



FACULDADE DE INFORMÁTICA
PUCRS - Brazil
<http://www.inf.pucrs.br>

Uma Arquitetura Genérica para Aplicações Colaborativas

I. Moraes e A. Zorzo

TECHNICAL REPORT SERIES

Number 006
August, 2000

Contact:

zorzo@inf.pucrs.br

<http://www.inf.pucrs.br/~zorzo>

I. Moraes is a MSc. student at PUCRS. His main research topics are CSCW, distributed systems, and object oriented systems. He is member of the Parallel and Distributed Processing group at PUCRS.

A. F. Zorzo is a senior lecturer at PUCRS/Brazil, where he started working in 1991. His main research topics are fault tolerance, distributed systems, and object-oriented systems. He is member of the Parallel and Distributed Group at PUCRS. He is also the coordinator of the Research Centre for High Performance.

Copyright © Faculdade de Informática – PUCRS

Published by the Campus Global – FACIN – PUCRS

Av. Ipiranga, 6681

90619-900 Porto Alegre – RS – Brazil

Uma Arquitetura Genérica para Aplicações Colaborativas

Abstract

Há vários anos, existem estudos das formas de utilização do computador como potencial ferramenta para fins educacionais. Esses esforços baseiam-se na tentativa do desenvolvimento de sistemas computacionais que possam, efetivamente, colaborar com o processo ensino-aprendizagem. Muitos destes esforços estão concentrados em ambientes mono-usuários e mais recentemente, com a utilização cada vez maior da Internet, observa-se uma concentração de trabalhos de cunho cooperativo. Este artigo apresenta uma arquitetura genérica para aplicações colaborativas que utilizem a Internet como meio de comunicação entre os diversos clientes que estão colaborando.

Palavras chaves: aplicações colaborativas, trabalho assistido por computador, ambiente distribuído.

1 Introdução

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento na complexidade de problemas relacionados com as tarefas desempenhadas em ambientes de trabalho. Além disto, o tempo disponível para solucioná-las está cada vez menor. Estes dois aspectos causaram o aumento de tarefas realizadas por equipes multidisciplinares. Essas equipes são constituídas, geralmente, por pessoas com diferentes formações, ou pontos-de-vista, que interagem de forma cooperativa, trocando informações e compartilhando experiências, a fim de cumprir um conjunto de requisitos [1].

A evolução dos ambientes computacionais possibilitou a realização de atividades conjuntas por pessoas, que não se encontram fisicamente no mesmo local de trabalho, via um sistema de comunicação distribuída, por exemplo, a Internet. Para que isto aconteça, é necessário que as aplicações possuam características que facilitem a interação entre os usuários e forneçam serviços para comunicação e colaboração entre eles.

Há vários anos, existem estudos a respeito da utilização do computador como potencial ferramenta para fins educacionais. Esses esforços baseiam-se na tentativa de desenvolver sistemas computacionais que possam, efetivamente, colaborar com o processo ensino-aprendizagem [2]. Muitos destes esforços estão concentrados em ambientes mono-usuários e mais recentemente, com a utilização cada vez maior da Internet, observa-se uma concentração de trabalho de cunho cooperativo.

O desenvolvimento da tecnologia de redes de computadores viabiliza a construção de novas ferramentas para suporte a diversos tipos de aplicações, incluindo aquelas com características colaborativas [3]. Dessa forma, a crescente preocupação em aumentar a produtividade das empresas, onde grande parte do trabalho pode ser realizado em grupo, indica que aplicações cooperativas são um fator crítico que estão relacionados diretamente com a questão da produtividade.

O Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (*Computer Supported Cooperative Work - CSCW*) surgiu como uma alternativa de exploração das virtudes do trabalho em grupo, e está se tornando uma forte tendência tanto no área acadêmica quanto na área

comercial, gerando uma mudança no comportamento dos indivíduos [4]. Sob o ponto de vista educacional, CSCW resgata questões metodológicas importantes no que concerne a modelagem e implementação de ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados; sob o ponto de vista comercial CSCW oferece um novo paradigma de aplicações que fornece subsídio para uma tecnologia baseada na cooperação.

Dentro desse contexto, o presente trabalho apresenta a concepção e implementação de uma arquitetura distribuída para o suporte à gerência de objetos distribuídos para ser utilizado em ambientes cooperativos (*groupware*) na Internet.

O principal objetivo na concepção desta arquitetura é fornecer uma camada de software para suporte a aplicações colaborativas (*groupware*), de forma que estas sejam facilmente construídas, sem que as mesmas precisem se preocupar com a distribuição e armazenamento de objetos criados e utilizados pelos usuários destas aplicações.

Este documento está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são abordados conceitos e exemplos de ferramentas para trabalho cooperativo. Na Seção 3 é descrita a arquitetura proposta para o desenvolvimento de aplicações *groupware*. Na Seção 4 é apresentado um estudo de caso que mostra como utilizar a arquitetura proposta neste trabalho.

2 TRABALHO COOPERATIVO

Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (CSCW) pode ser definido como a disciplina de pesquisa para o estudo das técnicas e metodologias de trabalho em grupo e das formas como a tecnologia pode auxiliar este trabalho [5].

Os sistemas CSCW fornecem suporte para as pessoas interagirem cooperativamente. Com isto, possibilitam o aumento do potencial dos grupos de trabalho envolvidos na realização das tarefas comuns [6]. Nestes sistemas os participantes do grupo não necessitam trabalhar em um mesmo local ou ao mesmo tempo.

O termo *groupware* apareceu quase como sinônimo de CSCW, porém *groupware* é o software que suporta ou viabiliza o trabalho cooperativo. Segundo Ellis [6], sistemas *groupware* utilizam o computador para suportar grupos de pessoas empenhadas em um objetivo comum e sendo responsável destes sistemas prover um ambiente compartilhado.

Cooperar é acima de tudo um ato social e, portanto, requer todos os tipos de interações humanas, desde a fala até a linguagem de sinais, passando pela escrita e pelas expressões faciais. Dessa forma, o trabalho cooperativo pode ser definido como toda e qualquer atividade que é desenvolvida em conjunto por várias pessoas, formando grupos e que ocorra interação entre si para alcançarem um objetivo comum [7].

O trabalho cooperativo envolve troca de informações diferenciadas pelos participantes do grupo. Esta troca pode ocorrer entre indivíduos ou entre indivíduo e grupo e vice-versa. Sendo a comunicação entre estes um ponto chave para que a cooperação ocorra. Portanto, a possibilidade e a facilidade no compartilhamento e na troca de informações é fundamental para o sucesso de uma aplicação *groupware*.

Ambientes cooperativos distribuídos permitem que um grupo de usuários ou de aplicações, dispersas geograficamente, possam utilizar vários recursos computacionais para que a resolução de problemas possa ocorrer conjuntamente tornando-se mais eficiente [8]. Como exemplos desses ambientes pode-se citar ambientes de ensino a

distância, e ambientes colaborativos de engenharia de software. Nas próximas seções apresentaremos alguns destes ambientes.

Basic Support for Cooperative Work (BSCW)

O ambiente *Basic Support for Cooperative Work* (Suporte Básico para Trabalho Cooperativo) [9] [<http://bscw.gmd.de>], projetado pelo GMD FIT (Centro de pesquisa nacional alemão para a tecnologia da Informação), utiliza a Internet como meio para o desenvolvimento de ferramentas baseadas na Web que provêm uma plataforma de colaboração e de serviços para usuários que utilizam a Web.

O ambiente *BSCW* é uma aplicação cooperativa centralizada, integrada com um servidor CGI que é acessado pelos browsers existentes na Web. A meta principal deste ambiente é a transformação da Internet em um repositório passivo de dados e ou informações que possibilitem uma cooperação ativa. Neste repositório, os usuários podem depositar vários tipos de informações para suas tarefas de cooperação. Em contrapartida, o ambiente possibilita a procura e recuperação das mesmas, no próprio repositório, as quais podem ser necessárias para a realização de uma tarefa.

Este ambiente suporta cooperação através de *shared workspace* (espaço de trabalho compartilhado), que é um repositório no qual os usuários do ambiente podem colocar dados e obter informações sobre as atividades prévias de outros usuários para coordenarem suas tarefas. Pode ser visto como uma interface para um local de armazenamento de dados centralizados.

Além do ambiente possibilitar a busca de informação dentro dos espaços compartilhados e na Internet, os usuários do *BSCW* podem visualizar seu espaço compartilhado, transferir documentos para o seu sistema de arquivo local (computador local) e vice-versa (realizar *download* e *upload* de documentos). Por exemplo, um professor pode colocar exercícios em um espaço compartilhado, os estudantes pertencentes a este grupo consultam os exercícios, trazendo-os para seus computadores e logo após serem respondidos, os resultados são colocando novamente no espaço compartilhado.

Cu-SeeMe

O projeto *Cu-SeeMe* [<http://www.cu-seeme.net/>] começou em 1993 na Universidade *Cornell*, e possuía como objetivo a criação de um software de permitisse a comunicação interativa de voz e vídeo na Internet. Um dos requisitos básico, era que a ferramenta fosse de baixo custo para alcançar o maior número de usuários possível. Sendo assim, o *Cu-SeeMe* tornou-se um ambiente de *chat* e videoconferência bastante difundido.

Esta ferramenta suporta conferência ponto-a-ponto e multi-ponto. Para realizar uma sessão de discussão ponto-a-ponto é necessário que o participante forneça o endereço do participante destino. Caso a discussão seja multi-ponto, é necessário que o participante forneça o identificador da sessão e o endereço da localização de uma aplicação responsável pela recepção dos textos, som e imagens vindas dos vários participantes e pela redistribuição das mesmas aos participantes.

AulaNet

O *AulaNet* [<http://aulanet.les.inf.puc-rio.br/aulanet>] é um ambiente que possibilita a administração, criação, manutenção e assistência de cursos baseados na Internet. Desenvolvido no laboratório de Engenharia de Software - LES do Departamento de Informática da PUC-Rio em 1997, se constitui em um dos mais difundidos ambientes cooperativos do Brasil.

A abordagem cooperativa do *AulaNet* baseia-se na idéia de que, para cooperarem, os participantes precisam se coordenar e a coordenação induz à comunicação. As tecnologias básicas de comunicação que são utilizadas pelo *AulaNet* são o correio eletrônico e a videoconferência.

No *AulaNet* não existem ferramentas de autoria própria, pois já existem diversas ferramentas comerciais ou acadêmicas que se mostraram convenientes. Pode-se citar, como exemplo, a utilização do *Cu-SeeMe* por este ambiente.

Web Course Tools (WebCT)

O *Web Course Tools* [<http://www.webct.com>] foi desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade de *British Columbia* no Canadá para a criação de ambientes educacionais baseados na Internet.

O *WebCT* pode ser usado para criar cursos *online* completos ou como interface de apoio para cursos comuns. Foi projetado para ser utilizado por usuários sem grande experiência técnica em computadores, fazendo uso de interfaces gráficas para o projeto do material e diversas ferramentas para auxiliar o professor, dentre elas: *chat online*, estudo em grupo, gráficos que listam o progresso dos estudantes, correio eletrônico, glossários, bloco de anotações, calendário do curso, *homepages* dos estudantes, pesquisa, manutenção e publicação das avaliações, controle de acesso, conteúdo do curso, quadro de avisos e visualização de figuras.

Comparação das Funcionalidades dos Sistemas

A Tabela 1 apresenta as principais características das funcionalidades de comunicação e armazenamento de objetos nos sistemas estudados. Uma descrição completa destas características pode ser encontrada em [10].

	<i>Cu-SeeMe</i>	<i>AulaNet</i>	<i>WebCT</i>	<i>BSCW</i>
Armazenamento das atividades dos alunos	Não	Sim	Sim	Não
<i>Whiteboard</i>	Não	Não	Sim	Sim
Quadro de avisos	Não	Sim	Sim	Não
Correio eletrônico	Não	Sim	Sim	Não
Lista de discussão	Não	Sim	Sim	Não
Suporte à áudio	Sim	Sim	Não	Não
Suporte à vídeo	Sim	Sim	Não	Não
Conferência	Sim	Sim	Não	Sim
<i>Chat</i>	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento de objetos	Não	Baixo	Baixo	Alto

Tabela 1: Comparação das funcionalidades.

3 arquitetura proposta

Nesta seção será apresentado uma Arquitetura Genérica para Aplicações *Groupware* (GAGA – *Generic Architecture for Groupware Applications*). O sistema GAGA foi desenvolvido de forma a prover as seguintes funcionalidades:

- fornecer mecanismos para a transferência de informações (objetos) entre o local de armazenamento para a aplicação *groupware* solicitante e vice-versa;

- possibilitar a procura e recuperação de informações (objetos) que estão armazenados de forma distribuída;
- permitir a utilização das informações (objetos) recuperadas pela aplicação *groupware*;
- permitir o compartilhamento das informações (objetos) que estão armazenada de forma distribuída, por diversos usuários;
- manter a consistência das informações (objetos) armazenadas na base de dados distribuída.

A Figura 1, exemplifica a arquitetura do GAGA para contemplar as funcionalidades supracitadas.

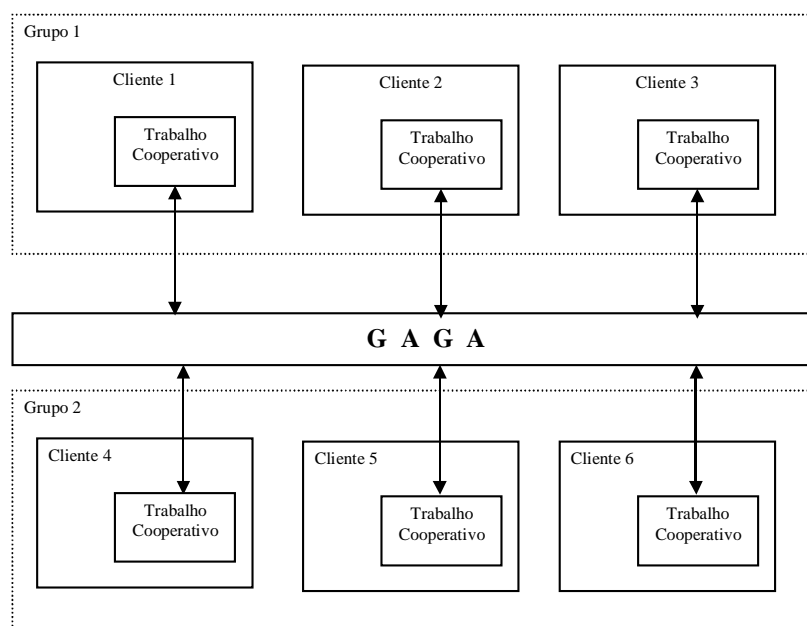


Figura 1: Arquitetura genérica do Sistema GAGA.

Cada aplicação *groupware* (cliente) é um programa que executa suas funções (funcionalidades) pertinentes ao objetivo a que se propõe. Caso essa aplicação necessite de um suporte ao trabalho cooperativo, o sistema GAGA supre essa necessidade com uma camada de software que fornece características para que o trabalho cooperativo possa se realizar.

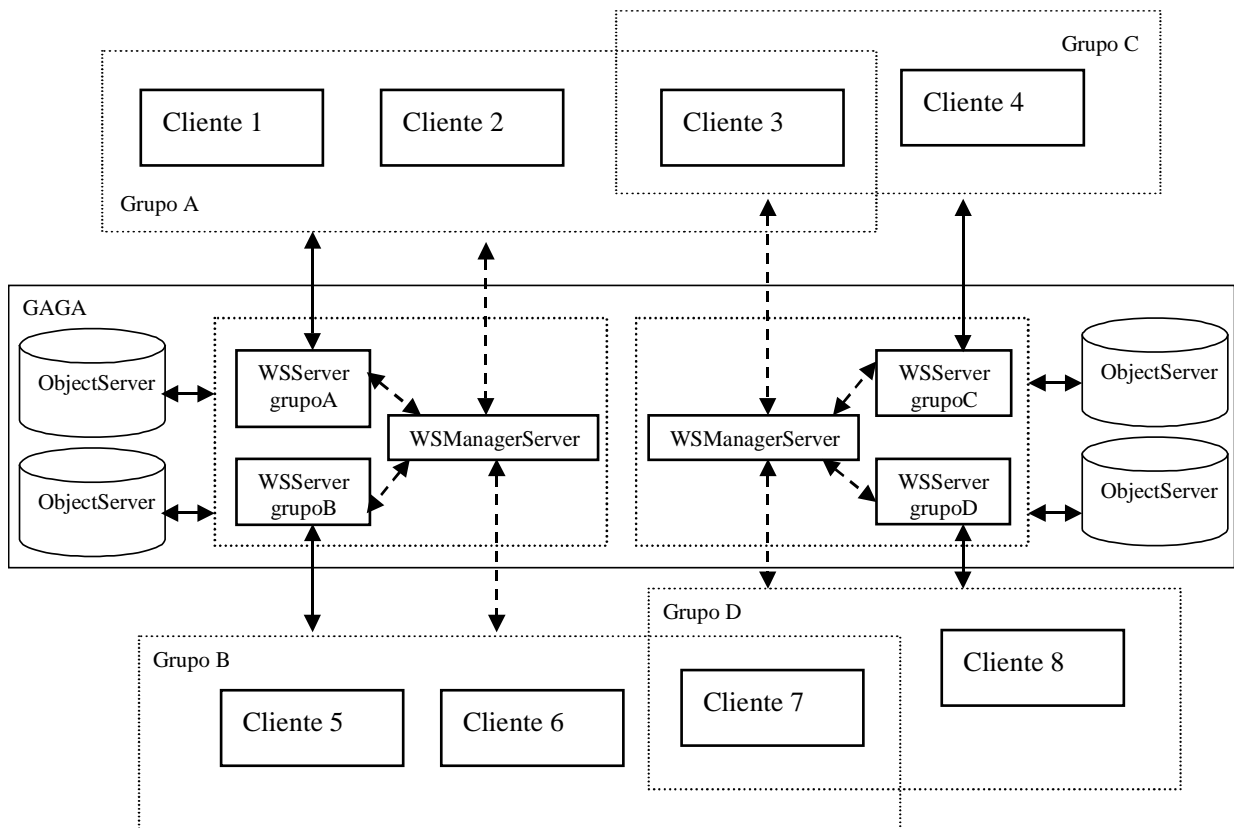
O sistema GAGA funciona como uma camada de software que possibilita a interação entre os diversos clientes, sendo responsável pela propagação dos eventos ocorridos nos clientes para todos os outros clientes de um grupo de trabalho que utilizam um espaço compartilhado. Os eventos propagados são limitados a parte do cliente que trabalha cooperativamente com outros clientes.

Outra funcionalidade do sistema GAGA é o de o armazenamento físico e recuperação das informações (objetos) que um cliente necessita compartilhar com outros os clientes. Estes objetos são utilizados pelos clientes de forma que a cooperação entre os mesmos seja possível. Outra forma dos clientes colaborarem seria via a troca de mensagens, mas neste caso os clientes teriam que prover mecanismos para o controle completo destas.

O GAGA se encarrega de fornecer a comunicação entre os clientes, como meio de cooperação, caso a cooperação necessite ser síncrona, i.e. toda vez que um objeto é modificado, todos os clientes são notificados. O GAGA possui também mecanismos para fornecer cooperação assíncrona através do armazenamento de informações (objetos), i.e. quando um objeto é modificado por um cliente, o sistema GAGA não informa os demais clientes, mas atualiza o objeto no espaço de trabalho para que os clientes possam requisitar informações sobre objetos modificados quando necessitarem.

Arquitetura do Sistema GAGA

O sistema GAGA consiste dos seguintes componentes: *i)* **WSServer** (servidor do espaço de trabalho compartilhado), responsável por fornecer os mecanismos para a realização do trabalho cooperativo; *ii)* **ObjectServer** (servidor de objetos), responsável, quando necessário, pelo armazenamento dos objetos em disco; *iii)* **WSManagerServer** (gerente dos servidores de objetos e dos servidores dos espaços compartilhados), responsável em gerenciar vários **WSServer** e **ObjectServer**; e *iv)* as aplicações



groupware (clientes) que utilizam o GAGA.

Figura 2: Arquitetura do GAGA.

Cabe salientar que cada cliente pode participar de várias cooperações ao mesmo tempo, ou seja, pode ter acesso a diversos espaços compartilhados ao mesmo tempo. Pode-se também ter vários **WSServer** por **WSManagerServer**. Cada **WSServer** é identificado por um nome único pelo **WSManagerServer**. Outra característica é a possibilidade da utilização de vários **ObjectServer** simultaneamente para cada **WSManagerServer**, mas também com nomes diferentes. A utilização de diversos servidores de objetos tem como objetivos principais, a melhora na performance, e também a possibilidade de

tolerar falhas caso um dos servidores não esteja funcionando em um determinado momento. O mesmo pode ser dito a respeito dos servidores de espaços compartilhado. Quanto ao gerente, no momento o mesmo é um ponto centralizador, o que não afeta a performance, pois o mesmo realiza basicamente atividades de busca de servidores. O problema maior do gerente se refere no que diz a tolerância a falhas, uma vez que o mesmo é um ponto único de defeito (*single-point failure*). Isto pode ser resolvido com técnicas de replicação do tipo *backup* ativo ou *primary backup* [11].

4 Estudo de caso

Para mostrar a utilização da arquitetura, construiu-se uma aplicação *groupware*. Esta aplicação possui ferramentas que possibilita a cooperação entre diversos usuários ao mesmo tempo. A aplicação construída foi um editor cooperativo.

Pode acontecer de um cliente não possuir ferramentas para suportar o trabalho cooperativo e mesmo assim utilizar a arquitetura, por isso, a modelagem do cliente é de fundamental importância para que os usuários possam cooperar, não sendo a arquitetura proposta o único fator a influenciar no projeto do mesmo.

O editor pode ser utilizado por todos os clientes de um servidor de espaço compartilhado, assim, cada cliente pode manipular um texto e a arquitetura provê os mecanismos para que as alterações feitas por um cliente sejam repassadas aos outros clientes e que apenas um cliente possa manipular um determinada região do texto no mesmo momento.

Para a utilização da arquitetura pelo cliente, definiu-se como área de trabalho o texto todo, mas cada parágrafo constitui-se um objeto (unidade), dessa forma, a granularidade de compartilhamento e bloqueio é o parágrafo. Outros tipos de granularidades podem ser utilizadas, como por exemplo palavras ou letras.

5 Conclusão

Os conhecimentos oriundos da área da Ciência da Computação não são suficientes para garantir o desenvolvimento de ferramentas que suportam o trabalho cooperativo de boa qualidade, uma vez que, estas apresentam características multidisciplinares. O CSCW possui esta característica multidisciplinar apresentando grande complexidade para o desenvolvimento de aplicações que atendam seus requisitos.

Nas atividades suportadas por computador, observou-se que nem todas as aplicações possuem caráter cooperativo, e que aplicações *groupware* apresentam diferentes graus e níveis de cooperação. O suporte a cooperação está fortemente ligado as funcionalidades providas por essas aplicações. Dentro desse contexto, foi projetada e implementada uma arquitetura para fornecer condições às aplicações *groupware* trocarem informações com o intuito de prover um alto grau de cooperação.

O objetivo desta arquitetura é criar um mecanismo para ser utilizado por aplicações *groupware* facilitando a cooperação entre os usuários. Desse modo, a arquitetura não provê cooperação diretamente, e sim, fornece meios para que as aplicações possam cooperar.

A implementação está operacional e funcionando e observou-se que atingiu-se as metas iniciais propostas. Para mostrar que estes objetivos foram alcançados, foi desenvolvida uma aplicação cliente com característica cooperativas que utiliza essa arquitetura.

A escolha da linguagem Java com a utilização do pacote RMI utiliza como base a citação de Ferraz [12]. Segundo esse autor as aplicações de educação à distância para a Internet são inerentemente distribuídas, uma vez que os documentos nela contidos encontram-se espalhados em computadores localizados nos lugares mais distintos, por isso a tecnologia que pode ser considerada apropriada para integração e interação de recursos em ambientes heterogêneos são os Objetos Distribuídos.

O sistema GAGA, atualmente, não possui um controle global de usuários e permissões sobre as informações contidas no sistema, por isso, qualquer cliente pode se cadastrar e utilizar as informações sem nenhum controle. No momento, a arquitetura está sendo aperfeiçoada de forma a fornecer um grau de segurança envolvendo permissões diferenciadas para cada usuário, um maior suporte a grupo de trabalho, preencher algumas lacunas deixadas durante a implementação e também agregar mais funcionalidades tornando esta arquitetura mais robusta.

6 Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos professores Celso Maciel da Costa e Ana Paula Terra Bacelo pela colaboração no projeto e revisão deste texto respectivamente. Este trabalho está sendo financiado pela CAPES/Brasil via bolsa de mestrado.

7 Bibliografia

- [1] Dietrich, E. *Projeto de um Sistema de Suporte à Autoria Cooperativa de Hiperdocumentos*. Porto Alegre, RS, CPGCC da UFRGS, 1996. Dissertação de Mestrado.
- [2] Souza, J. T.; Pequeno, T. C.; Pequeno, M. C. Desenvolvendo um Ambiente Distribuído de Auxílio à Avaliação Conceitual em Sistemas Tutores. Em *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Curitiba, PR, 1999.
- [3] Kirk, D.. Embarque na plataforma groupware. *Lan times brasil*, 2(6), Set. 1996.
- [4] Bentley, R. An architecture for tailoring cooperative multi-user displays. Em *Proceedings of 4th Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Out./Nov. 1992.
- [5] Greenberg, S. Personalizable groupware: Accommodating individual roles and group differences. Em *Proceedings of 2nd European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, p. 17-31, Set. 1991.
- [6] Ellis, C.A.; Gibbs, S.J.; Rein, G.L. Groupware: Some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34(1), p. 38-58, Jan. 1991.
- [7] Borges, M. R.; Cavalcanti, M. C.; Campos, M. L. *Suporte por Computador ao Trabalho Cooperativo*. XIV Jornada de Atualização em Informática, SBC, Canela, RS, 1995.
- [8] Yavatkar, R.; Lakshman, K. Communication support for distributed collaborative applications. *Multimedia systems*, 2, p. 74-88, 1994.

- [9] Bentley R.; Appelt, *et alli*. Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web International. *Journal of Human-Computer Studies - Special issue on Innovative Applications of the World Wide Web*, 46(6), p. 827-846, Jun. 1997.
- [10] Moraes, I. V. Ambientes Cooperativos. Trabalho Individual II, PPGCC, PUCRS, Porto Alegre, RS, Nov. 1999.
- [11] Tanenbaum, A. S. *Distributed Operating Systems*. Prentice-Hall, 1996.
- [12] Ferraz, C. *et alli*. Co-autoria Distribuída de Cursos na Internet. Em *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Curitiba, PR, 1999.