1
Introdução

Douglas Engelbart [1968] apontou a relevância das aplicações desktop para automação de escritório, para hipertexto e para grupos. Hoje, as duas primeiras são largamente difundidas, utilizadas e comercialmente aceitas, enquanto a tecnologia para groupware ainda é encarada como instável e comercialmente arriscada, além de possuir poucos produtos [Greenberg, 2006]. Em grande parte das empresas, o suporte computacional à colaboração se limita a sistemas para troca de mensagens ou arquivamento de documentos.

A tecnologia de groupware ainda não atingiu seu potencial de utilização. Greenberg [2006] argumenta que a pesquisa em CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) está bastante avançada, porém falta um ferramental que simplifique a programação de aplicações colaborativas e promova o avanço na criatividade e o estabelecimento de uma massa crítica de utilização [Markus & Connolly, 1990]. As aplicações desktop foram impulsionadas pelo advento das interfaces gráficas com o usuário e dos toolkits de widgets, que possibilitaram programadores medianos construir aplicações arrastando e configurando componentes. O advento do HTML, com sua simplicidade e tolerância a erros, e dos editores WYSIWYG (*What You See Is What You Get*) possibilitou que o desenvolvimento de hipertexto seja ensinado até em escolas primárias. No desenvolvimento de groupware ainda são necessários programadores qualificados, aptos a lidar com protocolos, conexões, compartilhamento de recursos, concorrência de acesso, distribuição, renderização, gerenciamento de sessões, etc. Isto limita a quantidade de desenvolvedores atuando na área e desloca a criatividade e os esforços destes desenvolvedores para a criação de soluções para os problemas de natureza técnica de baixo nível, delegando a investigação da interação e o suporte à colaboração para segundo plano [Greenberg, 2006].

Estas dificuldades de desenvolvimento de groupware são vivenciadas no desenvolvimento e manutenção do ambiente AulaNet. O AulaNet é um

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

groupware, aplicado no ensino-aprendizagem pela web [Lucena & Fuks, 2000]. O AulaNet vem sendo desenvolvido desde 1997 pelo Laboratório de Engenharia de Software da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (LES/PUC-Rio) e distribuído pela empresa EduWeb, que customiza e presta serviços relacionados ao ambiente. O AulaNet é utilizado no Brasil na PUC-Rio, UFRJ, UFBA, UFMG, UFMT, UCP, Católica de Salvador, Faculdade Michelangelo (DF), Faculdades Integradas Boituva (SP), Universidade de Macapá entre outras, e fora do Brasil na Universidade Tecnológica do Panamá, Universidade de Aveiro, Instituto Politécnico de Gaya, Universidade da Madeira, Fraunhofer de Berlim, entre outras. Também é usado em instituições como Nextel, Rede Globo, Alpargatas, Ultragás, SEST/Senat, Profarma, Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Inmetro, entre outras.

O grupo de desenvolvedores do AulaNet da PUC-Rio é composto por alunos do doutorado, mestrado e graduação, que além de mantê-lo, utilizam-no em suas teses, dissertações e monografias, implementando e testando os conceitos de seus trabalhos. O ambiente cresceu por prototipação e suas funcionalidades foram implementadas evolutivamente. As constantes mudanças no suporte à colaboração e a evolução das tecnologias utilizadas tornaram o código da aplicação fortemente acoplado e com baixa coesão. Aspectos técnicos permeiam todo o código, ficando misturado ao suporte à colaboração, desviando o foco do desenvolvedor. Mudanças no ambiente têm reflexo em diversas partes do código e causam indesejados efeitos colaterais, dificultando a evolução do ambiente, a integração de novos membros à equipe de desenvolvimento e a integração com a empresa EduWeb.

Este cenário ilustra a necessidade de se prover um ferramental para apoiar o desenvolvedor de groupware, para que ele desenvolva um sistema extensível, mais propício a acompanhar a evolução do suporte à colaboração e das características das tarefas e dos grupos envolvidos. Um ferramental que encapsule as complexidades de baixo nível propicia a investigação da interação através da prototipação, além de possibilitar que um desenvolvedor não tão especializado adapte e reconfigure a ferramenta para suas necessidades específicas, o que é desejável, visto que não há como antever todas as demandas da colaboração [Pumareja et al., 2004].

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

1.1. A Tese

A questão investigada nesta tese é de como apoiar desenvolvedores de groupware na construção de groupware extensível e propício a acompanhar a evolução do suporte à colaboração. A hipótese desta tese é que utilizar componentes concebidos em função do modelo 3C (comunicação, coordenação e cooperação) possibilita o desenvolvimento de groupware extensível, cuja composição é guiada pelas necessidades de colaboração.

Ao enxergar o problema sob a perspectiva do modelo 3C e utilizar a componentização organizada em função deste modelo, as alterações na colaboração são mapeadas ao suporte computacional, que é substituído ou acrescentado na medida da necessidade. Ao prover ao engenheiro de software uma infra-estrutura componentizada específica para o domínio de groupware, fundamentada em um modelo de colaboração, espera-se instrumentar a construção e a manutenção de sistemas colaborativos extensíveis e adaptáveis. Os componentes possibilitam lidar com o projeto da colaboração em um alto nível.

Cada grupo que utiliza um ambiente colaborativo tem necessidades específicas de colaboração, normalmente não necessitando de todas as ferramentas disponíveis. Ao conceber e desenvolver estas ferramentas na forma de componentes de software, instrumenta-se o desenvolvedor de modo que ele monte um groupware específico para as necessidades de colaboração do grupo. As ferramentas são selecionadas de um *component kit* organizado em função do modelo 3C para apoiar a dinâmica estabelecida. O desenvolvedor seleciona entre os componentes de mesmo propósito aqueles mais adequados à situação em questão.

Um serviço colaborativo normalmente possui suporte a funcionalidades referentes aos três Cs. Estas funcionalidades são recorrentes e relativamente autocontidas, como gerenciamento de sessão, permissão, avaliação, percepção, etc. Estas funcionalidades também são encapsuladas em componentes organizados em função do modelo 3C. O desenvolvedor de uma ferramenta colaborativa seleciona os componentes 3C que atendam às características do suporte à

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

colaboração referentes à utilização da ferramenta no apoio à atividade colaborativa. Estes componentes encapsulam as complexidades técnicas e o suporte à colaboração e favorecem a concentração dos esforços do desenvolvedor na composição de um groupware específico. Os componentes encapsulam implementações e regras de negócio sobre colaboração, providas por especialistas do domínio e obtidas por experimentação, e reusadas em diversas situações. Desta forma, a modelagem é instrumentada com base em modelos e elementos pré-definidos.

O problema que esta tese endereça, além de freqüentemente citado na literatura, está sendo vivenciado nos 8 anos de desenvolvimento do AulaNet. O AulaNet vem evoluindo por prototipação e sua implementação se tornou desestruturada, necessitando de uma custosa reestruturação. A abordagem proposta é aplicada no re-desenvolvimento do ambiente AulaNet, como um estudo de caso. A nova versão do AulaNet está sendo desenvolvida com a capacidade de recompor o ambiente, de reusar seus serviços em outras situações e reconfigurá-los para acompanhar a evolução dos processos de trabalho e das características do grupo. É utilizada uma arquitetura organizada em camadas, contendo *component frameworks* para lidar com os serviços e com os componentes de colaboração, provenientes de um *component kit*. O *component kit* é obtido a partir de uma engenharia do domínio, que visa o reuso e a interoperabilidade [Werner & Braga, 2005].

Além da utilização no desenvolvimento da nova versão do AulaNet, foram buscados indícios da aceitação acadêmica da abordagem e a arquitetura desenvolvida foi comparada com outras abordagens encontradas na literatura. A abordagem proposta nesta tese também foi utilizada por alunos da disciplina Engenharia de Groupware do Departamento de Informática da PUC-Rio. As principais contribuições desta tese é a proposição de uma abordagem para o desenvolvimento de groupware baseado em componentes organizados em função do modelo 3C de colaboração; a definição de uma arquitetura baseada em component frameworks e component kits; e a elaboração de um component kit para instanciar serviços colaborativos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

1.2. O Consórcio de Pesquisa

Para investigar o desenvolvimento de groupware e sua aplicação no desenvolvimento do AulaNet 3.0, nosso grupo de pesquisa Groupware@LES consorciou três trabalhos: Barreto [2006], em sua dissertação de mestrado, propõe a integração de *frameworks* na constituição da arquitetura técnica do AulaNet; Gerosa, em sua tese de doutorado, propõe a montagem de groupware a partir da agregação de serviços e componentes baseados no Modelo 3C de Colaboração; e Pimentel [2006], em sua tese de doutorado, propõe um processo de desenvolvimento de groupware usando o Modelo 3C de Colaboração em diferentes etapas do processo. Estes trabalhos consorciados reduzem a distância semântica entre a implementação e os conceitos do domínio referentes à colaboração, o que favorece a manutenção e a evolução do groupware. Com o objetivo de contextualizar os três trabalhos, esta seção é replicada na introdução da dissertação e das teses resultantes. As subseções seguintes resumem cada trabalho.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

1.2.1. Agregando Frameworks de Infra-Estrutura em uma Arquitetura Baseada em Componentes: Um Estudo de Caso no Ambiente AulaNet

No desenvolvimento de um groupware, o projetista se depara com desafios em diferentes níveis: entender do domínio e lidar com questões de infra-estrutura. O desenvolvimento de groupware é difícil devido ao seu caráter multidisciplinar e à heterogeneidade dos diversos grupos de trabalho. O desenvolvedor deveria se concentrar mais nos aspectos funcionais utilizando uma infra-estrutura que trate as questões técnicas.

Na dissertação de Barreto [2006], foi elaborada uma arquitetura técnica multicamadas que faz uso do padrão MVC (model-view-controller) [Fowler, 2002] e que integra frameworks de infra-estrutura [Fayad & Schmidt, 1997; Fayad et al. 1999a; Fayad et al., 1999b; Fayad & Johnson, 2000]. A abordagem multicamadas com o padrão MVC proporciona a separação entre a lógica da aplicação e a interface com o usuário, considerada uma boa prática de design de

software [Fowler, 2002]. Frameworks de infra-estrutura proporcionam uma maneira de lidar com as questões de baixo nível como persistências de dados, controle de transações, segurança, entre outros.

O diagrama esquematizado na Figura 1.1 mostra a arquitetura técnica proposta para o AulaNet 3.0. As setas indicam o fluxo de controle da aplicação, os retângulos representam classes, os círculos representam as interfaces, e as linhas pontilhadas representam a divisão entre as camadas. Esta arquitetura, baseada na Arquitetura de POJOs (*Plain Old Java Object*) descrita por Johnson [2002; 2004], é organizada nas seguintes camadas: apresentação, negócios e recursos.

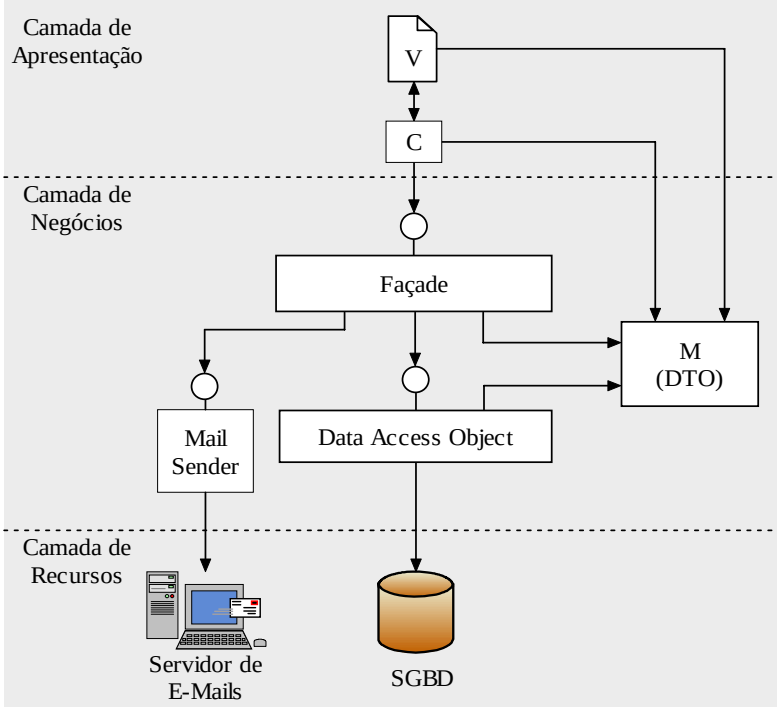

Figura 1.1. Arquitetura Técnica do AulaNet 3.0

A camada de recursos relaciona os recursos externos necessários para que a aplicação seja executada. Na arquitetura do AulaNet 3.0 estão previstos o uso de banco de dados relacional (SGBD) e um servidor de e-mails.

A camada de negócios implementa a lógica da aplicação utilizando POJOs [POJO, 2005].

> "O termo [POJO] foi cunhado enquanto eu [Martin Fowler], Rebbecca Parsons e Josh MacKenzie estávamos nos preparando para uma conferência em Setembro de 2000. Na palestra estávamos levantando os vários benefícios de codificar a lógica de negócios usando objetos Java comuns em vez de usar Beans de Entidade [EJB]. Questionávamos por que as pessoas eram tão contra usar objetos comuns em seus sistemas, e concluímos que era pela falta de um nome pomposo para os objetos simples. Então inventamos um, e o termo pegou muito bem." [POJO, 2005]

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

Na camada de negócios, o modelo (representado no diagrama da Figura 1.1 pela letra M do MVC) é implementado por classes que realizam o padrão de projetos *Data Transfer Object* (DTO) [Fowler, 2002], usadas para transportar os dados das entidades de negócio entre camadas. O acesso à base de dados é encapsulado através de classes que implementam o padrão de projetos *Data Access Objects* (DAO) [Alur et al., 2001], o que possibilita variar a maneira de persistir as classes do modelo sem que seja preciso reescrever o código cliente. Mail Sender é a classe para enviar e-mails que, de forma similar ao DAO, encapsula o acesso ao servidor de e-mails. A lógica de negócios é exposta para a camada de apresentação através de um *Façade* [Gamma et al., 1995], que é o padrão de projeto para prover uma interface para acesso às funcionalidades de um serviço.

A camada de apresentação expõe a lógica de negócios ao usuário-final. Na arquitetura do AulaNet 3.0, esta camada é composta pelo controlador (representado no diagrama da Figura 1.1 pela letra C do MVC) e por páginas JSP que implementam a camada de Visão (representado no diagrama da Figura 1.1 pela letra V do MVC). O controlador chama os métodos do *Façade*, acessando a camada de negócios. Os DTOs resultantes de operações são passados à visão que exibe as informações ao usuário.

Frameworks de infra-estrutura foram selecionados e acrescentados a esta arquitetura para prover persistência de dados, gerenciamento de transações entre outros aspectos. Estes frameworks possibilitam ao desenvolvedor tratar estes aspectos com uma visão em alto nível, concentrando-se em seu domínio de aplicação, no caso, groupware.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

1.2.2. Desenvolvimento de Groupware Componentizado com base no Modelo 3C de Colaboração

Um groupware é composto de ferramentas colaborativas como Fórum, Agenda, Documentação, etc. Estas ferramentas, disponíveis em diversas aplicações groupware, compartilham funcionalidades relativas ao suporte computacional à colaboração, tais como canal de comunicação, gerenciamento de participantes e registro de informações.

Nesta tese, para dar suporte ao desenvolvimento de groupware, foram estabelecidos dois níveis de componentização. O primeiro nível é constituído de serviços colaborativos que, por sua vez, são montados com componentes 3C (segundo nível) que implementam funcionalidades relacionadas à colaboração. Estes componentes são distribuídos em *component kits* organizados em função do modelo 3C de colaboração para que desenvolvedores montem aplicações colaborativas. Nesta abordagem, cada serviço usa componentes de comunicação, coordenação e de cooperação independentemente da classificação 3C do serviço. Foi aplicado um método de Engenharia do Domínio para elaborar o conjunto de componentes. Os componentes são iterativamente refinados em função da realimentação obtida com o desenvolvimento dos serviços do AulaNet 3.0 e em função de estudos de caso variando as configurações do suporte à colaboração.

Component frameworks [Syzperski, 1997] são usados para oferecer suporte ao gerenciamento e à execução dos componentes. Conforme apresentado na Figura 4.10, nesta tese foi elaborado um *component framework* para cada nível de componentização (serviço e componente 3C). Os serviços são acoplados no Service Component Framework, e os componentes 3C são acoplados no Collaboration Component Framework. Estes *component frameworks* são responsáveis por tratar a instalação, remoção, atualização, ativação, desativação, localização, configuração e monitoramento de componentes. O Service Component Framework gerencia as instâncias dos serviços e a ligação com os componentes de colaboração correspondentes. O Collaboration Component Framework gerencia as instâncias dos componentes de colaboração, que são provenientes do Collaboration Component Kit. Algumas funcionalidades dos *component frameworks* são recorrentes, sendo então elaborado um *framework* para instanciar os *component frameworks*. Este tipo de *framework* é chamado de *component framework framework* (CFF) [Szyperski, 1997, p.277]. Um *component framework framework* é visto como um *component framework* de segunda ordem, onde seus componentes são *component frameworks* [Szyperski, 1997, p.276]. Na arquitetura da aplicação, o *component framework* de segunda ordem foi denominado Groupware Component Framework Framework.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

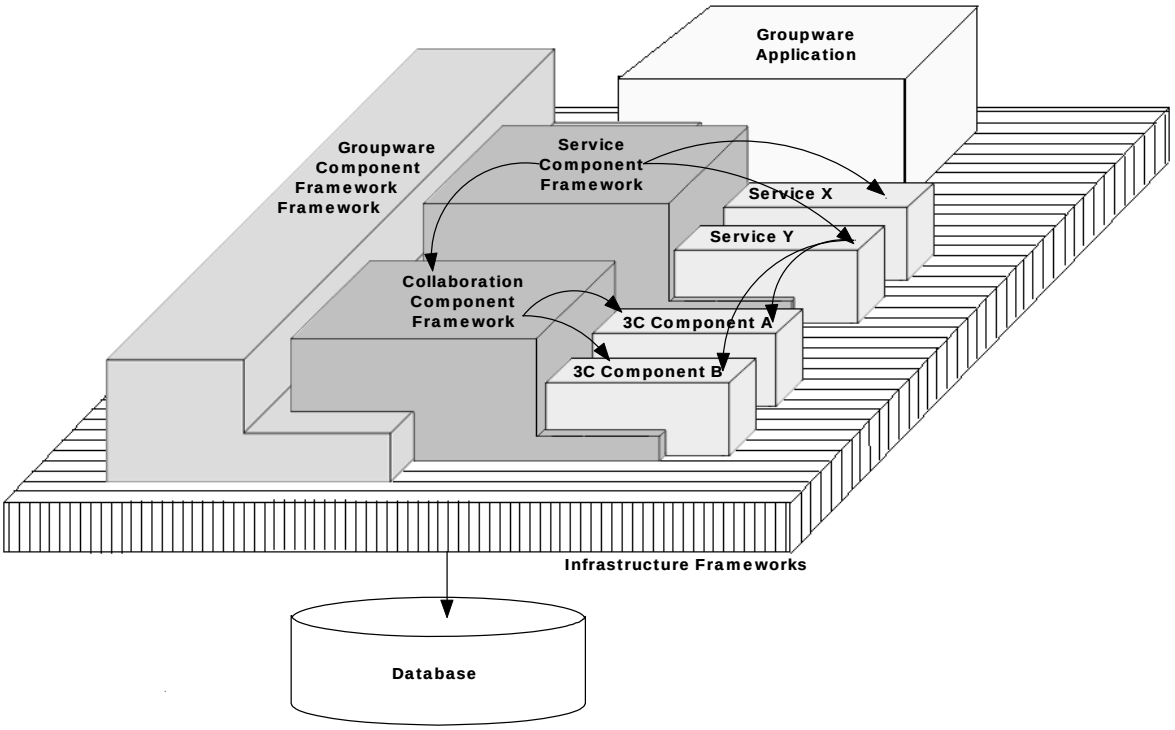

Figura 1.2. A arquitetura de aplicação proposta

Os *component frameworks*, serviços e componentes 3C oferecem suporte computacional aos conceitos do modelo 3C de colaboração, instrumentando o desenvolvimento da camada de negócio. A arquitetura de aplicação proposta estrutura os componentes do domínio, representando um projeto lógico de alto nível independente da tecnologia de suporte [D'Souza & Wills, 1998]. os aspectos de infra-estrutura, tratados na dissertação de Barreto [2006], são independentes do domínio de aplicação.

Os componentes da arquitetura de aplicação são implementados segundo a arquitetura técnica. Os serviços do AulaNet são criados com um único *Façade* que expõe as operações deste serviço para a camada de apresentação. Os componentes de colaboração por sua vez, podem utilizar vários DTOs e DAOs, dependendo da complexidade do componente. Estes componentes podem ainda usar "código cola" [Szyperski, 1997] e adaptadores [D'Souza & Wills, 1998] para possibilitar a integração com componentes e outros sistemas que não são compatíveis por construção.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

1.2.3. RUP-3C-Groupware: um Processo de Desenvolvimento de Groupware baseado no Modelo 3C de Colaboração

Os *frameworks* de infra-estrutura selecionados por Barreto [2006] se encarregam de soluções para aspectos de infra-estrutura de baixo nível, visando possibilitar o desenvolvedor se concentrar nos aspectos funcionais. Os *kits* de serviços e componentes 3C elaborados nesta tese fornecem os elementos para compor um groupware. O processo elaborado na tese de Pimentel [2006] estabelece os passos a serem seguidos na montagem do groupware, pois ainda que se construa uma aplicação groupware para um grupo com uma determinada dinâmica, com o tempo surgem novas situações onde são identificados novos problemas. A aplicação necessitará ser modificada para não se manter inadequada.

Um processo organiza, em linhas gerais, uma seqüência de passos onde são incorporadas diretrizes e boas práticas que, quando seguidas, levam à produção de um software [Sommerville, 2003; Beck, 2004; Philippe, 2003]. Coexistem abordagens diferentes para o desenvolvimento de software, dentre elas, o desenvolvimento baseado em componentes, que é uma estratégia recente que tem se tornado cada vez mais usada [Sommerville, 2003; Gimenes & Huzita, 2005]. Seguindo esta abordagem, tornaram-se conhecidos processos como Catalysis [D'Souza e Wills, 1998], *UML Components* [Cheesman & Daniels, 2001] e RUP – Rational Unified Process [Philippe, 2003]. O processo formalizado na tese de Pimentel [2006], denominado RUP-3C-Groupware, também faz uso da abordagem baseada em componentes, estendendo o RUP para o desenvolvimento específico de aplicações groupware.

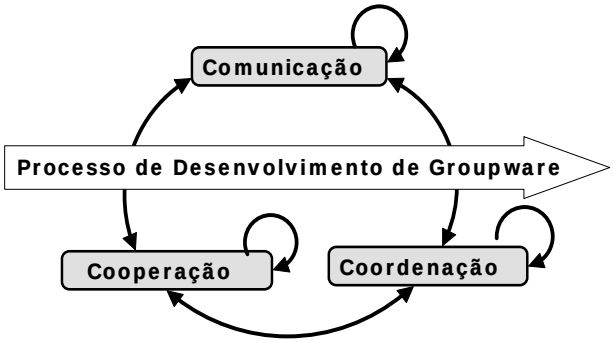

Figura 1.3. Foco para o desenvolvimento de uma versão da aplicação groupware com base no Modelo 3C de Colaboração

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA

No processo proposto, o Modelo 3C de Colaboração é usado nas diferentes etapas do processo: na análise de domínio para classificação das aplicações groupware e de seus elementos; na construção de componentes; e no foco dado para o desenvolvimento de cada versão. De acordo com essa prática, a aplicação groupware é desenvolvida resolvendo um problema de comunicação, de coordenação ou de cooperação, um a cada versão ao longo do ciclo de desenvolvimento, esquematizado na Figura 1.3.

1.2.4. Estrutura da Tese

A estrutura desta tese é a seguinte: no Capítulo 2 são discutidos alguns trabalhos relacionados ao desenvolvimento de groupware componentizado. O Capítulo 3 apresenta o modelo 3C de colaboração, utilizando o AulaNet e um de seus cursos como estudo de caso. No Capítulo 4, a abordagem utilizada e o ferramental desenvolvido são apresentados. No Capítulo 5 são apresentadas as instanciações, re-configurações e reuso dos serviços e seus componentes. O Capítulo 6 apresenta a conclusão e as direções futuras de pesquisa. O Apêndice A apresenta conceitos, modelos e tecnologias do desenvolvimento baseado em componentes. O Apêndice B apresenta a descrição dos componentes utilizados.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210632/CA