

PLATAFORMA MULTIWARE: ESPECIFICAÇÃO DA CAMADA DE SUPORTE PARA APLICAÇÕES CSCW

Waldomiro P.D.C. Loyolla
Unesp - FET/DEE
e-mail: loyolla@ipmet.uesp.ansp.br

Ivo Reis Fontes
Unesp - FET/DEE - Unicamp - FEE/DCA
e-mail: ivo@ipmet.uesp.ansp.br

Fernando Cortez Sica
Unicamp - FEE/DCA
e-mail: sica@dca.fee.unicamp.br

Manuel de Jesus Mendes
Unicamp - FEE/DCA
e-mail: mendes@dca.fee.unicamp.br

SUMÁRIO

A disponibilidade de estações de trabalho, interligadas por redes de comunicação de alto desempenho tem permitido a definição e desenvolvimento de aplicações conhecidas como *Trabalho Cooperativo Suportado por Computadores - CSCW*. Por outro lado, a tendência atual de conexão de estações de trabalho autônomas, oferecendo e usufruindo de serviços nas redes de comunicação tem requerido o desenvolvimento de aplicações CSCW em ambientes de Processamento Aberto e Distribuído-ODP. Neste trabalho apresenta-se inicialmente uma breve análise das características destas aplicações, seguida da descrição da arquitetura da camada de suporte a aplicações CSCW, denominada *GROUPWARE*, inserida no contexto do desenvolvimento da plataforma *MULTIWARE*, atualmente em curso na UNICAMP / UNESP.

1 - INTRODUÇÃO

Significativa evolução tem ocorrido na tecnologia de estações de trabalho assim como a de redes públicas e privadas de comunicação. O desenvolvimento de novos processadores e novas arquiteturas de estações de trabalho têm levado à disponibilidade de equipamentos com altas capacidade e velocidade de processamento. Redes privadas de comunicação de alto desempenho e redes públicas *B-ISDN* permitem altas taxas de transmissão de informação.

A sinergia destas tecnologias tem possibilitado a elaboração e desenvolvimento de novas aplicações computacionais com características de transmissão e processamento em tempo real de documentos multimídia, compostos por dados, texto, voz, imagem, vídeo, televisão, etc.

O desenvolvimento de sistemas computacionais que permitam a *integração de processamento de informação com atividades de comunicação* levou ao delineamento de um campo de pesquisa multidisciplinar denominado **Computer Supported Cooperative Work - CSCW** (Trabalho Cooperativo Auxiliado por Computador) [1], campo em que são mescladas tanto questões sociais quanto tecnológicas, no intuito de combinar a maneira como pessoas trabalham em grupo com o uso das tecnologias de redes de computadores, e também com o hardware, software, técnicas e serviços a elas associados.

De maneira genérica, *CSCW* pode ser definido [2] como um:

"sistema baseado em computador que apoia grupos de pessoas envolvidas em uma tarefa ou meta comum e que provê uma interface para um ambiente compartilhado".

A tendência atual para o desenvolvimento de aplicações *CSCW* é que estas se desenvolvam em ambientes de Processamento Aberto e Distribuído [3] onde agentes isolados têm assegurada sua autonomia, podendo agregar-se dinamicamente a uma aplicação de trabalho cooperativo, ou dela sair sem prejuízo da mesma.

A possibilidade de distribuição e autonomia dos agentes em uma aplicação requer certos quesitos, como garantia de segurança, transparência e gerenciamento de sistemas distribuídos, em muito agravando a complexidade inerente ao desenvolvimento de software para *CSCW* onde questões como compartilhamento de informações e de espaço de trabalho são consideradas.

Para enfrentar tal complexidade no desenvolvimento dos sistemas, as técnicas de Orientação a Objetos [4] como *OOA*, *OOD* e *OOP* apresentam-se adequadas, possibilitando não só o desenvolvimento iterativo e incremental destes sistemas computacionais como também garantem a reusabilidade de sistemas já desenvolvidos, ou partes dos mesmos, facilitando o desenvolvimento e utilização de bases heterogêneas e distribuídas de informação (*OODBMS*).

Neste artigo procura-se descrever as características de trabalho cooperativo no âmbito dos sistemas distribuídos e abertos, sendo considerados não apenas os aspectos de distribuição temporal e geográfica dos agentes colaboradores, mas também as questões de autonomia de cada agente ao participar da colaboração ao trabalho e na utilização de serviços disponíveis para tal, além das características da heterogeneidade dos equipamentos computacionais multimídia disponíveis. Também apresentam-se certos aspectos da especificação para a camada de suporte a aplicações *CSCW*, denominada *GROUPWARE*, que se enquadra no contexto de um projeto em desenvolvimento na UNICAMP visando o desenvolvimento de uma plataforma denominada *MULTIWARE* [5]. Esta plataforma é composta por várias camadas: Hardware/Software básicos, *Middleware* e *Groupware*, conforme mostrado na figura 1, cuja arquitetura mantém aderência ao modelo *RM-ODP* da *ISO/CCITT* [6]. Na secção 2 é apresentada uma síntese dos principais conceitos e características relativos a *CSCW* e na secção 3 apresenta-se o cenário de suas principais aplicações. A secção 4 contém o reconhecimento e a descrição dos objetos básicos componentes da camada *Groupware* cuja arquitetura composta por sub-camadas é apresentada na secção 5, juntamente com os diagramas de conexão de objetos.

2 - O TRABALHO COOPERATIVO AUXILIADO POR COMPUTADOR

A definição de *CSCW* apresentada anteriormente enfatiza o caráter cooperativo e permite considerar como um ambiente *Groupware* aquele em que os usuários não estejam cooperando simultaneamente, mas não engloba casos como o de sistemas multiusuários (por exemplo sistemas *time-sharing*), uma vez que estes não se caracterizam como cooperativos.

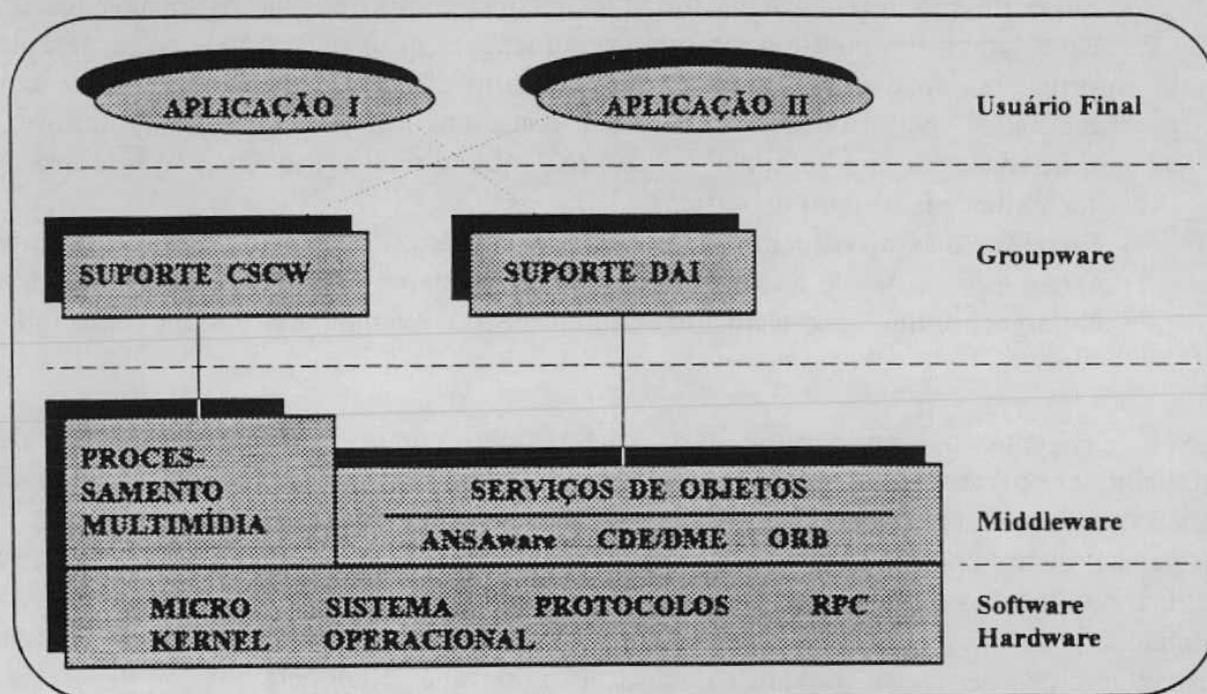


Figura 1 - Plataforma MULTIWARE

O trabalho cooperativo pode ser realizado tanto em diferentes situações de tempo como de espaço. Em termos temporais a interação para cooperação pode ser de forma síncrona ou assíncrona, enquanto que em termos espaciais ela pode ocorrer de forma local ou remota. Estas possibilidades podem ser expressas através da matriz espaço-tempo [2] apresentada na figura 2.

	MESMO TEMPO	TEMPO DIFERENTE
MESMO LUGAR	INTERAÇÃO FACE-A-FACE	INTERAÇÃO ASSÍNCRONA
LUGAR DIFERENTE	INTERAÇÃO SÍNCRONA DISTRIBUÍDA	INTERAÇÃO ASSÍNCRONA DISTRIBUÍDA

Figura 2 - Matriz espaço-tempo para ambiente CSCW

São as seguintes as quatro principais classes de sistemas cooperativos:

- **Sistemas de Mensagens** descendentes dos primeiros programas de correio eletrônico, atualmente normalizados através dos padrões CCITT - X400 (Message Handling System - MHS), onde uma dada estrutura é anexada à própria mensagem, sendo que cada sistema de mensagem pode fazer uso de um formato particular para transferir a informação.
- **Conferência Computadorizada** formada por um grupo de usuários membros da conferência e uma metodologia para o envio de mensagens.

- **Salas de Encontro** sistema formado por um grupo de usuários localizados ao mesmo tempo em uma mesma sala (geralmente com uma tela onde se projeta as informações do usuário corrente), cada usuário dispondo de um terminal de um computador central ou de uma máquina conectada a uma rede de computadores, gerenciados por um terminal de controle que dirige a sequência de acesso e votação de cada usuário do sistema.
- **Sistemas de Co-Autoria e Argumentação** sistema de suporte à argumentação e votação por parte de vários usuários, cada usuário atuando, argumentando e votando sobre um único elemento de interesse, por exemplo um texto, em instantes distintos.

No entanto, nem sempre estas classes representam as diferentes formas de trabalho cooperativo realmente existentes. Tais trabalhos, frequentemente, englobam características encontradas em mais de uma dentre as classes citadas, tendendo a sistemas mistos onde apenas se pode distinguir a cooperação síncrona da assíncrona, e ainda que apenas para certos intervalos de tempo. A possibilidade de composição dinâmica e autônoma de colaboradores em um trabalho já em andamento também é uma característica a ser considerada na caracterização do trabalho cooperativo.

Uma análise do trabalho cooperativo com o propósito de desenvolver-se modelos de aplicações para dar suporte computacional a tais trabalhos requer o estudo das características e formas de desenvolvimento de trabalhos cooperativos reais, visto que aplicações *CSCW* reúnem duas áreas científicas: a *social* e a *tecnológica*. A área social, relacionada com o trabalho cooperativo, envolve Sociologia, Psicologia e Ciência Organizacional, e a tecnológica, relacionada com o auxílio apresentado pelo computador, envolve Ciência da Computação e Teoria da Informação e da Comunicação.

A análise do aspecto social direciona ao estudo do *Processo de Trabalho em Grupo*. A análise do aspecto tecnológico direciona ao estudo da *Tecnologia de Software e Hardware* necessária para a realização do trabalho cooperativo, utilizando-se o computador como meio de processamento da informação e as redes de computadores como meio de comunicação da informação.

O Processo de Trabalho em Grupo diz respeito às formas de troca de idéias e informação, composição e representação do conhecimento pessoal e organizacional, formas de envolvimento dos elementos do grupo em cada trabalho e mecanismos de organização do grupo. A Tecnologia de Software e Hardware deve ser capaz de dar suporte ao trabalho cooperativo, mimetizando a realidade deste tipo de trabalho, apresentando formas computacionais de que a informação, o espaço de trabalho e as comunicações sejam compartilhados, dentro de certos mecanismos de gerenciamento da atividade em grupo [7].

Qualquer aplicação *CSCW* deve poder dispor de todos estes aspectos tecnológicos, cada um apresentando um maior ou menor grau de importância em função de cada aplicação específica, mas todos colaborando para a composição do Processo de Trabalho em Grupo.

A seguir são apresentadas algumas considerações a respeito do Processo de Trabalho em Grupo e da tecnologia de software e hardware.

2.1 - O PROCESSO DE TRABALHO EM GRUPO

O Processo de Trabalho em Grupo pode ser analisado sob três diferentes aspectos [8]: individuais humanos, organizacionais e dinâmica de grupo. Tais aspectos ao contrário de serem mutuamente excludentes compõem-se para a formação do processo de cooperação.

Aspectos Individuais Humanos

Os aspectos individuais humanos referem-se às formas de conversação e troca de idéias, desenvolvimento pessoal do trabalho.

O estudo das formas de conversação e troca de idéias em trabalhos de grupo tem levado ao estabelecimento de novas linguagens que facilitem a especificação do trabalho em grupo e também de novas funcionalidades que apresentem ajuda ao desenvolvimento deste tipo de trabalho. Os resultados destes estudos colaboram para um melhor entendimento de como se desenvolve o trabalho em grupo, permitindo especificações de ambientes de software que permitem que o trabalho em grupo auxiliado por computador se desenvolva de maneira o mais próximo possível daquela em que as pessoas se defrontam em seu ambiente de trabalho. Questões como formas de divisão e distribuição do trabalho, ou maneiras de liderança e coordenação de reuniões são importantes neste aspecto, quando da especificação.

Embora muito do trabalho cooperativo se desenvolva em grupo, o conteúdo de uma reunião normalmente baseia-se em trabalhos prévios desenvolvidos pelos membros do grupo. Cada elemento, ao longo do tempo, desenvolve suas próprias maneiras e seqüências de trabalho, fatores que acabam por influir no desenvolvimento do trabalho em grupo. Frequentemente, certas pessoas apresentam alguma dificuldade em compreender informação apresentada segundo particularidades ou preferência de outro elemento do grupo, ou então desejam verificar uma informação apresentada segundo seus próprios métodos e ferramentas.

Estas características comportamentais levam à consideração de, ao menos, duas necessidades distintas a serem supridas pelos sistemas computacionais de trabalho em grupo:

- a) que se disponha de interfaces para apresentação de informações que permitam uma conversão simultânea de informação de acordo com certas preferências pessoais daqueles que compõem o grupo;
- b) que se permita a cada elemento do grupo uma momentânea utilização do computador para uso exclusivo, sem que isto seja compartilhado por outros elementos do grupo.

Aspectos Organizacionais

Os aspectos organizacionais referem-se à estrutura e cultura da organização, à representação do conhecimento organizacional, e a questões de gerenciamento.

Quanto à estrutura e cultura da organização, sabe-se que Empresas da Manufatura, da mesma forma que quaisquer outras organizações humanas, frequentemente atuam de forma a serem consideradas como inteligentes. Podem adaptar-se à situações de mudanças e incertezas, aprender com suas próprias experiências e com a de outros, bem como planejar para um futuro razoavelmente incerto, de forma a explorar futuras oportunidades e evitar erros [9]. Este comportamento deve-se, em

muito, ao conhecimento dos elementos humanos que compõem a empresa, mas uma parte considerável é devido à própria empresa, que com sua estruturação funcional (divisões, departamentos) e seu próprio conhecimento expresso na forma de manuais, documentos, experiências anteriores e técnicas de trabalho direcionam a atuação do elemento humano.

O conhecimento organizacional pode ser expresso tanto através de conhecimento codificado como de heurística. Por conhecimento codificado entende-se as variadas formas de: bases de dados - informação específica, localizada e temporal; relatórios e documentos - expressão contextualizada de um conjunto de dados, geralmente enfocando aspectos específicos de interesse de um grupo de pessoas. Por conhecimento heurístico organizacional entende-se como a filosofia e metodologia de trabalho da empresa, suas experiências históricas e tendências de atuação. A utilização conjunta dos conhecimentos humano e organizacional leva ao estabelecimento de novas experiências comportamentais que enriquecem o conhecimento já disponível [10].

Tanto o conhecimento humano como o organizacional podem ser afetados em sua origem pela própria estrutura organizacional da empresa, já que o estabelecimento de divisões e hierarquias funcionais definem a área de atuação de cada pessoa, principalmente em trabalhos em grupo. Também a forma de atuar de cada pessoa pode ser direcionada por normas internas e experiências vividas por si própria ou por outros elementos da organização, passando por situações semelhantes.

Outro fator norteador da atuação do trabalho em grupo é o conjunto de normas específicas a um dado trabalho. Geralmente estas normas são estabelecidas pelo responsável pelo grupo, o qual também se responsabiliza pelo gerenciamento do mesmo. Este gerenciamento pode ser tanto de pessoas quanto de recursos ou do próprio trabalho do grupo como um todo.

O conjunto de informação em uma organização encontra-se distribuído ao longo de toda a sua extensão. Cada membro de um grupo de trabalho deve ser capaz de encontrar e obter as informações de que necessita. Esta informação pode ser considerada no todo ou em parte, dependendo de sua localização, da forma em que se encontra, seu conteúdo, de sua validade temporal ou de restrições a seu acesso.

Os aspectos organizacionais citados levam à consideração de algumas necessidades a serem supridas pelos sistemas computacionais de trabalho em grupo, quais sejam:

- a) disponibilidade de um repositório do conjunto do conhecimento organizacional e humano disponível. Os elementos, ou o gerenciador, de um trabalho em grupo devem poder, facilmente, encontrar e acessar a informação de interesse, em formato de uso corrente internamente à empresa. Casos em que a colaboração envolva outra(s) empresa(s), modelos de conversão de informação para novos formatos devem estar disponíveis.
- b) disponibilidade para que o gerenciador de um trabalho em grupo possa escolher, entre diversas formas para controlar o andamento do trabalho de membros do grupo, o conjunto de recursos e informação necessários ao trabalho. Esta escolha deve ainda poder ser dinâmica, de acordo com as necessidades imediatas do trabalho.

Aspectos de Dinâmica de Grupo

Os aspectos de dinâmica de grupo referem-se ao processo de colaboração em grupo propriamente dito, ou seja, trata do desenvolvimento do trabalho, das formas de tomada de decisão e consulta ao grupo, e do comportamento do grupo de forma global.

O processo de colaboração depende de dois principais fatores: a composição do grupo, e o próprio trabalho a ser desenvolvido. A composição do grupo refere-se a questões como seu tamanho (dois ou mais elementos), quais pessoas o compõem (personalização dos componentes), qual a previsão de existência do grupo (tempo para a continuidade da colaboração) e a proximidade física dos componentes do grupo (possibilidade ou não de uso de outras formas de comunicação além do computador). O tamanho do grupo é fator preponderante na determinação das necessidades de comunicação para tal trabalho, enquanto a personalização dos componentes apresenta-se como fator preponderante nos mecanismos de colaboração, frequentemente sendo determinados pela hierarquia dos componentes do grupo. O tipo de trabalho a ser realizado em grupo contribui para a determinação das ferramentas computacionais a serem oferecidas aos componentes do grupo. Normalmente o trabalho em grupo pode ser classificado dentre: substantivo (desenvolvimento de um item em questão), discursivo (questionamento, esclarecimento, aperfeiçoamento e aceitação), comportamental (desenvolvimento de formas alternativas de abordagem de um dado item) [8]. Além das características do tipo de trabalho a ser desenvolvido, outros fatores como a previsão de existência do grupo e mesmo a proximidade física entre seus membros são fatores importantes na dinâmica de colaboração.

As possíveis variações na composição do grupo e no tipo do trabalho são fatores determinantes para o estabelecimento de quais as funcionalidades ou ferramentas computacionais a serem oferecidas como auxílio ao trabalho em grupo. No entanto tais fatores podem ser alterados ao longo do desenvolvimento de um dado trabalho. Devido a isto, pode-se considerar como de importância a possibilidade de dinamicamente configurar-se as características de envolvimento de cada usuário com o grupo, de acordo com sua própria vontade ou do grupo (*user-configurable*), levando a uma possível melhora no desempenho individual, ou mesmo do grupo.

2.2 TECNOLOGIA DE HARDWARE E SOFTWARE

O aspecto tecnológico, refere-se ao hardware e software necessário ao trabalho cooperativo e pode ser analisado considerando-se quatro distintos sistemas de apoio ao trabalho cooperativo [8, 11]: apoio às atividades de grupo, apoio ao espaço de trabalho compartilhado, apoio ao compartilhamento de informações e apoio à comunicação. Tais sistemas, ao contrário de serem mutuamente excludentes, compõem-se para a formação de um sistema complexo de apoio ao trabalho cooperativo.

Suporte às Atividades de Grupo

O suporte às atividades de grupo refere-se às formas de organizar e controlar o processo de composição do trabalho em grupo.

Independentemente do tipo de trabalho em grupo a ser desenvolvido, normalmente as pessoas envolvidas conhecem previamente suas funções e responsabilidades no trabalho, sendo que, eventualmente, estas podem ser alteradas ao

longo do desenvolvimento do trabalho. Quando estas funções não são previamente conhecidas, elas devem ser inicialmente estabelecidas, passando primeiramente por um reconhecimento das metas a serem atingidas para então estabelecer-se os procedimentos a serem seguidos.

Suporte ao Espaço de Trabalho Compartilhado

O suporte ao espaço de trabalho compartilhado refere-se às formas de se permitir que diferentes usuários vejam e trabalhem, geralmente ao mesmo tempo, um mesmo espaço eletrônico de trabalho. Os principais sistemas de suporte ao espaço de trabalho compartilhado, atualmente em desenvolvimento, correspondem a Sistemas de Compartilhamento de Tela Remota, suporte a Interação Face-a-Face e Quadro Branco Inteligente.

Nos sistemas de Compartilhamento de Tela Remota, parte de uma tela localizada em uma estação de trabalho pode ser vista em uma ou mais telas de outras estações remotamente localizadas. Os operadores das estações remotas podem trabalhar na área compartilhada, sendo que as alterações produzidas em uma tela são transmitidas a todas as outras.

Os sistemas de Interação Face-a-Face, atualmente em desenvolvimento, permitem que parte de telas de várias estações individuais de trabalho, localizadas em uma mesma sala, sejam reunidas e apresentadas em uma única grande tela pública. Esta pode ser visualizada por todos os colaboradores que operam as estações, permitindo o acompanhamento dos trabalhos em desenvolvimento em todas as estações.

Os sistemas de Quadro Branco Inteligente, atualmente em desenvolvimento, provêm suporte assíncrono à inclusão de informação, desenho, reorganização da informação e impressão de um mesmo documento eletronicamente armazenado.

Suporte ao Compartilhamento de Informações

O suporte ao compartilhamento de informações refere-se às formas de permitir que usuários vejam e trabalhem, geralmente ao mesmo tempo, em um mesmo conjunto de informações.

Os principais sistemas de suporte ao compartilhamento de informações caracterizam-se por sua forte orientação a objetos, habilitando o acesso de vários grupos de trabalho a grandes bases de informação multi-usuário que suportam acesso e manipulação de documentos hipertexto ou multimídia. Entre as principais facilidades oferecidas pode-se citar a possibilidade do estabelecimento de nichos de trabalho, interligados através de gerenciadores de documentos, que provêm a atualização e acompanhamento das versões do documento compartilhado.

Suporte à Comunicação

O suporte à comunicação refere-se às diferentes formas de receber e enviar mensagens para locais diferentes. Engloba os aspectos tecnológicos de digitalização, compactação, transmissão e recuperação da informação, tanto a nível de hardware como de software.

O desenvolvimento tecnológico dos sistemas de comunicação, tanto nas redes públicas quanto privadas, que tem permitido a obtenção de altas taxas de transmissão com mínimas taxas de erro, tem-se apresentado como o principal elemento motivador para a geração de aplicações CSCW.

Embora citados destacadamente, tanto os diferentes aspectos do Processo de Trabalho em Grupo como os distintos sistemas de Suporte ao Trabalho Cooperativo não são excludentes em relação aos outros, mas sim frequentemente apresentam-se como complementares.

3 - CENÁRIO DAS PRINCIPAIS APLICAÇÕES CSCW

Com o objetivo de justificar os serviços de suporte propostos para a camada *GROUPWARE*, por parte das principais aplicações *CSCW* [12, 13], apresenta-se a seguir uma visão generalizada das mesmas, através de uma análise simplificada da dinâmica envolvida em cada uma delas. Considera-se que estas aplicações sejam desenvolvidas em ambiente de Processamento Aberto e Distribuído e que os documentos sejam multimídia.

Entende-se como *usuários* as pessoas pertencentes às instituições com capacidade de iniciarem uma determinada aplicação *CSCW* ou participarem de alguma que já esteja em andamento, bem como de se utilizarem dos *recursos* disponíveis, tais como: quadro branco, processadores de texto, imagem e som, etc.

Correio Eletrônico (E-Mail)

É uma aplicação através da qual mensagens podem ser enviadas, a partir de um único endereço, a um ou mais *usuários* destinatários, os quais podem estar dispersos geograficamente.

A aplicação de correio-eletrônico para o envio de mensagens na forma de textos já vem sendo utilizada desde a década de 70, cujo uso já se encontra padronizado pelo *CCITT* através da norma *X400* (*MHS* - Message Handling System). Trata-se de uma aplicação que apresenta característica assíncrona.

No correio eletrônico, as mensagens enviadas são armazenadas em uma região própria (*mailbox*), as quais podem ser manipuladas conforme a conveniência do(s) destinatário(s).

Nesta aplicação, inicialmente são identificados o(s) destinatário(s) bem como o conteúdo da mensagem a ser transmitida, que poderá ser extraída de uma base de dados ou editada durante a execução da própria aplicação.

Em seguida é estabelecida uma conexão (rota) entre as partes (emissor/receptor(es)), de forma que, na finalização desta etapa, cria-se uma nova área no *mailbox* do(s) destinatário(s). Subseqüentemente, ocorre a transmissão dos pacotes de informação com o suporte dos recursos de controle de comunicação da própria plataforma de rede, incluindo-se os mecanismos de tolerância à falhas e, após a transmissão completa da mensagem, procede-se o fechamento da conexão.

Vídeo Conferência (Video-Conference)

A vídeo conferência se constitui em uma aplicação que permite dois ou mais *usuários*, isolados fisicamente entre si, se interconectarem por intermédio de uma rede de alto desempenho (por exemplo *B-ISDN*), proporcionando a realização de uma conferência baseada apenas nas estações de trabalho como ponto de contato entre os participantes.

Na fase de conexão os *usuários* são ligados entre si e aos *recursos*, de acordo com a qualidade de serviço especificada pelo requisitante da aplicação. É estabelecida uma política administrativa no início da video-conferência, de modo a possibilitar inclusão de novos participantes ou a exclusão dos já integrados, bem como permitir mudanças das características individuais ou globais no decorrer da aplicação.

Entende-se como características individuais aquelas que estão relacionadas com as necessidades de cada usuário em um determinado instante, enquanto que as globais se referem àquelas de interesse da coletividade e que estão diretamente relacionadas com a qualidade do serviço durante a evolução da aplicação.

Durante a evolução da aplicação, métodos automáticos são executados a fim de: a) assegurar o padrão da qualidade global, uma vez que qualquer alteração local poderá proporcionar alterações de interesse coletivo; b) verificar a existência de pedidos de entrada de novos participantes, bem como o desligamento dos já integrados; c) averiguar a ocorrência de falhas relacionadas aos recursos e às vias de comunicação, procedendo o possível restabelecimento do ambiente.

A finalização da aplicação se processa mediante solicitação do *usuário* requisitante, através da qual são desfeitas todas conexões, destruindo-se todos os canais *usuários-usuários* e *usuários-recursos* existentes.

Sala de Encontro (Meeting-Room)

Essa aplicação tem como objetivo proporcionar aos *usuários* participantes de uma reunião, que ocorre dentro de um mesmo espaço físico, uma maior facilidade em relação ao seu andamento, através do uso comum de *recursos* informatizados, onde, por intermédio de um módulo gerenciador, todos os participantes são conectados aos *recursos* necessários, de modo a propiciar uma manipulação concorrente dos mesmos.

No que se refere à política administrativa da cooperação entre os *usuários* participantes, esse serviço conta com as mesmas características da video-conferência, isto é, seleção dos *recursos*/qualidades e entrada/saída de *usuários*.

Para este tipo de aplicação, as conexões ocorrem somente entre *usuários* e *recursos*, que são estabelecidas no momento da requisição do serviço, não havendo, portanto, a interconexão entre os próprios *usuários*.

Durante a aplicação, são executados métodos automáticos para tratamento de ocorrência de falhas e o possível restabelecimento das conexões quando necessário.

A finalização da aplicação se processa mediante a solicitação do *usuário* requisitante, ocasião em que ocorrem as desconexões dos canais previamente estabelecidos.

Co-Edição (Co-Editing)

A co-edição é uma aplicação que habilita usuários, que podem estar distribuídos em locais distintos, a participarem da criação de documentos, tanto multimídia quanto "convencionais", agindo de forma assíncrona.

Após a seleção das pessoas que poderão participar da co-edição e a definição do assunto a ser tratado, é criada uma área na base de dados, que conterá todas as informações relativas ao documento em questão, garantindo-se o controle de versões e a revisão dos pontos de conexão dos documentos parciais.

A conexão dos usuários dá-se de forma isolada, a partir de requisição individual de conexão, desde que o requisitante esteja na lista dos participantes da co-edição,

lista esta que é estabelecida, como citado anteriormente, no momento da criação do serviço.

O processamento de alteração do conteúdo dos documentos co-editorados é realizado mediante um controle de concorrência e um sistema de monitoramento dos demais participantes conectados naquele momento. O controle de versões, revisão dos pontos de conexão entre os documentos ou partes dos mesmos bem como a associação entre estes, também têm que ser garantidos.

Assim como as outras aplicações, a co-edidação também tem que contar com mecanismos que proporcionem uma melhor segurança em relação ao acesso bem como ao controle de falhas, permitindo que seja garantido o restabelecimento quando alguma ocorrer.

De modo semelhante à conexão, o fechamento do elo de ligação entre os usuários e os recursos e à base de dados é feita de forma individual.

Geração de Idéias (Idea-Generation)

Esta aplicação, cuja operação é semelhante a uma "caixa de sugestões", permite que diversos *usuários* tenham acesso somente para escrita dentro de uma área de uma base de dados destinada para esta finalidade. Os dados armazenados por esta base podem ser utilizados posteriormente em outras aplicações.

A geração de idéias se processa de forma semelhante à co-edidação, diferenciando apenas no modo de manipulação da base de dados. Os serviços operam de forma pública, sem estabelecer uma lista de possíveis participantes. Somente as operações de escrita (a fim de proporcionar inclusões de novas idéias) e de leitura (para verificar as idéias já armazenadas) podem ser acessadas, de forma excludente.

Assim como a co-edidação, a geração de idéias funciona de modo assíncrono e requer o uso de mecanismos de controle de concorrência para o acesso à base de dados.

As fases de conexão, manutenção e término são praticamente idênticas à co-edidação, apenas diferenciando na ausência do módulo de monitoramento entre participantes.

Compartilhamento Remoto de Tela (Remote-Screen-Sharing)

Esta aplicação permite que telas de vários *usuários* sejam visualizadas simultaneamente por um determinado *usuário*.

Após estabelecida uma política de acesso, os *usuários* são agrupados em níveis hierárquicos e funcionais. Aqueles que têm o direito de visualizar telas alheias poderão fazê-lo em sua estação de trabalho através da conexão com os *usuários* selecionados.

Quando um *usuário* que possui o privilégio de observar as telas de outros *usuários* requisita a aplicação de Compartilhamento Remoto de Tela, estabelecem-se as conexões entre o solicitante e aqueles que terão suas telas visualizadas, através de canais de comunicação mediante o uso de padrões destinados à transmissão de informações de vídeo.

As informações transmitidas pela rede são compostas pelo conteúdo das telas dos *usuários* em questão, aproveitando-se, para tal fim, os recursos contidos na própria plataforma de rede que esteja sendo utilizada.

As conexões são desfeitas apenas quando um pedido de desconexão é solicitado pelo requisitante do serviço.

4 - IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETOS CSCW

Da descrição das principais aplicações de trabalho cooperativo acima apresentada, pode-se reconhecer que todas apresentam certos componentes (*objetos*) básicos como *usuários* participantes da aplicação e os *recursos* nela utilizados.

Cada aplicação *CSCW* apresenta certos mecanismos de gerenciamento, tanto de *usuários* quanto de *recursos*.

Em um contexto mais amplo, onde diferentes aplicações *CSCW* estejam disponíveis, pode-se considerar cada aplicação como um *serviço CSCW*, sendo que a utilização destes serviços é administrado por um *objeto* gerenciador de serviços *CSCW*.

É apresentado, na figura 3, um diagrama de representação de objetos, segundo a representação definida por Coad/Yourdon [14], que integrarão a camada *Groupware* (Camada de suporte à aplicações *CSCW*), seguido de uma breve descrição dos mesmos, dentro do escopo do projeto *MultiWare*.

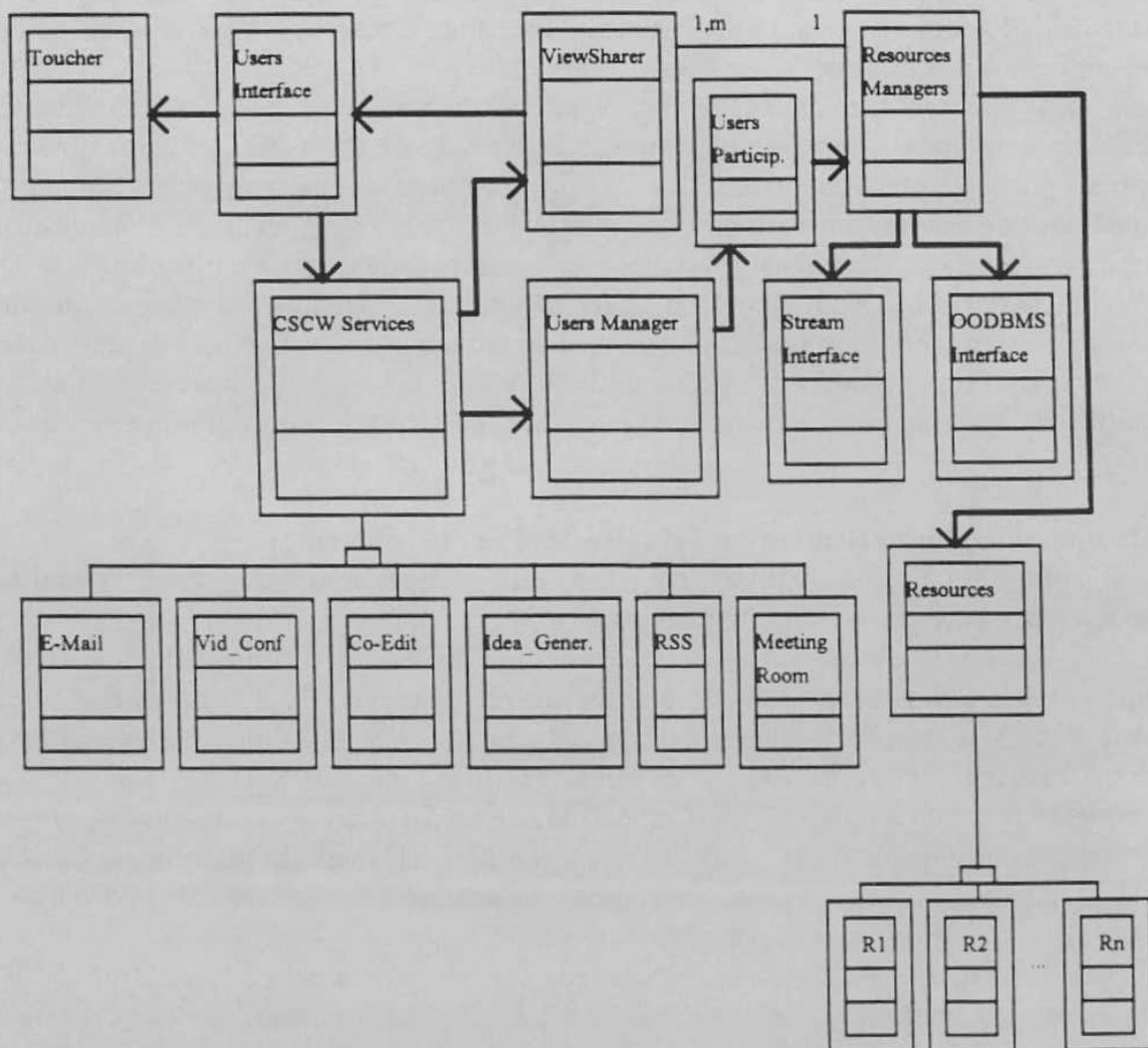


Figura 3 - Estruturação dos Objetos da Camada GROUPWARE

No diagrama acima os objetos do tipo *Users Particip*, *CSCW Services* e *Resources* são instanciados com informações extraídas dos objetos reais, ou sejam, são apenas objetos referenciais (réplicas).

Os usuários com capacidade de conectarem-se às aplicações *CSCW* poderão requisitá-las por intermédio de um pedido encaminhado ao objeto *Users Interface*, que constitui o ponto de comunicação entre os *usuários* reais e as *aplicações* oferecidas. O requisitante detém certos privilégios sobre os demais, tais como o direito de modificar qualidades de serviço, aceitar pedidos de inclusão e exclusão de *usuários*, terminar o serviço sob sua responsabilidade, etc. A união do requisitante com os *usuários* forma o conjunto dos objetos do tipo *Users Particip*, gerenciados pelo *Users Manager*.

Quando um *usuário* requisita uma aplicação, ocorre um processo de criação de canais (*links*) e de objetos, podendo estes ter diferentes características funcionais em cada tipo de aplicação. Em primeira instância ocorre a criação do objeto *CSCW Services*, contendo uma descrição do tipo da aplicação escolhida (E-Mail, Vídeo Conferência, Co-Edição, Geração de Idéia, Compartilhamento Remoto de Tela, etc). Em seguida surge a necessidade da escolha dos usuários que irão participar da mesma, criando-se os *Users Particip* e o *Users Manager*. Posteriormente procede-se à seleção dos recursos que irão compô-la (Quadro Branco, projetor de *slides*, ferramentas de animações, filmes, equipamentos sonoros, textuais, etc), criando-se um módulo de gerenciamento de recursos, representado pelo objeto *Resources Manager*, que irá coordenar a operação dos recursos (*Resources*). Os *Resources* são cópias dos objetos representativos dos recursos reais. A utilização de um recurso por dois ou mais usuários implica no uso de várias cópias do mesmo (replicações).

Uma vez configurada a aplicação, os usuários desenvolverão as ações permitidas para cada tipo de aplicação por intermédio do *Users Particip*. Este, se necessário, se comunicará com o *Resources Manager*, o qual irá distribuir a informação, ou a ação, a pelo menos um dos participantes do grupo. Na finalização do serviço, todos os objetos e canais são destruídos.

Um dos principais objetos da camada Groupware é o *View Sharer*, único para cada aplicação, que se comporta de maneira centralizada para verificar o estado dos recursos espalhados por toda a aplicação. Este se comunica com cada *Resource Manager* (pertencente a cada usuário ou a cada grupo de usuários) como indica a cardinalidade de seu *link* (1,m:1). Qualquer alteração na aplicação é notificada aos usuários através do *Users Interface*, com a possibilidade de alteração na qualidade do serviço (voltando à configuração original quando o erro é corrigido).

O objeto *Toucher* poderá ser acionado antes ou durante a execução de algum serviço *CSCW*, sendo que sua função é de permitir uma procura ou negociação entre os usuários, ou entre os usuários e os recursos. Para tanto, utiliza-se dos serviços disponíveis na camada Middleware.

Em uma segunda fase do projeto será incorporada uma interface para uma plataforma *DAI* (*Decentralized Artificial Intelligence*).

5 - ARQUITETURA DA CAMADA GROUPWARE

Nesta secção são apresentadas as sub-camadas da camada Groupware, conforme ilustra a figura 4, cujos objetos aqui mencionados estão descritos na secção anterior.

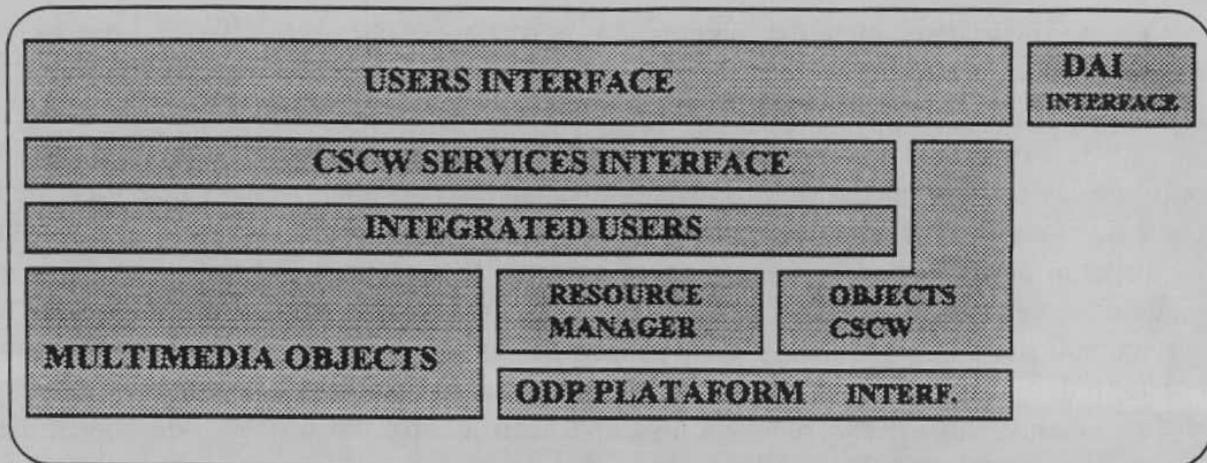


Figura 4 - Arquitetura da Camada Groupware

Sub-Camada User Interface

Esta sub-camada provê os serviços destinados ao interfaceamento entre os serviços *CSCW* e os usuários, podendo estes acessarem os serviços da camada *DAI* (Decentralized Artificial Intelligence) para atender às suas correntes necessidades. Tratando-se de uma sub-camada que irá se comunicar diretamente com os usuários, é composta pelos objetos *Users Interface*.

Sub-Camada DAI Interface

Esta sub-camada é constituída de objetos cujos atributos determinam serviços que podem ser requisitados à camada *DAI* (*Decentralized Artificial Intelligence*), que se prevê para uma implementação futura.

Sub-Camada CSCW Services Interface

A sub-camada *CSCW Services Interface* é constituída de objetos *CSCW Services* que têm como função principal o estabelecimento de contexto para cada aplicação *CSCW* requisitada.

Sub-Camada Integrated Users

Esta sub-camada contém os objetos necessários para interligar os usuários participantes de uma aplicação (assim como seu respectivo módulo gerenciador) aos recursos e métodos disponíveis. Constitui-se dos objetos *Users Particip* e *Users Manager*.

Sub-Camada Resource Manager

A sub-camada *Resource Manager* é composta de objetos do tipo *Resources Manager* que são responsáveis pelo gerenciamento dos objetos do tipo *Resources* e pelos objetos *Resources* que representam os vários recursos utilizados para cada aplicação *CSCW* corrente.

Sub-Camada Objects CSCW

Esta sub-camada é constituída dos objetos do tipo *Toucher* e *View Sharer*, cujas funções foram descritas anteriormente.

Sub-Camada Multimedia Objects

A sub-camada *Multimedia Objects* é constituída pelos objetos *OODBMS Interface* e *Stream Interface* que têm como função a comunicação com elementos de processamento/armazenagem de informações multimídia.

6 - DIAGRAMAS DE CONEXÕES

A seguir são apresentados três diagramas de conexões possíveis, dentro das principais aplicações *CSCW*, representando a interligação dos objetos após o completo estabelecimento da aplicação e que perdura durante toda fase de manutenção.

Correio Eletrônico (E-Mail)

A figura 5 ilustra o diagrama referente à aplicação do Correio Eletrônico, onde são criados vários módulos iguais representando, dessa forma, o emissor e o(s) destinatário(s), comunicando-se entre si, pela rede de comunicação, por intermédio dos objetos *CSCW Services* criados, os quais irão ativar os demais objetos de forma sequencial até permitir a manipulação da informação pelos usuários emissor e receptor(es) por intermédio do *Resource Manager*.

A criação do objeto de tipo *CSCW Services* pode se dar de duas diferentes formas: a primeira é realizada pelo próprio usuário emissor que, remotamente, requisita sua criação, dessa maneira o *Resources Manager* irá apenas efetuar a operação de escrita no *mailbox* do(s) destinatário(s) e, a segunda, pelo próprio destinatário, que ocorre quando ele ativa seu próprio *mailbox* para a visualização das informações armazenadas, neste caso o *Resource Manager* pode executar todos os métodos de manipulação de informações.

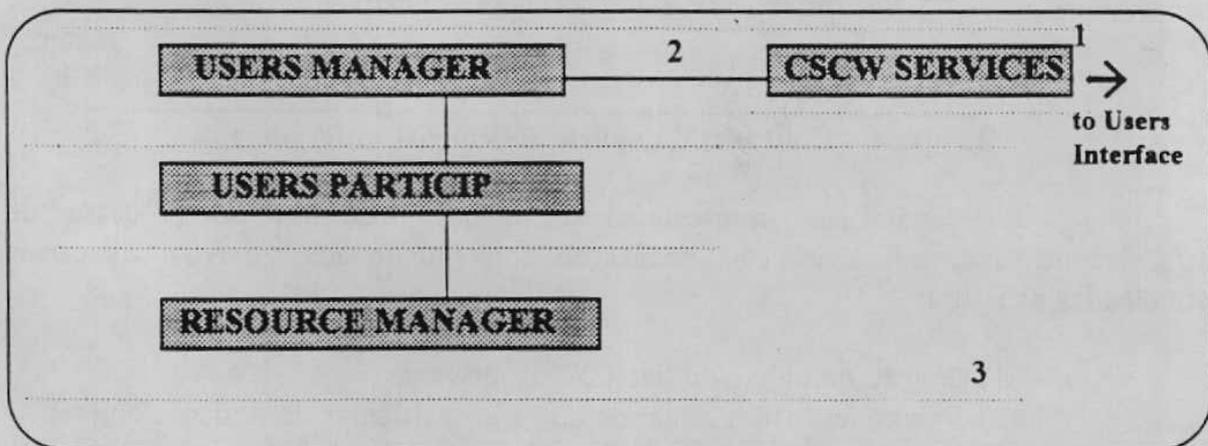


Figura 5 - Conexões da aplicação E-Mail

A seguir são apresentadas as etapas realizadas no processo de estabelecimento da aplicação, cuja itemização corresponde aos números das caixas pontilhadas da figura 5.

- 1) Criação dos objetos *CSCW Services* com a indicação do(s) usuário(s) destino e do conteúdo da informação;
- 2) Conexão ao *User Particip* por intermédio do *Users Manager* após a criação dos mesmos;

- 3) Criação do objeto *Resource Manager* para permitir que o usuário destino manipule as informações recebidas.

Após as etapas acima, a seqüência será repetida em cada usuário destino, com a interligação dos vários objetos *CSCW Services*.

Vídeo Conferência (Video-Conference)

A figura 6 ilustra o diagrama de conexões relativo à aplicação de vídeo-conferência, onde o usuário requisitante é duplicado nos usuários participantes que são gerenciados pelo objeto *Users Manager*.

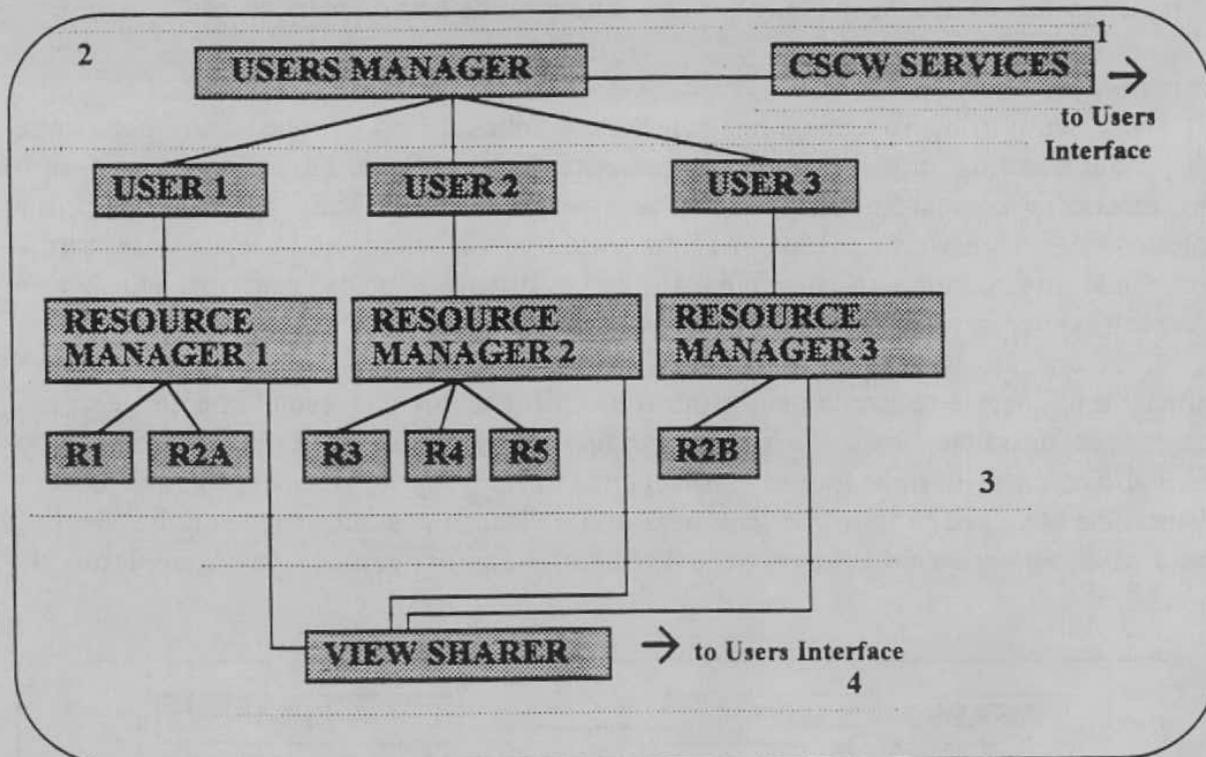


Figura 6 - Conexões da aplicação Video-Conferência

A seguir são apresentadas as etapas realizadas no processo de estabelecimento da aplicação, cuja itemização corresponde aos números das caixas pontilhadas da figura 6.

- 1) Criação do objeto do tipo *CSCW Services*;
- 2) Interconexão dos usuários que irão participar da Video Conferência (criação dos objetos *Users Manager* e "réplicas" dos usuários;
- 3) Estabelecimento da qualidade inicial: Associação dos usuários aos recursos (criação dos objetos *Resource Manager* e "réplicas" dos objetos dos recursos;
- 4) Criação do objeto *View Sharer*: este objeto além de verificar o estado dos recursos e dos usuários, irá desempenhar uma política no uso dos recursos comuns (por intermédio do uso de algum tipo de prioridade).

Os objetos do tipo *Resource Manager* estão ligados à *Stream Interface* e à *OODBMS Interface*. O recurso R2 é replicado através dos objetos R2A e R2B para uso comum pelos usuários 1 e 3.

Sala de Encontro, Co-Edição, Compartilhamento Remoto de Tela e Geração de Idéia

A figura 7 representa o diagrama de conexões para as aplicações de Sala de Encontro, Co-Edição, Compartilhamento Remoto de Tela e Geração de Idéias devido à semelhança estrutural de suas conexões, diferenciando apenas no número de objetos criados e nos tipos de recursos utilizados.

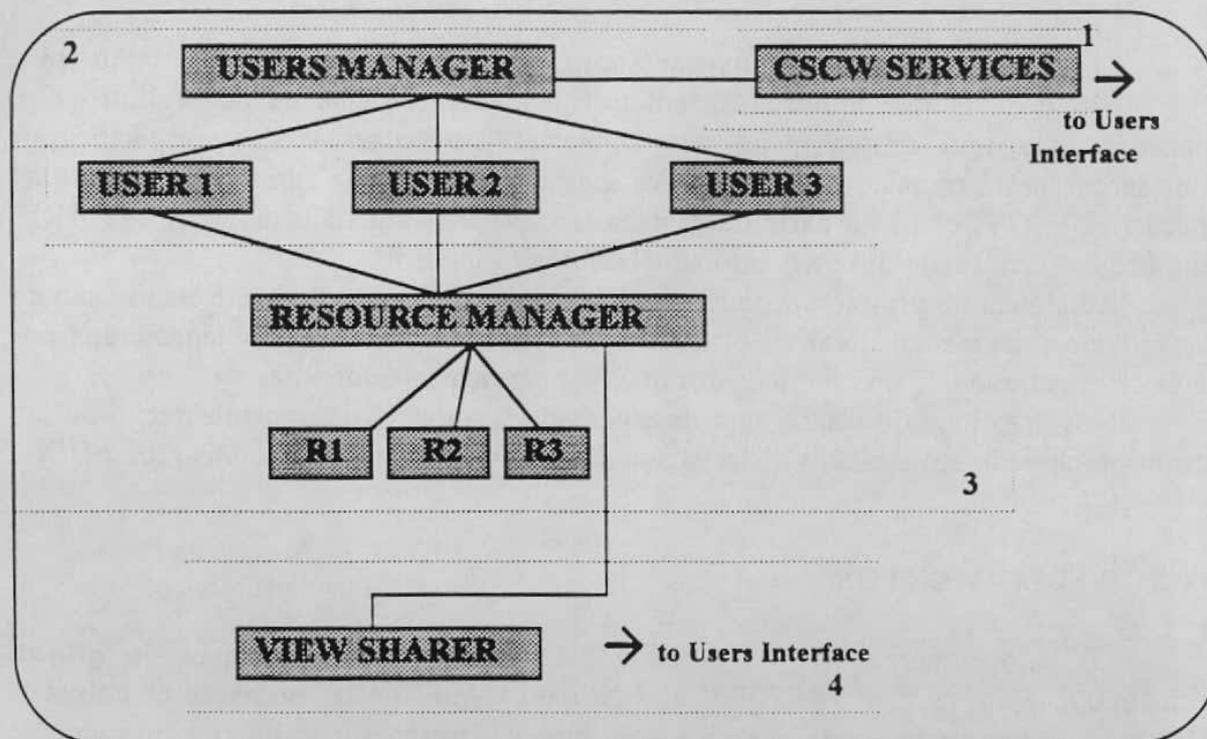


Figura 7 - Conexões das aplicações: Co-Edição, Compartilhamento Remoto de Tela e Geração de Idéia, Sala de Encontro

A seguir são apresentadas as etapas realizadas no processo de estabelecimento da aplicação, cuja itemização corresponde aos números das caixas pontilhadas da figura 7.

- 1) Criação do objeto de serviço *CSCW*;
- 2) Interconexão de usuários (criação de objetos do tipo *Users Manager* e "réplicas" dos usuários);
- 3) Seleção dos recursos da Co-Edição (criação dos objetos *Resource Manager* e "réplicas" dos recursos). O objeto *Resource Manager* irá desempenhar a política de que somente um usuário terá acesso às funções de alterações do conteúdo das bases de dados por vez (tipo exclusão mútua);
- 4) Criação do objeto *View Sharer* com a função apenas de verificar a ocorrência de erros nos recursos.

Na aplicação de Compartilhamento Remoto de Tela (RSS), o *View Sharer* terá a função de enviar ao usuário requisitante, o conteúdo das telas dos usuários selecionados ou o envio, à todos os participantes, da mesma imagem, neste caso, o objeto *Resource Manager* não realiza a função de "exclusão mútua".

Na aplicação de Geração de Idéias, o *Resource Manager* realiza as operações de leitura inclusão de novos itens na base de dados de forma excludente.

Convém ainda lembrar que o *Resource Manager* está ligado à *Stream Interface* e à *OODBMS Interface*.

7 - CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O Trabalho Cooperativo Suportado por Computadores em um contexto Aberto e Distribuído é de grande importância em face à crescente demanda de produtos que suportem este tipo de atividade nos ambientes computacionais. A especificação considerada neste trabalho e que descreve a arquitetura de uma camada de suporte às aplicações *CSCW*, constitui parte da camada *Groupware* da plataforma *MULTIWARE*, cujo projeto vem sendo desenvolvido na UNICAMP / UNESP.

Atualmente o projeto encontra-se na fase de análise de requisitos e elaboração de um modelo incremental iterativo orientado a objetos. Os métodos implementados por estes objetos farão uso dos serviços disponíveis na camada *Middleware*.

Nos próximos dois anos será desenvolvido o trabalho de implementação de um protótipo baseado em estações de trabalho RISC-6000 interligadas por uma rede *FDDI*.

8 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP, pelo apoio financeiro através do Projeto Temático *FAPESP-PR Nº 92/3507-0*, ao CNPq e à CAPES, pela concessão de bolsas de Mestrado e Doutorado e à IBM pela cessão de equipamentos e software bem como ao apoio logístico que vem dando para o desenvolvimento do projeto.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1]- Greif, I. (Editor). "Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings". Morgan Kaufmann, 1988.
- [2]- Ellis, C.A.; S.J. Gibbs; G.L. Rein. "Groupware: Some Issues and Experiences", *Communications of the ACM*, vol. 34, nº 1, jan. 1991.
- [3]- RM-ODP, X.901, ISO 10746-1, "Basic Reference Model of Open Distributed Processing-Part 1: Overview and guide to use, 1992.
- [4]- Rumbaugh, J.; et ali, "Object-Oriented Modeling and Design", Prentice-Hall, N.J., 1991.
- [5]- Loyolla, W.P.D.C.; E.R.M. Madeira; M.J.Mendes, "Demos: Implementation Aspects Of Open Distributed Decision Support Tools In Production Management Systems", Aceito para IFIP - WG5.7 Working Conference on Evaluation of Production Management Methods, Gramado-RS, março 1994.

- [6]- RM-ODP, X.901, ISO 10746-2/3 , Part 2: Descriptive Model, Part 3: Prescriptive Model", 1992.
- [7]- Bannon, L.B.; K. Schmidt. "CSCW: Four Characters in Search of a Context". In Studies in Computer Supported Cooperative Work, J.M.Bowers and S.D. Benford (editors), Elsevier Science Publishers (North-Holland), 1991.
- [8]- Wilson, P. "Computer Supported Cooperative Work - An Introduction", Intellect Books, Oxford, England, 1991.
- [9]- Blanning, R.W.; D.R. King; J.R. Marsden; A.C. Séror, "Intelligent Models of Human Organizations: The State of the Art". Journal of Organizational Computing, vol. 2, nº 2, pp. 123-129, 1992.
- [10]-Chen, M.; Y.I. Liou; E.S. Weber, "Developing Intelligent Organizations: A Context-Based Approach to Individual and Organizational Effectiveness", Journal of Organizational Computing, vol. 2, nº 2, pp. 181-202, 1992.
- [11]-Rodden, T.; Blair, G. S.; "Distributed systems support for computer supported cooperative work", Computer Communications, vol. 15, nº 8, out. 1992.
- [12]-Rosenberg, J. et ali, "Multimedia Communications for Users", IEEE Communications Magazine, mai. 1992.
- [13]-Lee, K.; et ali, "A Framework for Controlling Cooperative Agents", IEEE Computer, july, 1993.
- [14]-Coad, P.; E. Yourdon, "Object-Oriented Analysis", 2nd Ed., Yourdon Press, NJ, 1991.