

U-Sea: Um Ambiente De Aprendizagem Ubíquo Utilizando *Cloud Computing*

Sandra Dutra Piovesan¹, Érico Marcelo Hoff do Amaral², Catiane Priscila Barbosa Arenhardt¹, Camila Possobom¹, Taciano de Oliveira¹, Luiz Biazus¹, Roseclea Duarte Medina¹

¹Programa de Pós Graduação em Informática - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria - RS – Brasil

²Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Santana do Livramento
Santana do Livramento, - RS - Brasil

{sanpiovesan, ericohoffamaral, catianepriscilabarbosa, camila.ccpossobom, tacionobalardin, roseclea.medina}@gmail.com, luiz@biazus.com

ABSTRACT. *The spread of the use of virtual learning environments presents a great potential for the development of applications that meet needs in the area of education. In view of the importance of a more dynamic implementation and that it will be able to continually adapt to the needs of students, it was proposed and developed the U-SEA (System of Teaching Adapted Ubiquitous). A software built on the basis of the virtual learning environment Moodle, having as main purpose the adaptation to the context of the computational student, glimpsing techniques characteristics such as the suitability of the environment the connection speed of the user, provided with an infrastructure for Cloud Computing.*

RESUMO. *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). Um software construído com base no ambiente virtual de aprendizagem Moodle, 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.*

1. Introdução

O uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) no meio acadêmico tem se tornado algo comum, tanto nos cursos a distância quanto nos presenciais. 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, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem estão em constante processo de desenvolvimento e

adaptação, podendo citar: o AulaNet (2010), Teleduc (2009) e Moodle (2010). Dentro deste cenário este artigo busca propor uma nova aplicação para estes ambientes onde estes 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.

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 o site da operadora OI, o cliente pode optar entre uma velocidade de 150 kbps até 1 Mbps para o 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, como exemplo a NET Combo, que possui velocidade de até 15 Mbps, 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.

O problema do aumento do tamanho e da complexidade da Internet e também a diversidade tecnológica dos usuários traz a necessidade de tratar cada conexão ao ambiente 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, do AdaptWeb, do Sloodle, do LIP 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.

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. A partir das pesquisas realizadas através de um medidor de velocidade integrado ao AVA *Moodle* da Escola X (X) notaram-se 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. A partir destas carências observadas na literatura, este artigo apresenta a adaptação do ambiente *Moodle* ao contexto computacional do usuário.

Este artigo está estruturado como segue: a seção 2 apresenta as definições de Cloud Computing; a seção 3 é apresentado o AVA *Mle-Moodle*; a seção 4 apresenta os

Ambientes Sensíveis ao Contexto; a metodologia para desenvolvimento da aplicação U-SEA é apresentada na seção 5; a seção 6 apresenta o Moodle U-SEA e as considerações finais são apresentadas na seção 7.

2. *Cloud Computing*

Esta 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 infra-estrutura de TI (Buyya, 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, nem de *software* e nem de *hardware*, diminuindo o custo de aquisição de máquinas (Machado, 2010).

A infraestrutura do ambiente de *Cloud Computing* geralmente é formada por várias máquinas físicas conectadas por meio de uma rede. Cada computador 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 equipamento existe um número variável de máquinas virtuais ou nós em execução, de acordo com a máquina física (Soror, 2010).

Quanto ao modelo de implantação, as nuvens podem ser: (Machado, 2010)

- Privadas: A infra-estrutura da nuvem é exclusiva para uma organização, sendo administrada pela própria empresa ou por terceiros;
- Pública: A infra-estrutura 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.

A tecnologia de *Cloud Computing* possui três modelos de serviços que podem ser disponibilizados, sendo que estes definem a sua arquitetura padrão (Machado, 2010), são eles:

- SaaS: É o software como serviço, proporciona sistemas de software com propósitos específicos que estão disponíveis para o usuário através da internet;
- PaaS: É uma plataforma como serviço, oferece uma infra-estrutura de alto nível para implantação e testes;
- IaaS: É uma infra-estrutura como serviço, é responsável por prover toda a infra-estrutura necessária para a Saas e PaaS.

Na área da educação a utilização da tecnologia de Computação em Nuvem se justifica pelo fato das informações poderem ser acessadas de qualquer lugar, da elasticidade de recursos e do amplo acesso através de computadores pessoais, *smartphones* ou PDAs. Atualmente existem várias aplicações que permitem a criação de uma infraestrutura de computação em nuvem, entre elas: *Amazon Web Service*, *Google App Engine* e a plataforma *Eucalyptus*, escolhida para este projeto.

2.1 *Eucalyptus*

A Computação em Nuvem envolve uma grande quantidade de conceitos e tecnologias, sendo que a solução utilizada para a implantação da nuvem U-SEA foi a do projeto Eucalyptus. Esta é uma aplicação de código aberto que permite a criação de uma infraestrutura compatível, para que os usuários possam experimentar a Computação em Nuvem (Liu, 2007). A arquitetura do Eucalyptus é simples, flexível, modular e contém uma concepção hierárquica que mostra os recursos comuns do ambiente.

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

3. AVA Mle-Moodle

O *Mle-Moodle* é um sistema projetado para funcionar em dispositivos móveis como telefones, *PDA*s, *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 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).

4. Ambientes Sensíveis ao Contexto

Há várias concepções 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 (Dey, 1999).

Cada estudante acessa o AVA sob determinadas condições, podendo estar em casa ou em outro ambiente, usando 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, 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, 1995), 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.

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 (Dey, 1999).

Este trabalho propõe a adaptação do AVA *Moodle* e do Módulo *Mle-Moodle* ao contexto computacional, disponibilizado através de uma infraestrutura de *Cloud*

Computing, a fim de selecionar os materiais e as ferramentas adequados para a velocidade de conexão de cada estudante, tornando o *Moodle* um ambiente *u-learning*.

4.1 Ambientes *U-Learning*

Na última década, as pesquisas sobre *u-learning* (*ubiquitous learning*) trouxeram novas oportunidades e novos desafios. Entre as pesquisas pode-se citar: *AdaptWeb*, *Conference Assistant* (Dey, 1999), *LookOut* (Horvitz, 1999) e *CampusAware* (Burrell, 2002). 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. Então se entende por *u-learning* ou aprendizagem ubíqua como um repositório de informações, acessado por qualquer usuário, em diferentes situações (Pernas, 2009).

Ambientes *u-learning* têm como objetivo tornar os ambientes tradicionais de EAD, geralmente estáticos e que possuem conteúdos, estruturas e apresentação estáticos em um ambiente com funcionalidades que permitam a adaptação deste ambiente à situação específica vivida pelo usuário a cada intervalo de tempo (Pernas, 2009).

5. Metodologia

Esta pesquisa faz parte de um conjunto de trabalhos realizados para adaptação de ambientes virtuais móveis. A Figura 1 apresenta a infraestrutura disponibilizada para o ambiente U-SEA.



Figura 1. Infraestrutura U-SEA

Delega-se ao software a autonomia na decisão sobre os materiais e ferramentas que serão disponibilizadas. O agente recebe a tarefa de resolver, monitorar o ambiente de execução, escolher materiais e ferramentas compatíveis e as disponibilizar. Na Camada de Comunicação, a arquitetura propõe o Agente de Adaptação que tem a função de tratar as informações executadas na Camada de Interface pelos estudantes, disponibilizando o material adequado. Este Agente irá comunicar-se com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e adequar o ambiente para cada estudante. A identificação da velocidade de conexão do estudante indicará quais conteúdos e quais ferramentas serão disponibilizadas no seu acesso ao ambiente. O material a ser utilizado pelos estudantes será armazenado em categorias distintas tornando o ambiente totalmente personalizado, sendo que o aluno só visualizará os arquivos ideais para sua velocidade de conexão. A Figura 2 apresenta a arquitetura do framework U-SEA.

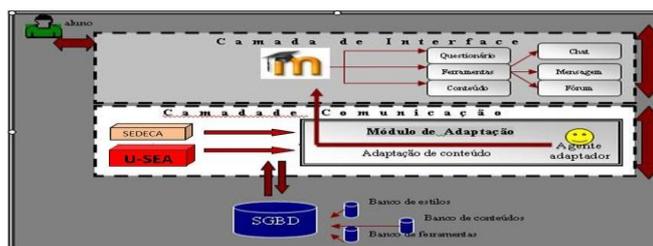


Figura 2. Arquitetura do *Framework U-SEA*.

A infraestrutura de nuvem disponibilizada para o desenvolvimento do U-SEA, esta 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, o que permite um grau de disponibilidade e agilidade. A Figura 3 apresenta a infraestrutura da nuvem.

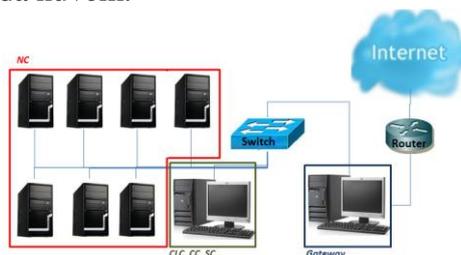


Figura 3. Infraestrutura do *Framework U-SEA*.

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 em Linux, para a instalação do *Moodle* adaptado a aplicação. A Figura 4 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       free / max  cpu   ram  disk
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 4. Número de instâncias disponíveis na nuvem.

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.

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.

Para a validação do velocímetro integrado ao Moodle U-SEA foi utilizado o navegador de Internet Mozilla Firefox com o *plugin Firebug*. A Figura 5 apresenta a tela do navegador Mozilla Firefox com o *plugin* instalado *Firebug* comparando o velocímetro do ambiente com o medidor do *plugin Firebug*.

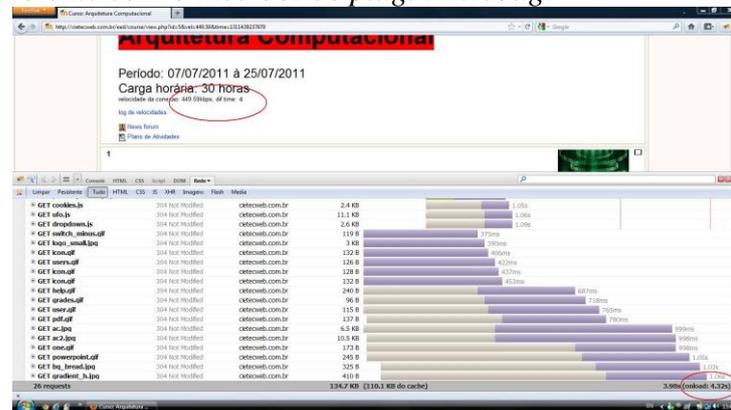


Figura 5. Mozilla Firefox com o *plugin* Firebug

6. Moodle U-SEA

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, 2007).

O objetivo específico do desenvolvimento do U-SEA é proporcionar 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.

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 acessar o curso, o sistema verifica sua velocidade de conexão e disponibiliza os materiais que estão adequados para o uso de acordo com o *throughput* de rede identificado. O U-SEA também disponibiliza as ferramentas que serão mostradas durante a utilização da aplicação, 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 alunos proporcionando a melhoria da qualidade das aulas na modalidade à distância.

Para a medição de velocidade, quando o usuário clica no curso, o Agente envia um arquivo de 100Kb e juntamente ao início da transferência desse arquivo é iniciado um cronômetro a fim de calcular o tempo para a transmissão completa de tal arquivo. Tendo esses dados, o Agente executa um cálculo simples de tamanho do arquivo sobre o tempo, gerando a velocidade que é apresentada para o usuário. Esses dados são salvos em um *log* e disponibilizados no ambiente. Esse arquivo é no formato XML (*Extensible Markup Language*) e contém, além da velocidade do usuário, o endereço IP (*Internet Protocol*) do computador e a data em que o ambiente foi acessado, tornando possível

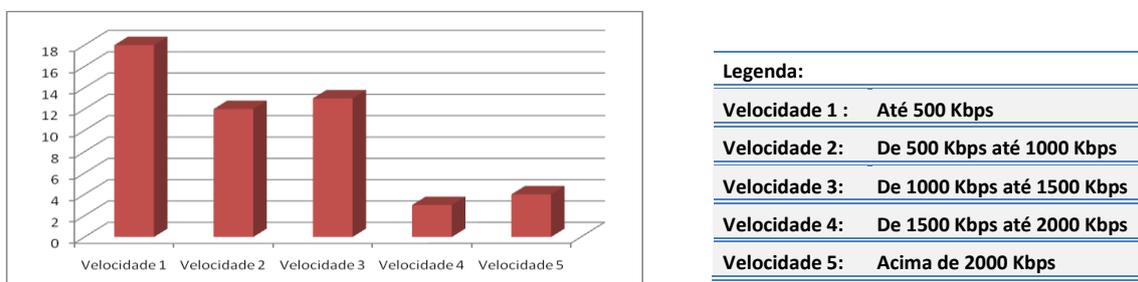
assim a análise detalhada dos dados obtidos. O usuário não tem acesso a este arquivo que é transferido para a sua máquina, pois o mesmo é enviado e carregado diretamente para a memória do computador.

A validação do Moodle U-SEA foi realizada na Escola X, na disciplina de Arquitetura de Computadores, onde foram coletados os dados que serão apresentados neste artigo. A Figura 6 apresenta a tela do Moodle U-SEA mostrando a velocidade de conexão do usuário e os materiais que estão disponíveis para a conexão.



Figura 6. Moodle U-SEA

Devido à grande quantidade de dados coletados e armazenados no arquivo de logs do Moodle U-SEA, foram selecionados os cinquenta primeiros acessos que ocorreram no período de 05 de julho de 2011 até 15 de julho de 2011, como amostra para a análise aqui apresentada. A Figura 7 apresenta o gráfico demonstrando a grande variação da velocidade que os alunos utilizaram para acesso à disciplina.



Legenda:

Velocidade 1 :	Até 500 Kbps
Velocidade 2:	De 500 Kbps até 1000 Kbps
Velocidade 3:	De 1000 Kbps até 1500 Kbps
Velocidade 4:	De 1500 Kbps até 2000 Kbps
Velocidade 5:	Acima de 2000 Kbps

Figura 7. Gráfico da Variação de Velocidade

A Figura 8 apresenta o gráfico com o número de alunos que acessaram conteúdos adaptados no período. O gráfico demonstra que da amostra selecionada, 36% dos acessos apresentaram um contexto computacional que necessitou que as ferramentas e os materiais fossem adequados para uma melhor utilização do AVA.

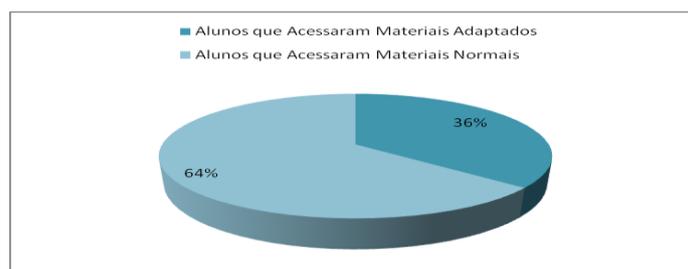


Figura 8. Gráfico mostrando os quantidade de alunos que acessaram materiais adaptados

A Figura 9 apresenta a tela do Moodle U-SEA sendo acessado por dispositivos móveis, sendo que os aparelhos utilizados foram o Nokia 5233 com conexão através da rede sem fio de uma Internet residencial da operadora OI e a Figura 10 apresenta a tela do aparelho Motorola Q11 acessando o Moodle U-SEA através de uma conexão para *smartphone* da operadora de telefonia celular Claro.

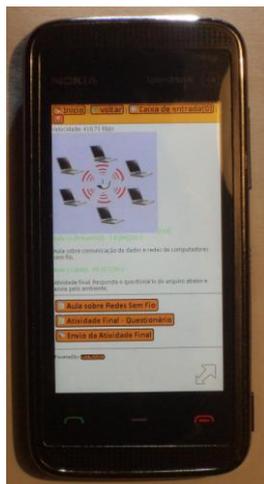


Figura 9. Nokia 5233



Figura 10. Motorola Q11

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. Durante as pesquisas deste trabalho verificou-se o aumento na utilização de AVAs móveis, fato que alavanca e facilita o desenvolvimento de cursos na modalidade EAD, o que denota de forma clara a necessidade da disponibilização de ferramentas que tornem as práticas adotadas nesta modalidade de ensino realmente eficazes. 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 totalmente 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*.

Referências

Aulanet. Disponível em: <http://www.eduweb.com.br/elearning_tecnologia.asp> Acesso em maio. 2010.

- 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 5th utility. 2009. *Future Gener. Comput. Syst.*, 25(6):599–616.
- Dey, A. K., Abowd, G. D. “Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness”. Technical Report GIT-GVU-99-22. College of Computing. Georgia Institute of Technology. 1999, Atlanta.
- 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, 2005, Juiz de Fora, MG, pp. 623-633.
- Horvitz E. (1999). Principles of Mixed-Initiative User Interfaces. ACM SIGCHI Conference Human Factors in Computing Systems. ACM Press. New York. May. Pages 159-166.
- 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.
- Machado, J.C.; Moreira, L., O.; Sousa, F., R., C.; *Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios*. In: ERCEMAPI, 2010.
- Mle-Moodle – end Users. MLE-Moodle. Disponível em: <<http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en>>. Acesso em maio. 2010.
- 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> Acesso em 2011.
- OI. Disponível em: <<http://novaioi.com.br/portal/site/NovaOi/menuitem.74476e871edc8be9f72f820349cc02a0/?gnextoid=f8aeef00f6948210VgnVCM10000021d0200aRCRD&STATE=21|RS|Rio Grande do Sul>> Acesso em 2011.
- Pereira, A.T.C.; Schmitt, V.; Dias, M.R. A. C. AVA -Ambientes Virtuais de Aprendizagem em diferentes contextos. 2007. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro.
- Pernas, A. M. et. al. Um Ambiente EAD Adaptativo Considerando o Contexto do Usuário. 2009.
- Schilit, W. N. A “System for Context-Aware Mobile Computing.” Ph.D. Thesis, Columbia University, 1995, New York.
- Soror, A. A., Minhas, U. F., Aboulnaga, A., Salem, K., Kokosielis, P., and Kamath, S.. Automatic virtual machine configuration for database workloads. 2010. *ACM Trans. Database Syst.*, 35(1):1–47.
- TelEduc. Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br/>>. Acesso em agosto. 2009.