

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**U-SEA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM  
UBÍQUO UTILIZANDO *CLOUD COMPUTING***

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Sandra Dutra Piovesan**

**Santa Maria - RS, Brasil, 2011**

**U-SEA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM UBÍQUO  
UTILIZANDO *CLOUD COMPUTING***

por

**Sandra Dutra Piovesan**

**Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Informática, Área de Concentração em Computação Aplicada, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roseclea Duarte Medina**

**Santa Maria - RS, Brasil**

**2011**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Informática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a dissertação de Mestrado:

**U-SEA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM UBÍQUO UTILIZANDO  
*CLOUD COMPUTING***

elaborado por  
**Sandra Dutra Piovesan**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência da Computação

**Comissão Examinadora:**

---

**Roseclea Duarte Medina, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
**(Presidente / Orientadora)**

---

**Liliana Maria Passerino, Dr<sup>a</sup>. (UFRGS)**  
**(Examinadora)**

---

**Giliane Bernardi, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
**(Examinadora)**

**Santa Maria, 05 de Dezembro de 2011.**

## DEDICATÓRIA

Quando pensei para quem dedicar meu trabalho,  
veio em mente o que significa dedicação.

Dedico hoje, essa nova etapa de minha vida,  
ao próprio significado das palavras dedicação, doação e educação.

A minha mãe, *Maria Neuza Bucco Dutra*,  
primeira professora, educadora e incentivadora.

A qual, ao partir, deixou além da imensa saudade,  
o legado da alfabetizadora, que acompanhava os alunos por toda vida.

Por onde passo, ainda hoje,  
recebo os elogios e as lembranças de todos que conviveram  
com seu trabalho e receberam seu amor!

Obrigada mãe, pela total dedicação a minha vida!

## AGRADECIMENTOS

Ao término desta etapa, olho para trás e percebo a grande quantidade de pessoas que me auxiliaram na realização deste Sonho. Assim, deixo aqui meu muito obrigado.

Primeiramente, à Deus que tem ajudado-me sempre durante esta longa caminhada, dando-me força, coragem e ajudando-me a lutar em meio as dificuldades encontradas no dia-a-dia.

À minha mãe, *Maria Neuza Bucco Dutra* (in memoria) dedico todas as minhas conquistas, por todo o amor que ela sempre demonstrou.

Agradeço em especial a minha orientadora a Professora Dra. *Roceclea Duarte Medina* por todo seu acompanhamento, dedicação, compreensão e ensinamentos, que me proporcionou ao longo desta caminhada.

Aprendi muitas coisas com ela,  
sei que não a tenho apenas como Professora,  
mas como uma grande amiga para a vida inteira.

Aos meus colegas do mestrado, especialmente o *Érico Marcello Hoff do Amaral*, pelas correções de artigos e toda ajuda que sempre me dedicou.

A todos os meus professores, aos funcionários da UFSM, que sempre estiveram dispostos e prestativos a me auxiliar.

## RESUMO

**Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Universidade Federal de Santa Maria**

### **U-SEA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM UBÍQUO UTILIZANDO *CLOUD* *COMPUTING***

**AUTORA: Sandra Dutra Piovesan  
ORIENTADORA: Dr<sup>a</sup> Roseclea Duarte Medina  
Data e local da defesa: Santa Maria, 05 de dezembro de 2011.**

A difusão do uso dos ambientes virtuais de aprendizagem apresenta um grande potencial para desenvolvimento de aplicações que atendam necessidades na área da educação. Tendo em vista a importância de uma aplicação mais dinâmica e que consiga se adaptar continuamente as necessidades dos estudantes, foi proposto e desenvolvido o U-SEA (Sistema de Ensino Adaptado Ubíquo). Esse sistema foi construído com base no ambiente virtual de aprendizagem *Moodle* e no Módulo *Mle-Moodle*, disponibilizado em uma infraestrutura de *Cloud Computing* e tem como principal finalidade a adaptação ao contexto computacional do aluno, vislumbrando características técnicas como a adequação do ambiente a velocidade de conexão do usuário. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade de se trabalhar com sistemas sensíveis ao contexto, trazendo melhorias no acesso dos estudantes aos materiais e ferramentas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambientes Virtuais de Aprendizagem Ubíquo, *U-Learning*, U-SEA, Ambientes Adaptados, *Cloud Computing*.

## **ABSTRACT**

**Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Universidade Federal de Santa Maria**

### **U-SEA: A UBIQUITOUS LEARNING ENVIRONMENT USING CLOUD COMPUTING**

**AUTORA: Sandra Dutra Piovesan  
ORIENTADORA: Dr<sup>a</sup> Roseclea Duarte Medina  
Data e local da defesa: Santa Maria, 11 de março de 2011.**

The diffusion of the learning virtual environments use shows a great potential to the applications development that meet the needs in the education area. In view of the importance of a more dynamic application and one that can adapt itself to the needs of the students, it was proposed and developed the U-SEA (oblique adapted teaching system). This system was built based on the learning virtual environment Moodle and on the module Mle-Moodle, available in an infrastructure of Cloud-Computing and has as a main finality the adaptation to the student's computing context, envisioning technical characteristics as the adequacy of the environment to the user's speed connection. The results gotten showed the feasibility of working with systems that are sensitive to the context, bringing improvements to the students' access to the materials and tools.

**KEYWORDS:** Virtual environments of oblique learning, U-Learning, U-SEA, adapted environments, Cloud Computing.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Papéis da Computação nas Nuvens .....	23
FIGURA 2 – Arquitetura do <i>Eucalyptus</i> .....	27
FIGURA 3 – Tela SEDECA .....	40
FIGURA 4 – Infraestrutura disponibilizada para o U-SEA .....	49
FIGURA 5 – Arquitetura do <i>Moodle</i> U-SEA .....	50
FIGURA 6 – Diagrama de Caso de Uso .....	53
FIGURA 7 – Diagrama de Caso de Uso do Agente .....	54
FIGURA 8 – Infraestrutura do <i>Framework</i> U-SEA .....	56
FIGURA 9 – Número de instâncias disponíveis na nuvem .....	56
FIGURA 10 - Moodle U-SEA no navegador <i>Mozilla Firefox</i> com o <i>plugin Firebug</i> .....	61
FIGURA 11 - Gráfico <i>Moodle</i> U-SEA e RJNET.....	63
FIGURA 12 – <i>Moodle</i> U-SEA .....	64
FIGURA 13 - <i>Moodle</i> U-SEA com Materiais Adaptados .....	65
FIGURA 14 - Gráfico da Variação de Velocidade .....	66
FIGURA 15 - Gráfico mostrando a quantidade de alunos que acessaram materiais adaptados.....	67
FIGURA 16 - <i>Nokia 5233</i> .....	68
FIGURA 17 – <i>Motorola Q11</i> .....	69
FIGURA 18 - Tela do <i>Moodle</i> U-SEA com conexão 3G da Operadora Vivo em cidade com cobertura .....	71
FIGURA 19 - Tela do <i>Moodle</i> U-SEA com conexão 3G da Operadora Vivo em cidade sem cobertura .....	71
FIGURA 20 - Variação de velocidade entre cidades com e sem cobertura 3G .....	72
FIGURA 21 - <i>Moodle</i> U-SEA acessado com conexão 3G utilizando um modem da operadora Vivo .....	73
FIGURA 22 - <i>Moodle</i> U-SEA acessado com Banda Larga da operadora OI. ....	74

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados *Moodle* U-SEA e RJNET ..... 62

## LISTA DE ABREVIATURAS DE SIGLAS

API: *Application Programming Interface*

AVA: Ambiente de Aprendizagem Virtual

AWS: *Amazon Web Service*

CC: *Cluster Controller*

CL: *Cloud Controller*

CMMCUL: *Mindtool colaborativo para u-learning*

CPU: Unidade Central de Processamento

CULE: *Context-Aware Ubiquitous Learning Environment for Peer-to-Peer Collaborative Learning*

EAD: Educação à Distância

EC2: *Amazon Elastic Compute Cloud*

EPH: *e-Prahova*

HTTP: *HyperText Transfer Protocol*

IaaS: *Infrastructure as a Service*

IP: *Internet Protocol*

Kbps: *Kilobytes por segundo*

Kb: *kilobyte*

KVM: *KerneK-based Virtual machine*

LAN: *Local Area Network*

LIP: *Learning in Process*

MEC: Ministério da Educação e Cultura

NC: *Node Controller*

PaaS: *Plataform as a Service*

PDAs: *Personal Digital Assistants*

PHP: *Hypertext Preprocessor*

PLE: *Personal Learning Environment*

REST: *Representational State Transfer*

RFID: *Radio Frequency Identification*

SaaS: *Software as a Service*

SC: *Storage Controller*

SDB: *Amazon SimpleDB*

SOAP: *Simple Object Access Protocol*

SGBD: Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SQL: *Structured Query Language*

SQS: *Amazon Simple Queue*

S3: *Amazon Simple Storage Service*

TI: Tecnologia da Informação

UML: *Unified Modeling Language*

URL: *Uniform Resource Locator*

U-SEA: Sistema De Ensino Adaptado Ubíquo

VM: Máquina Virtual

W: *Walrus*

Web: *World Wide Web*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 Motivação .....	16
1.2 Objetivos e Contribuições .....	17
1.3 Justificativa .....	18
1.4 Organização do Texto .....	19
<b>2 CLOUD COMPUTING</b> .....	20
2.1 Amazon Web Service .....	23
2.2 Google App Engine .....	24
2.3 OpenNebula .....	25
2.4 Nimbus .....	26
2.5 Eucalyptus .....	26
<b>3. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM</b> .....	30
3.1 Ambientes Virtuais de Aprendizagem Móvel .....	31
3.2 Ambientes Sensíveis ao Contexto .....	34
3.3 Ambientes <i>U-Learning</i> .....	36
3.4 Trabalhos Correlatos .....	39
<b>4 METODOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DO AVA MOODLE U-SEA</b> .....	46
<b>5 U-SEA – DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE ADAPTADO</b> .....	49
5.1 Modelagem do U-SEA .....	50
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	60
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	76
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	78

# 1 INTRODUÇÃO

O uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) no meio acadêmico tem se tornando mais comum, tanto nos cursos à distância quanto nos presenciais. A utilização desses ambientes como apoio e auxílio nos processos de ensino e aprendizagem torna os AVAs um importante recurso pedagógico (RIBAS, 2009). Diante disso, tornar o ambiente adequado ao estudante, considerando suas características individuais é hoje uma necessidade. Neste campo está inserido o *ubiquitous learning (U-Learning)*, que possibilita o acesso aos recursos educacionais com total mobilidade e adaptação do sistema ao contexto computacional dos estudantes. Diante deste cenário, Ambientes Virtuais de Aprendizagem como o AulaNet (AulaNet, 2010), Teleduc (Teleduc, 2009) e Moodle (Moodle, 2010), estão em constante processo de desenvolvimento e adaptação. Neste contexto, este trabalho busca propor uma nova aplicação para estes ambientes onde os estudantes, além de terem as facilidades de mobilidade e adaptação de dispositivo através do *Mle-Moodle*, terão um ambiente que se ajustará ao seu contexto computacional, tornando os materiais adequados as diferentes velocidades de conexão, disponibilizados em uma infraestrutura de Nuvem Computacional que garante disponibilidade e acesso através de diferentes dispositivos.

Atualmente existem diferentes formas de acesso à *Internet*, entre as mais usadas estão a banda larga e a 3G, disponibilizadas com uma variação muito grande de velocidade. Segundo as pesquisas realizadas, o cliente pode optar entre uma velocidade de 150 kbps e 15 mega para acesso via banda larga. Já para acesso 3G, o cliente depende da sua localização, sendo que algumas cidades ainda não possuem disponibilidade do serviço. O Usuário também pode optar por acessar via cabo, estando disponível uma velocidade de até 20 mega, mas que também não está disponível para todas as cidades, mostrando assim a grande variação do contexto computacional dos usuários de ambientes virtuais de aprendizagem (OI, 2011) (NET, 2011).

A Computação em Nuvem ou *Cloud Computing* surge como uma tecnologia para melhorar e tornar mais eficiente o uso dos recursos computacionais, através de características como disponibilidade, elasticidade e adaptabilidade de serviços, onde o usuário poderá acessar remotamente seus programas e ter a sua disposição uma maior capacidade de armazenamento e processamento, sem a necessidade de possuir equipamentos mais caros, pois seus dados ficarão disponíveis na nuvem. Neste modelo de computação, os recursos de

tecnologia são alocados de uma forma escalável, desta forma estes serviços são oferecidos a clientes externos através de tecnologias via *Internet* (CEARLEY, 2010).

Segundo David Cearley, os clientes não precisam saber como funciona, eles simplesmente poderão utilizar os serviços oferecidos. Assim, *Cloud Computing* é um modelo no qual a computação (processamento, armazenamento e *softwares*) está em algum lugar da rede e é acessada de forma remota (CEARLEY, 2010).

O estudo da *Visual Networking Index*, realizado pela Cisco para prever o nível de desenvolvimento e utilização da conexão IP em todo o mundo, mostra que em cinco anos, o tráfego de Internet na América Latina experimentará um crescimento de 61%, contra 46% estimados para o avanço global, sendo que a estimativa da Cisco é que o volume dobre a cada dois anos, provocando um aumento na demanda anual de banda larga sobre as redes mundiais de IP (MONTE, 2008).

Dados de 2009 da pesquisa anual feita pelo Cetic.br sobre a Internet no Brasil mostram que 32% da população, ou 63 milhões de pessoas, têm acesso à rede em casa, no trabalho ou em *lanhouses* de onde, estima-se, cerca de 30 milhões de pessoas utilizam Internet no Brasil. Além disso, a distribuição desigual da velocidade da Internet, é também um problema. Hoje, mesmo com o crescimento expressivo de acesso à rede, apenas 3,1% da população com Internet possui rede de banda larga de alta capacidade (mais de 8 Mb/s), de acordo com dados IBOPE/Net Ratings, de abril. Utilizam conexões de baixa velocidade (até 512 kb/s) 41,8% dos acessos à Internet, e 43,8% dos usuários têm velocidade de rede que varia de 512 kb/s a 2 Mb/s. O restante, 10,3% dos usuários da rede, têm uma conexão de 2 a 8 Mb/s (CGI, 2011).

O problema do aumento do tamanho, da complexidade, e do número de usuários da *Internet*, bem como a diversidade tecnológica que os mesmos se utilizam para acessar a rede, traz a necessidade de tratar cada usuário de maneira individual e especializada, identificando o perfil e desenvolvendo aplicações em ambientes virtuais capazes de se adaptar.

Sob esta perspectiva, vários trabalhos foram desenvolvidos no sentido de adaptar os AVAs existentes para o contexto dos usuários, como é o caso do *Mle-Moodle*, do AulaNetM (AULANET, 2010), do *AdaptWeb* (PERNAS, et al. 2009), do *Sloodle* (SLOODLE, 2011), do LIP (SCHMIDT, 2005) e do Cule (FILIPPO, 2005). Já o SEDECA (MOZZAQUATRO, 2010) foi desenvolvido para realizar a análise de estilos cognitivos, possibilitando o desenvolvimento de um *framework* para a adaptação do ambiente virtual de aprendizagem móvel *Mle-Moodle* aos diferentes estilos cognitivos dos alunos, demonstrando as vantagens

dos ambientes adaptados para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, nenhum deles apresenta adaptação do conteúdo ao contexto computacional do estudante, considerando a velocidade de conexão dos estudantes que acessam o AVA.

Os AVAs existentes possuem plataformas estáticas, possibilitando apenas a seleção dos conteúdos e das ferramentas que serão utilizadas pelos professores, sem levar em consideração características individuais dos estudantes que farão uso do ambiente.

As tendências para a evolução do AVAs é evoluírem para ferramentas de agregação, que parecem poder ajudar a concretizar o conceito de PLE (*Personal Learning Environment*) (OLIVER E LIBER, 2011). A ideia central dos PLE é de dar ao aluno ou, mais genericamente, ao aprendente, um espaço pessoal onde ele agrega os conteúdos que lhe são úteis, produzidos por outros, mas também os que ele próprio produz, e que assim disponibiliza na medida dos seus interesses. Ou seja, ao invés de usar um espaço desenhado de igual modo para um conjunto de alunos, como acontece nos tradicionais AVAs, ele cria seu próprio espaço, à medida, que mantém sob o seu controle. Esta evolução tem sido referenciada como a passagem de um sistema “*one for all*” para sistemas “*one for me*” e permite destacar a questão controle, podendo o aprendente determinar as suas próprias opções e cruso de ação (HARMELEN, 2006).

A partir das pesquisas realizadas através de um medidor de velocidade integrado ao AVA *Moodle* e ao Módulo *Mle-Moodle* da Escola Cietec (Escola Técnica), notaram-se através do registro de acessos do ambiente para *desktops* e dos acessos no ambiente para dispositivos móveis, as várias formas que os estudantes podem acessar o ambiente, através de dispositivos móveis ou computadores *desktops* e a grande variação de velocidade de conexão, mostrando que o contexto computacional dos alunos é bastante variado. As diferenças no contexto computacional dos estudantes trazem um problema na utilização dos AVAs, pois com velocidades mais baixas de conexão surgem problemas de acesso a arquivos maiores, pois levam muito tempo para serem carregados, transferidos ou abertos e utilizar ferramentas que necessitam de uma maior banda de internet como os *chats*.

A partir destas carências observadas na literatura, através dos trabalhos citados que não tratam do contexto de velocidade de rede, nem são disponibilizados em uma infraestrutura de *Cloud Computing*, assim este trabalho apresenta a adaptação do ambiente *Moodle* e do Módulo *Mle-Moodle* ao contexto computacional do usuário, levando em consideração a velocidade que esses estudantes acessam o AVA.

## 1.1 Motivação

A difusão do uso dos ambientes virtuais de aprendizagem apresenta um grande potencial para desenvolvimento de aplicações que atendam as necessidades na área da educação. A justificativa deste trabalho está na importância e até exigência dos AVAs se tornarem mais dinâmicos e que consigam se adaptar continuamente às necessidades dos estudantes, tendo como principal finalidade a adaptação ao contexto computacional do aluno, vislumbrando características técnicas como a adequação do ambiente a velocidade de conexão do usuário, disponibilizado em uma infraestrutura de *Cloud Computing*.

Segundo Pereira,

“Não somos todos iguais, assim como as áreas de conhecimento também não o são. Desta forma, temos muito a pesquisar para que o processo ensino-aprendizagem seja mediado por plataformas AVAs, adequadas ao seu público-alvo” (PEREIRA, SCHMITT e DIAS, 2007, p.14).

Como um novo paradigma, a Computação Ubíqua surge para integrar recursos computacionais ao ambiente real, colaborando entre si para auxiliar o usuário na realização das tarefas, de forma consciente do contexto e de forma invisível (WEISER, 1996).

O desenvolvimento de tecnologias sensíveis ao contexto, que conseguem identificar variáveis do usuário, que influenciam na utilização dos AVAs, na área de rede de computadores permite a exploração mais adequada dos recursos dos ambientes virtuais de aprendizagem. A criação de um módulo capaz de identificar as variações do contexto computacional e adequar os materiais às diferentes características desses estudantes juntamente com a utilização do Módulo *Mle-Moodle*, que torna o ambiente acessível através de diferentes dispositivos móveis, torna o AVA *Moodle* um *software* com características de *software u-learning*, capaz de se adaptar as características individuais dos estudantes.

Através do *Moodle U-SEA* (Sistema de Ensino Adaptado Ubíquo), os estudantes terão acesso a um AVA dinâmico, que de forma transparente ao usuário disponibiliza materiais e ferramentas adequados ao seu contexto computacional, também com a vantagem de funcionar em uma infraestrutura de *Cloud Computing*, que traz disponibilidade e elasticidade de recursos.

## 1.2 Objetivos e Contribuição

A computação caminha para uma nova modalidade, onde todos os serviços de armazenamento de dados e aplicações estarão disponíveis o tempo todo e em qualquer local onde o usuário tenha acesso a *Internet*. *Cloud Computing* baseia-se na ideia de poder usar variadas ferramentas através da *Internet*, evitando assim a instalação destas nos computadores pessoais, logo o *software* deixa de estar presente nas máquinas locais e passa a estar em servidores localizados remotamente. O acesso a estes recursos poderá ser feito em qualquer lugar e em qualquer plataforma. A ideia de ter tudo instalado e armazenado nos computadores pessoais torna-se diferente num ambiente corporativo, pois é mais fácil o uso de aplicações disponíveis em servidores remotos e que possam ser utilizadas por qualquer terminal com permissão para tal (HAYES, 2008).

O objetivo geral deste trabalho é tornar o AVA *Moodle* um AVA dinâmico que possuirá características de um *software u-learning* através da criação de um módulo capaz de identificar o contexto computacional do estudante quando este entrar no curso. O Módulo identificará a velocidade de conexão do estudante e adaptará os conteúdos e as ferramentas, que juntamente com o Módulo *Mle-Moodle* traz ao ambiente características de disponibilidade, mobilidade e sensibilidade ao contexto. Com este trabalho, o AVA *Moodle* e o Módulo *Mle-Moodle* deixarão de ser estáticos e de servir como simples repósitorio de informações onde os professores depositam seus materias e apenas podem selecionar as ferramentas que utilizarão para se tornar um ambiente que identifica variáveis do usuário que influenciam no modo como os estudantes acessam o ambiente e na sua utilização.

Desta forma, para se chegar ao objetivo geral deste trabalho, seguem alguns objetivos específicos realizados:

- Estudo e análise dos *softwares* sensíveis ao contexto existentes na literatura;
- Estudo sobre ambientes virtuais de aprendizagem, ambientes virtuais de aprendizagem móvel e *U-Learning*;
- Estudo sobre a infra-estrutura de *Cloud Computing* e sobre as ferramentas disponíveis para uso dessa tecnologia;
- Estudo sobre o desenvolvimento de módulos para integração a plataforma *MLE-Moodle*;

- Modelagem e integração do módulo U-SEA ao ambiente virtual de aprendizagem Moodle e ao Módulo MLE-Moodle;
- Validação o ambiente em disciplinas de graduação e pós-graduação, em cursos presenciais e à distância.

### 1.3 Justificativa

Nota-se na atualidade o aumento da utilização de AVAs e AVAs móveis facilitando o desenvolvimento de cursos na modalidade de EAD (Educação à Distância), fazendo-se necessário a disponibilização de ferramentas que tornem as práticas dessa modalidade de ensino realmente eficazes. É extremamente necessário que o material didático esteja adequado ao aluno, de acordo com o seu contexto, os materiais sejam de boa qualidade e toda a estrutura deste ambiente funcione de forma que proporcione um ambiente adequado à estrutura de ensino-aprendizagem, por isso surge à necessidade de cada vez mais os ambientes virtuais serem aprimorados e adaptados aos seus usuários, que por sua vez possuem características bastante individuais.

No trabalho de Franciscato, o ROAD (FRANSCISCATO, 2010) apresenta um repositório de Objetos de Aprendizagem onde o usuário encontra disponíveis somente os objetos adequados para o seu dispositivo móvel e no SEDECA (MOZZAQUATRO, 2010) onde o usuário tem acesso a um AVA de acordo com a análise do seu estilo cognitivo foram encontradas vantagens na utilização de ferramentas sensíveis ao contexto, tornando o processo de ensino e aprendizagem com o uso de tecnologias e ferramentas apropriadas aos seus usuários um potencial para o processo educacional.

A aprendizagem é um processo ativo que é misturado na vida diária. Para ativar e tornar eficaz uma aprendizagem com uso de AVAs é necessário fornecer ferramentas acessíveis em qualquer lugar e a qualquer hora e sensíveis ao contexto. Algumas das oportunidades de aprendizagem ocorrem em um contexto formal, ou seja, nas salas de aula, enquanto outros acontecem em um ambiente informal, que pode ser o acesso pelo dispositivo móvel de qualquer lugar. Portanto, para um ambiente *u-learning* existe a necessidade de

infraestruturas que integrem tanto o apoio formal quanto o informal de aprendizagem (JONG, SPECHT e KOPER, 2008).

A utilização da Computação nas Nuvens traz a vantagem de não ser necessário manter a infraestrutura de *hardware*, possibilitando o aumento das capacidades de armazenamento, memória e processamento em função do aumento do número de estudantes, dispensando a manutenção da equipe de TI para manter, atualizar e reconfigurar o ambiente de acordo com as necessidades.

Na área da educação a utilização da tecnologia de Computação nas Nuvens se justifica pelo fato das informações poderem ser acessadas de qualquer lugar, através da Internet, da elasticidade de recursos disponíveis e do amplo acesso através de computadores pessoais, *smartphones* ou PDAs.

#### **1.4 Organização do Texto**

Para melhor compreensão da pesquisa e dos resultados encontrados, este trabalho está estruturado em 7 capítulos, sendo o primeiro capítulo a contextualização sobre o tema apresentando a introdução com a motivação, os objetivos e contribuição e a estrutura do trabalho.

Os capítulos 2 e 3 apresentam a fundamentação teórica da Dissertação, baseada em pesquisa bibliográfica abordando os seguintes conteúdos: o capítulo 2 apresenta as definições de *Cloud Computing*; o capítulo 3 apresenta alguns AVAs existentes, apresentando o AVA *Moodle* e o Módulo *Mle-Moodle*, apresentando os Ambientes Sensíveis ao Contexto, juntamente com definições sobre *U-learning* e os Trabalhos Correlatos encontrados na literatura. O capítulo 4 apresenta a Metodologia de Desenvolvimento do *Moodle* U-SEA. O capítulo 5 apresenta o Desenvolvimento do *Moodle* U-SEA; O capítulo 6 apresenta os Resultados e Discussões sobre o ambiente desenvolvido; O capítulo 7 apresenta os Trabalhos Futuros e as Considerações Finais.

## 2 *CLOUD COMPUTING*

*Cloud Computing* ou Computação nas Nuvens é uma nova tendência da tecnologia que pretende ser global e prover serviços para as massas que vão desde o usuário final que hospeda documentos pessoais na *Internet* até empresas que terceirizam toda a infraestrutura de TI (Tecnologia da Informação) (BUYAYA et al., 2009). A Computação nas Nuvens se justifica pelo fato dos recursos tanto de *software* quanto de *hardware*, ficarem obsoletos num curto período de tempo, tornando a utilização de plataformas computacionais de terceiros a solução ideal para os problemas de infraestrutura. Para utilizar seus sistemas o usuário não precisa de altos recursos computacionais, seja de *software* ou de *hardware*, diminuindo o custo de aquisição de máquinas (MACHADO E MOREIRA, 2010).

A infraestrutura do ambiente de *Cloud Computing* geralmente é formada por várias máquinas físicas conectadas por meio de uma rede. Cada máquina tem as mesmas configurações de *software*, mas pode variar a capacidade de *hardware* em termos de poder de processamento, armazenamento e memória. Dentro de cada máquina física existe um número variável de máquinas virtuais ou nós em execução, de acordo com a máquina física (SOROR et al., 2010).

De acordo com Machado (2010), a Computação nas Nuvens tem características essenciais que fazem a distinção de outros paradigmas. Abaixo algumas características da Computação nas nuvens:

- *Self-service* sob demanda: o usuário tem a possibilidade de adquirir recursos computacionais. O *hardware* e o *software* dentro da nuvem podem ser configurados e modificados de forma transparente ao usuário, que assim podem personalizar seus ambientes computacionais de acordo com a sua necessidade sem precisar de interação humana;
- Amplo acesso: os recursos são disponibilizados por meio da rede e acessados através de mecanismos que possibilitam o uso por diferentes plataformas, como *smartphones* e PDAs;
- *Pooling* de recursos: os recursos computacionais do provedor são organizados em um pool para servir múltiplos usuários, com diferentes recursos físicos e virtuais, dinamicamente atribuídos e ajustados de acordo com a demanda dos usuários. Estes

usuários não precisam ter conhecimento da localização física dos recursos computacionais, podendo especificar a localização em um nível mais alto de abstração, tais como o país, estado ou centro de dados.

- Elasticidade rápida: recursos podem ser adquiridos de forma rápida e elástica. Caso haja a necessidade, os recursos podem ser adquiridos em qualquer quantidade e em qualquer momento, parecendo ao usuário que esses recursos são ilimitados.
- Serviços medidos: sistemas em nuvem controlam e otimizam o uso de recursos por meio da capacidade de medição. O uso dos recursos pode ser monitorado e controlado, possibilitando transparência para o provedor e o usuário do serviço ilimitado.

Quanto ao modelo de implantação, as nuvens podem ser: (RUSCHEL et al., 2010)

- Privadas: a infraestrutura da nuvem é exclusiva para uma organização, sendo administrada pela própria empresa ou por terceiros;
- Pública: a infraestrutura é disponibilizada para o público em geral, sendo que pode ser acessada por qualquer usuário desde que conheça a localização;
- Comunidade: a nuvem é compartilhada por diversas empresas, partilhando interesses como: missão, requisitos de segurança, política e flexibilidade;
- Híbrida: composição entre duas ou mais tipos de nuvens, ligadas por uma tecnologia padronizada ou proprietária que permite portabilidade de dados e aplicações.

O modelo de *Cloud Computing* possui três modelos de serviço, sendo que estes definem a arquitetura padrão, são eles (SNOWMAN, 2009):

- SaaS (*Software as a Service*): é o *software* como serviço, proporciona sistemas de software com propósitos específicos que estão disponíveis para o usuário através da *Internet*. Os serviços de *software* são acessíveis através de vários dispositivos do usuário como um navegador *web*. No SaaS, o usuário não administra a infraestrutura subjacente, incluindo rede, servidores, sistemas operacionais e armazenamento. Neste modelo o software pode ser utilizado por múltiplos usuários, sejam pessoas ou empresas. O software é desenvolvido por uma empresa que ao invés de vendê-lo ou usá-lo para benefício exclusivo, disponibiliza-o com um custo baixo a uma grande quantidade de usuários (AULBACH, JACOBS e KEMPER, 2009);
- PaaS (*Platform as a Service*): é uma plataforma como serviço, oferece uma infraestrutura de alto nível para implementação e testes de aplicações na nuvem. O usuário também não administra a infraestrutura subjacente como rede, servidor,

sistema operacional ou armazenamento, mas controla as aplicações implantadas e as configurações das aplicações hospedadas nesta infraestrutura (SNOWMAN, 2009). Neste modelo de serviço, são fornecidas todas as facilidades necessárias para suportar o ciclo de construção e entrega de aplicações *web*, sem a necessidade de *downloads* e instalações de aplicativos para desenvolvedores, gerentes de TI e usuários finais (AULBACH, JACOBS e KEMPER, 2009);

- IaaS (*Infrastructure as a Service*): é uma infraestrutura como serviço, é responsável por prover toda a infraestrutura necessária para a SaaS e PaaS. O principal objetivo do IaaS é tornar mais fácil e acessível o fornecimento de recursos tais como servidores, rede, armazenamento e outros recursos de computação fundamentais para construir um ambiente sob demanda, que podem incluir sistemas operacionais e aplicativos. Em geral, o usuário não administra a infraestrutura da nuvem, mas tem controle sobre os sistemas operacionais, armazenamento e aplicativos implantados, e seleciona componentes de rede, tais como *firewall* (SNOWMAN, 2009). Neste modelo, o cliente em vez de comprar servidores de alto desempenho, *softwares* complexos e equipamentos de rede, pode adquirir esses recursos como um serviço totalmente terceirizado. O serviço é taxado de acordo com a utilização computacional utilizada, como os tradicionais serviços de água, luz e telefone (CANCIAN, 2009).

Por tratar-se de um novo paradigma, ainda existem muitas contradições, entretanto a maioria dos pesquisadores considera que essa nova abordagem deve proporcionar economia de escala, uma vez que possibilitará que usuários domésticos, a partir de um computador com capacidades reduzidas ou até mesmo um televisor de alta definição, possa utilizar serviços especializados, oferecidos por companhias. (MILLER, 2008)

Para Marinos (2009), os papéis são importantes para definir responsabilidades, acesso e perfil para os diferentes usuários que fazem parte em uma solução de computação em nuvem. A Figura 1 apresenta um modelo de classificação dos atores e os papéis que desempenham (MARINOS e BRISCOE, 2009).

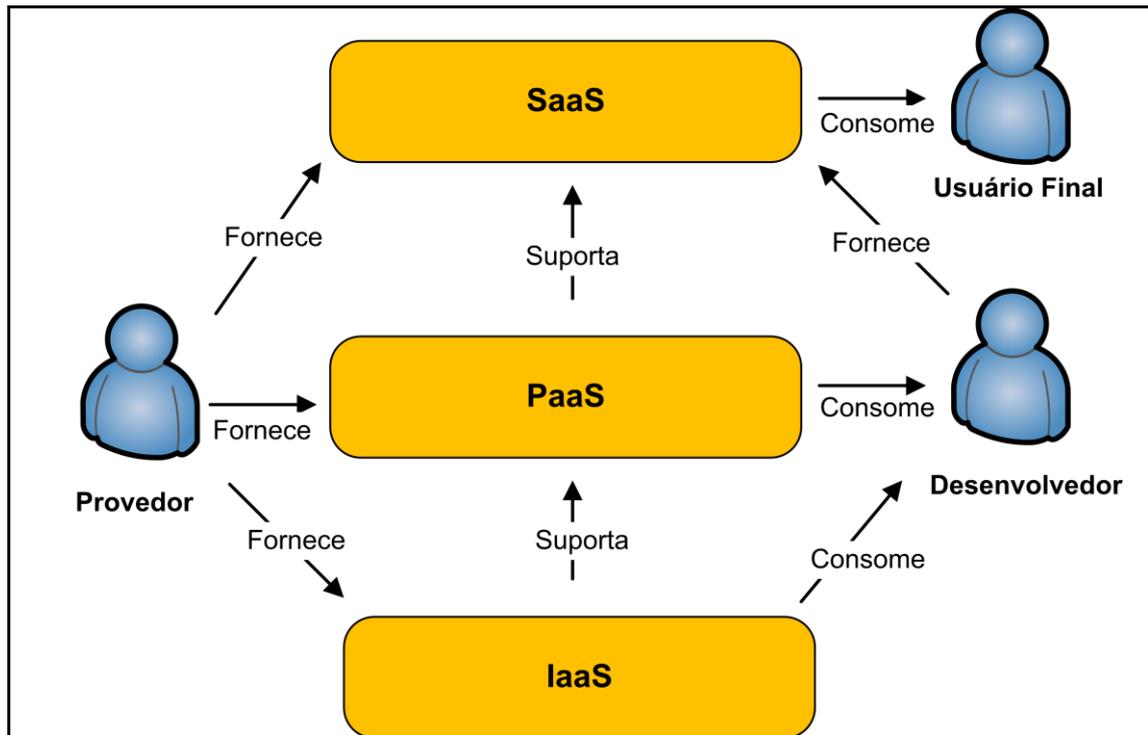


Figura 1: Papéis da Computação Nas Nuvens (MACHADO E MOREIRA, 2010)

É possível visualizar na Figura 1 que o Ator Provedor fornece três tipos de modelos de serviços que podem ser: IaaS, PaaS e SaaS. O modelo IaaS suporta o modelo PaaS e também o modelo SaaS. Já o modelo de serviço PaaS suporta somente o modelo SaaS. O Ator Desenvolvedor pode utilizar o modelo IaaS ou PaaS e fornecer o SaaS para o Ator Usuário Final que pode utilizar somente este modelo.

Atualmente existem várias tecnologias que permitem a criação de uma infraestrutura de computação em nuvens, entre elas: *Amazon Web Service*, *Google App Engine*, *OpenNebula*, *Nimbus* e a plataforma *Eucalyptus*, escolhida para este trabalho. A seguir serão comentadas algumas tecnologias para utilização da tecnologia de *Cloud Computing*.

## 2.1 Amazon Web Service (AWS)

O *Amazon AWS* é um ambiente de computação em nuvem com características de escalabilidade, disponibilidade, elasticidade e desempenho. O *Amazon AWS* disponibiliza

uma infraestrutura completa que inclui diversos níveis de processamento, desde tarefas simples até de alto desempenho e possui uma gerência eficaz dos recursos (AMAZON, 2011). O *Amazon Web Services* fornece instâncias de servidor virtual com endereços IP e os blocos de armazenamento por demanda. Os clientes usam a API do provedor para iniciar, parar, acessar e configurar os seus servidores virtuais e armazenamento. Na empresa, a computação em nuvem permite que uma empresa pague apenas a capacidade, tanto quanto for necessário, e trazer mais espaço (banda) quando necessário. Este modelo (pré-pago) é semelhante à forma com que o combustível e água são consumidos, por isso ele também pode ser chamado de *Utility Computing*. Dentre as vantagens do *Amazon AWS* estão:

- Armazenamento: utiliza o *Amazon Simple Storage Service (S3)* para armazenamento de arquivos, documentos, *downloads* do usuário ou *backups*. Tem vantagens de ser escalável. Confiável, altamente disponível e de baixo custo;
- Computação: com o *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)*, a capacidade de computação pode aumentar e diminuir, baseando-se na demanda e na facilidade de fornecimento de novas instâncias de servidor;
- Sistema de Mensagens: através do *Amazon Simple Queue (SQS)* é fornecido um sistema de mensagens ilimitado e confiável;
- Conjunto de Dados: com o *Amazon SimpleDB (SDB)* é fornecido um armazenamento escalável, indexado e sem manutenção, em conjunto com processamento e enfileiramento para conjuntos de dados (CHAGANTI, 2011).

A *Amazon* fornece *interfaces* SOAP e REST baseadas em padrões para interagir com cada um dos serviços. Bibliotecas de desenvolvedores, tanto da *Amazon* quanto de terceiros estão disponíveis em várias linguagens, incluindo *Ruby*, *Python*, *Java*, *Erlang* e *PHP*, para comunicação com esses serviços (CHAGANTI, 2011).

Ferramentas de linha de comando também estão disponíveis para gerenciar seus recursos de computação no EC2. É fácil usar a *interface* REST e ainda é possível usar um cliente escrito em qualquer linguagem de programação que fale HTTP para fazer solicitações aos serviços da Web (CHAGANTI, 2011).

## 2.2 Google App Engine

O *Google App Engine* é uma plataforma para desenvolvimento de aplicações Web escaláveis que são executadas na infraestrutura do *Google*. Essa plataforma fornece um conjunto de APIs e um modelo de aplicação que permite aos desenvolvedores utilizarem serviços adicionais fornecidos pelo *Google*, como email, armazenamento entre outros (CIURANA, 2009).

Foi inicialmente lançado como versão preliminar em Abril de 2008. O *Google App Engine* virtualiza aplicações em múltiplos servidores, provendo *hardware*, conectividade, sistema operacional e serviços de software. O *Google App Engine* pode ser usado gratuitamente até um determinado nível de consumo de recursos. A partir daí, tarifas adicionais são cobradas pelo consumo e pelos recursos (armazenamento, banda de rede, ciclos de CPU, etc.) da aplicação. Dentre as principais vantagens do *Google App Engine* estão: confiabilidade, escalabilidade, segurança, desempenho, possibilidade de usufruir da infraestrutura da *Google* e facilidade de acesso (via URL) (GOOGLE, 2011).

### 2.3 *OpenNebula*

O *OpenNebula* é um sistema gerenciador de nuvens que oferece meios de disponibilizar e gerenciar VMs (Máquinas Virtuais), individualmente ou em grupos, que são alocados em recursos locais ou em nuvens públicas externas. Assim o sistema automatiza o processo de iniciar uma VM (preparando as imagens, discos, rede, etc) se comunicando com uma *Cloud* externa. A arquitetura está dividida em *Core*, *Drivers* e Escalonador. O *Core* gerencia os subsistemas de imagens e armazenamento, redes e comunicação. Os *Drivers* são vistos como módulos que podem ser inseridos ou removidos, sem afetar o *Core*. Dessa forma, os *drivers* oferecem ao *Core* uma camada de gerenciamento independente da tecnologia usada. Já o Escalonador é um componente que decide onde uma máquina virtual será alocada. O mesmo tem acesso as informações de todas as requisições do *OpenNebula* e baseado nos dados obtidos é feito a alocação das VMs e possíveis alocações futuras. Assim, o escalonador retorna ao *Core* o comando de alocação mais apropriado (SOTOMAYOR et al., 2009).

O *OpenNebula* é um projeto *open source* com o objetivo de criar uma ferramenta de *cloud* ao nível dos padrões industriais, permitindo assim modificações ou inclusões de módulos de terceiros (*OPENNEBULA*, 2011).

## 2.4 *Nimbus*

O *Nimbus* é um conjunto de ferramentas que tem como objetivo prover recursos virtualizados para a comunidade científica através de serviços de IaaS. A idéia do *Nimbus* é prover ambientes virtuais customizados, também chamados de Área de Trabalho Virtual (JUVE, DEELMAN, e SCIENTI, 2010). Com esse conjunto de ferramentas é possível prover recursos para a construção de nuvens privadas ou comunitárias, oferecendo aos usuários um meio de utilizar as *clouds* e oferecer aos desenvolvedores meios de estender, experimentar e customizar as IaaS (SUGUIMOTO, 2011). Dentre as vantagens do *Nimbus* estão:

- Elasticidade e escalabilidade: possui capacidade computacional sob demanda, garantindo maior agilidade e desempenho. Dimensionável de acordo com cada necessidade;
- Simplicidade: possui redução da complexidade de infraestrutura com alocação, captação e centralização de recursos, simplificando o gerenciamento dos equipamentos;
- Segurança: possui arquitetura com total isolamento entre ambientes, garantindo a integridade de dados e informações;
- Agilidade: possui provisionamento de ambientes em horas ao invés de dias, eliminando processos de compra e implantação de infraestrutura (*NIMBUS*, 2011).

## 2.5 *Eucalyptus*

É uma infraestrutura de código aberto que permite a criação de uma infraestrutura compatível para que os usuários possam experimentar a Computação em Nuvem (LIU, LIANG e BROOKS, 2007). A arquitetura do *Eucalyptus* é simples, flexível e modular e contém uma concepção hierárquica que mostra os recursos comuns do ambiente. A Figura 2 apresenta a arquitetura do *framework Eucalyptus*.

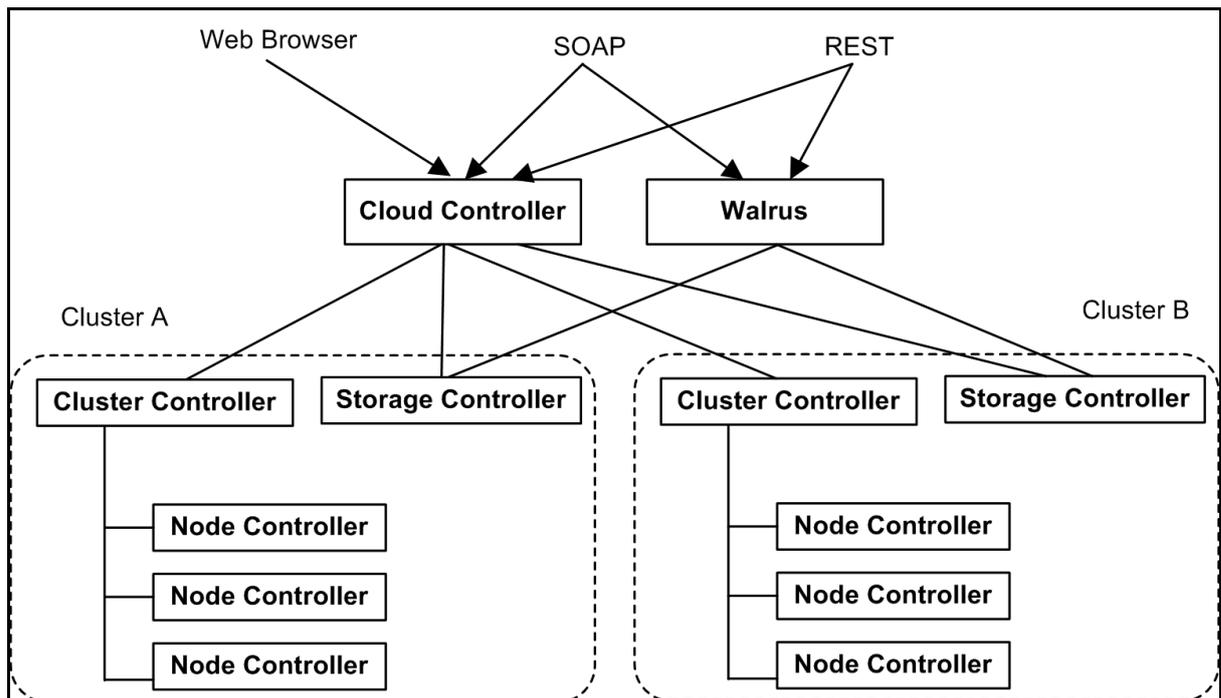


Figura 2 – Arquitetura do *Eucalyptus* (LIU, LIANG e BROOKS, 2007)

A arquitetura do *Eucalyptus* é composta por 5 partes (IBM, 2011):

- *Node Controller* (NC): é o nível inferior. Controla instâncias das máquinas virtuais nos nós. Controla o sistema operacional *host* e o *hypervisor* correspondente. É preciso executar uma instância do NC em cada máquina que hospedará as instâncias virtuais reais instanciadas mediante pedido de um CC.
- *Cluster Controller* (CC): é o nível intermediário. É uma ponte de comunicação entre NC e CL. É o componente controlador do *Eucalyptus* responsável por gerenciar toda a rede de instância virtual, Os pedidos são comunicados ao CC com o uso da interface baseada em SOAP (Protocolo Simples de Acesso a Objetos) ou REST (Transferência

do Estado Representacional). O CC mantém as informações sobre os Controladores de nó que são executados no sistema e é responsável por controlar o ciclo de vida das instâncias. Ele encaminha pedidos para iniciar as instâncias virtuais ao Controlador de nó com recursos disponíveis.

- *Storage Controller (SC)*: é parte do nível superior. É quem gerencia o tráfego de dados dentro e fora da nuvem. O serviço de armazenamento no *Eucalyptus* que implementa a *interface S3* do *Amazon*. O SC é usado para armazenar e acessar imagens de máquina virtual. As imagens de VM (*Virtual Machine*) podem ser públicas ou privadas e são armazenadas inicialmente em forma compactada e criptografada. As imagens são descriptografadas apenas quando um nó precisa iniciar uma nova instância e pede acesso à imagem.
- *Cloud Controller (CL)*: é parte do nível superior. É responsável por controlar a nuvem como um todo. Em uma nuvem *Eucalyptus*, esse é o componente do controlador principal responsável por gerenciar todo o sistema. É o principal ponto de entrada na nuvem *Eucalyptus* de todos os usuários e administradores. Todos os clientes se comunicam apenas com o CL usando API (*Application Program Interface*) baseada em SOAP ou REST. O CL é responsável por enviar pedidos ao componente certo, coletá-los e enviar as respostas dos componentes de volta ao cliente. Essa é a face pública da nuvem *Eucalyptus*.
- *Walrus (W)*: o componente controlador que gerencia o acesso aos serviços de armazenamento no *Eucalyptus*. Os pedidos são comunicados ao *Walrus* com o uso da *interface* baseada em SOAP ou REST.

Uma instalação em nuvem *Eucalyptus* pode agregar e gerenciar recursos de um único *cluster* ou vários *clusters*. O *cluster* é um grupo de máquinas conectadas à mesma LAN. É possível ter uma ou várias instâncias de um NC em um *cluster*, e cada uma delas gerencia a instanciação e a terminação de instâncias virtuais (IBM, 2011).

De acordo com Machado (2010), o *Eucalyptus* tem como objetivo auxiliar a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias para Computação em Nuvem, com implementação simples usando ferramentas para administração e auxílio à gestão do sistema e dos usuários, com capacidade de configurar vários *clusters*.

A Computação em Nuvem envolve uma grande quantidade de conceitos e tecnologias, sendo que a solução utilizada para a implantação da nuvem *Moodle U-SEA* foi do projeto

*Eucalyptus* devido ao fato de possuir código aberto permitindo adicionar ou modificar novos módulos desenvolvidos por terceiros e possuir uma estrutura hierárquica que facilita a administração da Nuvem.

### 3 AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) são sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de práticas educativas mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. As atividades se desenvolvem no tempo, ritmo de trabalho e espaço em que cada participante se localiza, com a integração de múltiplos recursos e mídias (ALMEIDA, 2002).

Os recursos desses ambientes contemplam uma base comum que inclui: correio, fórum, bate-papo, conferência e banco de recursos, sendo que a configuração e gestão podem variar com a concepção e epistemologia dos mesmos. Propiciam a gestão de informação segundo critérios pré-selecionados e são empregados como suporte para atividades à distância tanto em cursos presenciais como à distância (ALMEIDA, 2002).

Neste trabalho foram estudadas as características e a usabilidade dos seguintes ambientes virtuais: TelEduc (TELEDUC, 2011), *Amadeus* (AMADEUS, 2011), *Moodle* (MLE-MOODLE, 2010) e também do *Sloodle* (SLOODLE, 2011).

O *Sloodle* é uma união entre o AVA *Moodle* e o ambiente chamado de *Second Life* (Segunda Vida) através de um módulo especial que faz a integração entre esses ambientes. Um dos problemas que ainda afetam o uso do *Second Life* é a sua *interface* 3D que acaba exigindo dos usuários um computador com melhor desempenho em relação a placa de vídeo e processador (SLOODLE, 2011).

O *Moodle* é um *software* de orientação *Open Source* (livre), seu desenvolvimento objetiva o gerenciamento de aprendizado e de trabalho colaborativo em ambiente virtual permitindo a criação e administração de cursos online, grupos de trabalhos e comunidades de aprendizagem. No Brasil, o *Moodle* foi homologado pelo MEC como plataforma para Educação à Distância, o qual poderá ser adotado por quaisquer instituições que queiram aplicar esta modalidade de ensino. O *Moodle* apresenta vários recursos, como fóruns de discussão, diários, glossários, tarefas, chats, questionários que podem ser selecionados pelo professor/administrador de forma a criar um ambiente de aprendizagem mais flexível, que atenda aos objetivos pedagógicos e às necessidades dos estudantes (FRANCO, 2010).

### 3.1 Ambientes Virtuais de Aprendizagem Móvel

Nas últimas décadas, têm-se vivenciado o surgimento de uma sociedade móvel conectada, com uma variedade de fontes de informação, tecnologias e modos de comunicação disponível. Diante do avanço que a Computação Móvel vem atingindo, é fato que, o uso de dispositivos móveis está alcançando todos os tipos de usuários e de utilização, entre eles o uso em AVAs (MOZZAQUATRO, 2010).

Para Keegan (2002), os dispositivos móveis estão se transformando em um dispositivo para aprendizagem pessoal com acesso da Internet. Uma ampla gama de possibilidades surge, auxiliando o estudante a manter contato com a instituição, com os serviços de suporte, contato com materiais e com seus colegas de aprendizagem, tanto no ambiente de aprendizagem propriamente dito como no trabalho, ou em viagens.

Segundo Marçal,

“...os dispositivos de comunicação sem fio oferecem uma extensão natural da educação à distância via computadores, pois contribuem para a facilidade de acesso ao aprendizado, por exemplo, na obtenção de conteúdo específico para um determinado assunto, sem hora e local pré-estabelecidos” (MARÇAL, 2005, p.4).

A aprendizagem móvel em uma perspectiva pedagógica aponta para uma nova dimensão na educação com poder de atender necessidades de aprendizagem imediatas, com grande flexibilidade e interatividade (BARBOSA, 2007).

Neste trabalho foram estudados alguns dos AVAs Móveis disponíveis e suas principais características:

- CULE (*Context-Aware Ubiquitous Learning Environment for Peer-to-Peer Collaborative Learning*): um ambiente de aprendizagem ubíqua consciente do contexto. Ele provê serviços para acesso ao conteúdo de forma adaptativa ao dispositivo, um sistema de anotações personalizadas a esse conteúdo e a formação de grupos virtuais, considerando o perfil, o contexto físico e virtual dos integrantes de um grupo (YANG, 2006);
- LIP (*Learning in Process*): é um sistema cujo objetivo é prover consciência de contexto em um cenário de educação corporativa. O modelo de contexto usado em LIP tem como objetivo auxiliar na aprendizagem corporativa, mapeando as aplicações, tarefas e conteúdos em estudo pelo usuário. Com isso, baseado no perfil

organizacional do usuário (como seu cargo, competências requeridas), o sistema tem como sugerir programas de aprendizagem mais eficientes, considerando seu contexto. A adaptação ao contexto se dá em função do dispositivo de acesso e do perfil do usuário, que integra o modelo de contexto (SCHMIDT, 2005);

- **GlobalEdu:** é uma infraestrutura para suporte a processos educacionais direcionado à educação ubíqua. O sistema é composto de módulos educacionais e de um agente pedagógico, que acompanha o aprendiz, assistindo o processo educacional, independente do dispositivo de acesso. Uma vez acessando a rede GlobalEdu, o aprendiz tem a sua disposição o agente pedagógico. Não existe a necessidade de um vínculo formal do aprendiz com um curso, por exemplo, para acessar as informações. As informações estão disponíveis no ambiente na forma de objetos de aprendizagem e elementos de contexto. O sistema sugere informações de contexto e conteúdos ao aprendiz, conforme a visibilidade determinada por ele (BARBOSA, 2005);
- **Mle-Moodle:** o *Mle-Moodle* é um sistema projetado para funcionar em dispositivos móveis como telefones, PDAs, smartphones e tablets para auxiliar o sistema *m-learning*. Possui código fonte livre e é gratuito, além de ter a possibilidade de adaptação. O acesso ao *Mle-Moodle* pode ser realizado através de qualquer navegador de qualquer aparelho de celular, mas também pode utilizar o *MLE-Cliente*, que é um módulo especialmente desenvolvido para o processo de aprendizagem com dispositivos móveis. Como estes ambientes (o *Mle-Moodle* e o *Moodle*) são integrados, os estudantes tem a possibilidade de estudar no celular e depois continuar os estudos em seus computadores *desktop* (MLE, 2010);
- **MyMLE:** o *software MyMLE* é um programa para computador que permite criar *quizzes* e outros materiais pedagógicos para serem utilizados em celulares. Após a elaboração, os materiais são enviados juntamente com o ambiente *MyMLE* para o celular por conexão *Bluetooth*. Depois da transferência não é necessário conexão com a Internet para utilizar os materiais. A interface do *MyMLE*, no computador, é a mesma do editor do *Mle-Moodle* e os recursos para criação dos *quizzes* e de outros materiais também são os mesmos. Porém, o *MyMLE* funciona fora do *Moodle* e, portanto, o processo final da elaboração dos materiais é diferente. É preciso salvá-los e, posteriormente, transformá-los em um “pacote”, para que os mesmos possam ser enviados para o celular. O *MyMLE* tem recurso próprio para esse “empacotamento”.

No processo final, o programa gera, automaticamente, três pastas, permitindo compatibilidade com diferentes tipos de celular. Após serem transferidos para o celular, os arquivos precisam ser instalados (BATISTA et al., 2011);

- Laboratório Virtual: o objetivo desse trabalho foi desenvolver e avaliar um laboratório de redes virtual para acesso via *desktop* que permita o aprendizado em qualquer momento ou lugar, além de oferecer aos alunos a oportunidade de praticar as teorias em um laboratório que simula a realidade. Disponibilizados aos inscritos no curso semestral à distância “ITM 300, *Networking* e Aplicações *Open Source*”, em duas oportunidades: verão 2010 e outono de 2010, na Universidade de *Wisconsin-Stout*. Foram disponibilizados 5 laboratórios diferentes que simularam configurações e instalações que foram realizados pelos estudantes. Tutores criaram um fórum de discussão para cada laboratório criado onde os alunos podem tirar dúvidas sobre as atividades. Com o fórum o tutor pode ter um *feedback* sobre cada laboratório. Para avaliar a eficiência e a eficácia dos laboratórios, uma pesquisa anônima foi feita depois que os alunos terminaram o curso. A maioria dos alunos admitiu que teve bastante trabalho para completar os laboratórios, mas que eram extremamente valiosos. A grande maioria dos comentários foi positiva e apoiou o uso dos laboratórios como um todo (SHANMUGAPRIYA E TAMILARASI, 2011).

Após o estudo dos AVAs e dos AVAs móveis disponíveis optou-se pelo AVA *Moodle* e pelo módulo *Mle-Moodle* para a realização deste trabalho, por ser um ambiente gratuito e de código aberto, possibilitando a criação de novos módulos para integração de novos recursos. A escolha também se deu pelo fato que os outros AVAs ainda não possuem módulos para acesso via dispositivo móvel e alguns que possuem como é o caso do Amadeus ainda estão em pesquisas iniciais sendo assim protótipos de pesquisa.

A possibilidade de personalizar o ambiente onde o estudante interage na busca do ensino, auxilia todos os envolvidos no processo de ensino/aprendizagem a atingirem seus objetivos. Um fator importante durante o processo de acompanhamento do aluno é ter ciência do contexto onde o aluno está agindo, possibilitando a adaptação de estratégias de ensino de acordo com a realidade específica do estudante, possibilitando um suporte adaptativo, onde cada estudante terá suas características referentes ao ambiente e ao conteúdo apresentadas. Essa adaptação do ambiente é característica dos Ambientes Sensíveis ao Contexto que serão apresentados.

### 3.2 Ambientes Sensíveis ao Contexto

Sensibilidade ao Contexto se refere a tudo que ocorre ao redor do usuário, e que influencia a forma como ele interage com o ambiente e com as outras pessoas. Para a computação ubíqua, sensibilidade ao contexto é similar, onde sistemas computacionais podem perceber o contexto e interagir de acordo com ele (PERNAS et al., 2009).

Segundo Dey (1999), há várias definições para sensibilidade ao contexto. Em uma dessas definições, contexto é definido como uma informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade, onde uma entidade pode estar dentro de uma grande variedade de coisas: uma pessoa, um lugar, um objeto, etc, que é relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação. Contexto também pode ser definido como o conjunto de estados do ambiente que determina o comportamento da aplicação ou algum comportamento apresentado pela aplicação que seja interessante ao usuário. A sensibilidade ao contexto se refere à necessidade do ambiente em ser sensível às modificações que ocorrem, apresentando um caráter adaptativo (PERNAS et al., 2009). Na computação sensível ao contexto cada modificação pode exigir o início de uma série de medidas a serem tomadas para manter sua funcionalidade plena, uma vez que o mesmo precisa se adaptar as necessidades do usuário (PERNAS et al., 2009).

Sensibilidade ao contexto se refere à capacidade de uma classe de sistemas para uso da informação contextual para oferta de melhores serviços para o usuário, de forma flexível e gerenciável (DEY et al., 1999). Um sistema sensível ao contexto é capaz de extrair, interpretar e utilizar as informações contextuais e adaptar sua funcionalidade para o contexto atual de utilização, a fim de prestar os serviços para uma pessoa em particular, lugar, tempo, evento, etc (BYUN e CHEVERST, 2004).

Cada estudante acessa o AVA sob determinadas condições. O estudante pode estar em casa ou em outro ambiente, pode usar um computador pessoal ou um dispositivo móvel, pode ter conhecimento adquirido em outras fontes ou não ter nenhum conhecimento sobre o conteúdo, pode ter realizado parte das atividades ou não ter realizado nenhuma (PERNAS et al., 2009). Enfim, cada estudante tem sua situação caracterizada e bastante individual, então determinar essas variáveis que podem interferir diretamente na aprendizagem do estudante é uma tarefa bastante importante.

Segundo Schilit (2005), existem basicamente quatro categorias de contexto:

- Contexto Computacional: se refere à rede, conectividade, custo de comunicação, banda passante e outros recursos como: impressoras e estações;
- Contexto do Usuário: se refere ao perfil do usuário, localização, velocidade, pessoas próximas, situação social e estado de espírito;
- Contexto Físico: se refere à luminosidade, temperatura e umidade;
- Contexto de Tempo: se refere à hora do dia, alguma data ou época do ano.

Atualmente, a maioria das aplicações que se baseiam na dependência de contexto são desenvolvidas com capacidades que se associam à pelo menos, uma destas categorias. Essas capacidades devem apresentar, como característica fundamental, a adaptação, de maneira dinâmica e automática, às mudanças no ambiente e às necessidades atuais do usuário, sem exigir a sua atenção (BEIGL, ZIMMER e DECKER, 2002).

O contexto é um conjunto de estados do ambiente e configurações que dizem respeito a um usuário que é relevante para uma aplicação durante o processo de adaptação dos serviços e das informações que é oferecido ao usuário (MIKALSEN e KOFOD-PETERSEN, 2005).

As aplicações baseadas em contexto devem se preocupar com os diferentes perfis de usuários e tarefas que estes possam realizar. As preferências e o contexto do usuário também devem ser relevantes de acordo com as informações disponíveis ao usuário (PINHEIRO et al., 2004).

De acordo com Morse (2000), a tarefa de definir que informação é importante para contextualizar é facilitada utilizando-se seis semânticas conhecidas como 5w + 1H, que visam basicamente descobrir: quem (Who), o quê (What), onde (Where), quando (When), porquê (Why) e como as informações serão capturadas (how). A partir dessas informações um software sensível ao contexto deve ter a capacidade adaptativa e deve apresentar um comportamento adequado que seja interessante ao usuário.

Os recursos dos ambientes sensíveis ao contexto permitem uma melhor compreensão tanto do usuário como da situação "em torno de", de forma onipresente. O termo "onipresente" não se refere aqui simplesmente para qualquer momento ou em qualquer lugar, mas mais especificamente à capacidade de apoiar a aprendizagem diversificada em múltiplos contextos e automaticamente se adaptar a elas (HWANG, SHI e CHU, 2011).

Com base no contexto computacional, o *Moodle U-SEA* apresenta o AVA *Moodle* e o Módulo *Mle-Moodle* como ambientes que compreendem a situação ou as variáveis que

interferem na sua utilização, levando em consideração a velocidade de conexão que os usuários utilizam para acessar o ambiente, tornando o AVA capaz de apoiar a aprendizagem em diferentes contextos e de forma dinâmica. Entre os problemas que motivaram este trabalho, estão como por exemplo, a decepção dos estudantes que não conseguem carregar e visualizar os arquivos disponibilizados no AVA porque os mesmos não estão adequados ao uso por uma velocidade baixa, obrigando o estudante a utilizar uma velocidade maior de conexão e também ao fato do AVA não se adequar ao *hardware* que o estudante está utilizando fazendo com que o estudante não tenha acesso no momento em que está somente com um dispositivo móvel. Estes tipos de limitações não são mais aceitas pelos usuários e num futuro muito próximo serão intoleráveis.

### 3.3 Ambientes *U-Learning*

Na última década, as pesquisas sobre *u-learning* (*ubiquitous learning*) como o CMMCUL (HWANG, SHI e CHU2011), o AdaptWeb (PERNAS et al., 2009), o EPH (VLADOIU e CONSTANTINESCU, 2011) e o EntrePass (DOHERTY, 2006) trouxeram novas oportunidades e novos desafios. O paradigma da Computação Ubíqua, inicialmente proposto por Mark Weiser na década de 90, deu origem a uma nova forma de computação. Nesta nova forma, a computação é oferecida em qualquer lugar, o tempo todo e de forma transparente (PERNAS et al., 2009).

Para Chiu (2008), *u-learning* é um sistema ciente do contexto e que pode sentir as informações dos alunos e as informações em torno do alunos no mundo real, e depois pode fornecer serviços personalizados. Portanto, os alunos podem aprender o conhecimento, habilidades e problemas e ter a capacidade de resolver enquanto interage com o mundo real por cenários autênticos.

Para Weiser (1993), os computadores deveriam ser embutidos de forma implícita ao ambiente do usuário, com a interação humano-computador ocorrendo de modo não intrusivo, sem a imposição de utilização de artefatos como teclados e controles-remoto, ficando esta mais próxima à forma com que os seres humanos gesticulam, falam ou escrevem para se comunicarem.

O conceito de aprendizagem ubíqua (*u-learning*) tem se tornado uma possibilidade real nos últimos anos com o advento de uma série de tecnologias que permitam a computação ubíqua. Essas tecnologias incluem o aumento de dispositivos móveis, como telefones celulares e PDAs (*Personal Digital Assistants*) na sociedade e maior disponibilidade e capacidade de conectividade (DOHERTY, 2006).

Ambientes *u-learning*, em contraponto aos AVAS tradicionais que geralmente são estáticos e possuem conteúdos, estruturas e apresentação estáticos, objetivam fornecer um ambiente com funcionalidades que permitam a adaptação deste ambiente à situação específica vivida pelo usuário a cada intervalo de tempo, sendo assim, uma proposta bastante inovadora.

Um ambiente *u-learning* tem objetivo de fazer com que um ambiente educacional se adapte de forma automática as necessidades dos estudantes, em um dado momento e lugar, observando suas características, seu contexto e os recursos da aplicação (PERNAS et al., 2009).

Na área educacional, foco deste trabalho, muitos ambientes virtuais de aprendizagem não passam de um repositório estático de conteúdo, com os mesmos materiais, estruturas e apresentação para todos os alunos (GASPARINI et al. 2004). Prover um ambiente com funcionalidades que permitam a adaptação deste ambiente à situação específica vivida pelo usuário a cada intervalo de tempo é uma tarefa inovadora e investigativa (PERNAS et al., 2009).

As principais características da aprendizagem ubíqua são as seguintes (YAHYA, AHMAD E JALIL, 2010):

- Permanência: os alunos nunca perderão o seu trabalho a menos que seja voluntariamente excluído, além disso, todos os processos de aprendizagem são registrados em uma base diária, que permite a reflexão posterior sobre o processo de aprendizagem;
- Disponibilidade: o conteúdo de aprendizagem é acessível em qualquer lugar;
- Imediatismo: o acesso instantâneo ao conteúdo permite que os alunos possam armazenar e recuperar-lo a qualquer momento;
- Interatividade: os alunos podem interagir com facilitadores ou pares, tanto síncrona ou assíncrona;
- Adaptabilidade: o sistema se adapta a situação atual do aluno;

- Não-intrusiva: a tecnologia deve ser o mais invisível possível, o que deve resultar em interação natural com o usuário.

O ambiente *u-learning* precisa levar em consideração o contexto e com base no status dos alunos ou em situações do ambiente deve fornecer as informações corretas relacionadas com estudantes de forma ativa, oferecendo serviços personalizados. Com base no contexto em torno dos alunos, os sistemas *u-learning* fornecem ativamente suporte personalizado para os alunos. Na aprendizagem *u-learning*, os alunos podem controlar ativamente a progressão de sua aprendizagem, permitindo o aprendizado contínuo em qualquer lugar e a qualquer hora. Os alunos podem aprender sem ser interrompidos enquanto se deslocam de um lugar para outro. O ambiente *u-learning* é capaz de adaptar o conteúdo com a capacidade de vários dispositivos de aprendizagem, como computadores, celulares e *tablets* (CHIU et al., 2008).

A personalização é um fator chave na criação de materiais de aprendizagem no modelo *u-learning* e deve se adaptar continuamente ao modelo de usuário de forma a propiciar uma aprendizagem personalizada e adaptativa eficiente (SAMPSON, 2002).

Essa personalização de materiais de aprendizagem, adaptando o conteúdo para um modelo do usuário, faz com que o aluno possa desfrutar de uma experiência de aprendizagem mais confortável. Modelos dedicados ao usuário são construído utilizando uma variedade de técnicas de interação, criando perfis de usuários (SAMPSON, KARAGIANNIDIS E KINSHUK, 2002). Em ambientes *u-learning*, uma maneira em que um perfil de usuário pode ser mantido é através do uso de agentes inteligentes. Para Luck (2004), agentes podem ser usados para personalização, na forma do contexto e também para antecipar as necessidades dos usuários. Eles fornecem uma maneira útil para se automatizar a adaptação da apresentação do conteúdo às exigências de um usuário individual e do dispositivo de rede que é usado. Tecnologias de agentes podem ser usadas para o desenvolvimento da próxima geração da computação, a computação ubíqua, oferecendo um mecanismo útil para automatizar serviços como personalização e adaptação de conteúdo.

O *Moodle U-SEA* apresenta a adaptação do AVA *Moodle* e do AVA *Mle- Moodle* ao contexto computacional, disponibilizado através de uma infraestrutura de *Cloud Computing*, utilizando um agente que selecionando os materiais e as ferramentas adequados para a velocidade de conexão de cada estudante, tornam o *Moodle* um ambiente *u-learning*.

### 3.4 Trabalhos Correlatos

Neste item são apresentadas algumas pesquisas sobre softwares adaptativos que realizam adaptação de conteúdos e interfaces de acordo com o contexto dos usuários. Esta pesquisa serviu como embasamento teórico para o desenvolvimento deste trabalho.

Desde 1994 percebem-se as iniciativas de desenvolvimento de softwares com tratamento de contexto, podendo citar: o *Shopping Assistant* (ASTHANA, CRAVATTS e KRZYZANOWSKI, 1994), o *XeroxParc* (WEISER, 1996), o *Cyberguide* (LONG et al., 1996), o *Conference Assistant* (DEY et al., 1999), o *LookOut* (HORVITZ, 1999) e o *CampusAware* (BURRELL et al., 2002).

O *Adaptive House* é um projeto da Universidade de Colorado e tem como objetivo desenvolver uma casa que se programe ou ajuste observando o estilo de vida e os desejos dos habitantes, aprendendo a antecipar-se às necessidades. O sistema desenvolvido no *Adaptive House* é chamado *Adaptive Control of Home Environments* (ACHE) e foi desenvolvido basicamente para controlar a iluminação, a água, o aquecedor, o ventilador e o ar condicionado (ADAPTATIVE HOUSE, 2005).

O SEDECA objetivou identificar e adaptar o AVA *MLE Moodle* ao estilo cognitivo do aluno por meio de um sistema criado para diagnosticar estilos de aprendizagem. A análise dessas categorias permitiu definir indicadores, que possibilitaram a adaptação do ambiente virtual de aprendizagem *MLE Moodle* a esses diferentes estilos cognitivos utilizando a hipermídia adaptativa. Os materiais e atividades propostas no ambiente adaptado foram apresentados de acordo com os quatro Estilos cognitivos que mais se destacaram na pesquisa: Holista, Serialista, Divergente e Reflexivo (MOZZAQUATRO, 2010). A Figura 3 apresenta a tela do SEDECA.

**Estilos de Aprendizagem**  
*Qual seu Estilo?*

Resultado de seu teste

Quer maiores informações sobre os estilos de aprendizagem?

**ESTILO DE APRENDIZAGEM HOLISTA**

Segundo Bariani et al. (2001), o Estilo de Aprendizagem Holista está associado a indivíduos que enfatizam o contexto global e não os aspectos específicos de tarefas realizadas, uma vez que consideram o contexto global de uma determinada situação como o elemento mais relevante para a tomada de decisões. Esses indivíduos podem resolver rapidamente problemas complexos ou unir as coisas e são muitas vezes bons sintetizadores.

**ESTILO DE APRENDIZAGEM SERIALISTA**

O Estilo Serialista, considerando o instrumento elaborado por Bariani et al. (2001) está relacionado a

SEU ESTILO DE APRENDIZAGEM É:  
ESTILO DIVERGENTE

Para acessar o seu CURSO clique no link abaixo e

Figura 3: Tela SEDECA (MOZZAQUATRO, 2010)

Também foram encontradas algumas pesquisas que apresentam resultados sobre a utilização de software *u-learning* na literatura:

- CMMCUL (HWANG, SHI e CHU 2011) (Mindtool colaborativo para *u-learning*): o CMMCUL objetivou pesquisar os resultados da utilização de um *software u-learning*, através de atividades para observação de borboletas usando um Mapa Conceitual *Mindtool*. Para apoiar as atividades de aprendizagem é estabelecida através da criação de redes de comunicação sem fio em um jardim, em que uma etiqueta RFID (*Radio Frequency Identification*) está instalado em cada objeto de aprendizagem alvo além disso, um *Mindtool*, o Conceito Mapa Conceitual *Mindtool* para Aprendizagem Colaborativa *U-Learning* (CMMCUL), é fornecida para ajudar os alunos a cooperativamente desenvolver mapas conceituais. Enquanto aprende no jardim de borboletas, cada aluno tem um PDA (*Personal Digital Assistant*) equipado com um leitor RFID e facilidade de comunicação sem fio para interação. Quando necessário o estudante pode invocar a ajuda da tecnologia RFID, o sistema é capaz de detectar a localização dos alunos e orientá-los para encontrar os objetos alvo a serem observados durante o processo. Quando os alunos chegarem ao local dos objetos-alvo, o sistema de aprendizagem PDA vai mostrar as tarefas de aprendizagem para os estudantes. Os estudantes então começam a observar os objetos de aprendizagem e completar os

mapas com o CMMCUL. O mapa conceitual e as funções de edição do CMMCUL são fornecidos invocando o *CmapTools* desenvolvido pelo Instituto para Cognição Humana e Machine (IHMC) da Universidade da Flórida Sistema (Novak e Cañas, 2006). *CmapTools* é uma ferramenta bem conhecida que permite aos usuários construir, navegar e compartilhar modelos de conhecimento representados como mapas conceituais. Ele permite que os usuários construam mapas conceituais em computadores pessoais e compartilhá-los em servidores através da Internet. Além do fornecimento de ferramentas de mapa conceitual, o sistema de aprendizagem fornece várias funções para os professores. Por exemplo, ele fornece uma função de gerenciamento de aprendizado portfólio para gravação da aprendizagem do mundo real e on-line dos alunos, bem como perfil do usuário, gestão e gerenciamento de material didático (HWANG, SHI e CHU, 2011);

- *Adaptweb* (PALAZZO et al., 2008): o *AdaptWeb* (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web) é um SA (Sistema Adaptativo) de EAD baseado na *web*, *opensource*. O *AdaptWeb* tem a finalidade de adaptar o conteúdo, a apresentação e a navegação de acordo com o perfil do usuário. A sua adaptação é suportada pela criação de um modelo flexível do estudante (modelo do usuário), onde, para cada estudante, são armazenadas informações pessoais tais como seu *background*, conhecimento, preferências, histórico navegacional e recursos tecnológicos (PALAZZO et al., 2008). Os conteúdos educacionais são organizados por meio de uma estrutura hierárquica de conceitos, estabelecendo critérios de pré-requisitos. A estrutura é definida durante a fase de autoria e armazenada no formato XML (*Extensible Markup Language*). Esses documentos XML passam por uma adaptação antes de serem apresentados aos alunos. A adaptação ocorre tanto no conteúdo, quanto na interface e na navegação (PERNAS et al., 2009);
- EPH (VLADOIU e CONSTANTINESCU, 2011): este trabalho apresenta uma arquitetura multiagente de um sistema sensível ao contexto. É um sistema para compartilhamento de informações de interesse público e do conhecimento que está sempre acessível. EPH é um acrônimo para "*e-Prahova*", onde *Prahova* é o nome de do município, para o qual o sistema foi desenvolvido. O sistema armazena informações regionais e do conhecimento em bibliotecas digitais. Os usuários podem obter ou modificar, não importa onde estão: em casa ou escritório usando um computador, na estrada com um dispositivo móvel. Os usuários podem atuar como

membros de uma rede social ou individualmente. A biblioteca digital contém informações de interesse público como: farmácias, hospitais, armazéns gerais, postos de gasolina, tempo, locais de entretenimento, restaurantes, viagens e alojamento e dos respectivos comentários ou atualizações do conteúdo. Além disso, um recurso importante do sistema é o seu apoio à aprendizagem *u-learning*. Os cenários de aprendizagem básica envolvem a possibilidade de acessar o que for relevante para a educação dentro de uma determinada área. O sistema pode dar suporte a usuários específicos para cumprir suas metas de aprendizagem de uma forma sensível ao contexto, recomendando o que vale a pena ser visitado, a partir de um ponto de vista da aprendizagem (VLADOIU e CONSTANTINESCU, 2011);

- Entre-Pass (DOHERTY, 2006): o sistema de Entre-Pass é um componente de um sistema europeu Leonardo da Vinci, intitulado Projeto Inovar. É um sistema *u-learning* desenvolvido para fornecer treinamento empresarial personalizado. O sistema Entre-Pass é construído a partir de uma combinação do AVA *Moodle* e um agente inteligente. O usuário cria seu perfil durante o registro inicial dentro do *Moodle*. Durante a navegação do usuário dentro do ambiente, um registro é mantido. Esse registro inclui a interação dos resultados de todas as avaliações, como testes e questionários e usa destes para indicar se o usuário tem um nível adequado para progredir de nível. Caso esse perfil seja atingido, na próxima entrada no ambiente *Moodle*, o agente já adapta os conteúdos de acordo com o perfil do usuário (DOHERTY, 2006);
- RASCAL (MCCAREY, KUSHMERICK e CINNEIDE, 2008) : o RASCAL é considerado um agente de *software* inteligente que pode convenientemente facilitar o conhecimento, descoberta e partilha de conhecimentos em uma organização. As tarefas de programação são muitas vezes imitada, e os conhecimento sobre bibliotecas reutilizáveis podem ser extraídas automaticamente a partir de repositórios de código-fonte, então esse conhecimento pode ser filtrado e apresentado a um desenvolvedor de uma maneira que incentivará e apoiará a reutilização de software no futuro. Com o RASCAL, um agente continuamente recomenda um conjunto de métodos de tarefas relevantes da biblioteca para um desenvolvedor. O RASCAL aprende informações a respeito de como uma determinada biblioteca reutilizável é usada e, então, emprega esse discernimento para fazer recomendações relevantes para um desenvolvedor. O RASCAL considera o contexto do desenvolvedor e o domínio do problema, sugerindo

métodos que podem ser reutilizáveis para solução de problemas (MCCAREY, KUSHMERICK e CINNEIDE, 2008);

- Sistema Especialista Sensível ao Contexto para Aprendizagem U-Learning (HWANG et al., 2009): é um sistema que integra dispositivos sem fio e móveis, assim como as tecnologias sensíveis ao contexto para detectar a situação dos alunos no mundo real e dar suporte para aulas de Química, Física e Biologia. É um sistema organizado que mostra aos estudantes os pontos detalhados de forma clara e específica, sendo que os estudantes determinam o que querem estudar no momento, aumento a eficiência do aprendizado. O Sistema mostrou que os estudantes utilizando esse sistema utilizam metade do tempo para realizar as aulas práticas, sendo um sistema inovador. Os estudantes também indicaram que preferem aprender com esse sistema a aprender utilizando os tradicionais sistemas estáticos (HWANG et al., 2009);
- AVA integrado ao Sistema *EyeOS* (OLIVEIRA, MOZZAQUATRO e CUNHA, 2011): esse sistema apresenta um estudo sobre *Cloud Computing* apresentando a integração do Ambiente Virtual de Aprendizagem *Moodle* ao Sistema *EyeOS*. O sistema *EyeOS* é uma ferramenta *Open Source* que começou a ser desenvolvida em 2004. Tem como objetivo suportar uma grande variedade de aplicações *Web*. Permite que desenvolvedores criem ou modifiquem aplicativos para a plataforma até a versão 1.9.0.3. Esta característica resultou na criação de um portal de compartilhamento de aplicativos. Foi disponibilizado um sistema e utilizado por acadêmicos e alunos de disciplinas EAD, permitindo assim, armazenar arquivos, utilizar aplicativos bastante confiáveis e úteis em seus trabalhos e pesquisas. O trabalho apresenta as seguintes vantagens: facilidade de acesso e de uso. O usuário tem disponível todo o seu material e documentos, em qualquer ambiente, independente de sistema operacional ou *hardware* onde a aplicação esteja rodando. Por permitir acesso via dispositivos móveis, também torna mais facilitado o acompanhamento de datas, anotações, documentos, dentre outras atividades. Entre os benefícios que o trabalho demonstra aos usuários de um Ambiente de Aprendizagem integrado ao Sistema *EyeOS* (Sistema que roda completamente na nuvem) estão a disponibilidade e facilidade de acesso (OLIVEIRA, MOZZAQUATRO e CUNHA, 2011);
- Aplicação *U-Learning* utilizando *Web Service* (YUAN e ZHONG, 2011): o objetivo desse trabalho foi desenvolver uma aplicação *m-learning* ubíqua, baseada em *web service* para dispositivos móveis através da plataforma *Android*. A aplicação identifica

o tipo de dispositivo do usuário quando ele faz *login*, não utilizando gráficos e desenhos pra reduzir a utilização de memória necessária para a aplicação. A aplicação visa dispositivos móveis com tela sensível ao toque, mas também pode ser acessada por qualquer tipo de dispositivo *Android*. Cada atividade na aplicação *m-learning* é projetada para chamar um método do *web service* que devolve a requisição para o ambiente de aprendizagem: essa arquitetura suporta grande variedade de formatos de exibição, como documentos textos e planilhas e o perfil de usuário está sempre sincronizado com o servidor e facilita o aluno a se concentrar mais em aprender do que com as configurações do dispositivo (YUAN e ZHONG, 2011);

- *M-learnMat*: o *M-learn-Mat* tem o objetivo de orientar atividades que envolvam o uso de dispositivos móveis na Matemática no Ensino Superior. Entende-se que o *M-learn-Mat* pode contribuir para um melhor aproveitamento das potencialidades dos dispositivos móveis, tendo em vista a aprendizagem da Matemática. O conteúdo a ser abordado pelo sistema é analisado de forma que possa ser trabalhado por meio de dispositivos móveis. Considera-se que, assim como no caso dos computadores, a simples reprodução de material tradicional para uso nestes dispositivos não é o diferencial, embora possa ser útil em alguns contextos. Esse sistema busca tornar o processo de ensino e aprendizagem mais acessível e mais próximo da realidade. O *M-learn-Mat* encontra-se em testes no ensino Superior para verificar se atende aos seus propósitos que são o de facilitar o estudo da Matemática (BATISTA et al., 2010).

Constatou-se que apesar de já existirem várias pesquisas sobre ambientes sensíveis ao contexto e sobre a utilização de ambientes *u-learning*, o Moodle U-SEA apresenta um AVA adaptativo, disponibilizado em uma infraestrutura de *Cloud Computing*, proporcionando aos estudantes serem tratados de forma individual pelo ambiente, pois a variação de velocidade é identificada e o AVA apresenta os recursos adaptados de acordo com as modificações em cada intervalo de tempo.

Quando o estudante apresenta uma velocidade baixa, o AVA tradicional acaba por parar a execução, forçando o estudante a reabrir a página ou até tendo que reabrir o ambiente. Também durante o acesso com velocidades reduzidas, as imagens não aparecem e os vídeos não são apresentados tornando a visita ao ambiente desestimulante e até cansativa.

Já o fato do estudante ter a possibilidade de acesso por dispositivos móveis abre muitas oportunidades de acesso, pois o estudante pode visitar o AVA em diferentes situações cotidianas como quando está longe de seu *desktop*, não deixando assim de participar das

atividades e dos estudos indicados, dando assim maior conforto e facilidade para a navegação dentro do ambiente.

O trabalho de Oliveira (2011) e de Doherty (2006) ambos apresentam adaptações realizadas no AVA *Moodle*, porém nenhum deles faz qualquer adaptação de acordo com o contexto do estudante, levando em consideração sua velocidade. Oliveira (2011) apresenta a integração a outro sistema *EyeOS* ao AVA *Moodle*. *EyeOS* é um portal, que serve de repositório de materiais. Já Doherty (2006) apresenta resultados obtidos na realização de um curso, onde um agente integrado verifica previamente os conhecimentos dos estudantes, fazendo assim a adaptação dos conteúdos.

## 4 METODOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DO AVA *MOODLE* U-SEA

Quanto à natureza da pesquisa, este trabalho apresenta uma pesquisa aplicada, pois busca a solução de um problema específico e quanto aos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa realizada se enquadra como pesquisa experimental, pois seleciona variáveis que são capazes de influenciar o objeto estudado. (SEVERINO, 2000)

Na primeira etapa do desenvolvimento do Módulo para o AVA *Moodle* U-SEA foi realizada uma pesquisa bibliográfica para que fosse possível tomar conhecimento sobre o problema, identificar variáveis que influenciam os estudantes no acesso aos AVAs e como tornar o AVA *Moodle* dinâmico com características de *software u-learning*, buscando conhecer e analisar as contribuições culturais e científicas do passado existentes sobre o assunto, servindo como procedimento básico para o estudo do “estado da arte” sobre o tema deste trabalho.

Foram pesquisados:

- Ambientes Virtuais de Aprendizagem e os Ambientes Virtuais de Aprendizagem Móveis disponíveis;
- *Cloud Computing*;
- Conceitos e ferramentas disponíveis para disponibilizar o AVA *Moodle* U-SEA numa infraestrutura com tecnologia de *Cloud Computing*;
- Integração de módulos ao AVA *Moodle* e ao *Mle-Moodle*;
- Conceitos de *U-learning* e sensibilidade ao contexto;
- Aspectos relacionados ao desempenho de redes de computadores.

Na segunda etapa, após as pesquisas sobre o estado da arte foi montada uma infraestrutura de *hardware* para que permitiu a instalação, desenvolvimento e implementação deste trabalho. A infraestrutura montada está composta por nove computadores, sendo que todos possuem a tecnologia de virtualização nativa em hardware, sendo seis computadores com processadores *Dual Core* e três com processador *Quad Core*, que juntos formam a estrutura para a disponibilização da nuvem utilizada para o ambiente desenvolvido.

Na terceira etapa foram selecionados o software para disponibilização da nuvem e as linguagens de programação adequadas para a implementação deste trabalho. Para a tecnologia da nuvem computacional foi selecionado o *framework Eucalyptus* por ser de código aberto e apresentar todos os recursos necessários para utilização dessa tecnologia. O *Eucalyptus* possui uma implementação simples usando ferramentas para administração e auxílio à gestão do sistema e dos usuários, com capacidade de configurar vários clusters. Para a implementação dos módulos para o AVA *Moodle* e para o *Mle-Moodle* foram utilizadas as linguagens de programação *JavaScript* e PHP. A linguagem *JavaScript* por tornar a medição da velocidade de conexão facilitada e a linguagem PHP por ser a linguagem que o AVA *Moodle* utiliza.

O agente também foi desenvolvido em PHP, é um Agente de Adaptação Autônomo, pois tem a capacidade de tomar decisões sobre os conteúdos e ferramentas que devem ser apresentados, de forma a melhorar o acesso do estudante ao ambiente, alcançando assim o objetivo da criação do Módulo U-SEA.

Um agente autônomo é um sistema situado dentro e uma parte de um ambiente que sente esse ambiente e age sobre ele, através do tempo, realizando sua própria agenda e assim afetando o que ele sentirá no futuro (FRANKLIN e GRAESSER, 1996). Já em desenvolvimento de *software*, um agente é um programa de computador que pode operar autonomamente e efetuar tarefas singulares sem a direta supervisão humana (HOFFMAN e NOVAK e CAÑAS, 1996).

Na quarta etapa, após a implementação dos módulos criaram-se os materiais que foram disponibilizados para os estudantes. Esses materiais apesar de tratarem do mesmo conteúdo variam em tamanho, sendo divididos em duas categorias, que serão apresentadas no capítulo 5.

Na quinta etapa, foram feitos testes para validar o medidor de velocidade do ambiente comparando com outros medidores de velocidade disponíveis, entre eles o RJNET (RJNET, 2011) e a ferramenta *Firebug* (FIREBUG, 2011) que é um *plugin* do navegador *Mozilla Firefox*. O RJNET é um sistema *online* de medição de velocidade, é gratuito e funciona de modo semelhante ao Módulo U-SEA. Quando o usuário solicita através da página que seja medida a velocidade de conexão com a *Internet*, a ferramenta *online* RJNET envia um arquivo para a memória do computador do usuário e adiciona um cronômetro pra medir o tempo, assim consegue verificar a velocidade do usuário.

Já o *plugin* do *Firebug*, quando instalado no navegador de *Internet Mozilla Firefox*, faz a medição do tempo de cada item da página, como por exemplo, imagens, textos e vídeos

e verifica o tempo que a página levou para ser carregada por completo, mostrando esse tempo total ao usuário. O *plugin Firebug* é direcionado para desenvolvedores, pois possui outros recursos, entre eles a verificação de erros de HTML e PHP das páginas carregadas.

Com a ferramenta *online* RJNET foram coletadas as velocidades de conexão por um período de tempo, durante 50 minutos, juntamente com a medição através do velocímetro do ambiente buscando verificar se ambos os medidores marcavam a mesma velocidade, possibilitando assim validar o velocímetro integrado ao AVA *Moodle*.

Na sexta etapa, após a validação do medidor foi possível disponibilizar o *Moodle* U-SEA para testes. A validação do *Moodle* U-SEA ocorreu no primeiro semestre de 2011, entre os meses de março e julho na Escola Cietec de Santa Maria - RS nas disciplinas de Tecnologia *Wireless* e Arquitetura de Computadores do curso Técnico em Informática, com 18 alunos, sendo que a maioria dos acessos foi feito no ambiente através de computadores pessoais, sendo que o Módulo *Mle-Moodle* teve poucos acessos no período. Constatou-se que o pouco uso do Módulo *Mle-Moodle* se deve ao fato da maioria dos estudantes não possuir *smartphones* ou *tablets* com acesso a *Internet*. Constatou-se também que os alunos acessaram o ambiente com mais frequência no horário da manhã no período das 9:00 horas até as 11:00 horas e no período da tarde entre às 15:00 horas e as 17:00 horas.

Para demonstrar o ambiente foram utilizadas telas do navegador *Internet Explorer* e também do navegador *Mozilla Firefox*. Já para o acesso ao ambiente foram utilizadas a Operadora de telefonia fixa Oi e a Operadora Móvel Claro. As telas apresentadas com dispositivos móveis são de dois tipos de *smartphones*: o *Motorola Q11* e o *Nokia 5233*.

Na sétima etapa, por fim, foi feita a análise desses dados utilizando métodos estatísticos para melhor compreensão dos resultados obtidos. A análise estatística é a descritiva, que compreende a coleta, a apresentação e a caracterização das informações, visando à análise dos dados (FILHO, 2010).

## 5 U-SEA - DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE ADAPTADO

O objetivo geral do desenvolvimento do *Moodle* U-SEA foi proporcionar, em uma infraestrutura de Nuvem Computacional, um ambiente adaptativo tanto para computadores *desktops* quanto para dispositivos móveis proporcionando um ambiente adequado ao contexto computacional do estudante, através da adaptação do conteúdo e da interface disponibilizada, de acordo com a velocidade de conexão. Esta pesquisa faz parte de um conjunto de trabalhos realizados pelo GRECA (Grupo de Pesquisa em Redes e Computação Aplicada) da UFSM, com a coordenação da Professora Doutora Roseclea Duarte Medina para adaptação de ambientes virtuais móveis. A Figura 4 apresenta a infraestrutura disponibilizada para o ambiente U-SEA.

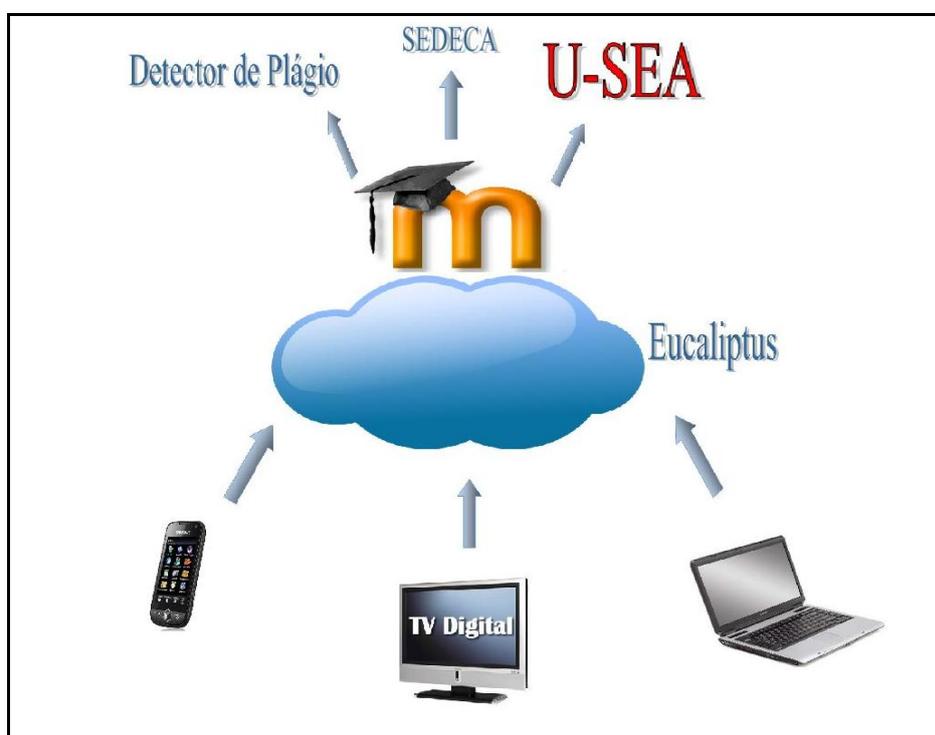


Figura 4: Infraestrutura disponibilizada para o U-SEA

A infraestrutura do ambiente U-SEA apresentada na Figura 4 está organizada em uma nuvem computacional com o *framework Eucalyptus*, onde o *Moodle* está instalado em uma instância. Neste *Moodle* foram desenvolvidos os Módulos: Detector de Plágios (PERTILE, 2011) e o SEDECA (MOZZAQUATRO, 2010) e também o U-SEA. Essa infraestrutura torna possível o acesso por diferentes dispositivos móveis e por computadores pessoais, garantindo disponibilidade e a personalização do ambiente.

### 5.1 Modelagem do U-SEA

A arquitetura proposta apresenta uma organização em duas camadas distintas, a Camada de Interface e a Camada de Comunicação, mais a integração com o SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados). Na Camada de Interface, onde o aluno acessa o conteúdo para realização de atividades, o conteúdo já estará disponível de acordo com a velocidade de conexão de cada estudante. Nesta camada são acessados os conteúdos e as ferramentas. A Figura 5 apresenta a arquitetura do *Moodle* U-SEA.

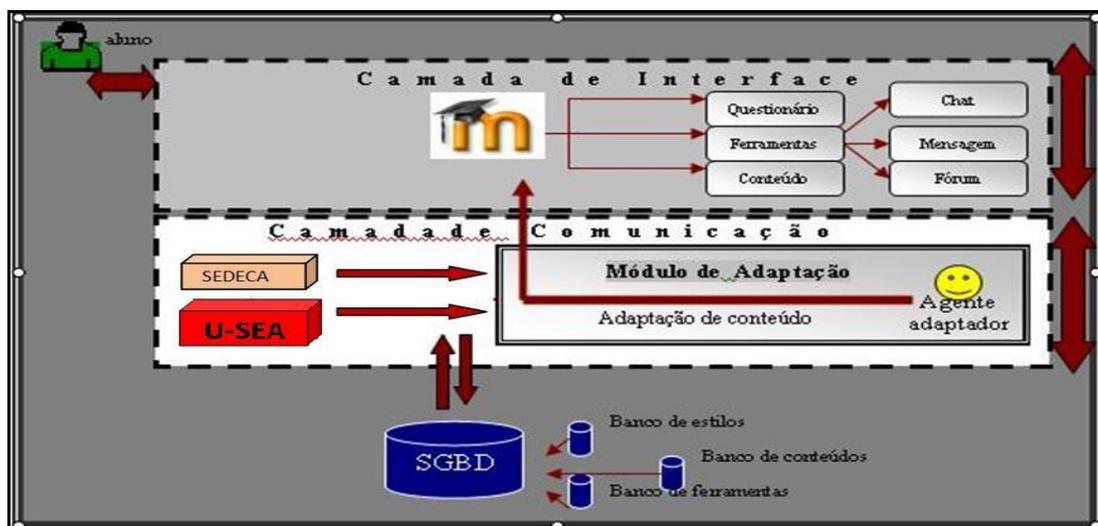


Figura 5: Arquitetura do *Moodle* U-SEA

Na Camada de Comunicação, a arquitetura propõe um Agente de Adaptação que tem a função de tratar as informações executadas na Camada de Interface pelos estudantes, disponibilizando o material adequado. As informações tratadas são a identificação da velocidade de conexão, que são armazenadas no arquivo XML (*Extensible Markup Language*). A partir disso o Agente de Adaptação modifica o ambiente para que o estudante tenha uma navegação adequada. A adaptação do ambiente é feita nos materiais disponibilizados e também nas ferramentas que serão disponibilizadas de acordo com o contexto de rede do estudante, sendo que a variável analisada pelo Agente é a variável de velocidade de acesso ao AVA.

O Agente irá comunicar-se com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e adequar o ambiente para cada estudante. No SGBD do *Moodle U-SEA* são armazenadas todas as informações inseridas no *Moodle*, sendo o *MySQL* o sistema de gestão utilizado. O *MySQL* utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*) como *interface*.

Apesar de o SGBD armazenar as informações inseridas, as variáveis armazenadas para adequação do ambiente para o perfil do estudante, levando em consideração sua velocidade como IP, velocidade de conexão e data de acesso dos estudantes no AVA são armazenados em um arquivo XML, que está salvo dentro do *Moodledata*, localizado no servidor da Nuvem criada, servindo esses dados para posterior análise estatística.

A identificação da velocidade de conexão do estudante indicará quais conteúdos e quais ferramentas serão disponibilizadas no seu acesso ao ambiente.

O Agente que faz a adaptação dos conteúdos, monitora o ambiente enquanto o estudante estiver logado, a cada intervalo de tempo de 60 segundos mostrando a velocidade na tela e salvando os dados. Caso o estudante tenha sua velocidade reduzida, o ambiente se adapta a essa velocidade e caso a velocidade aumente o Agente também disponibiliza matérias e ferramentas para essa conexão.

Delega-se ao sistema, através do Agente de Adaptação Autônomo integrado ao ambiente, a autonomia na decisão sobre os materiais e ferramentas que serão disponibilizadas. O Agente de Adaptação recebe a tarefa de resolver, monitorar o ambiente de execução, escolher materiais e ferramentas compatíveis e as disponibilizar. Entende-se por monitoramento do ambiente a verificação a cada intervalo de tempo de 60 segundos da velocidade que o estudante está utilizando para acesso ao AVA. Esse monitoramento através da medição de velocidade possibilita a adequação do ambiente para a velocidade de conexão do estudante através do envio de um arquivo de 100 Kb para a memória do computador do

estudante. O tamanho do arquivo foi selecionado de forma a facilitar o cálculo da velocidade e também pelo fato de ser um arquivo que não acarretará atrasos pela sua transferência durante a navegação.

O Agente de Adaptação verifica e captura a velocidade que o aluno está utilizando para acessar o ambiente e disponibiliza somente os materiais e as ferramentas que são compatíveis com a navegação dessa velocidade capturada.

O Agente de Adaptação escolhe os materiais e ferramentas baseado na velocidade de conexão em função de regras, que serão apresentadas mais adiante no texto.

Os valores das velocidades foram identificados a partir do velocímetro integrado ao ambiente e também nas pesquisas sobre disponibilidade de velocidade oferecida pelas operadoras de acesso a *Internet*.

Utilizando uma velocidade baixa de conexão menos de 500Kb/s, foi acessado o ambiente *Moodle* e constatou-se que essa velocidade traz problemas de navegação, entre eles demora na transferência ou abertura de arquivos, atrasos na apresentação de vídeos disponibilizados e problemas de parada de execução na utilização de *chats* dentro do ambiente. Também foi utilizada uma conexão 3G com velocidade de 100 Kb/s e verificou-se que o AVA *Moodle*, quando o estudante tenta acessar os *links* dos conteúdos ou das ferramentas apresenta uma parada de execução impossibilitando esses estudantes de acessarem os conteúdos disponibilizados. Constatou-se também com esses acessos que os arquivos menores, com até 400 Kb e ferramentas que não exigem tanta velocidade funcionam de forma adequada, possibilitando assim aos estudantes a realização das atividades.

As regras criadas fazem com que o Agente de Adaptação combine a velocidade com o material e as ferramentas corretas de forma a apresentar os conteúdos adequados para cada estudante. Através do velocímetro do ambiente é capturada a velocidade que o estudante está utilizando, sendo que, a partir disso o Agente de Adaptação verifica as regras criadas para constatar se a velocidade é considerada baixa ou não. Assim que o Agente de Adaptação constata o tipo de conexão que está sendo utilizada, ele verifica quais são os materiais adequados e os disponibiliza no ambiente.

As regras são:

- Se conexão até 500 Kb/s, então velocidade baixa;
- Se velocidade baixa, então materiais e ferramentas adaptados;
- Se conexão mais de 500 Kb/s, então velocidade alta;

- Se velocidade alta, então materiais e ferramentas normais.

A modelagem da proposta foi realizada utilizando a linguagem de modelagem UML (*Unified Modeling Language*), uma linguagem destinada a visualizar, especificar, construir e documentar sistemas de software. A Figura 6 apresenta o diagrama de Caso de Uso do Moodle U-SEA, através da visão do estudante e do professor.

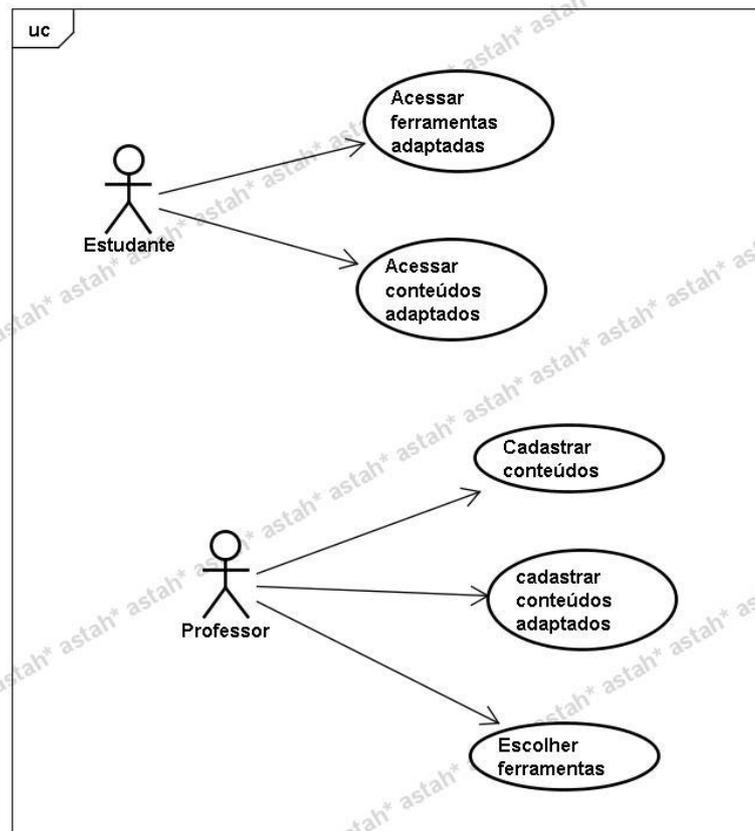


Figura 6: Diagrama de Caso de Uso

O Diagrama da Figura 6 apresenta as ações possíveis para o estudante, sendo que este não visualizará nenhuma mudança no ambiente, pois seus materiais já estarão de acordo com o seu perfil. Já o professor tem a possibilidade de cadastrar os conteúdos e também disponibilizar conteúdos adaptados para o melhor acesso dos estudantes.

A Figura 7 apresenta o Diagrama de Casos de Uso do Agente integrado ao ambiente. O Agente fará o monitoramento do ambiente, salvando e mostrando esses dados no ambiente

e tem a autonomia para decidir sobre os materiais e ferramentas que são disponibilizados ao estudante.

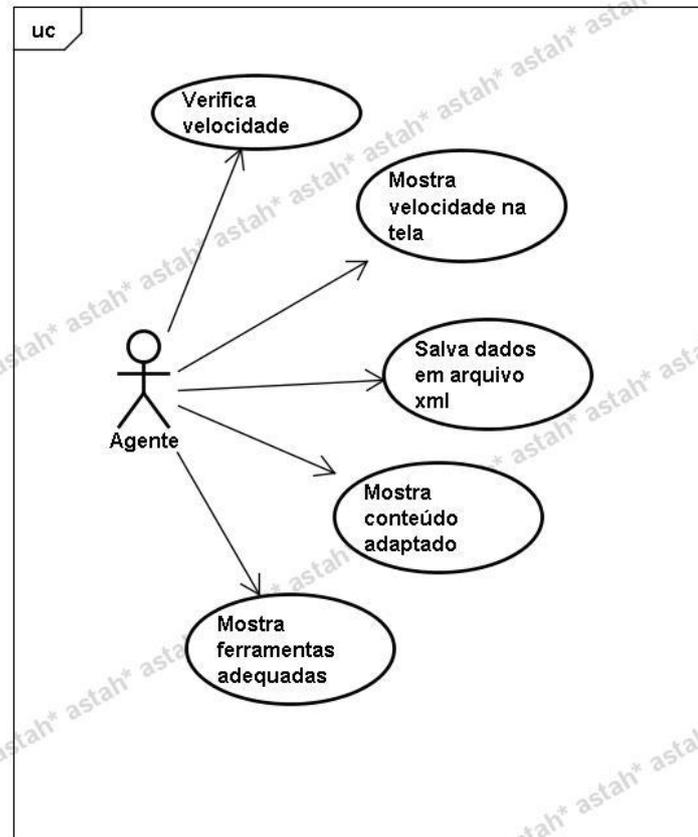


Figura 7 – Diagrama de Caso de Uso do Agente

O material a ser utilizado pelos estudantes está armazenado em categorias distintas, uma para velocidades baixas e outra para velocidades normais e altas, tornando o ambiente totalmente personalizado, sendo que o estudante só visualizará os arquivos ideais para sua velocidade de conexão, bem como as ferramentas adequadas para sua navegação. A disponibilização dos materiais e ferramentas obedece a regras que foram criadas a partir da medição através do velocímetro integrado ao ambiente.

Foram criados dois grupos de materiais e ferramentas, um para velocidades lentas e outro para velocidades normais e rápidas. Um dos grupos possui materiais maiores, com mais de 400 kb, que podem ser arquivos de texto, vídeos ou imagens. Já o outro grupo possui arquivos menores que serão disponibilizados para os estudantes que apresentarem velocidades

lentas de conexão. As velocidades lentas são consideradas as velocidades abaixo de 500 Kbps (*Kilobytes* por segundo), pois essas durante os testes apresentaram problemas em baixar ou abrir documentos e também em acessar e manter a ferramenta de bate papo do ambiente em uso.

A infraestrutura de nuvem disponibilizada para o desenvolvimento do U-SEA, está baseada em nove computadores, com o seguinte formato: um *gateway*, que permite o acesso ao ambiente através da rede; um servidor com as funções de *cloud controller*, *cluster controller* e *storage controller* e; sete máquinas servindo de *node controller*, as quais disponibilizam o processamento da nuvem. Todas as máquinas utilizadas neste ambiente, como *node controllers*, possuem a tecnologia de virtualização nativa em hardware, sendo seis computadores com processadores *Dual Core* e um com processador *Quad Core*, totalizando assim um máximo de dezesseis núcleos na nuvem computacional.

A escolha do *framework Eucalyptus* se deu pelo fato de ser *open source* e possibilitar a implementação de nuvens escaláveis e eficientes. Seu *framework* de *software* é altamente modular e pode agregar e gerenciar recursos de um ou vários *clusters*. Entre os benefícios do *Eucalyptus* pode-se citar ele ser um ambiente de computação em nuvem bem arquitetado; ser um sistema de núcleo aberto; ter sido criada para abrigar comunicação e pesquisa para plataformas de computação em nuvem. Está disponível livre e gratuitamente na forma de código fonte, facilitando a compreensão do que está "por baixo" e a criação de extensões para a plataforma. Atualmente, seu desenvolvimento está em ritmo acelerado. Por ser compatível com a API *Amazon EC2* e por causa de sua flexibilidade, podendo migrar as aplicações de uma nuvem para a outra facilmente. Permite a criação de nuvens híbridas que usam nuvens privadas e públicas simultaneamente.

Através da virtualização é possível que várias instâncias do sistema operacional sejam executadas simultaneamente em um único computador, sendo possível controlar o uso da CPU, da memória e armazenamento e até permitir que o sistema operacional migre de uma máquina para outra. Neste trabalho, o KVM (*Kernel-based Virtual Machine*) foi utilizado para virtualização. O KVM é nativo no sistema operacional *Ubuntu*, tendo a possibilidade de rodar clientes *Windows* e *Linux* sendo utilizado para levantar as instâncias no *framework Eucalyptus*. A Figura 8 apresenta a infraestrutura da nuvem.

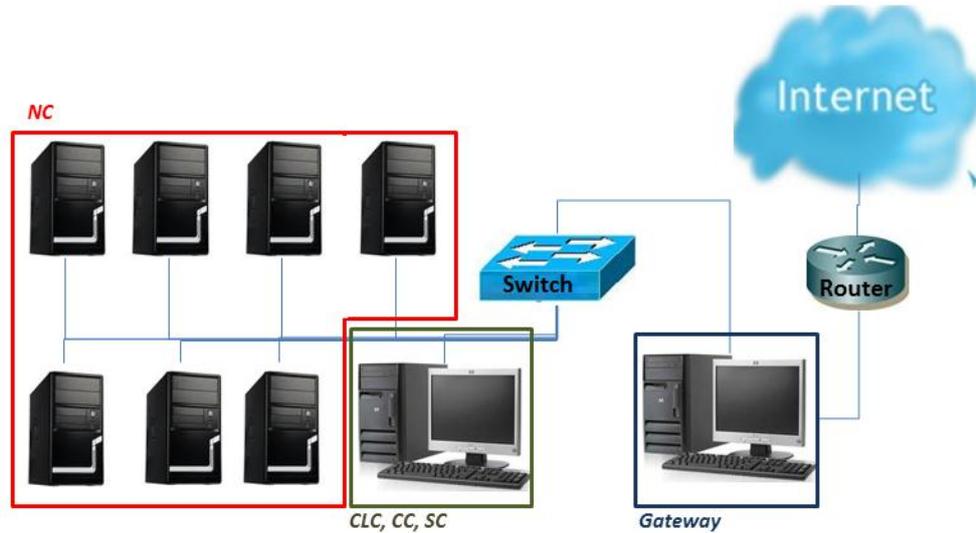


Figura 8: Infraestrutura do *Framework U-SEA*.

Este ambiente de *Cloud Computing* está implementado com a tecnologia *Eucalyptus*, sob uma plataforma *Ubuntu Linux*. Para a utilização do U-SEA no ambiente, foi criada uma instância, também em *Linux*, para a instalação do *Moodle* adaptado à aplicação. A Figura 9 apresenta a tela do *Eucalyptus*, mostrando o número de núcleos ou processadores disponíveis para carga das instâncias na nuvem.

```

cloud-gw@gateway-cloud:~$
eucalyptus@cloud-master01:~/imagens$ euca-describe-availability-zones verbose
AVAILABILITYZONE    cluster01      192.168.254.100
AVAILABILITYZONE    |- vm types
AVAILABILITYZONE    |- m1.small     0002 / 0014   1   512   40
AVAILABILITYZONE    |- c1.medium    0002 / 0010   1  1024   60
AVAILABILITYZONE    |- m1.large     0000 / 0006   2  1280   80
AVAILABILITYZONE    |- m1.xlarge    0000 / 0006   2  1536  100
AVAILABILITYZONE    |- c1.xlarge    0000 / 0001   4  7680  200
eucalyptus@cloud-master01:~/imagens$

```

Figura 9: Número de instâncias disponíveis na nuvem.

A Figura 9 apresenta a tela do *Framework Eucalyptus*, mostrando dados sobre as instâncias. É possível visualizar na imagem o número máximo de instâncias possíveis para serem carregadas na coluna “*max*”, a quantidade de memória na coluna “*ram*” e a capacidade

em disco da instância na coluna “*disk*”. As instâncias são sistemas operacionais implementados sob um gerenciador de máquina virtual o qual funciona de forma independente. A instância é um sistema operacional instalado e configurado por um monitor de máquinas virtuais, funcionando de forma isolada.

Como foi dito, para a virtualização foi utilizada a KVM (*Kernel-based Virtual Machine*) que utiliza o *kernel Linux* como *Hypervisor*, suportando a virtualização nativa. Com a virtualização é possível controlar o uso da CPU (Unidade Central de Processamento), da memória e armazenamento, e permitir que o sistema operacional migre de uma máquina para outra.

A virtualização permite a criação e administração de várias instâncias do sistema operacional, trazendo para este trabalho disponibilidade de acesso ao ambiente, pois caso a instância onde o AVA está rodando apresente problemas é migrado automaticamente para outra instância, não prejudicando o acesso ao ambiente. O sistema operacional onde está instalado o *Moodle U-SEA* é uma instância, ele está rodando sobre um node (computador que faz parte da nuvem), a vantagem está no fato que caso o computador (node) apresente algum problema (desempenho, trave ou algo assim) poderá migrar a instância para outro node na mesma nuvem ou até mesmo para outra nuvem.

Também a utilização de *Cloud Computing* traz a vantagem de elasticidade de recursos para o AVA, pois caso o número de usuários ou a necessidade de mais espaço para armazenar conteúdos aumente, não é necessária a aquisição de mais recursos de hardware como novos servidores com mais espaço ou com mais poder de processamento, os recursos necessários serão alocados automaticamente pela nuvem, sendo que a realocação de recursos pode ser realizada em tempo real, sem a necessidade de parada do sistema.

O modelo de implantação da nuvem computacional é privada, sendo que o modelo de serviço é do tipo SaaS que, tem por objetivo tornar mais fácil e acessível o fornecimento dos recursos para os alunos. O AVA *Moodle U-SEA* está instalado no servidor juntamente com os outros trabalhos já desenvolvidos para o *Moodle*, o SEDECA e o Detector de Plágio.

O U-SEA funciona de modo transparente ao usuário, quando o aluno entra no ambiente, este não apresenta nenhuma modificação aparente, tendo assim características de um *software u-learning*. Quando o aluno clicar no curso é que o sistema verifica sua velocidade de conexão e disponibiliza os materiais que estão adequados para o uso daquela conexão. O U-SEA também disponibiliza as ferramentas que serão mostradas. Como

exemplo, em conexões lentas os *chats* não são disponibilizados, tornando a navegação e a interação mais rápida e adequada.

O ambiente adaptado armazena as velocidades de conexão dos estudantes e os materiais adaptados que foram acessados, tornando possível o estudo do perfil dos estudantes, com a possibilidade de indicar melhorias das condições do AVA para atender as necessidades dos estudantes, e assim influenciando na qualidade final do curso.

O estudante também pode optar em acessar de diferentes formas o ambiente, através de um computador pessoal ou um dispositivo móvel, tornando importante verificação a cada intervalo de tempo.

Para o desenvolvimento do Agente foram utilizadas as linguagens *JavaScript*, juntamente com a linguagem PHP, os mesmos recursos de programação utilizados para a implementação do AVA *Moodle*. O sistema atualiza o registro de velocidades a cada minuto, com o intuito de deixar os materiais sempre adequados ao contexto de rede do aluno.

Durante o período em que o estudante está conectado ao ambiente, o Agente de Adaptação verifica a cada intervalo de 60 segundos para verificar as alterações de velocidade ocorridas a fim de readequar o material. Pelo fato do arquivo utilizado pelo medidor de velocidade integrado ter o tamanho de 100 Kb, ele não traz nenhum impacto sobre a rede por mais baixa que seja a velocidade que o estudante utiliza.

Para a medição de velocidade, o Agente quando o usuário clica no curso, envia um arquivo de 100KB e juntamente ao início da transferência desse arquivo é iniciado um cronômetro que pára somente quando o arquivo for completamente transferido. Foi escolhido esse tamanho de arquivo pelo fato de não impactar em sobrecarga na Nuvem, sendo que mesmo que a velocidade de conexão do estudante esteja lenta, o sistema consegue enviar o arquivo sem atrasos ao usuário. Também foi escolhido pelo fato de facilitar o cálculo da velocidade. Tendo esses dados, o agente faz um cálculo simples de tamanho do arquivo sobre o tempo, gerando a velocidade que é apresentada para o usuário.

Abaixo a fórmula apresenta um exemplo do cálculo da velocidade. Sendo que 100 Kb é o arquivo enviado para a máquina do estudante e 0,2 s é o tempo em segundos que o arquivo levou para ser transferido, dando o resultado de 500 Kbps que é velocidade que o estudante está acessando o ambiente.

$$100 \text{ Kb} / 0,2 \text{ s} = 500 \text{ Kbps}$$

Os dados do cálculo de velocidade são salvos em um arquivo de *logs* e disponibilizados no ambiente, através de um *link* na página inicial. Esse arquivo é no formato XML (*Extensible Markup Language*) e contém além da velocidade do usuário, o endereço IP (*Internet Protocol*) da máquina do usuário e a data em que foi acessado o ambiente, tornando possível assim a análise detalhada dos dados obtidos. A velocidade, data, hora e tipo de acesso são analisados neste trabalho.

O usuário não tem acesso a este arquivo que é transferido para a sua máquina, pois este arquivo é enviado para a memória e não é salvo pela máquina do usuário.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Moodle U-SEA adapta os conteúdos de acordo com o contexto computacional dos estudantes, levando em consideração a velocidade de conexão, então é necessário que o velocímetro do ambiente esteja funcionando de forma correta. Para a validação do velocímetro do ambiente foram feitos dois testes. Um deles utilizando a ferramenta *Firebug* V1.7.2, *plugin* do navegador de internet *Mozilla Firefox* e o outro a partir de uma medição manual utilizando uma ferramenta online, através do página do velocímetro RJNET. Abaixo os resultados encontrados:

- Foi instalada a ferramenta *Firebug* V1.7.2 que é um *plugin* do navegador de internet *Mozilla Firefox* que disponibiliza um recurso que marca o tempo de carregamento da página. O *plugin Firebug* apresenta uma lista com todos os objetos que compõem a página, seus tamanhos e o tempo que foi utilizado para o carregamento de cada um deles e no final apresenta o tempo total de carregamento da página inteira. A diferença entre o tempo inicial e o tempo final de carregamento de todos os objetos caracteriza o tempo total de carregamento da página. A figura 10 apresenta a tela do navegador *Mozilla Firefox* com o *plugin Firebug* instalado, mostrando o tempo total de carregamento do Moodle U-SEA, que por sua vez apresenta o mesmo tempo de carregamento do *plugin*, validando assim o velocímetro do ambiente.

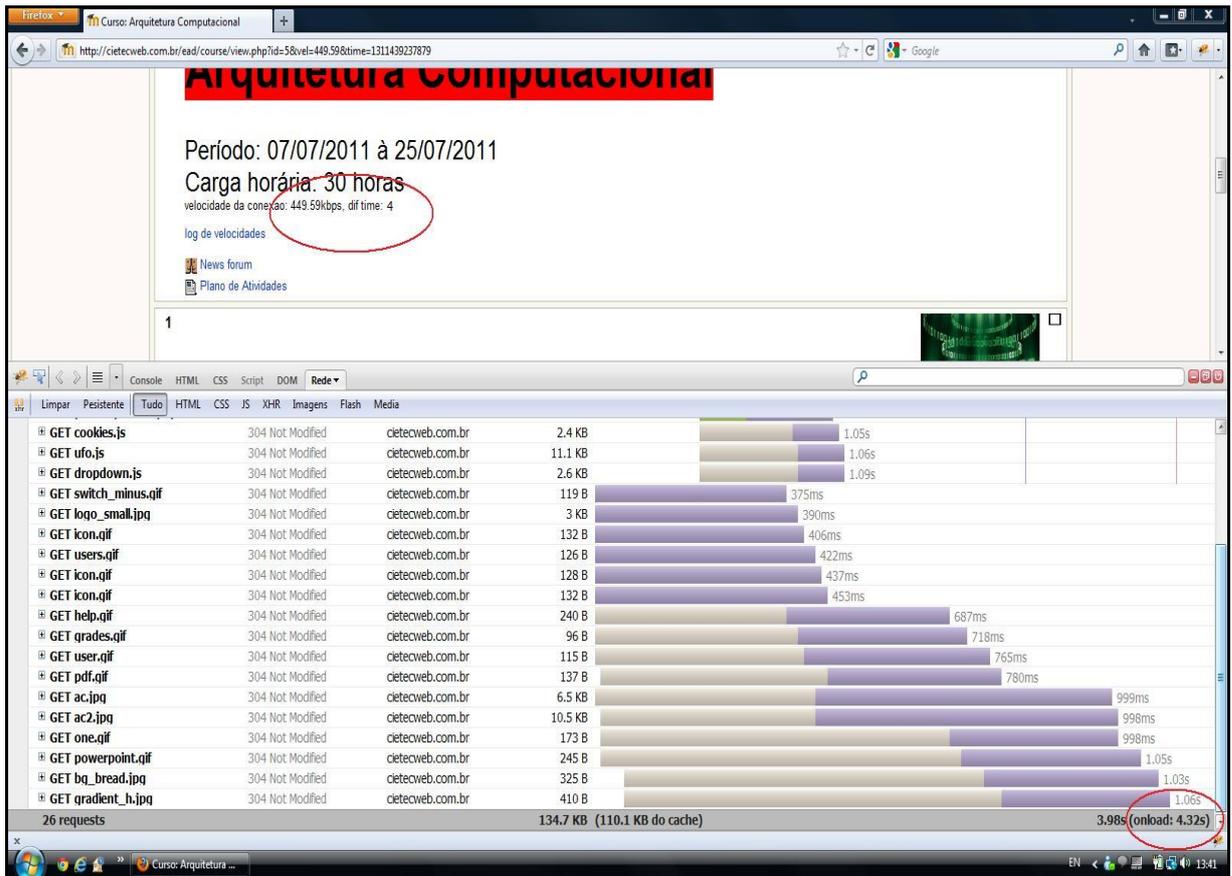


Figura 10: Moodle U-SEA no navegador Mozilla Firefox com o plugin Firebug.

A Figura 10 apresenta em detalhes todas as solicitações feitas para o carregamento da página. As barras mostram quando a solicitação começou a ser atendida dentro do tempo total de carregamento da página e o tempo que levou para ser totalmente carregada. No final o *plugin* apresenta um total, que é o tempo total de carregamento de toda a página. Já o ambiente mostra a velocidade após o cálculo realizado bem como apresenta uma diferença de tempo, que é o tempo que a página levou para ser carregada pelo navegador, com o objetivo de facilitar a validação do medidor.

- Foi realizada uma medição manual durante um espaço de tempo de 50 minutos, sendo que as medições foram executadas a cada intervalo de tempo de 5 minutos. Esse tempo foi escolhido porque se constatou que os estudantes realizam suas atividades dentro do ambiente em um tempo inferior a 50 minutos. Essa medição foi realizada utilizando uma ferramenta *online* chamada RJNET (RJNET, 2011). A tabela 1 apresenta os dados coletados com a medição do *Moodle* U-SEA e com a ferramenta

RJNET simultaneamente e a Figura 11 apresenta o gráfico gerado a partir dos dados da tabela.

Tempo/ Minutos	Velocímetro Ambiente/ Kbps	Rjnet/ Kbps
5	547	571
10	535	525
15	651	590
20	561	602
25	573	583
30	622	601
35	650	590
40	654	631
45	722	682
50	689	672

Tabela 1 : Dados Moodle U-SEA e RJNET.

A tabela 1 apresenta na primeira coluna (Tempo/Minutos) o intervalo de tempo em que as medições de velocidade de Internet foram realizadas, sendo que foram feitas em um intervalo de tempo de 5 minutos entre elas, com a intenção de verificar as variações de velocidade do velocímetro integrado ao ambiente e da ferramenta *online* RJNET, buscando assim demonstrar que o medidor desenvolvido e integrado ao Moodle funciona de forma correta. Na segunda coluna da Tabela 1 (Velocímetro Ambiente/Kbps) foram coletados os dados de velocidade do velocímetro do ambiente a cada intervalo de 5 minutos. A velocidade apresentada no quadro está em Kbps. E por fim na terceira coluna da Tabela 1 (RJNET/Kbps) foram coletados os valores de velocidade da ferramenta *online* RJNET a cada intervalo de tempo de 5 minutos. Após a coleta desses dados foi construído um gráfico para demonstrar a variação de

velocidade entre as duas medições, do velocímetro do ambiente e da ferramenta *online* RJNET. (Figura 11)

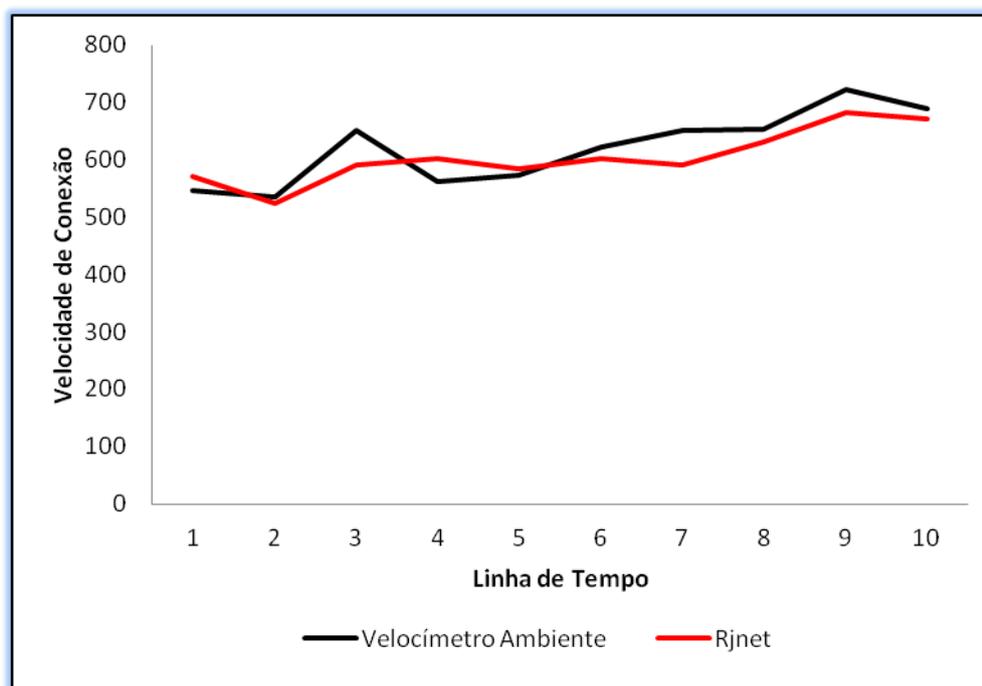
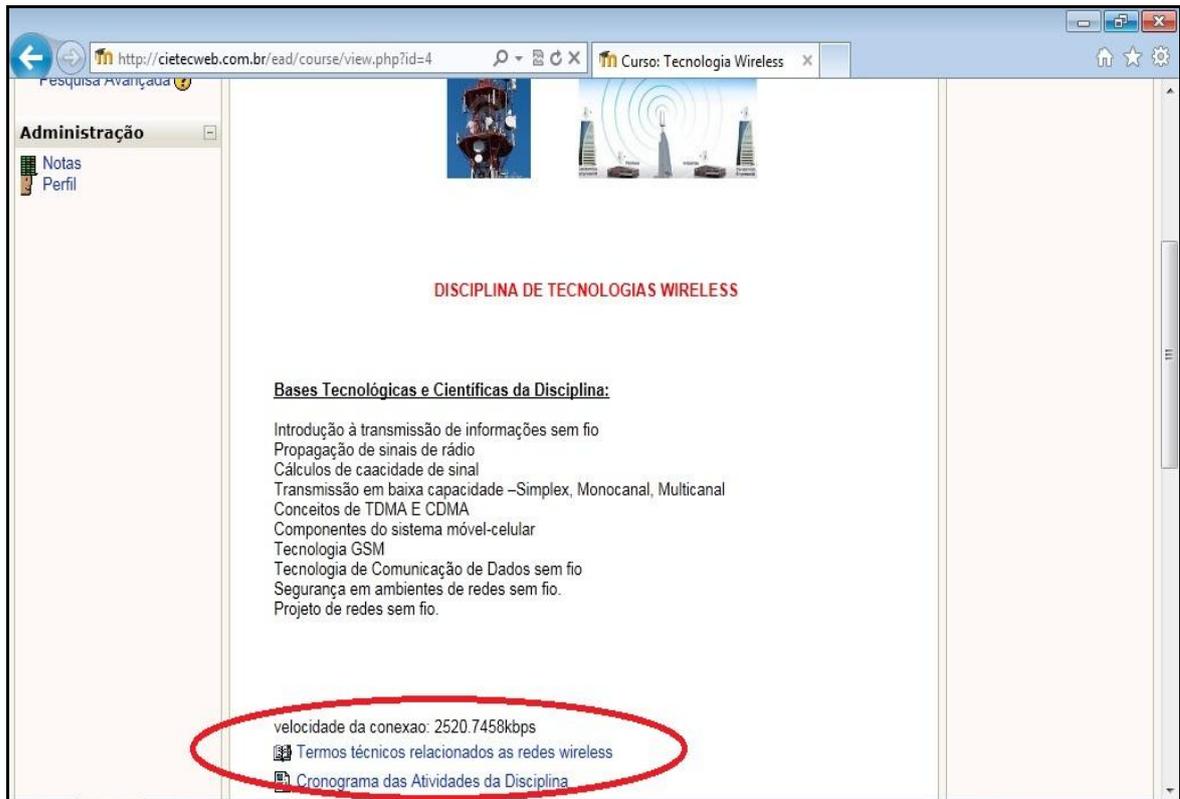


Figura 11: Gráfico *Moodle* U-SEA e RJNET.

A Figura 11 demonstra que o velocímetro do ambiente está de acordo com outra ferramenta utilizada para medição de velocidade. A pequena variação entre o velocímetro do ambiente e a ferramenta RJNET se dá pelo fato da medição ser feita uma após a outra e não no mesmo momento. Apesar disso pode-se notar que as linhas encontradas apresentam uma variação muito pequena e sempre tendem a mesma direção. A velocidade medida no ambiente variou entre 535 Kbps e 722 Kbps e o velocímetro RJNET entre 525 Kbps e 682 Kbps, sendo que essa diferença é perfeitamente aceitável, pois 10 Kbps e 40 Kbps, respectivamente, não refletem significativamente no desempenho final.

A validação do *Moodle* U-SEA foi realizada na Escola Cietec (Escola Técnica), nas disciplinas de Tecnologia *Wireless* e de Arquitetura de Computadores, onde foram coletados os dados que serão apresentados neste trabalho. A Figura 12 apresenta a tela do *Moodle* U-SEA mostrando a velocidade de conexão do usuário, na Disciplina de Tecnologia *Wireless*.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://cietecweb.com.br/ead/course/view.php?id=4>. The page title is "Curso: Tecnologia Wireless". On the left, there is a sidebar with "Administração" and links for "Notas" and "Perfil". The main content area features a header image of wireless technology and the title "DISCIPLINA DE TECNOLOGIAS WIRELESS". Below this, a section titled "Bases Tecnológicas e Científicas da Disciplina:" lists several topics: "Introdução à transmissão de informações sem fio", "Propagação de sinais de rádio", "Cálculos de capacidade de sinal", "Transmissão em baixa capacidade – Simplex, Monocanal, Multicanal", "Conceitos de TDMA E CDMA", "Componentes do sistema móvel-celular", "Tecnologia GSM", "Tecnologia de Comunicação de Dados sem fio", "Segurança em ambientes de redes sem fio.", and "Projeto de redes sem fio.". At the bottom of the page, a red circle highlights the text "velocidade da conexão: 2520.7458kbps" and two links: "Termos técnicos relacionados as redes wireless" and "Cronograma das Atividades da Disciplina".

Figura 12: Moodle U-SEA.

A Figura 13 apresenta a tela do Moodle U-SEA mostrando a velocidade de conexão do usuário e os materiais que estão disponíveis para a conexão.

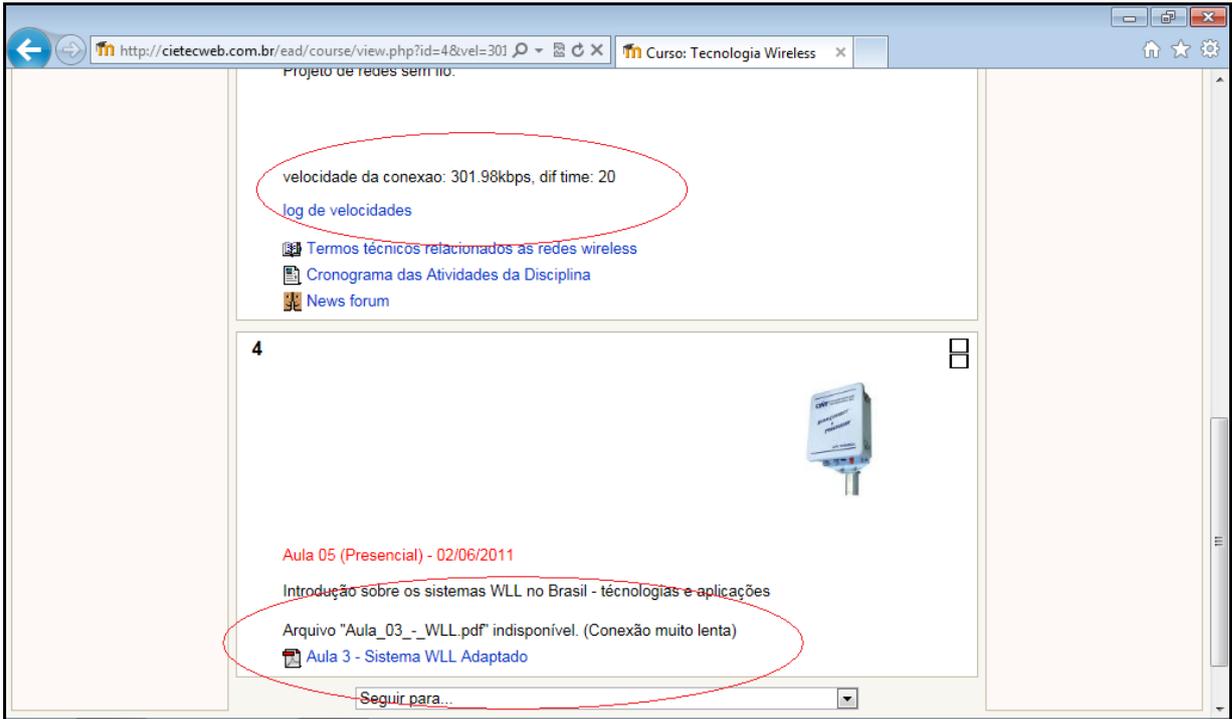


Figura 13: Moodle U-SEA com Materiais Adaptados.

A Figura 13 apresenta a velocidade de conexão capturada pelo agente, que é de 301,98 Kbps, sendo uma velocidade considerada baixa para acesso ao ambiente. Assim o ambiente disponibiliza na Aula 5, um material diferenciado ao estudante possibilitando sua navegação mais adequada e confortável.

Devido à grande quantidade de dados coletados e armazenados no arquivo de *logs*, mais de 600 acessos no Moodle U-SEA, como amostra para a análise aqui apresentada, foram selecionados os 200 primeiros acessos que ocorreram no período de 05 de julho de 2011 até 30 de agosto de 2011,. A Figura 14 apresenta o Gráfico demonstrando a grande variação da velocidade que os alunos utilizaram para acesso à disciplina.

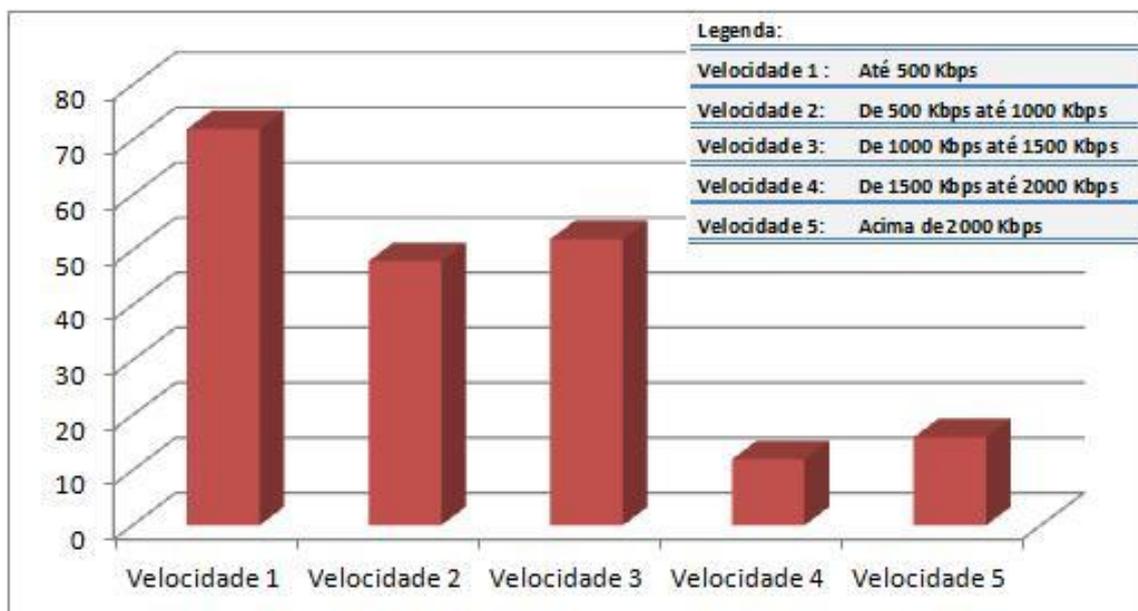


Figura 14: Gráfico da Variação de Velocidade.

O Gráfico da Variação de Velocidade, da Figura 14 na posição horizontal, eixo “X”, apresenta as cinco faixas de velocidades divididas para apresentar a variação de velocidade dos estudantes que acessaram o ambiente e o eixo vertical, eixo “Y”, apresenta o número de estudantes que acessaram o ambiente, fazendo-se assim a ligação entre o número de estudantes com a velocidade de acesso. Nota-se que a maioria dos estudantes ainda possui velocidades de conexão consideradas baixas diante das velocidades disponíveis, até 15 mega via banda larga (OI, 2011).

O gráfico mostra a importância da criação e disponibilização de ambientes sensíveis ao contexto na área de rede de computadores para uma melhora na qualidade de acesso dos estudantes aos materiais. O AVA estático, sem identificar a variável de velocidade do estudante indica que cerca de 70 acessos dos 200 acessos selecionados na pesquisa, apresentariam problemas, ou seja, 36% dos estudantes teriam problemas em assistir vídeos ou abrir arquivos mais pesados. Se materiais adaptados não fossem disponibilizados esses estudantes acabariam por ficar sem os conteúdos ou apresentados parcialmente e desestimulados a acessar o ambiente novamente.

A Figura 15 apresenta o Gráfico com o número de alunos que acessaram conteúdos adaptados no período. O Gráfico demonstra que da amostra selecionada, 64% dos estudantes que acessaram o ambiente não necessitaram que os materiais fossem adaptados, mas 36% dos

acessos apresentaram um contexto computacional que necessitou que as ferramentas e os materiais fossem adequados para uma melhor utilização do AVA. Dos 200 acessos selecionados, 72 deles foram com conexões de até 500 Kbps como se constatou no Gráfico da Figura 14, da Variação de Velocidade, com isso, 36% dos estudantes tiveram acesso a materiais diferenciados, mostrando assim a necessidade de cada vez os AVAs tratem cada estudante de maneira individual e personalizada. Os materiais e ferramentas são adaptados quando o estudante entra no ambiente.

Dos acessos analisados, 36% dos estudantes apresentaram uma velocidade de conexão igual ou inferior a 500 Kbps, sendo que esses foram tratados de maneira diferenciada, disponibilizando para eles materiais mais leves, possíveis de serem carregados e ferramentas possíveis de serem utilizadas com essa banda de *Internet*. Já os outros 72% dos alunos não tiveram necessidade de acessar materiais mais leves, podendo assim utilizar os materiais maiores e as ferramentas que consomem mais largura de banda.

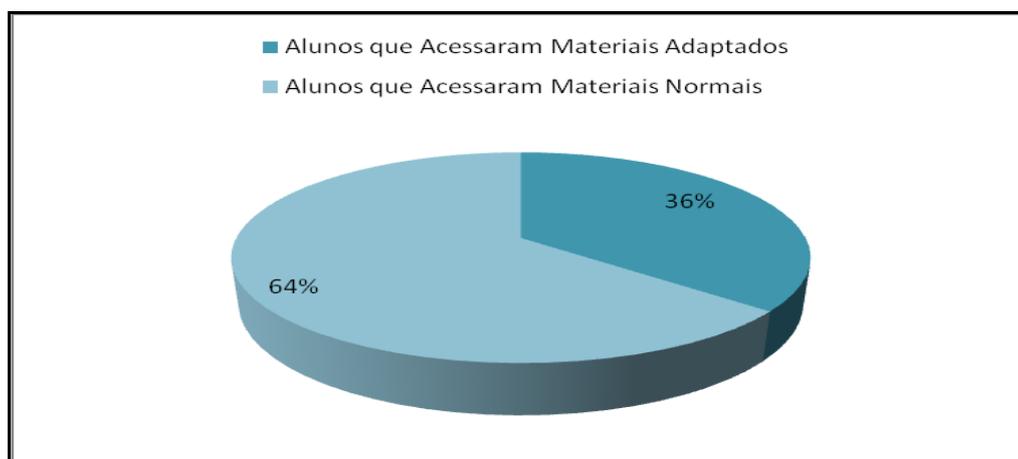


Figura 15: Gráfico mostrando a quantidade de alunos que acessaram materiais adaptados.

A Figura 16 apresenta a tela do *Moodle U-SEA* sendo acessado por dispositivo móvel, sendo que os aparelhos utilizados foram o *Nokia 5233* com conexão através da rede sem fio de uma *Internet* residencial da operadora OI, apresentando uma velocidade de 410,71 kbps.

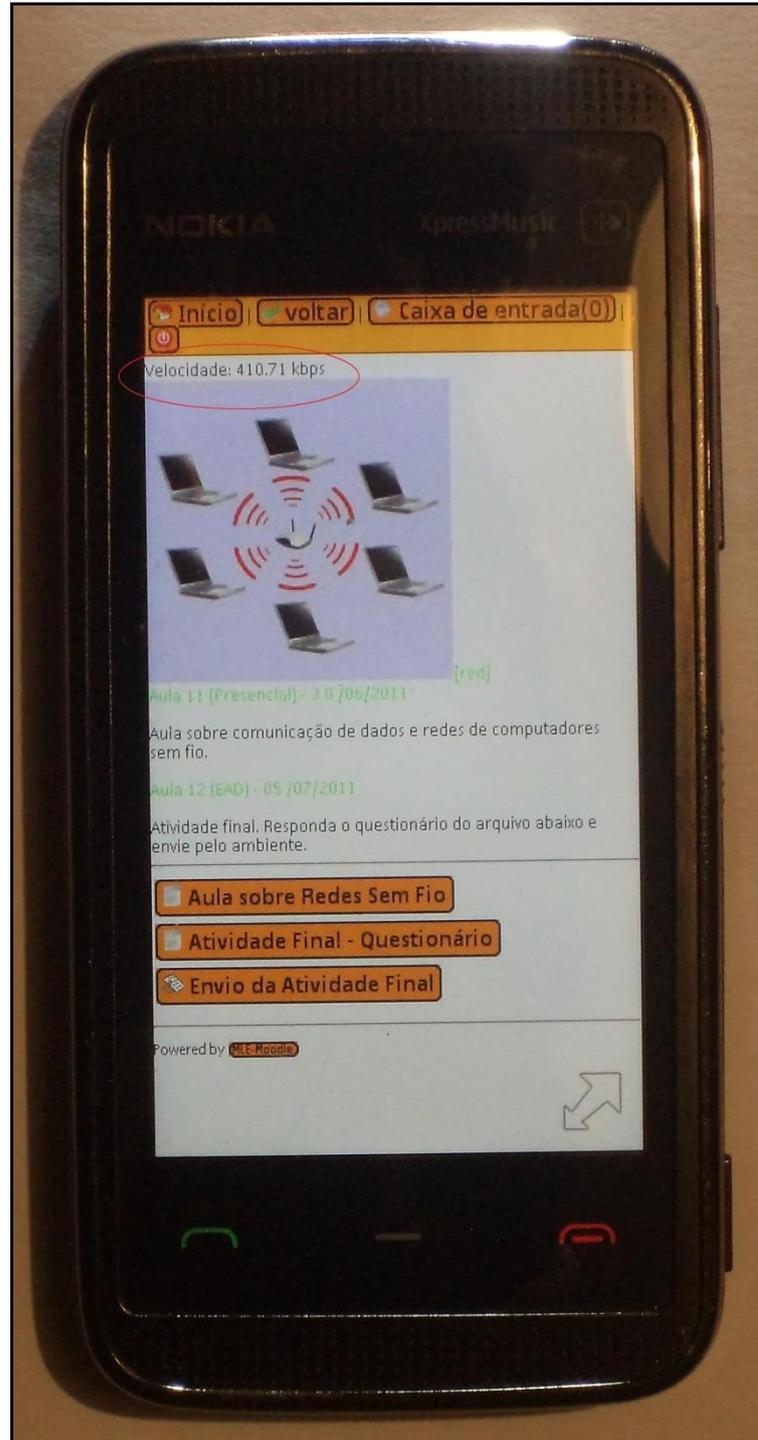


Figura 16: Nokia 5233.

Na figura 16 é possível visualizar a velocidade que o estudante está utilizando para acessar o ambiente móvel do AVA que é de 410,71 Kbps, sendo possível visualizar os materiais e atividades que estão disponíveis para o contexto desse estudante.

Já a Figura 17 apresenta a tela do aparelho *Motorola Q11* acessando o *Moodle U-SEA* através de uma conexão para *smartphone* da operadora de telefonia celular Claro, apresentando uma velocidade de 174,14 kbps.

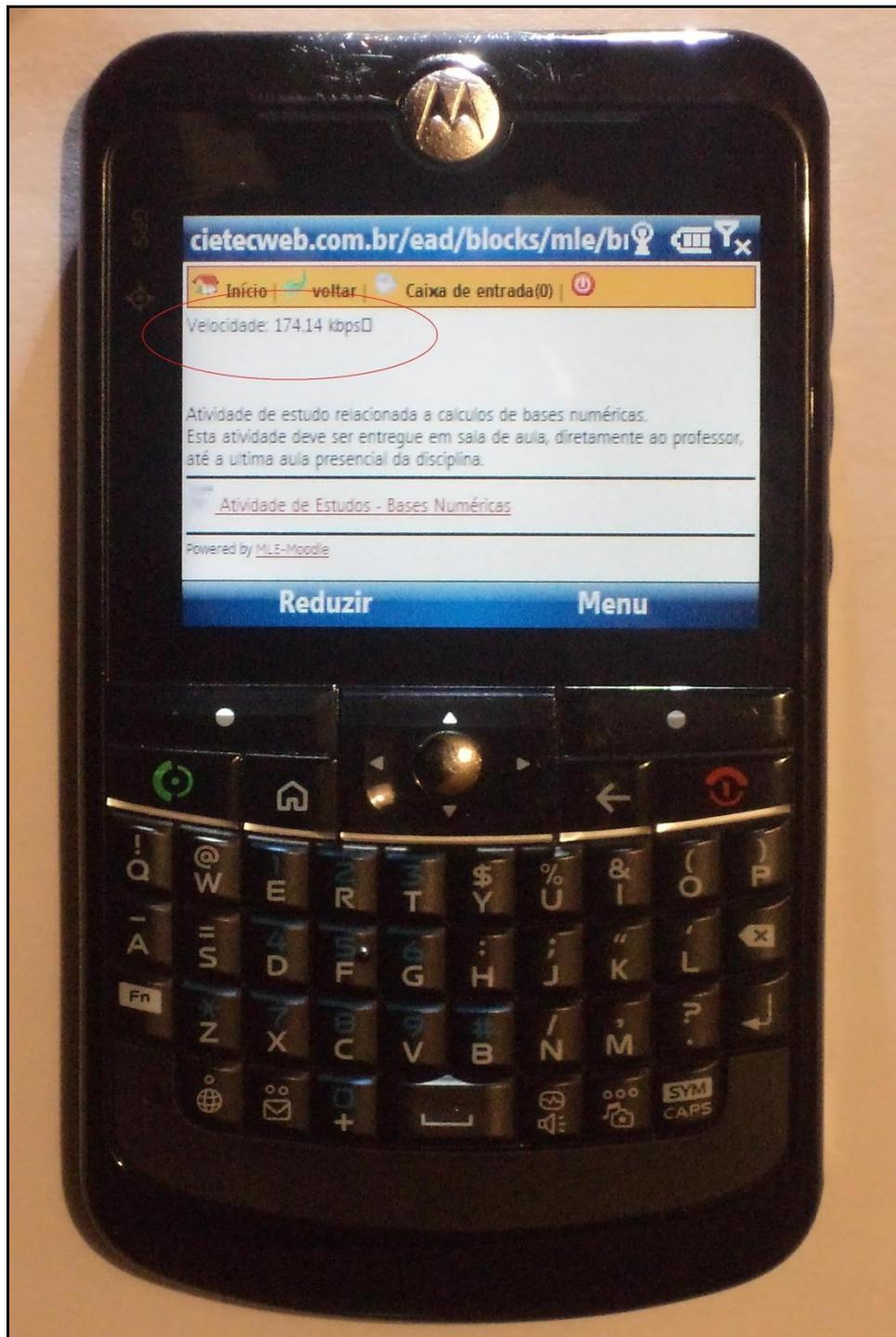


Figura 17: *Motorola Q11*.

Na Figura 17 além de visualizar a velocidade de acesso do estudante e os materiais que o estudante tem acesso a partir do seu contexto, a tela também mostra o endereço do AVA Móvel da escola Cietec, do *Mle-Moodle*, que foi pouco utilizado pelos estudantes pesquisados.

Ambas as Figuras 18 e 19 foram captadas utilizando o mesmo modem da marca ZTE, da operadora Vivo.

Os estudantes apesar de acessarem através de dispositivos móveis, eles utilizam o endereço para *desktops* do ambiente, não acessando através do *Mle-Moodle* do AVA. O AVA *Moodle* possui endereços diferentes para acesso por *desktop* e por dispositivos móveis, sendo que o endereço para acesso por *desktop* é: [www.cietecweb.com.br/ead](http://www.cietecweb.com.br/ead), e para dispositivos móveis o endereço: [www.cietecweb.com.br/ead/blocks/mle/browser.php](http://www.cietecweb.com.br/ead/blocks/mle/browser.php). Apesar da disponibilidade de ter ambos os acessos, o acesso através de dispositivos móveis foi pouco utilizado, pois os estudantes na sua maioria não têm *smartphones* e conexão 3G, utilizando quase sempre o endereço para *desktop* mesmo quando acessaram por dispositivos móveis.

Destaca-se ainda que ambos os acessos (Figura 16 e Figura 17) foram feitos no mesmo momento, demonstrando assim a necessidade de tratar de forma individual e contextual cada usuário. Ambos os acessos apresentaram necessidade de adaptação dos materiais apresentados.

As Figuras 18 e 19 apresentam as telas do *Moodle* U-SEA em duas cidades da região, a cidade de Santa Maria que possui cobertura 3G da Operadora Vivo e Cruz Alta, cidade sem a cobertura 3G da Operadora Vivo. Nessas imagens é possível constatar a grande variação do contexto computacional dos usuários, sendo que em um dos acessos, o da cidade sem cobertura foi necessário que os materiais fossem adaptados para uma melhor navegação no ambiente. Na cidade com cobertura 3G a velocidade ficou em 1012,45 Kbps e na cidade sem cobertura a velocidade ficou em 141,16 kbps.

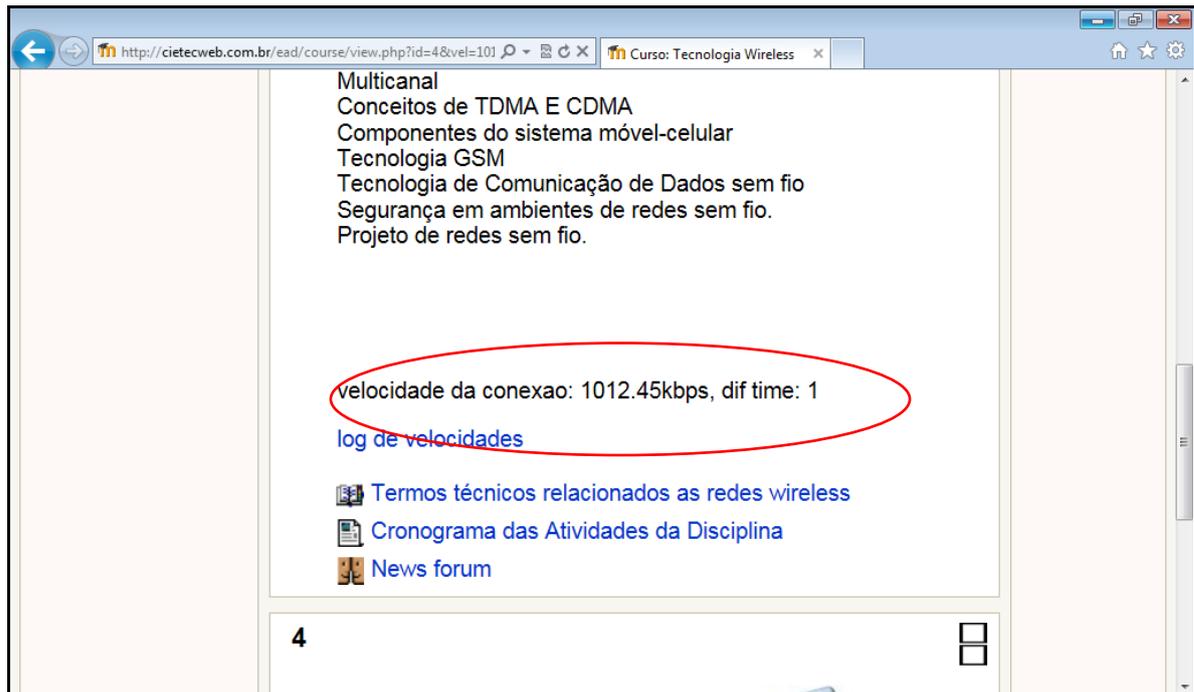


Figura 18: Tela do Moodle U-SEA com conexão 3G da Operadora Vivo em cidade com cobertura.

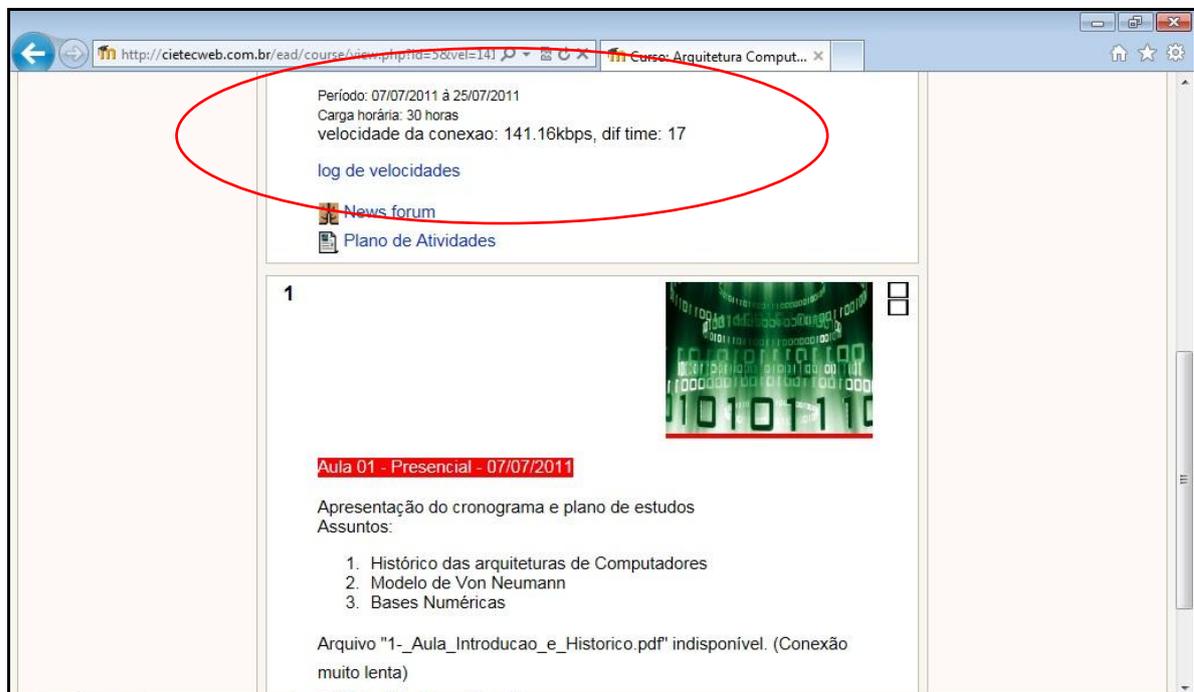


Figura 19: Tela do Moodle U-SEA com conexão 3G da Operadora Vivo em cidade sem cobertura.

Um dos problemas da utilização de um ambiente virtual padrão (único para todos os estudantes) e de não se tratar os diferentes contextos de rede dos usuários está no fato que ocorrem muitas limitações de acesso, diminuindo a utilização do ambiente por parte dos estudantes que possuem limitações de velocidade. Isso pode refletir na resistência ou até mesmo na desistência da utilização do ambiente, e no caso de um curso na modalidade à distância, também pode influenciar na evasão do curso.

É necessário que toda a estrutura do AVA auxilie de forma efetiva na sua utilização, sendo necessário que se disponibilizem formas alternativas de acesso, como utilização de equipamentos móveis e também que o ambiente tenha garantias de disponibilidade, o que neste *Moodle U-SEA* é garantido através da nuvem criada.

A Figura 20 apresenta o gráfico da variação de velocidade entre uma cidade com cobertura 3G e outra sem cobertura 3G da operadora Vivo. O eixo na horizontal, eixo “X” representa as cidades com cobertura e as cidades sem cobertura. Já o eixo vertical, o eixo “Y”, representa a velocidade. Constatou-se através do Gráfico que a variação da velocidade entre as cidades com e sem cobertura é bastante grande, cerca de 800 Kbps, mostrando assim mais uma vez, a importância do AVA estar ciente do contexto do estudante quando este acessa seus materiais.

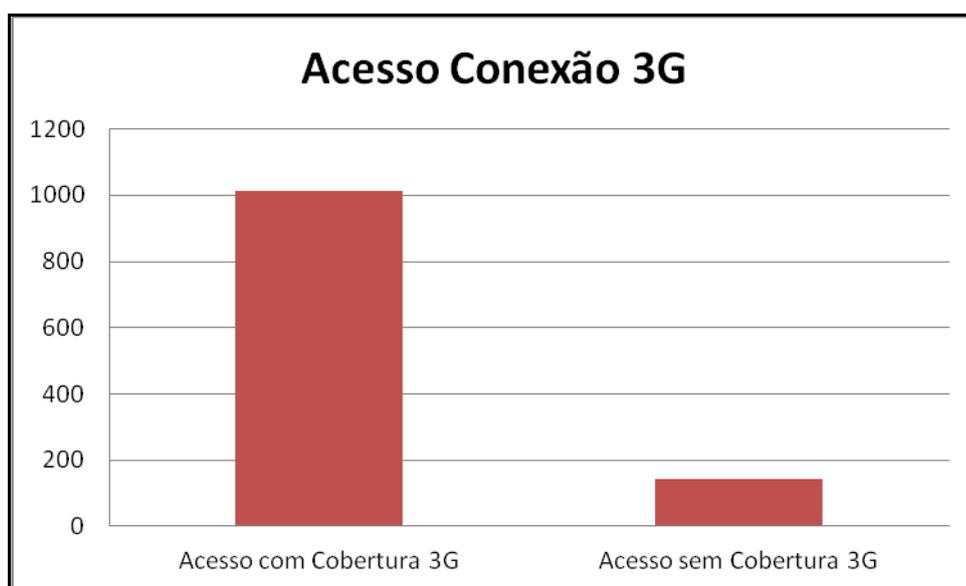


Figura 20: Variação de velocidade entre cidades com e sem cobertura 3G.

Também constatou-se que o mesmo usuário pode acessar o ambiente de mais de uma forma, como por exemplo, através de um *desktop* com conexão de banda larga e mais tarde acessar através da rede de telefonia móvel, utilizando um modem 3G. A figura 21 e a 22 apresentam as telas do mesmo usuário do *Moodle U-SEA* acessando o ambiente através de uma conexão 3G utilizando um modem da operadora Vivo com uma velocidade de 39,95 Kbps e de uma conexão de banda larga da operadora OI com uma velocidade de 441,05 Kbps.

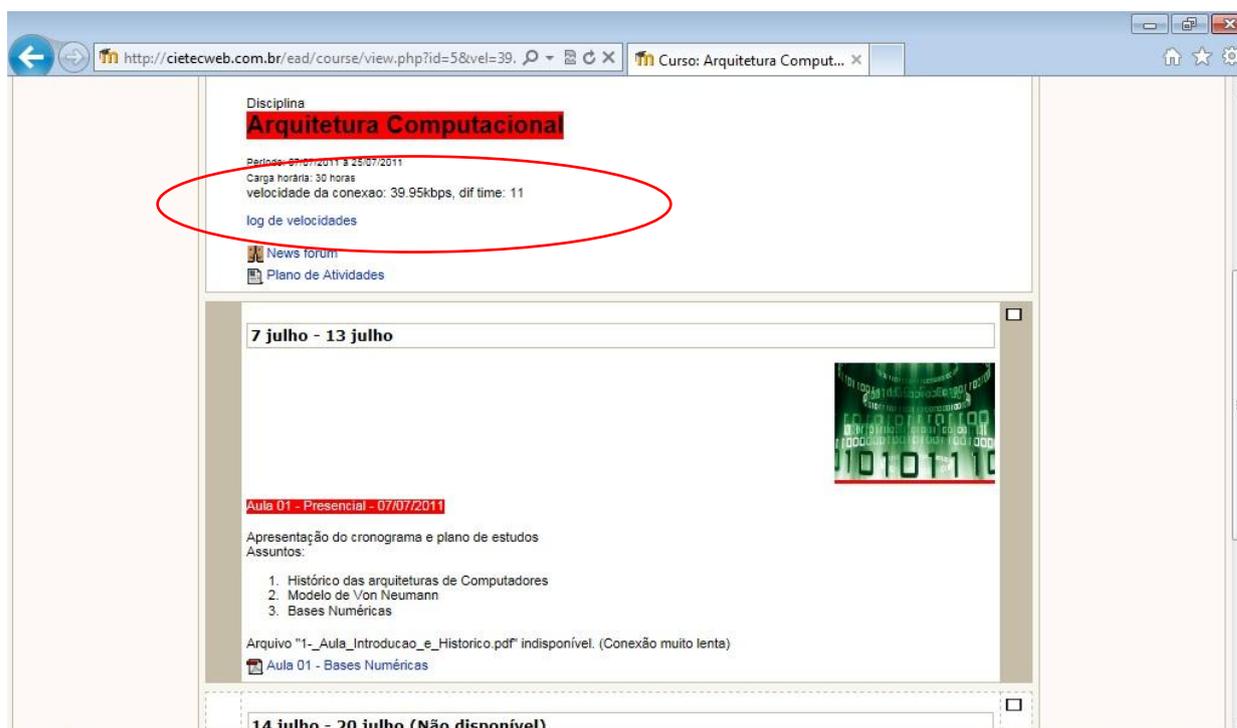


Figura 21: *Moodle U-SEA* acessado com conexão 3G utilizando um modem da operadora Vivo.

A Figura 21 mostra o estudante com uma velocidade bastante reduzida e mais abaixo aparecem os materiais adaptados de acordo com sua velocidade.

Um número bastante elevado de acessos com velocidades consideradas bastante baixas foram detectados pelo agente integrado ao ambiente. Cerca de 20% da amostra selecionada de 200 acessos tiveram velocidades de até 200 Kbps. Essa velocidade torna inviável a utilização de recursos como os *chats* dentro dos ambientes virtuais de aprendizagem. Isso mostra a importância da escolha correta dos recursos a serem utilizados, pois isso impossibilitaria

alguns estudantes de participar das atividades realizadas. Caso o professor opte por utilizar *chats*, os mesmos não devem ser analisados, pois prejudicaria uma parcela de alunos.

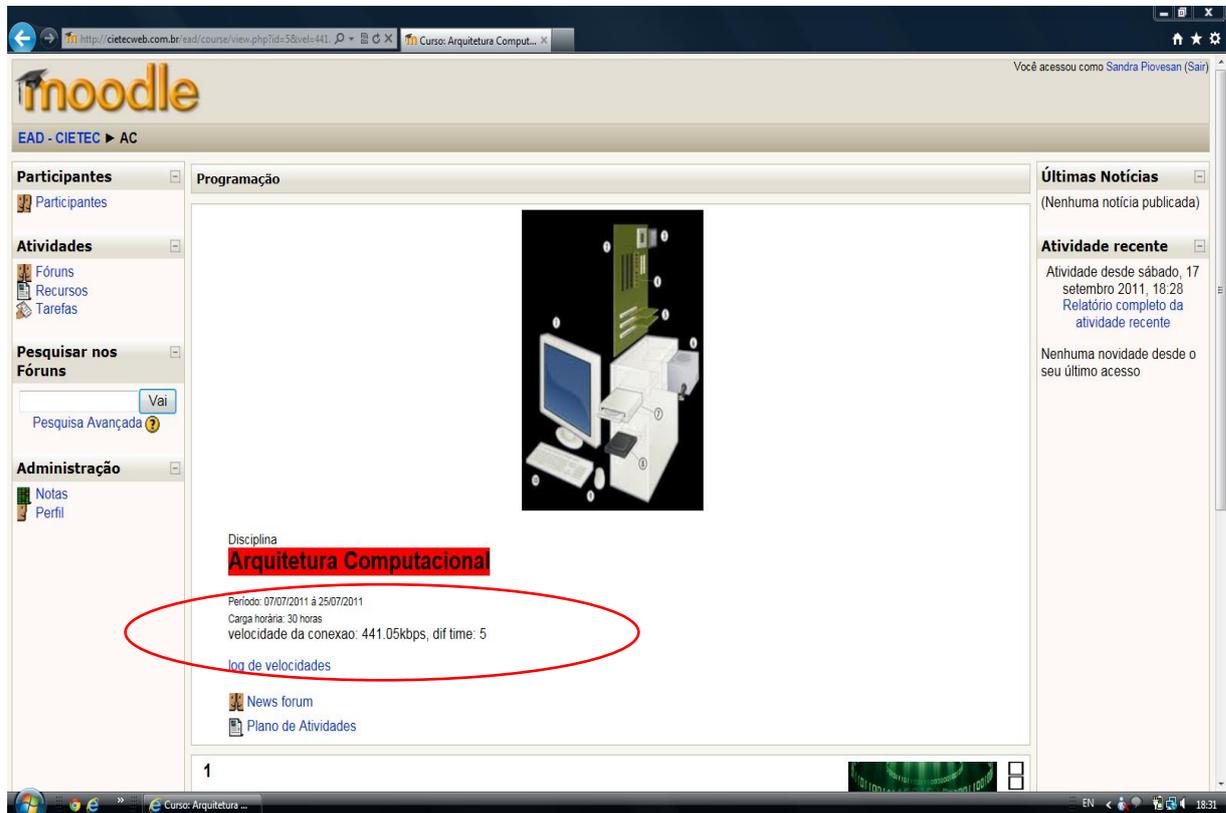


Figura 22: Moodle U-SEA acessado com Banda Larga da operadora OI.

A partir da constatação de que o mesmo usuário pode acessar o ambiente de mais de uma forma, utilizando diferentes equipamentos como computadores, *notebooks*, *smartphones* ou *tablets* e de diferentes locais, o estudante pode acessar de casa ou da escola, torna-se extremamente necessário a utilização de tecnologias como *Cloud Computing*, pois essa garante que o ambiente estará sempre disponível quando o estudante optar em fazer seus trabalhos. Também se constatou que apesar da maioria dos acessos ocorrerem em períodos da manhã e tarde, alguns alunos acessaram o ambiente durante a noite, aumentando assim a necessidade do ambiente estar sempre disponível.

A elasticidade de recursos também é outra vantagem encontrada da tecnologia de Computação em Nuvem, pois os professores têm assim a possibilidade de criar novos cursos e cadastrar novos estudantes sem a preocupação com a parte física da estrutura onde o AVA está instalado. A facilidade de agregar recursos é outra vantagem encontrada, pois professores não precisam de uma equipe técnica para manter o sistema funcionando, não tendo assim investimentos com a equipe de TI e com a infraestrutura.

Este novo cenário demonstra as contribuições dos ambientes *u-learning* para o desenvolvimento de cursos tanto na modalidade presencial quanto à distância, fazendo-se necessária a implementação de sistemas que tornem o acesso ao AVA facilitado e estimulante ao estudante. É preciso que toda a estrutura desses ambientes esteja adequada ao estudante e funcione de forma que proporcione diversidade e facilidade de acesso, por isso surge à necessidade de cada vez mais os ambientes virtuais serem aprimorados e adaptados as características individuais de seus usuários.

Segundo Jong (2008), é necessário fornecer ferramentas acessíveis em qualquer lugar e a qualquer hora e sensíveis ao contexto. Algumas das oportunidades de aprendizagem ocorrem em um contexto formal, ou seja, nas salas de aula, enquanto outras acontecem em um ambiente informal, que pode ser o acesso pelo dispositivo móvel de qualquer lugar.

Constatou-se que através da evolução tecnológica, juntamente com os avanços da *Internet* surgiu uma grande diversidade de contexto entre os usuários de AVAs, facilitando assim o acesso aos ambientes, mas trazendo uma necessidade muito grande de se tratar de forma adequada e contextual cada usuário, sendo necessária a busca de novas propostas que auxiliem na aquisição de conhecimento. O Moodle U-SEA se apresenta como um ambiente inovador, dinâmico e adaptativo, ou seja, um avanço com relação aos AVAs estáticos.

Atualmente, é vital que as aplicações sejam capazes de se adaptar aos usuários. A Computação Ubíqua surge como nova tecnologia para o conhecimento, suportando a construção de um novo paradigma para ambientes de aprendizagem e para a construção do conhecimento.

A aprendizagem que ocorrem nessas experiências é personalizada e contextual. No entanto, novos modelos de ensino serão necessários para lidar com os desafios que este novo paradigma coloca para o futuro. Por exemplo, os novos cenários de aprendizagem podem ser muito complexos ou os estudantes podem ser sobrecarregados com as tecnologias de apoio, e, portanto os resultados de aprendizagem podem ser superficiais (VLADOIU e CONSTANTINESCU, 2011).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A computação caminha para uma nova modalidade, onde todos os serviços de armazenamento de dados e aplicações estarão sempre disponíveis e em qualquer local onde o usuário tenha acesso a *Internet*, de forma adequada e ciente ao seu contexto. Pode-se dizer que a computação ubíqua, pode ser definida em três “As”: *Anywhere*, *Anytime* e *Anydevice*, significando disponibilização do ambiente computacional do usuário em qualquer lugar, acessível a qualquer tempo e com qualquer dispositivo.

Durante as pesquisas deste trabalho verificou-se o aumento na utilização de AVAs móveis, fato que alavanca e facilita a disponibilização de conteúdos e recursos tanto para a modalidade presencial quanto à distância, o que denota de forma clara a necessidade da disponibilização de ferramentas que tornem as práticas de ensino realmente eficazes.

A justificativa deste trabalho está no fato dos AVAs atuais serem totalmente estáticos, possibilitando apenas a seleção dos conteúdos e ferramentas que são utilizados, deixando de lado variáveis que influenciam diretamente no acesso dos estudantes aos materiais e ferramentas do ambiente. Os estudantes com problemas de acessos acabam por perder o interesse pelo ambiente e não acessam mais, perdendo assim parte dos conteúdos disponibilizados. No caso de um curso na modalidade à distância, os estudantes podem desistir da conclusão, trazendo um número enorme de evasão nestes casos.

Outra questão que o *Moodle U-SEA* se mostrou eficiente foi no acesso por dispositivo móvel. Com o *Moodle U-SEA* as telas ficam adequadas ao aparelho do estudante, sem a necessidade de ficar rolando as telas em excesso. O *display* do celular fica adequado facilitando o acesso ao AVA.

O *Moodle U-SEA* se mostrou eficaz no tratamento do contexto computacional, no aspecto que diz respeito à velocidade de conexão. Neste contexto, são extremamente necessários que o material didático esteja adequado ao aluno, os materiais sejam de boa qualidade e toda a estrutura deste ambiente funcione de forma a proporcionar um ambiente adequado à estrutura de ensino-aprendizagem. Este panorama demonstra a necessidade do aprimoramento dos AVAs e da sua adaptação aos requisitos de seus usuários.

A principal contribuição deste trabalho é a apresentação de um ambiente adaptativo, levando em consideração o contexto computacional dos estudantes que acessam o AVA

*Moodle U-SEA*. As características de disponibilidade através da tecnologia de *Cloud Computing*, da adaptação dos conteúdos para os dispositivos móveis dos estudantes e a adequação das ferramentas e conteúdos para o contexto computacional do estudante através do medidor de velocidade de conexão integrado ao AVA tornam o AVA *Moodle U-SEA* um software *u-learning*.

Neste trabalho, foi apresentado um sistema baseado em computação ubíqua, tornando o AVA um software *u-learning*, que fornece um ambiente adaptativo que combina o AVA *Moodle* com um Agente de Adaptação. Com essa combinação, a personalização dos materiais é possível, assim como a identificação do perfil do usuário, o que tornou possível a análise dos dados dos alunos coletados no ambiente.

Este trabalho apresenta uma solução para a variação de velocidade dos estudantes, onde foram plenamente atingidos os objetivos propostos, apresentando o *Moodle U-SEA*. O *Moodle U-SEA* foi projetado, modelado, desenvolvido e validado num curso real, demonstrando assim a viabilidade da sua utilização. Também foram apresentadas as vantagens da utilização da *Cloud Computing* para assegurar a disponibilidade de acesso ao ambiente.

Constatou-se, ao longo de todo o processo de desenvolvimento dessa dissertação, a existência de espaço para desencadear outras pesquisas nessa área. Algumas investigações que são necessárias para que os AVAs tornem-se ambientes totalmente adaptativos e cientes do contexto dos estudantes contribuindo cada vez mais para a disseminação do *u-learning*, são:

- Identificação e tratamento do contexto de conhecimento do aluno – verificar o nível de conhecimento e realizar adaptações do ambiente e materiais a fim de atender diferentes estágios (básico, intermediário e avançado);
- Avaliação da aprendizagem utilizando o *Moodle U-SEA* – verificar o impacto da utilização de ambiente ubíquo no processo de ensino/aprendizagem;
- A avaliação do ambiente pelos estudantes e por professores;
- Possibilidade de o professor habilitar os materiais e recursos que foram desabilitados pelo Agente de Adaptação, possibilitando assim que mesmo com conexão lenta o estudante possa participar de um *chat* ou acessar um material maior.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ADAPTIVE HOUSE.** Disponível em: <<http://www.cs.colorado.edu/~mozer/house/>>. Acessado em Outubro de 2010.

**AMADEUS.** Disponível em: <<http://amadeus.cin.ufpe.br/index.html/>>. Acesso em 20/07/2011

**AMAZON WEB SERVICE.** Disponível em: <<http://aws.amazon.com/>>. Acesso em outubro, 2011.

**Alliance. Alliance Open Hand Sent. Android Overview.** Disponível em: <[http://www.openhandsetalliance.com/android\\_overview.html](http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html)>. Acesso em março. 2010.

ALMEIDA, M. E. B. D. **Tecnologia e educação a distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem**, 2002. 14 f. Disponível em: <[http://www.pr.senai.br/portaldelibras/uploadAddress/tecnologia\\_e\\_educacao%5B51791%5D.pdf](http://www.pr.senai.br/portaldelibras/uploadAddress/tecnologia_e_educacao%5B51791%5D.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2010.

ASTHANA A.; CRAVATTS M.; KRZYZANOWSKI P. **An indoor wireless system for personalized shopping assistance.** IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. Santa Cruz, California, December. Pages 69-74, 1994.

**AULANET.** Disponível em: <[http://www.eduweb.com.br/elearning\\_tecnologia.asp](http://www.eduweb.com.br/elearning_tecnologia.asp)> Acesso em maio. 2010.

AULBACH, STEFAN; JACOBS, DEAN; KEMPER, ALFONS; et al. **A Comparison of Flexible Schemas for Software as a Service.** 35th SIGMOD - International Conference on Management of Data, 2009.

BARBOSA, D. N. F. et al. **GlobalEdu - an architecture to support learning in a Pervasive Computing Environment.** In: **IFIP TC10 Working Conference: EduTech.** New York : Springer, 2005.

BARBOSA, DÉBORA NICE FERRARI. **Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007

BARTHOLO, V. F.; AMARAL, M.A.; CAGNIN, M.I. **Uma Contribuição para a Adaptabilidade de Ambientes Virtuais de aprendizagem para Dispositivos Móveis.** In: **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 2009. Vol. 17, No. 2, PP 36-47.

BATISTA, S. C.; BEHAR, P. A.; PASSERINO, L., M. **M-Learning e Matemática: em busca de um modelo pedagógico.** In: **SBIE**, João Pessoa, PB, 2010.

BATISTA, S. C.; BEHAR, P. A.; PASSERINO, L., M.; MAMARI, A., B. **Celular como ferramenta de Apoio Pedagógico ao Cálculo.** In: **Cinted-UFRGS**, 2011.

BEIGL M.; ZIMMER T.; DECKER C. **A Location Model for Communicating and Processing of Context. Personal and Ubiquitous Computing.** December. Volume 6. No.5-6. Pages 341-357, 2002.

BYUN,H.,E.; CHEVERST, K.; “**Utilizing context history to provide dynamic adaptations**”, *Applied Artificial Intelligence*, Vol. 18, No. 6, pp. 533–548, 2004.

BURRELL, J.; GAY, G.; KUBO, K.; FARINA, N. (2002). **Context-Aware Computing: A test case. 4th international conference on Ubiquitous Computing.** Göteborg, Sweden. September-October. Pages 1-15, 2002.

BUYYA, R., YEO, C. S., VENUGOPAL, S., BROBERG, J., AND BRANDIC, I. **Cloud computing and emerging it platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5<sup>th</sup> utility.** *Future Gener. Comput. Syst.*, 25(6):599–616, 2009.

CANCIAN, MARIA HEIL. **Uma Proposta de Guia de Referência para Provedores de Software como um Serviço.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CEARLEY, DAVID W. **Cloud Computing - Key Initiative.** 2010. Disponível em: <[http://www.gartner.com/it/initiatives/pdf/KeyInitiativeOverview\\_CloudComputing.pdf](http://www.gartner.com/it/initiatives/pdf/KeyInitiativeOverview_CloudComputing.pdf)>, Acessado em Outubro 2011.

CGI. **A Evolução da Internet no Brasil.** Disponível eletronicamente em : <http://www.cgi.br/publicacoes/revista/edicao03/cgibr-revistabr-ed3.pdf>. Acesso em 19 de dezembro de 2011.

CIURANA, E. **Developing with Google App Engine.** Apress, Berkely, CA, USA, 2009.

CHAGANTI, P. **Computação em Nuvem com Amazon Web Service – parte 1.** Disponível eletronicamente em : <<http://imasters.com.br/artigo/20438/cloud/computacao-em-nuvem-com-o-amazon-web-services-parte-01>>. Acesso em 9 de novembro de 2011.

CHIU, P.; KUO, Y.; HUANG, Y.; CHEN, T.; **A Meaningful Learning based u-Learning Evaluation Model. In: Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008.**

DEY A. K.; FUTAKAWA M.; SALBER D.; ABOWD G. D. (1999). **The Conference Assistant: Combining Context-Awareness with Wearable Computing.** 3rd International Symposium on Wearable Computers (ISWC '99) – IEEE Computer Society Press. San Francisco, CA. October. Pages 21-28.

DOCHEV, D.; HRISTOV, I. **Mobile Learning Applications Ubiquitous Characteristics and Technological Solutions. In: Bulgarian Academy Of Sciences Cybernetics and Information Technologies, 2006.** Vol. 6, No. 3, pp. 63-74.

DOCHERTY, B.; HARE, P., T.; GRADY, M., J.; HARE, G., M., P.; **Entre-pass: Personalising u-learning with Intelligent Agents. In: Fourth IEEE International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (ICHIT'06), 2006.**

EYHARABIDE, V. et al. **Personalized e-learning environments: considering students contexts.** In: **Informática na educação: teoria & prática.** Vol. 12, No. 1, pp. 57-66, 2009.

FIREBUG. Disponível em: <<https://addons.mozilla.org/pt-br/firefox/addon/firebug/>>. Acesso em: junho de 2011.

FILIPPO, D. et al. **AulaNetM: Extensão do Serviço de Conferências do AulaNet destinada a usuários de PDAs.** In: **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE,** Juiz de Fora, MG, pp. 623-633, 2005.

FILHO, A.O.C. **Estatística Básica.** Disponível em: <<http://www.esnips.com/doc/00cf7194-8491-4f15-a47b-7448ae36a6b5/Armando-Oscar-Cavanha-Filho---Estat%C3%ADstica-b%C3%A1sica>>. Acessado em junho de 2010.

FRANCO, C. P. “**A Plataforma Moodle como Alternativa para uma Educação Flexível**”. In: **Revista EducaOnline,** Volume 4 – Número 1, 2010.

FRANCISCATO, F.T. **ROAD: Repositório Semântico de Objetos de Aprendizagem para Dispositivos Móveis,** no estado do Rio Grande do Sul: Santa Maria/UFSM, Dissertação de Mestrado, 2010.

FRANKLIN, S.; GRAESSER. A. **Is it an agent, or just a program? A taxonomy for autonomous agents.** In: *The Third International Workshop on Agents Theories, Architectures, and Languages,* Verlag: 1996.

GASPARINI, I., PIMENTA, M., AMARAL, M.A., OLIVEIRA, J. P. M. (2004) “**Navegação e apresentação adaptativos em um ambiente de EAD na Web**”. In: **Webmedia & LA-Web 2004 Joint Conference - 10th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web,** Ribeirão Preto, v. 2, 2004.

**GOOGLE APP ENGINE.** Disponível eletronicamente em: <[http://code.google.com/intl/pt-BR/appengine](http://code.google.com/intl/pt-BR/appengine/)>. Acesso em novembro de 2011.

HARMELEN, M., V.; “**Personal Learning Environments.**” IN: **ICAT 2006: Sixth Internatinal Conference on Advanced Learning Technologies,** IEEE, 2006.

HAYES, BRIAN .**News Tecnology /Cloud Computing - Communications of the ACM.** Vol.53 No. 7, 2008.

HOFFMAN, D. L., NOVAK, T.P. **Marketing in hyper-media computer- mediated environments: conceptual foundations.** *Journal of Marketing,* v. 60, n. 2, p. 50-68, 1996.

HWANG, G.; SHI, Y.; CHU H.; **A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning.** In: **British Journal of Educational Technology,** IEEE, 2011

HWANG, G. J., YANG, T. C., TSAI, C. C. & YANG, S. J. H. **A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex experimental procedures.** *Computers & Education,* 2009.

HORVITZ E. **Principles of Mixed-Initiative User Interfaces**. ACM SIGCHI Conference Human Factors in Computing Systems. ACM Press. New York. May. Pages 159-166, 1999.

**JAVA. O QUE É J2ME?** Disponível em: <[http://www.java.com/pt\\_BR/download/faq/whatis\\_j2me.xml](http://www.java.com/pt_BR/download/faq/whatis_j2me.xml)> Acesso em março de 2010.

JUVE, G., E DEELMAN, E. SCIENTI\_C. **Workows and Clouds**. Digital Library ACM. Disponível em <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1734166>> , acesso em outubro de 2011.

JONG, T.; SPECHT M.; KOPER, R.; **Contextualised Media for Learning**. Educational Technology & Society. Vol. 11, No. 2, pp. 41-53, 2008

KEEGAN, D. **The future of learning: From eLearning to mLearning**. Disponível em: <[http://learning.ericsson.net/mlearning2/project\\_one/book.html](http://learning.ericsson.net/mlearning2/project_one/book.html)>. Acesso em março. 2009.

LEVIS, D. et al. **Aperfeiçoamento Automático do Perfil do Aprendiz em Ambientes de Educação Ubíqua**. In: **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 2008, Vol. 16, No. 1, pp 29-41.

LIU, S., LIANG, Y., AND BROOKS, M. (2007). Eucalyptus: a web service-enabled infrastructure. In **CASCON '07: Proceedings of the 2007 conference of the center for advanced studies on Collaborative research**, pages 1–11, New York, NY, USA. ACM.

LONG S.; KOOPER R.; ABOWD G.; ATKESON C. G. (1996). **Rapid prototyping of mobile context-aware applications: the Cyberguide case study**. Second Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. White Plains, NY. November. Pages 97-107.

LUCK, M, MCBURNEY, P, PRIEST, C, **A Manifesto for Agent Technology: Towards Next Generation Computing, Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, 9, 203-252, 2004. Kluwer Academic Publishers.

MACHADO, J.C.; MOREIRA, L., O.; SOUSA,F.,R.,C.; **Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios**. In: **ERCEMAPI**, 2010.

MARINOS, A. AND BRISCOE, G. **Community cloud computing**. In **First International Conference Cloud Computing**, CloudCom, volume 5931 of Lecture Notes in Computer Science, pages 472–484. Springer 2009.

MARÇAL el al. **Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual**. In: **RENTE : Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2005, V.3 N° 1, Maio, Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação.

MCCAREY, F.; CINNEIDE, M.O.; KUSHMERICK, N., “**A Recommender Agent for Software Libraries: An Evaluation of Memory-Based and Model-Based Collaborative Filtering**,” IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology, pp.154-162, 18-22 Dec. 2008

MIKALSEN, M.; KOFOD-PETERSEN, A.; “**Context: Representation and Reasoning. Representing and Reasoning about Context in a Mobile Environment**”, *Revue d'Intelligence Artificielle*, Vol. 19, No. 3, pp. 479-498

MILLER, MICHAEL. **Cloud Computing: Web-Based Applications That Change the Way You Work and Collaborate Online**. Que Editor, ISBN: 0789738031, 2008.

**MLE-MOODLE – END USERS. MLE-Moodle.** Disponível em: <<http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en>>. Acesso em maio. 2010.

MONTE, FERNANDA. **Computerworld.** Capturado eletronicamente: <<http://computerworld.uol.com.br/telecom/2008/10/28/trafego-ip-crescera-61-em-cinco-anos-na-al-estima-cisco/>> , 2008.

MORSE D. R.; ARMSTRONG S.; DEY A. K. (2000). **The What, Who, Where, When and How of Context-Awareness**. Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000). Hague, Netherlands. April. Page 371, 2000.

MOZZAQUATRO, P. M. **Modelagem de um Framework para Adaptação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem Móveis aos Diferentes Estilos Cognitivos**, no estado do Rio Grande do Sul: Santa Maria/UFSM, 2010. Dissertação de Mestrado,

**NET COMBO.** Disponível em: <[http://www.netcombo.com.br/static/html/assinenetcombo/?gclid=CK7tlOyO\\_KgCFYjt7QodyS3KTW](http://www.netcombo.com.br/static/html/assinenetcombo/?gclid=CK7tlOyO_KgCFYjt7QodyS3KTW)> Acesso em 2011.

**NIMBUS.** Disponível eletronicamente em: < [http://www.ativas.com.br/nimbus\\_server.php](http://www.ativas.com.br/nimbus_server.php)>. Acesso em 2011.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. (2006). **The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool**. *Information Visualization*, 5, 175–184.

**OI.** Disponível em : <<http://novaoui.oi.com.br/portal/site/NovaOi/menuitem.74476e871edc8be9f72f820349cc02a0/?gnextoid=f8aeef00f6948210VgnVCM10000021d0200aRCRD&STATE=21|RS|Rio Grande do Sul>> Acesso em 2011.

OLIVEIRA, L., C.; MOZZAQUATRO, P. M.; CUNHA, D., P. **Cloud Computing : integração do AVA Moodle ao Sistema EyeOS**. In **EATI**, Frederico Westphalen, 2011.

OLIVER, B.; LIBER, O.; “**Lifelong Learning: The Meed for Portable Personal Learning Environments and Supporting Interoperability Standarts.**” Disponível eletronicamente em: <http://wiki.cetis.ac.uk/iploads/6/67/Oliverandliber.doc>. Acesso em 19 de dezembro de 2011.

**OPENNEBULA.** Disponível em: < <http://www.opennebula.org/about:technology>>. Acesso em outubro de 2011.

PALAZZO, JOSÉ M. DE OLIVEIRA; LIMA, J. V.; GASPARINI, I., PIMENTA, M. S., BRUNETTO, M. A. C., PROENÇA JR, M., FAGGION, R. “**Adaptive Multimedia Content Delivery in AdaptWeb**”. XIII Taller Internacional de Software Educativo TISE, 2008, Santiago. Nuevas Ideas en Informática Educativa. v. 4. p. 23-39, 2008.

PEREIRA, A.T.C.; SCHMITT, V.; DIAS, M.R. A. C. **AVA -Ambientes Virtuais de Aprendizagem em diferentes contextos**. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2007

PERNAS, ANA ; GASPARINI, I. ; OLIVEIRA, J. P. M. ; PIMENTA, MARCELO. **Um ambiente EAD adaptativo considerando o contexto do usuário**. In: **I Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP 2009)**, 2009, Bento Gonçalves. Anais do I Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP 2009) - XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2009), 2009. v. 1. p. 1151-1156, 2009

PINHEIRO, M.; VILLANOVA-OLIVER, M.; GENSEL, J.; MARTIN, H. (2004). **Awareness on Mobile Groupware Systems. First International Workshop on Mobility Aware Technologies and Applications (MATA)**. October. Volume 3284. Pages 78-87.

RIBAS, E. et al. **Tecnologias Digitais: um novo contexto pedagógico na Educação Básica**. Colabora, v. 6, n. 19. Fevereiro 2009.

RIBEIRO, P.S. et al. **Validação de um Ambiente Móvel em Curso à Distância**. In: **XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2009, Florianópolis.

RJNET. Disponível em: <<http://www.rjnet.com.br/1velocimetro.php>>. Acesso em maio de 2011.

RUSCHEL, HENRIQUE; ZANOTTO, MARIANA SUSAN; MOTA, WÉLTON COSTA; **Computação em Nuvem**, Especialização em Redes e Segurança de Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010

SAMPSON D., KARAGIANNIDIS C. AND KINSHUK. **Personalised Learning: Educational, Technological and Standardisation Perspective**. Interactive Educational Multimedia, 4, 24-39. 2002

SCHMIDT, A. **Potential and Challenges os Context-Awareness for Learning Solutions**. In: **Proceedings of the 13th Annual Workshop of the SIG Adaptivity and User Modeling in Interactive**, Saarbrücken, out. p. 63-68, 2005

SEVERINO, ANTONIO JOAQUIM. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2000.

SLOODLE. Disponível em: <<http://www.sloodle.org/moodle/>> . Acesso em junho de 2011.

SHANMUGAPRIYA M., TAMILARASI A. **Designing an m-Learning Application For a Ubiquitous Learning Environment in The Android Based Mobile Devices Using Web Services**. In **Indian Journal of Computer Science and Engineering** (pg. 22-30) Vol.2,No.1, 2011.

SILVA, M. G. M.; CONSOLO, A. T.; **Uso de dispositivos móveis na educação – o SMS como auxiliar na mediação pedagógica de cursos a distância.** PUC: Porto Alegre, 2009

SOROR, A. A., MINHAS, U. F., ABOULNAGA, A., SALEM, K., KOKOSIELIS, P., AND KAMATH, S.. **Automatic virtual machine configuration for database workloads.** ACM Trans. Database Syst., 35(1):1–47, 2010.

SNOWMAN, GEOFF, **Neve na Nuvem - Diferença nos tipos de Computação nas Nuvens,** *The Solidq Journal* - Desenvolvimento de Software, 2009.

SOTOMAYOR, B.; MONTERO, R., S.; LLORENTE, I., M.; E FOSTER, I. **Virtual Infrastructure Management in Private and Hybrid Clouds.** Journal of IEEE Internet Computing, 13(5):14{22, setembro de 2009.

SUGUIMOTO, R., M. **Algoritmo para Escalonamento de Imagens Virtuais e Tarefas de Workflows em Clouds Baseado nos Requisitos de Execução.** Dissertação de Mestrado. UFP, 2011. Disponível em <http://www.inf.ufpr.br/rubensm/prop.pdf>. , acesso em outubro de 2011.

TELEDUC. Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br/>>. Acesso em julho. 2011.

VLADOIU, M.; CONSTANTINESCU, Z.; **U-Learning within a context-aware Multiagent environment.** In: **International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC)** Vol.3, No.1, IEEE, 2011.

WEISER, M. **Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing.** ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review. July. Volume 3, Issue 3. Page 12, 1993.

WEISER, M.; BROWN, J. (1996). **Designing Calm Technology.** Disponível on-line em: <<http://nano.xerox.com/hypertext/weiser/calmtech/calmtech.htm>>. Acesso em setembro de 2011.

YANG, S. J. H. **Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning.** In: **Educational Technology & Society**, v. 9 (1), p. p. 188-201, 2006.

YUAN, H. & ZHONG, J. **Developing and Evaluating a Mobile Networking Laboratory and Curriculum for Long Distance e-Learning Students.** In T. Bastiaens & M. Ebner (Eds.), **Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2011** (pp. 3251-3256). Chesapeake, VA: ACE, 2011.

YAHYA, S.; AHMAD E. A. ; K. A. JALIL, K. A.; **The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion.** In: **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)**, Vol. 6, No. 1, 2010.