

---

# Um Arcabouço de Software Livre baseado em Componentes para a Construção de Ambientes de Comunidades Virtuais de Aprendizagem na Web

**Hyggo Oliveira de Almeida<sup>1</sup>, Luiz Eugênio Fernandes Tenório<sup>2</sup>, Evandro de Barros Costa<sup>2</sup>, Nadia Milena Barbosa<sup>2</sup>, Frederico Moreira Bublitz<sup>2</sup>, Alexandre Andrade Barbosa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Campina Grande  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, 58109-970 Campina Grande - PB – Brasil  
Fone: +(5583)310-1150

<sup>3</sup>Departamento de Tecnologia de Informação - Universidade Federal Alagoas  
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Maceió – AL – Brasil

hyggo@dee.ufcg.edu.br, left@cluster.ufal.br, {evandro,aab}@tci.ufal.br  
{milena,fred}@labpesquisas.tci.ufal.br

## Resumo

O conceito de comunidades virtuais de aprendizagem tem recebido grande importância na área de educação nos últimos anos, principalmente no seu viés orientado ao suporte de aprendizagem colaborativa. As abordagens existentes para a construção de ambientes de comunidades virtuais, porém, não objetivam características de sistematização de grande impacto no desenvolvimento de software, tais como escalabilidade e reúso. Neste artigo propõe-se um arcabouço de software livre baseado em componentes para a construção de ambientes de comunidades virtuais na Web, denominado ArCo. A construção de ambientes utilizando o arcabouço é baseada no conceito de componentes, os quais encapsulam serviços de comunidades virtuais conhecidos, tais como bate-papo, fórum, e-mail, busca e indexação de conteúdo, dentre outros. Para prover maior flexibilidade ao projeto do arcabouço, utilizam-se tecnologias de software livre, tais como *J2EE*, *Web services*, *OpenLDAP*, *Struts* e *JetSpeed*. Ademais, um estudo de caso no contexto de um ambiente de comunidade virtual de aprendizagem voltado para a graduação é apresentado, como demonstração de uma instância do arcabouço proposto.

## 1. Introdução

A infra-estrutura proporcionada pela Internet/Web tem potencializado um espaço bastante rico em recursos na viabilização de oportunidades de implementação das mais diversas propostas de modelos de aprendizagem. Em particular, a área de *Computer Supported Collaborative Learning* (CSCL) tem sido fortalecida com a chegada da Web, dando origem a um amplo investimento na elaboração de ambientes de aprendizagem, notadamente os que são caracterizados por atividades em grupo [Lucena 2000].

Neste contexto, observa-se a existência de um grande número de propostas de ambientes de suporte à criação de comunidades virtuais de aprendizagem na Web. Mas, em sua grande maioria, as abordagens existentes para a construção de ambientes de comunidades virtuais não objetivam características de sistematização de desenvolvimento, tais como escalabilidade e reúso. Isso gera um impacto no custo de produção e na sua evolução perante a inserção de novos recursos ou mesmo a atualização dos existentes. Além disso, tais abordagens não apresentam suporte à personalização do ambiente desenvolvido ou à criação de serviços personalizados para uma determinada comunidade. Um exemplo de necessidade desta característica pode ser observada em [Costa 2004], onde as ferramentas foram adaptadas a uma comunidade de portadores de deficiência auditiva.

---

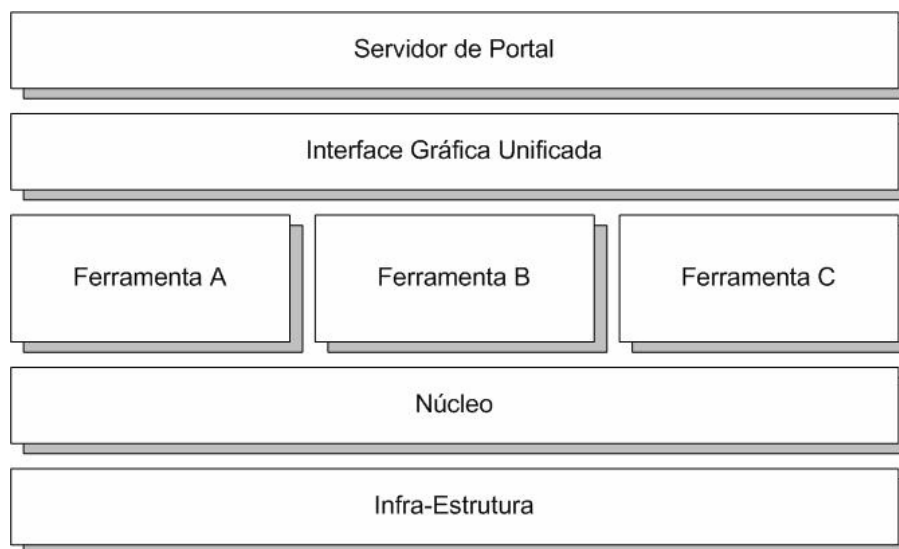
Para abordar os problemas supracitados, propõe-se neste artigo um arcabouço de software livre baseado em componentes para a construção de ambientes de comunidades virtuais na Web, denominado ArCo. A construção de ambientes utilizando o arcabouço é baseada no conceito de montagem de componentes de prateleira (COTS) [Souza 1999], os quais encapsulam serviços de comunidades virtuais conhecidos, tais como bate-papo, fórum, e-mail, busca e indexação de conteúdo, dentre outros. Para prover maior flexibilidade ao projeto do arcabouço, utilizam-se tecnologias como *J2EE*, *Web services*, *OpenLDAP*, *Struts* e *JetSpeed*.

Para demonstrar a utilização do arcabouço proposto, apresenta-se um estudo de caso no contexto de um ambiente de comunidade virtual de aprendizagem. Tal ambiente representa uma instância do ArCo.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado o arcabouço para a construção de ambientes de comunidades virtuais; na Seção 3, descreve-se como instanciar o arcabouço para a construção de um ambiente de comunidade virtual específico; trabalhos relacionados são discutidos na Seção 4; e, finalmente, na Seção 5 apresentam-se as considerações finais do artigo.

## 2. O arcabouço ArCo

ArCo é um arcabouço extensível e de código aberto para a construção de ambientes de comunidades virtuais. O arcabouço dispõe de ferramentas para a interação e colaboração de atores, componentes de infra-estrutura e interface gráfica, além de suportar integração com outros sistemas através de *OpenLDAP* [OpenLDAP 2004] e *Web Services* [Cerami 2002]. Para o desenvolvimento, utiliza-se a plataforma *Java 2 Enterprise Edition (J2EE)* [McGovern 2004]. Utilizando o padrão arquitetural de camadas funcionais (Figura 1), os componentes do arcabouço foram agrupados nas camadas de infra-estrutura, camada de núcleo, ferramentas e interface gráfica unificada.



**Figura 1. Arquitetura do arcabouço ArCo.**

---

## 2.1 Camada de infra-estrutura

Esta camada contém os componentes que implementam os serviços para atender os requisitos não-funcionais da aplicação, no caso do ArCo são os serviços de persistência de objetos, autenticação de usuários e integração com outros sistemas.

A persistência de objetos é implementada por um componente através do padrão de projeto *PersistenceBroker* [Ambler 2004]. Este componente é responsável por manter as conexões com o mecanismo de persistência, como um banco de dados relacional, e mapear os objetos da aplicação para o mesmo. As informações sobre a persistência dos objetos da aplicação são especificadas em arquivos de configuração do componente. Desta forma, o código da aplicação não precisa ser alterado quando houver mudanças no mecanismo de persistência. No caso do ArCo, tem-se as implementações dos componentes *PersistenceBroker* com as ferramentas de mapeamento objeto-relacional *Apache OJB* [OJB] e *Hibernate* [Hibernate], utilizando banco de dados *MySQL* [Dubois 2003] e *Postgres* [Postgres].

Os dados sobre os usuários (atores das comunidades) do ArCo, incluindo os dados necessários para autenticação, são armazenados em um servidor *OpenLDAP* através do componente *Directory*. Desta forma, os ambientes desenvolvidos com o ArCo podem utilizar bases de dados de usuários existentes em outros sistemas para a autenticação e autorização.

Para a integração com outros sistemas, o ArCo exporta os serviços das ferramentas de interação e gerenciamento como *Web Services* [Cerami 2002]. Através dos *Web Services*, as ferramentas podem ser utilizadas por sistemas em diferentes linguagens e por agentes utilizando o protocolo de comunicação *Simple Object Access Protocol (SOAP)* [Cerami 2002].

## 2.2 Camada de núcleo

A camada de núcleo do ArCo gerencia as associações entre as entidades básicas do ambiente de comunidades virtuais que são os atores (usuários de uma comunidade), as comunidades (um grupo de usuários com interesse comum), as ferramentas de colaboração e as ferramentas de gerenciamento.

As comunidades do ArCo estão estruturadas em hierarquias, onde cada comunidade contém atores, papéis assumidos pelos atores, ferramentas e uma ontologia. No caso de comunidades contidas em outras comunidades, os atores no papel de administrador de uma comunidade definem durante a sua criação quais as características que devem ser herdadas das comunidades-pai. O papel de administrador é o único obrigatório, ficando a cargo do mesmo a definição de papéis adicionais, assim como quais as ferramentas disponíveis para cada um dos papéis e a política de acesso a cada uma delas. A ontologia definida para a comunidade pode ser usada por ferramentas para a classificação do conteúdo adicionado à comunidade, como por exemplo, ferramentas de gerenciamento e indexação.

Na Figura 2 apresenta-se o diagrama de classes da camada de núcleo do arcabouço ArCo. Para suportar a notificação de eventos ocorridos, foi usado o modelo de eventos de Java, onde as classes interessadas nos eventos implementam a interface *Listener* e a entidade geradora de eventos cria objetos específicos para encapsular os eventos ocorridos, subclasses de *EventObject*. O principal ponto de extensão (*hot-spot*) do arcabouço é a classe *Tool*, que deve ser estendida pelas ferramentas. A classe *Role* faz a associação entre um ator e as suas comunidades e deve ser usada pelas ferramentas para controle de acesso aos serviços requisitados. A persistência dos objetos instância de *Actor*, *Community* e *Tool* acontece através das classes *ActorRegister*, *CommunityRegister* e *ToolRegister*, que fazem a validação de integridade referencial e abstraem o componente de persistência utilizado.

## 2.3 Camada de ferramentas

Nesta camada estão definidas as ferramentas de colaboração e gerenciamento construídas a partir de componentes e ligadas às comunidades da camada de núcleo. Em sua versão padrão, são disponibilizadas as ferramentas de bate-papo, fórum, vídeo conferência e biblioteca digital.

Para serem integradas ao arcabouço, as ferramentas devem apenas implementar interfaces abstratas que serão utilizadas para gerenciamento do ciclo de vida das ferramentas e notificação dos eventos ocorridos na camada núcleo. O ArCo não determina qual deve ser a arquitetura ou estrutura das ferramentas e, desta forma, qualquer ferramenta existente pode ser facilmente integrada.

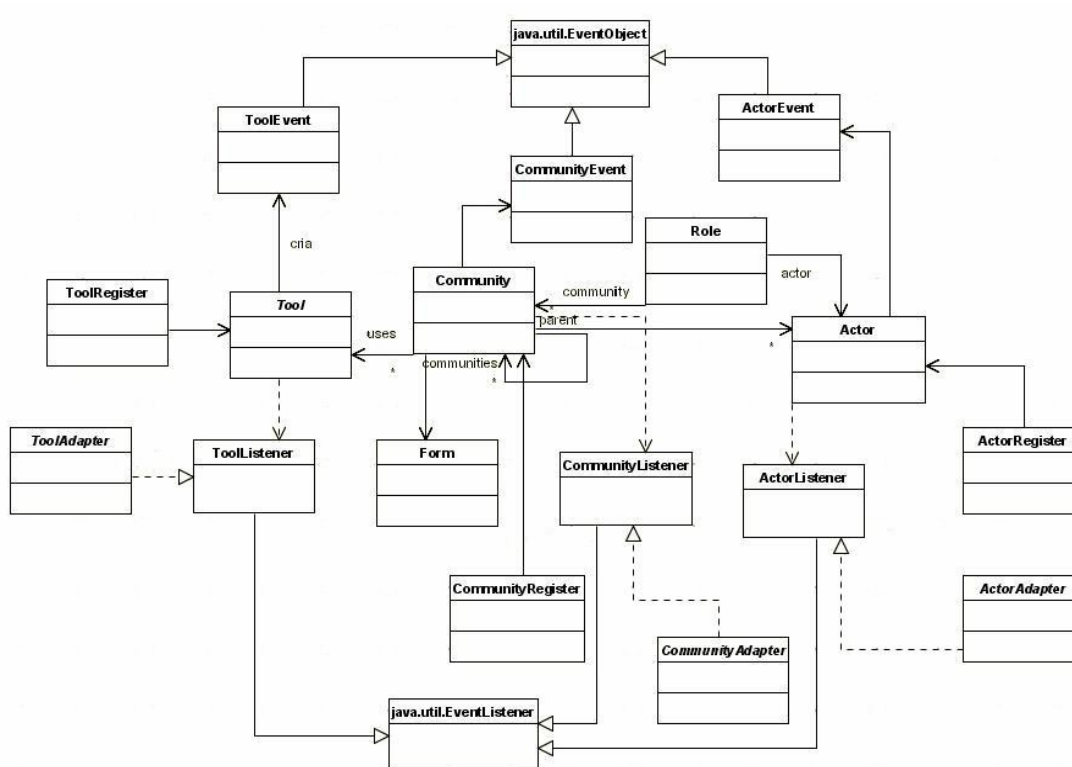


Figura 2. Diagrama de classes da camada de núcleo do arcabouço ArCo.

## 2.4 Camada de interface gráfica unificada

Os componentes desta camada são utilizados pelas ferramentas para a construção da interface gráfica unificada, garantindo a identidade visual do ambiente e a uniformidade dos componentes visuais (ex. botões, formulários, estilos).

Esta camada utiliza a arquitetura *Model-View-Controller* (MVC) [Cavaness 2002], originalmente desenvolvida para separar a entrada, o processamento e a saída para o usuário. Além da arquitetura MVC, implementado pelo arcabouço *Jakarta Struts* [Cavaness 2002], componentes de interface são construídos através da tecnologia *Java Server Pages 2.0* (JSP) e *Java Servlets 2.4*.

---

## 2.5 Camada do servidor de portal

As ferramentas de uma comunidade são disponibilizadas, de forma integrada, através de *Portlets* [Richardson 2004] no servidor de portais *Jakarta JetSpeed* [Richardson 2004]. Utilizando um servidor de portal, os usuários podem personalizar seus ambientes de trabalho com as ferramentas de comunidades e criar diferentes visões para cada comunidade.

## 3. Instanciando o arcabouço – Ambiente de Comunidade Virtual de Aprendizagem

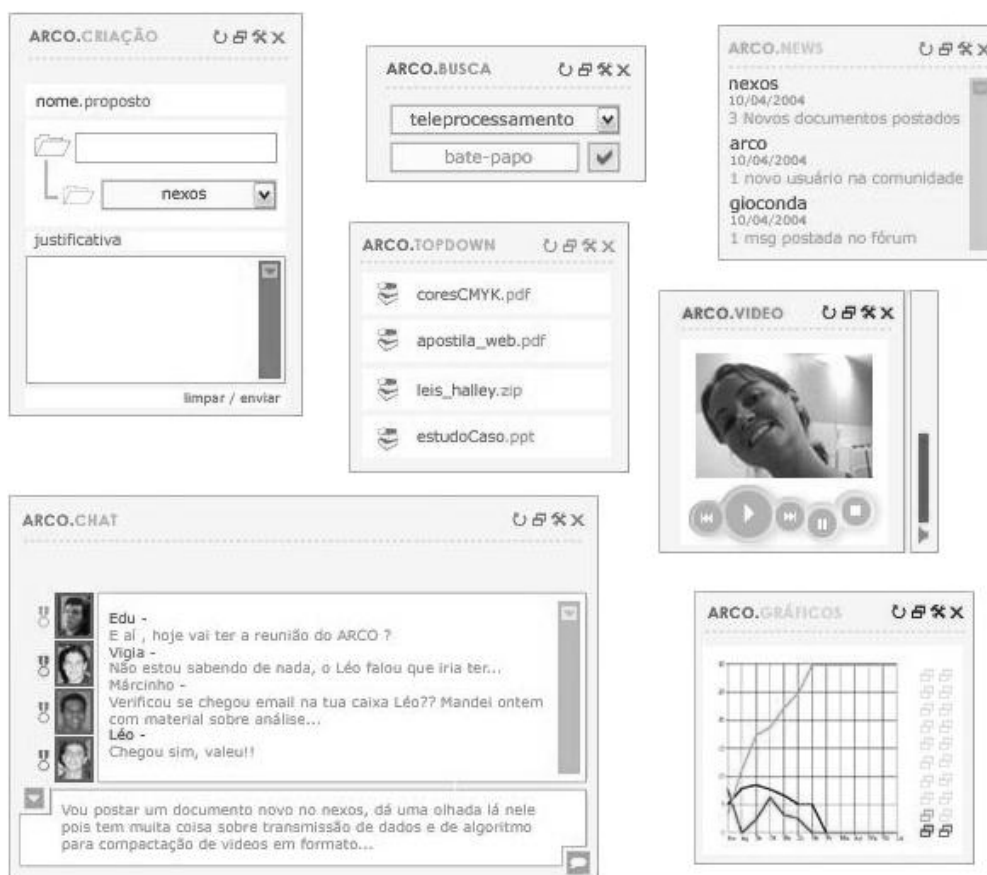
Caso não necessite de nenhuma ferramenta adicional, a instanciação do ArCo se resume na personalização da interface gráfica do portal e das ferramentas. O servidor de portal dispõe de perfis de interface que podem ser configurados através arquivos de estilos CSS (*Cascading Style Sheet*) e páginas HTML (*Hyper Text Markup Language*). Estes perfis serão utilizados na definição da visualização padrão das comunidades, apresentadas como itens no menu do servidor (*Visões*, na Figura 3) e de suas ferramentas. A visualização padrão é utilizada para a exibição da comunidade no primeiro acesso de um ator. Após o acesso inicial, o ator tem a possibilidade de configurar a estrutura e disposição das ferramentas de uma comunidade. As informações de configuração são armazenadas no servidor e estão disponíveis sempre que o usuário entrar no sistema.



**Figura 3. Protótipo de interface gráfica do ArCo.**

Ferramentas adicionais podem ser integradas através da implementação de interfaces definidas para gerência do ciclo de vida e notificação de eventos gerados pelo núcleo. As ferramentas são registradas no ArCo através do módulo de gerenciamento e disponibilizadas para uso nas comunidades. Cada ferramenta possui sua própria interface gráfica, a qual também pode ser personalizada através do portal. Na Figura 4 apresentam-se os módulos de interface gráfica das ferramentas disponibilizadas em uma comunidade padrão.

Como estudo de caso, pode-se citar o graW [Leite 2002], ambiente virtual para apoiar cursos de graduação presencial na Internet, utilizado no Departamento de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Alagoas. Através do graW, atores no papel de professor podem propor novos cursos em forma de comunidades. O conteúdo dos cursos pode ser disponibilizado utilizando a ferramenta de fórum, enquanto que os monitores podem auxiliar os alunos através das ferramentas de bate-papo e vídeo conferência. Além de cursos de graduação, o graW também pode ser usado para cursos extracurriculares e interação entre membros de um grupo de pesquisa.



**Figura 4. Módulos de interface gráfica das ferramentas.**

#### 4. Trabalhos relacionados

Alguns trabalhos relacionados a arcabouços para a construção de comunidades virtuais foram propostos. Em [Crespo 2003] propõe-se um arcabouço, denominado *JLearningServices*, que busca minimizar a carência de ferramentas específicas para ensino à distância, utilizando essa tecnologia para a geração de serviços síncronos dirigidos a ambientes virtuais de aprendizagem.

O ambiente AVA [Crespo 2002] é baseado no conceito de atores que interagem de forma cooperativa e colaborativa. Estes atores estão organizados segundo uma hierarquia de permissões divididas em cinco tipos fixos de atores: Alunos, Secretários, Orientadores/Articuladores, Conceptores e Administradores.

Em [Pessoa 2002], apresenta-se um arcabouço para a construção de ambientes cooperativos inteligentes de apoio à aprendizagem na Internet baseado em *Web Services* e agentes. Este arcabouço foi desenvolvido com base em uma arquitetura *Model-View-Controller* e possui uma separação dos tipos de serviços disponíveis de acordo o seguinte critério: provedores de serviços básicos, provedores de engenho, provedores de aplicação.

Prata em [Prata 2003] descreve estratégias para o desenvolvimento de um arcabouço de avaliação da aprendizagem à distância com uso de agentes. Os métodos de avaliação do estudante são avaliados on-line e o diagnóstico e o acompanhamento do aprendizado do aluno é obtido através de agentes e ontologias.

Em [Silva 2003] é apresentada uma arquitetura para a construção de um arcabouço integrado e personalizado, baseado em agentes e componentes. Os componentes dessa arquitetura foram

---

definidos para fornecer os elementos necessários para a execução de um processo de aprendizagem considerando a reutilização de ferramentas e o compartilhamento do conhecimento, dentre outros aspectos relacionados à coordenação e avaliação de comunidades virtuais de aprendizagem.

Um arcabouço para a construção cooperativa de ambientes virtuais de aprendizagem na Web é apresentado em [Pessoa 2003]. O arcabouço é orientado a aplicações e baseado em padrões abertos com ênfase no reuso de aplicações executáveis na Web. Sendo assim, uma aplicação desenvolvida e catalogada no arcabouço pode ser utilizada em vários ambientes apenas apontando para um hiper link. A arquitetura baseada em componentes possibilita o desenvolvimento de comunidades virtuais de aprendizagem nos mesmos moldes da composição de documentos.

Apesar de todo esse investimento na área de construção de comunidades virtuais, constata-se que nenhum dos trabalhos citados tem foco na construção de ambientes com base na montagem de componentes pré-concebidos, com flexibilidade para personalização e alteração de serviços de acordo com o contexto específico do ambiente construído. Embora algumas propostas, tais como [Silva 2003] e [Pessoa 2003], estejam baseadas no conceito de componentes e acoplamento entre aplicações, os pontos de personalização são bem restritos e os serviços são fixos. O arcabouço ArCo provê suporte à construção de ambientes de comunidades virtuais com toda a infra-estrutura do desenvolvimento de software baseado em componentes. Com a escalabilidade provida pela arquitetura de componentes do arcabouço, torna-se possível a disponibilização de novos componentes de serviço por parte do usuário. Além disso, através do conceito de “montagem”, é possível definir quais serviços serão disponibilizados em uma determinada comunidade, inclusive no nível de interface gráfica com o auxílio do arcabouço *Struts*.

## 5. Considerações finais

Neste artigo apresenta-se uma proposta de arcabouço de software livre baseado em componentes para a construção de ambientes de comunidades virtuais na Web, denominado ArCo. O conceito de componentes de prateleira (COTS) é utilizado para a disponibilização de serviços de comunidades virtuais, tais como bate-papo, fórum, e-mail etc.

A flexibilidade da arquitetura do arcabouço permite a definição de novos serviços, além de tornar possível a personalização dos serviços existentes e da interface gráfica do ambiente desenvolvido. Para garantir tal flexibilidade no nível de projeto e implementação, tecnologias como *J2EE*, *Web services*, *OpenLDAP*, *Struts* e *JetSpeed* são utilizadas.

Para exemplificar a utilização do arcabouço, apresenta-se um estudo de caso no contexto de um ambiente de comunidade virtual de aprendizagem voltado para a graduação. Como perspectivas futuras, espera-se utilizar o arcabouço na construção de ambientes de comunidades virtuais em outros domínios de conhecimento. Além disso, construir novos componentes de provimento de serviços a serem disponibilizados juntamente com o arcabouço.

## Referências

- [Ambler 2004] Ambler, S.W., “The Fundamentals of Mapping Objects to Relational Databases”, <http://www.agiledata.org/essays/mappingObjects.html>. Acessado em julho de 2004.
- [Carter 2003] Carter, G. (2003), *LDAP System Administration*, O'Reilly.
- [Cavaness 2002] Cavaness, C. (2002) *Programming Jakarta Struts*, O'Reilly.
- [Cerami 2002] Cerami, E. (2002), *Web services essentials*, O'Reilly.

- 
- [Costa 2004] Costa E. B. et alli. Um Ambiente Virtual de Aprendizagem na Web para Apoiar o Ensino da Linguagem Brasileira de Sinais – LIBRAS, Revista Colabor@, Volume 2, Número 6.
- [Crespo 2003] Crespo, S. P., Rheinheimer, L. R. (2003), “Usando framework JLearningServices para instanciar serviços síncronos para ambientes de EAD” XIV SBIE, Rio de Janeiro/RJ.
- [Crespo 2002] Crespo, S. P., Schlemmer, E., Santos, C. T., Pérez, C. C., Rheinheimer, L. R. (2002), “AVA: Um Ambiente Virtual Baseado em Comunidades” XIII SBIE, São Leopoldo /RS.
- [Dubois 2003] DuBois, P. (2003) MySQL, SAMS.
- [Hibernate] Hibernate”, <http://www.hibernate.org>. Acessado em julho de 2004.
- [Leite 2002] Leite, C. S.; Sales Junior, M. A.; Paes, R. B.; Costa, E. B. “graW: A Web Interactive Environment to Support Under graduation Courses”. E-Learn 2002 - World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education, October 15-19, 2002 - Montreal, Canada (Preceedings, CDROM);
- [Lucena 2000] Lucena, C., Fuks, H. (2000), “Professores e aprendizes na Web: A educação na era da internet”, Rio de Janeiro: Clube do futuro.
- [McGovern 2004] McGovern, J., Adatia, R., Fain Y. (2004), Java (TM) 2 Enterprise Bible, John Wiley & Sons.
- [OJB] “Object/ relational bridge”, <http://db.apache.org/ojb/>. Acessado em julho de 2004.
- [OpenLDAP] “OpenLDAP”, <http://www.openldap.org>. Acessado em julho de 2004.
- [Pessoa 2003] Pessoa, J. M., Menezes, C. S. (2003), “Um framework para construção cooperativa de ambientes virtuais de aprendizagem na Web” XIV SBIE, Rio de Janeiro/RJ.
- [Pessoa 2002] Pessoa, J. M., Netto, H. V., Menezes, C. S. (2002), “FAmCorA: Um framework para a construção de ambientes cooperativos inteligentes de apoio a aprendizagem na Internet baseado em Web services e agentes” XIII SBIE, São Leopoldo /RS.
- [Postgres] “Postgresql”, <http://www.postgresql.org>. Acessado em julho de 2004.
- [Prata 2003] Prata, D. N. (2003), “Estratégias para o desenvolvimento de um framework de avaliação de aprendizagem à distância” XIV SBIE, Rio de Janeiro/RJ.
- [Richardson 2004] Richardson, W. C., Avondolio, D., Vitale, J. (2004), Professional Portal Development with Open Source Tools: Java TM Portlet API, Lucene, James, Slide, Wrox.



- 
- [Silva 2003] Silva, A. S., Brito, S. R., Fávero, E. L., Dominguez, A. H., Tavares, O. L., Francês, C. R. L. (2003), "Uma arquitetura para desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem baseado em agentes, componentes e framework" XIV SBIE, Rio de Janeiro/RJ.
- [Souza 1999] Sousa, F. M., Alencar, F. M. R., Castro, J. F. B. (1999), "O Impacto dos COTS no Processo de Engenharia de Requisitos" Workshop em Engenharia de Requisitos, Buenos Aires/Argentina.