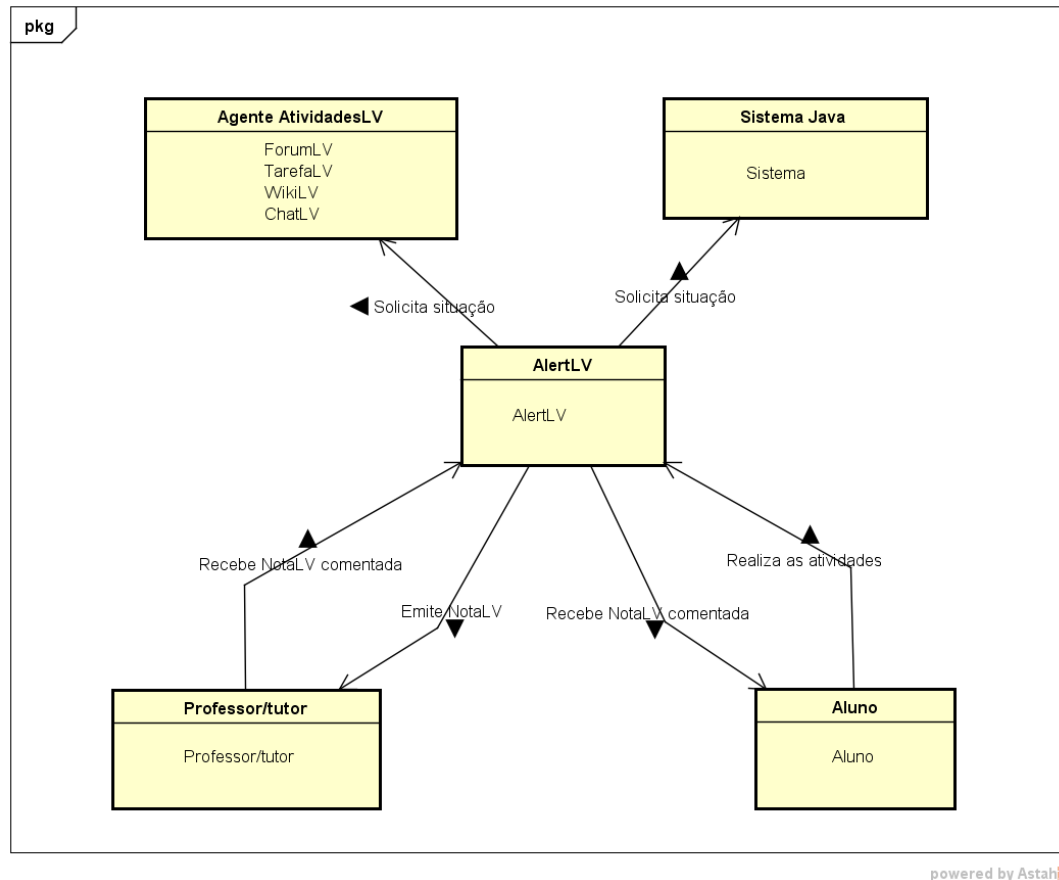
Fonte: Próprio Autor

Criação das Classes de Agentes.

O Diagrama de classes dos Agentes (FIGURA 6) mostra a interação e o diálogo entre os agentes. Esse diagrama descreve as classes e o conjunto de papéis que cada classe irá realizar. Como exemplo, no retângulo do Diagrama contendo a classe Agente Atividades-LV,

os papéis que ele precisa exercer seria o de obter informações do ForumLV, *Chat-LV*, *Wiki-LV*, e *TarefasLV* Durante esta fase, as classes de agentes consistem em dois componentes: papéis e conversações.

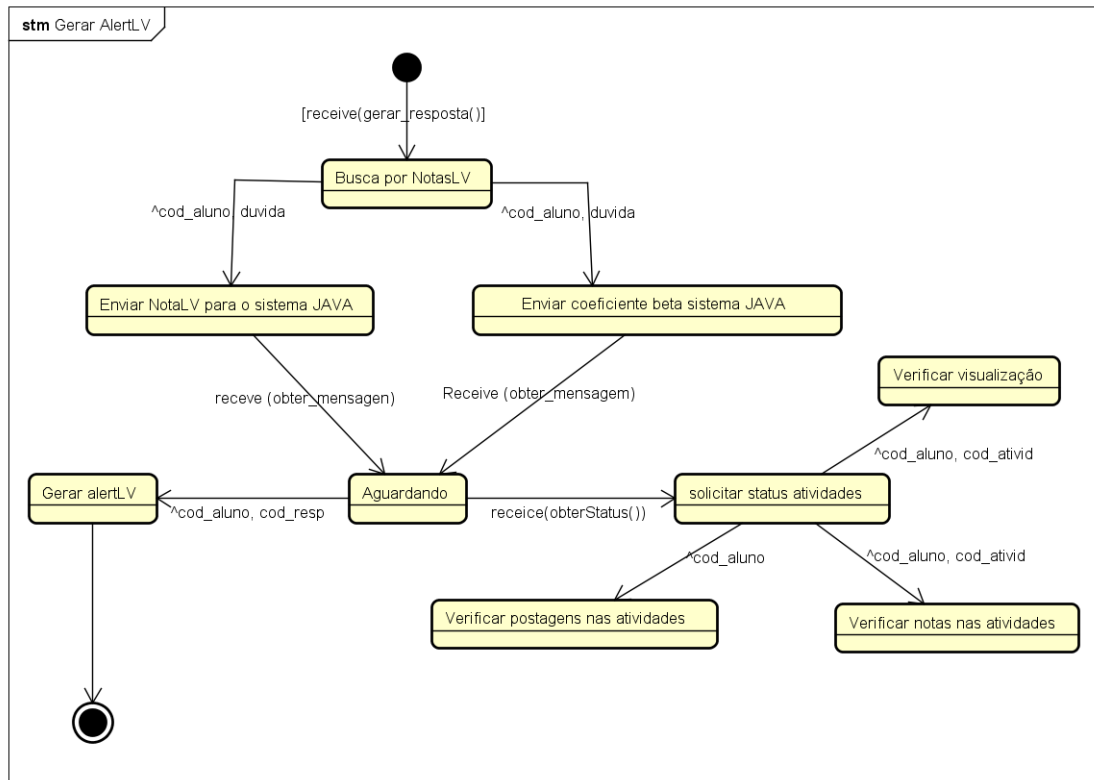
Figura 6 - Classificação dos Agentes



Fonte: Próprio Autor

A outra etapa da metodologia MaSE envolve a construção da conversação entre os agentes. Nela são definidos os protocolos de coordenação da comunicação dos agentes. Para tanto foi desenvolvido o diagrama de tarefas simultâneas que é apresentado na forma de um autômato finito constituído de estados e transições (FIGURA 7).

Figura 7 - Diagrama de Conversação



Fonte: Próprio Autor

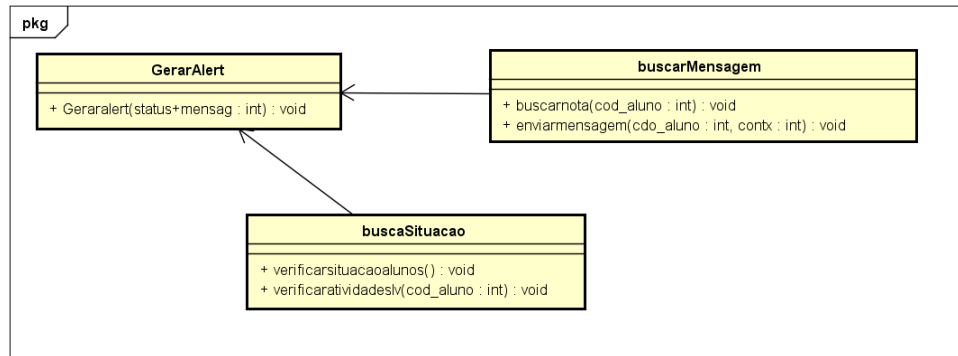
Eles mostram a transformação dos agentes e de transições que permitem a comunicação entre agentes e tarefas. Como é possível perceber, o diagrama é composto por um par de estados finitos, demonstrando o início e o término do diálogo.

Agrupando as classes de Agentes

Na fase de agrupamento das classes é definida a arquitetura interna de cada agente. A arquitetura do AgenteTutor é composta por três componentes: GerarAlert, Buscar Mensagem, BuscaSituação (FIGURA 8).

O componente GerarAlerts utiliza os métodos GerarAlerts, que busca o status, a situação atual do aluno, juntamente com a mensagem. O componente BuscaMensagem, utiliza os métodos BuscaNota, que realiza a coleta no código do aluno, e enviar mensagens que também utiliza o código do aluno para emitir a respectiva mensagem. Já o componente BuscaSituação utiliza os métodos Verificarsituacaoalunos, e Verificaratividades.

Figura 8 - Arquitetura do AgenteLV



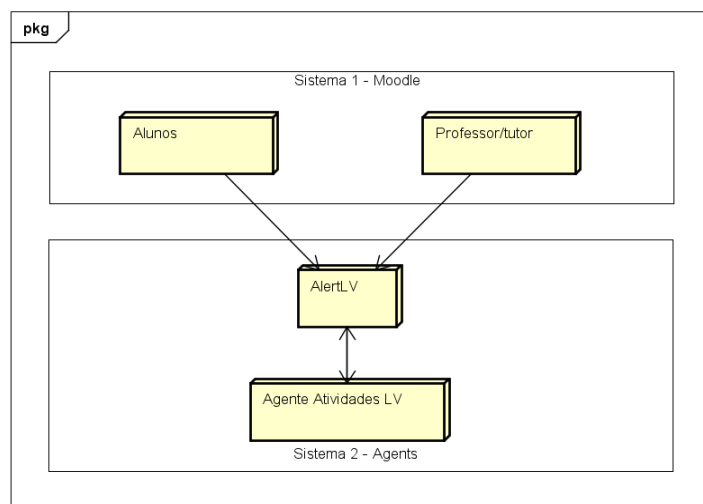
powered by Astah

Fonte: Próprio Autor

Projetando o Sistema

A fase final da metodologia MaSE, é denominada de Projeto do Sistema (FIGURA 9). Nesta fase utiliza-se do Diagrama de Desenvolvimento, que organiza as classes dos agentes e instancia-as como agentes reais (agentes concretos, com toda a sua funcionalidade especificada).

Figura 9 - Projeto do Sistema



powered by Astah

Fonte: Próprio Autor

As caixas representam os agentes do sistema, e as linhas representam as conexões, os diálogos entre esses agentes. E as plataformas de atuação, ou seja, os sistemas computacionais são representados pelos retângulos. Esta fase é a fase mais simples da metodologia MaSE, a maioria do trabalho foi feito nas etapas anteriores. A *ideia* de instanciar os agentes das classes dos agentes.

ANEXO B – TABELAS DAS ETAPAS DE ANÁLISES DE DESEMPENHO

Primeira Etapa da Análise				
	Desempenho/Média Notas	Presença/Nº de Acessos	Participação/Interação	Fator β
Aluno 1		-	-	-
Aluno 2	7,3	8	4	1,40
Aluno 3	7,5	8	4	1,83
Aluno 4	6,0	6	5	1,07
Aluno 5	-	-	-	-
Aluno 6	5,0	4	2	0,90
Aluno 7	7,5	8	5	1,12
Aluno 8	-	-	-	-
Aluno 9	7,5	6	4	1,33
Aluno 10	7,5	6	3	1,54
Aluno 11	-	-	-	-
Aluno 12	-	-	-	-
Aluno 13	-	-	-	-
Aluno 14	-	-	-	-
Aluno 15	6,5	7	5	1,10

Segunda Etapa da Análise				
	Desempenho/Média Notas	Presença/Nº de Acessos	Participação/ Interação	Fator β
Aluno 1	-	-	-	-
Aluno 2	8,5	8	4	1,90
Aluno 3	7,5	8	4	1,50
Aluno 4	7,0	9	6	1,47
Aluno 5	-	-	-	-
Aluno 6	6,0	7	3	1,00
Aluno 7	8,0	7	4	1,65
Aluno 8	-	-	-	-
Aluno 9	7,5	8	5	1,45
Aluno 10	8,0	8	3	1,84
Aluno 11	6,0	9	2	1,05
Aluno 12	-	-	-	-
Aluno 13	-	-	-	-
Aluno 14	-	-	-	-
Aluno 15	7,0	4	5	1,30

Terceira Etapa da Análise				
	Desempenho/Média Notas	Presença/Nº de Acessos	Participação/ Interação	Fator β
Aluno 1	6,0	3	1	2,05
Aluno 2	9,0	8	4	3,84
Aluno 3	7,0	7	4	3,5
Aluno 4	8,0	9	6	3,49
Aluno 5	-	-	-	0
Aluno 6	6,0	6	3	1,64
Aluno 7	8,5	7	4	3,59
Aluno 8	6,5	6	3	2,75
Aluno 9	9,5	11	5	3,8
Aluno 10	9,0	10	3	3,61
Aluno 11	7,5	9	5	3,85
Aluno 12	6,0	4	2	1,8
Aluno 13	-	-	-	-
Aluno 14	-	-	-	-
Aluno 15	8,0	4	5	2,51

Quarta Etapa da Análise				
	Desempenho/Média Notas	Presença/Nº de Acessos	Participação/ Interação	Fator β
Aluno 1	7,0	6	5	2,85
Aluno 2	9,0	9	8	3,84
Aluno 3	10,0	9	8	4,35
Aluno 4	9,5	9	10	4,25
Aluno 5	0,0	0	0	0
Aluno 6	8,0	6	4	4
Aluno 7	9,0	9	10	4,7
Aluno 8	7,0	9	4	3,25
Aluno 9	10,0	11	8	4,5
Aluno 10	10,0	12	8	4,4
Aluno 11	8,5	9	8	4,25
Aluno 12	8,5	8	3	3,6
Aluno 13	7,0	3	2	1,37
Aluno 14	7,0	3	2	1,37
Aluno 15	9,6	11	10	3,81

Comparativo de desempenho professor e Alert-LV				
	Primeira Etapa	Segunda Etapa	Terceira Etapa	Quarta Etapa
Professor	75	80	46	64
Alert-LV	-	-	154	225