



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE INFORMÁTICA



PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**Dissertação de Mestrado**

***SpotRadio: Uma Ferramenta de Composição Musical Colaborativa com Suporte a  
Distribuição e Versionamento de Artefatos.***

por

**João Paulo Cavalcanti Rolim**

Recife,  
Julho 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE INFORMÁTICA**

João Paulo Cavalcanti Rolim

**SpotRadio: Uma Ferramenta de Composição Musical Colaborativa com Suporte a  
Distribuição e Versionamento de Artefatos.**

Dissertação apresentada a Pós-Graduação em Ciências da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Computação.

Orientador: Geber Lisboa Ramalho

**Recife,**  
**Julho 2007**

## Agradecimentos

A Deus,  
À minha Família,  
Aos verdadeiros amigos,  
Aos professores e colegas que tive em minha vida,  
Às pessoas que contribuíram positivamente nas minhas conquistas,  
Obrigado.

## Resumo

Grupos *ciber*-artísticos como o Re:combo utilizam a Internet como seu ambiente de produção artística. A descentralização e colaboração são fortes características no desenvolvimento de uma obra em um processo coletivo. Porém, o desenvolvimento de uma obra artística em tal ambiente é uma tarefa bastante complicada, uma vez que há a necessidade de interação entre os artistas não apenas para compartilhar idéias, mas como também, disponibilizar a contribuição individual para obra como um todo. Dessas interações, é possível identificar um processo *ad hoc* composto por troca de e-mails e/ou utilização de repositórios de arquivos, que, na maioria das vezes, é eficaz, mas em alguns casos, torna-se contraproducente. Especificamente para produção de obras musicais, é possível encontrar projetos que tentam simplificar o processo de colaboração abordando problemas como, por exemplo, o da sincronização de dados de controle musicais utilizados para execução em tempo real, ou problemas relacionados à garantia de fidelidade na síntese auditiva, porém falham em prover uma série de outras funcionalidades essenciais de colaboração e que dêem suporte a obras multimídia. Este trabalho apresenta o SpotRadio, uma ferramenta para composição musical colaborativa que estabelece um modelo de interação entre artistas e manipulação de conteúdo multimídia, fornecendo um ambiente compartilhado onde se permite realizar interações de usuário em modos *on-line* e *off-line*. Em testes realizados por usuários, identificamos contribuições pertinentes para este tipo de trabalho colaborativo através das quais o sistema verificou-se válido como fonte para futuras pesquisas na área.

## **Abstract**

Cyber-artistic groups like Re:combo use the Internet as their artistic production environment. Decentralization and collaboration are strong features when developing group pieces of art. Although, the development of a piece of art in such environment is a very high complex task, owing to the fact that interaction among all artists involved is required not only to share ideas, but also to make their individual contribution available for the piece as a whole. From those interactions it is possible to identify an ad-hoc process composed of emails exchange and/or files repositories usage that, in the majority of cases, is effective, but sometimes unproductive. Regarding musical pieces of art production, it is also possible to find projects which try to simplify this collaborative process by approaching topics such as musical control data synchronization in real time execution or either problems related to the sound synthesis fidelity assurance. However, those same projects fail in providing some essential collaborative functionalities which give support to multimedia works of art. This dissertation introduces the SpotRadio, a tool for collaborative musical composition that establishes an interaction model between artists and multimedia contents handling, providing a shared environment in where it is allowed to perform interactions either on-line or off-line modes. Tests executed by its users revealed significant contributions to this kind of group work and, it is through them that the system states itself as a source for future researches in this area.

## Sumário

1	Introdução .....	1
1.1	Motivação .....	1
1.2	Objetivos .....	3
1.3	Estrutura da Dissertação .....	4
2	Métodos de Composição Artística na Internet.....	6
2.1	Grupos Colaborativos na Internet .....	6
2.2	Coletivo Re:Combo .....	8
2.3	Modelo de Colaboração mais utilizado.....	11
2.4	Paradigmas da Composição Musical Colaborativa.....	14
2.4.1	Tipos de Interações em Sistemas Colaborativos.....	15
2.4.2	Uma classificação dos Sistemas Musicais Colaborativos em Rede.....	16
2.5	Conclusões .....	21
2.5.1	Problemas.....	22
2.5.2	Requisitos.....	23
3	Ferramentas e Aplicações de Composição Musical Colaborativa.....	25
3.1	Sistemas Existentes.....	25
3.1.1	WEBDrum .....	25
3.1.2	JamSpace.....	28
3.1.3	FMOL – F@UST MUSIC <i>ON-LINE</i> .....	32
3.1.4	Public Sound Objects.....	36
3.1.5	SpotSounds .....	39
3.1.6	Radio ReCombo.....	41
3.2	Conclusões .....	44
4	SpotRadio.....	48
4.1	Motivações e Objetivos.....	48
4.2	Visão Geral do SpotRadio .....	49
4.3	Requisitos.....	50
4.4	Modelo Conceitual.....	53

4.5	Módulos do Sistema.....	55
4.5.1	Módulo de Edição .....	55
4.5.2	Módulo de Atualização .....	62
4.6	Utilização do SpotRadio .....	72
4.7	Conclusões .....	73
5	Implementação do SpotRadio .....	74
5.1	Arquitetura e Desenvolvimento .....	74
5.1.1	Módulo de Edição .....	75
5.1.2	Módulo de Atualização .....	79
5.2	Conclusões .....	82
6	Resultados .....	83
6.1	Aspectos de avaliação .....	83
6.1.1	Módulo de Edição .....	83
6.1.2	Módulo de Atualização .....	84
6.1.3	Produção Colaborativa.....	84
6.2	Avaliação e Resultados .....	85
6.3	Conclusões .....	87
7	Conclusões .....	88
7.1	Contribuições .....	89
7.2	Dificuldades .....	90
7.3	Trabalhos Futuros .....	91
8	Referências Bibliográficas .....	93
	Anexo A – Questionário de Avaliação .....	98

## Índice de Figuras

Figura 1. Imagem do Translocal Mixer disponível na Internet .....	9
Figura 2. Performance do Pause and Play .....	10
Figura 3. Instalação do Radio Re:Combo Transmídia no Itaú Cultural em São Paulo ....	10
Figura 4. Edição de músicas na composição colaborativa pela Internet.....	13
Figura 5. Classificação dos Sistemas Musicais Colaborativos. ....	17
Figura 6. The League of Automatic Music Composers.....	18
Figura 7. Interface principal do Ejamming <i>on-line</i> studio.....	19
Figura 8. Tela principal do Ambiente Sônico Compartilhado, Auracle. ....	20
Figura 9. Tela principal do WebDrum.....	26
Figura 10. Comunicação entre os usuário no WebDrum.....	27
Figura 11. JamSpace e comentários do autor (Gurevich 2006).....	30
Figura 12. Conceitos de espaços de usuário e Interações no JamSpace .....	31
Figura 13. Tela principal de edição de músicas no FMOL.....	33
Figura 14. Interface Medusa do FMOL. ....	34
Figura 15. Hierarquia e autoria de composições no FMOL.....	35
Figura 16. Arquitetura do PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002).....	36
Figura 17. Protótipo desenvolvido como prova de conceito do PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002). ....	38
Figura 18. Instalação física do PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002). ....	39
Figura 19. Interface principal do SpotSounds.....	40
Figura 20. Tela principal do sistema Radio Re:Combo.....	42
Figura 21. Tarefas executadas no sistema do Radio Re:Combo.....	43
Figura 22. Diagrama do Modelo de Colaboração 3C apresentado por Fuks. ....	53
Figura 23. Modelo 3C do SpotRadio. ....	54
Figura 24. Elementos de interface do protótipo do módulo de edição do SpotRadio. ....	57
Figura 25. Recorte da área de montagem de músicas.....	58
Figura 26. Etapa de edição no novo modelo colaborativo do SpotRadio.....	60
Figura 27. Opções de colaboração no modulo de edição do SpotRadio.....	61



Figura 28. Arquitetura do CVS.....	63
Figura 29. Arquitetura do Subversion.....	64
Figura 30. Projeto fragmentado em artefatos.....	66
Figura 31. Distribuição de arquivos em vários repositórios. ....	67
Figura 32. Modelo conceitual de um projeto versionado. ....	69
Figura 33. Representação dos projetos no módulo de edição.....	70
Figura 34. Atualizando um projeto através do SpotSinc. ....	71
Figura 35. Tráfego de arquivos na atualização de um projeto.....	72
Figura 36. Utilização do SpotRadio.....	72
Figura 37. Modelo arquitetural do SpotRadio. ....	75
Figura 38. Diagrama de classes do módulo de atualização. ....	79

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Características dos sistemas colaborativos apresentados.....	44
Tabela 2. Análise comparativa dos sistemas colaborativos apresentados. ....	46
Tabela 3. DTD do arquivo de representação musical no módulo de edição.....	77
Tabela 4. Exemplo de arquivo de representação musical do módulo de edição.....	77
Tabela 5. DTD do arquivo de representação de projetos do módulo de atualização.....	81
Tabela 6. Exemplo de arquivo de representação de projetos do módulo de atualização..	81
Tabela 7. Comparação entre a produções colaborativas com e sem o SpotRadio.....	85
Tabela 8. Respostas dos usuários ao questionário de avaliação do SpotRadio. ....	86

# 1 Introdução

Este capítulo apresentará as motivações que levaram a realização deste trabalho e os principais objetivos desta dissertação. Por fim, será mostrada a estrutura deste trabalho.

## 1.1 Motivação

Um processo com a finalidade de criação de objetos concretos ou abstratos pode ter etapas que envolvem a colaboração de duas ou mais pessoas a fim de se chegar a um objetivo em comum de natureza qualquer. Este processo colaborativo pode estar relacionado a diferentes áreas das relações humanas, desde a realização de tarefas milenares, como a caça e pesca, até a produção da mais complexa obra da engenharia moderna.

Este tipo de atividade exige que as pessoas envolvidas estejam inseridas em um contexto onde se façam presentes mecanismos de interação que promovam a coordenação, comunicação e cooperação. Assim, as pessoas potencializam as chances de sucesso em seus resultados, já que podem ocorrer complementações de capacidades, idéias e esforços (Fuks, Raposo et al. 2003).

Naturalmente, na atividade de colaboração ocorrem trocas de informações através das mais diversas formas, tais como conversas, mensagens escritas ou ainda através de comunicações abstratas e simbólicas. Porém, nos dias atuais, outros conceitos foram agregados a estas formas a fim de usufruir dos mecanismos que a tecnologia proporciona. Podemos observar algumas iniciativas que buscam explorar este potencial através de computadores e suas redes de comunicações, especialmente por meio da Internet. Um exemplo disso é a instituição do software livre e do código aberto, que tem o objetivo de compartilhar artefatos para serem utilizados por outras pessoas dispostas a sugerir melhorias e a realizar suas próprias modificações.

Hoje, podemos interagir colaborativamente com outras pessoas mesmo que estejam em locais distintos, através de sistemas que possuam ferramentas como bate-papos em texto, aplicativos de troca de e-mails, vídeo conferência e editores que compartilham o mesmo espaço de trabalho. Adicionalmente, observamos um grande aumento do uso desses sistemas de suporte ao trabalho colaborativo devido à expansão da Internet. Estas ferramentas e serviços agora fazem da Internet um ambiente também propício para a produção artística. O uso da Internet e do computador como suporte a este tipo de produção parece fazer com que o artista aumente o seu poder criativo e de concepção, contextualizando sua obra em uma mídia tecnológica que esteja ao alcance de todos.

Na medida em que o interesse dos artistas em utilizar um aparato tecnológico que possa suprir suas necessidades de produção aumenta, diversos grupos artísticos surgem na Internet com o intuito de compartilhar idéias e gerar obras pertencentes ao coletivo. Na área musical, podemos perceber o aparecimento desses coletivos já na década de 70, quando, apesar de ainda não conviverem com a Internet como a temos hoje, grupos como “The League of the Automated Music Composers” (Bischoff, Gold et al. 1978) já utilizavam conceitos de redes de computadores para criar suas músicas e realizar performances musicais ao vivo.

Entretanto, atualmente há uma dificuldade de encontrarmos ferramentas que sejam específicas à composição artística colaborativa e ao mesmo tempo estimule a produção contínua das obras. Isso acontece porque, geralmente, estas ferramentas não apresentam um aparato funcional de qualidade ou mesmo porque seus mecanismos de interação são apresentados de uma forma que não se enquadra nas tendências atuais de colaboração entre usuários, onde é necessário um estilo de interação em tempo real sem desprezar os benefícios da troca de informações *off-line*, assíncrona (Preguica, Martins et al. 2005).

Em grupos ciber-artísticos como o Re:combo (Re:Combo 2007), que prezam pela descentralização na composição de uma obra qualquer, é comum observarmos o uso de mecanismos de troca de e-mails e/ou de repositórios de arquivos com a finalidade de distribuir a informação destinada ao processo de criação coletiva. Estes mecanismos

geralmente cumprem os seus papéis devido à maneira como abrangem as pessoas pertencentes ao coletivo estando disponíveis ao tempo do usuário, ou seja, acessíveis a qualquer momento. Porém, percebemos que este mesmo modelo de processo de criação pode ser beneficiado com a adição de ferramentas e mecanismos que possam agilizá-lo sem diminuir a qualidade dos artefatos produzidos (Fuks, Raposo et al. 2003).

Alguns projetos de âmbito musical tentam abordar este problema de melhoria do processo de criação coletiva de forma isolada, abordando problemas de sincronização das execuções nos diversos computadores ligados em uma rede ou tentando resolver problemas relacionados à fidelidade da síntese sonora entre os pontos integrantes (Gurevich 2006).

Tendo isto em vista, faz-se necessário abordar uma concepção que envolva principalmente o relacionamento entre os seus usuários, considerando o uso de mecanismos complementares que utilizem seus artefatos de forma distribuída e estejam disponíveis aos integrantes da rede a qualquer momento. Sendo assim, esta concepção deve agregar funcionalidades e mecanismos de colaboração assíncrona e síncrona para prover um ambiente agradável e eficiente para composição artística através da Internet.

## **1.2 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo de oferecer um conjunto de mecanismos que dá suporte a um modelo de colaboração que parece ser comumente praticado por grupos artísticos na Internet. Este conjunto de mecanismos busca utilizar aparatos de distribuição e descentralização dos diversos artefatos que compõem a obra de forma a propiciar um ambiente compartilhado onde se permite realizar interações de usuário em modos síncrono e assíncrono. Além disso, procura-se facilitar o uso destes mecanismos em projetos que envolvem mídias de diversos tipos, possibilitando serem inseridos em contextos colaborativos variados, não se limitando a criação musical.

Para isso, foi desenvolvida uma ferramenta colaborativa denominada SpotRadio que agrupa de forma modularizada mecanismos de cooperação, coordenação e comunicação destinados a dar suporte ao processo de criação artística do grupo Re:Combo. O SpotRadio adiciona a este domínio colaborativo o tratamento das obras de maneira fragmentada e versionada, trazendo benefícios na produção coletiva descentralizada e no tráfego em rede dessas obras.

A concepção desta ferramenta faz parte de um processo evolutivo na pesquisa da composição colaborativa de onde foram produzidos os softwares SpotSounds, projetado na cadeira de Computação Musical do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, e o Radio Re:Combo, desenvolvido como parte de uma instalação artística musical do Instituto Itaú Cultural, sendo ambos desenvolvidos pelo autor desta dissertação.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação foi estruturada em 7 capítulos. O capítulo 2 mostra o interesse de grupos de usuários da Internet pela utilização de ferramentas e mecanismos que permitem a composição colaborativa. Para isso, é apresentado o grupo Re:Combo que realiza tarefas colaborativas de natureza multimídia, onde analisaremos a dinâmica do processo de colaboração que ocorre com maior frequência no tipo de grupo em que se enquadra, tentando identificar oportunidades de melhorias. Por fim, são apresentados os principais modelos de ferramentas encontrados na literatura a fim de facilitar o entendimento do domínio da composição colaborativa musical.

O capítulo 3 descreve algumas das ferramentas mais relevantes para a realização deste trabalho. Neste processo descritivo, tenta-se identificar elementos importantes em cada um deles para justificar a concepção do SpotRadio.

O capítulo 4 apresenta o SpotRadio, contextualizando um modelo de colaboração que aborda diferentes visões de interações, *on-line* e *off-line*, em um ambiente compartilhado com suporte a versionamento de artefatos e edições em tempo real.

O capítulo 5 apresenta detalhes da implementação do SpotRadio. Nele, são descritos os principais requisitos identificados para a ferramenta, além da arquitetura idealizada para seus módulos.

O capítulo 6 mostra a validação do SpotRadio através dos resultados da avaliação realizada com usuários externos.

Por fim, o capítulo 7 cita as principais contribuições deste trabalho, bem como as dificuldades encontradas e possíveis trabalhos que podem ser realizados futuramente a partir deste.

## **2 Métodos de Composição Artística na Internet**

Neste capítulo apresentaremos o crescimento do interesse de grupos de usuários da Internet pela utilização de ferramentas e mecanismos que permitem a composição colaborativa a fim de produzirem uma obra em comum. Para isso, tomaremos por base grupos artísticos que realizam tarefas colaborativas de natureza multimídia, como o caso do grupo Re:Combo. Na seqüência, analisaremos a dinâmica do processo de colaboração que ocorre com maior frequência nesses grupos tentando identificar oportunidades de melhorias.

### **2.1 Grupos Colaborativos na Internet**

O crescimento do interesse das pessoas na Internet tem feito surgir uma forma de interação que difere das encontradas anteriormente nas Ciências Sociais (Castells 1999). Esta forma se dá agora por um meio onde as pessoas podem se relacionar à distância, sem sequer terem se conhecido pessoalmente.

Neste tipo de interação não-presencial, quando direcionada à realização de um trabalho coletivo, as pessoas envolvidas trocam conhecimentos e pontos de vista (Fuks 2002), gerando alternativas e tomando decisões (Turoff 1982). Além disso, trabalhar em grupo faz com que as pessoas fiquem mais motivadas (Benbunan-Fich 1999). E partir deste princípio, percebemos iniciativas de elaboração de obras colaborativas em diferentes contextos, dentre eles a produção de softwares, música, enciclopédias e projetos de engenharia e arquitetura.

A disponibilidade de ferramentas e mecanismos que dão suporte a tarefas colaborativas, aliada a seu grande poder de comunicação, justifica o desejo das pessoas de cada vez mais utilizarem a Internet para este fim. Através dela, a produção colaborativa se dissemina cada vez mais com os moldes de software e conteúdo livre praticados pelos programadores de computador durante décadas (Krishnan 2006). Este



tipo de produção faz com que as pessoas se organizem trocando informações de conteúdo específico e permitindo que a cooperação seja realizada através de mecanismos que se adequem as suas necessidades. Na rede mundial, esta organização de grupos parece se apresentar de dois modos diferentes:

- Comunidades que surgem em torno de ferramentas de suporte a colaboração – Geralmente surgem a partir da utilização de uma ferramenta de produção onde uma obra tem seus artefatos bem definidos.

Nesta situação, a criação de comunidades a partir de ferramentas disponíveis da Internet a fim de promover trabalho colaborativo é exemplificada pelos: MyVirtualBand (MyVirtualBand 2006), ResRocket (Moller, Henshall et al. 1994), e o SpliceMusic (Splice 2007). Podemos ainda enquadrar neste contexto projetos de ambientes colaborativos educacionais como o Virtus (Neves 2000) e o AulaNet (Lucena 1998).

- Oportunidades de colaboração surgem em torno de um grupo idealista– Neste caso, os interesses do grupo não especificam o uso de ferramentas e mecanismos, mas obedecem as necessidades de realização de uma obra em questão. Isso porque o tipo de colaboração pode envolver diversos tipos de mídias em suas obras. No entanto, é comum o uso de mecanismos de comunicação acessíveis a todos, ex.: e-mail.

A exemplo desta vertente, podemos citar grupos de pessoas que usam a Internet a fim de disseminar conteúdo de software e conteúdo livre na produção cultural seja na literatura, música e artes dos mais variados gêneros. São eles: o Sarai (Sarai 2007); o Detritus (Detritus 2007); o Wu-Ming (Wu-Ming 2007); e o Re:Combo (Re:Combo 2007).

Neste ultimo caso, a descentralização e colaboração são fortes características no desenvolvimento de uma obra em um processo coletivo. Porém, o desenvolvimento de uma obra artística é uma tarefa bastante complicada, uma vez que há a necessidade de interação entre os artistas não apenas para compartilhar idéias, mas como também,

disponibilizar a contribuição individual para obra como um todo em um ambiente não muito bem especificado onde podem surgir processos colaborativos *ad hoc*.

E é neste contexto que se enquadra o coletivo Re:combo, que servirá como base para os estudos realizados nesta dissertação. As seções seguintes irão justificar esta escolha e tentar formalizar seu modelo de produção colaborativa a fim de darmos continuidade ao resto desta dissertação.

## **2.2 Coletivo Re:Combo**

O RE:COMBO é um grupo de pessoas que envolve artistas, engenheiros, designers, professores e acadêmicos destinados a trabalhar na produção de arte digital de forma descentralizada e colaborativa. Criado em 2001, o grupo de colaboração criativa foi idealizado em Recife e conta hoje com integrantes espalhados em todo o Brasil e em países como Romênia, Índia e Peru.

Seu objetivo principal é promover discussões em volta da propriedade intelectual, apresentando uma visão contrária às leis de *copyright* tradicionais. Entretanto, seus ideais vão além disso, como podemos ver no texto a seguir:

*“Outro motor do projeto é conseguir dar um uso adequado à internet. Com a entrada da web comercial perdeu-se, praticamente, a verdadeira função da rede: o trabalho colaborativo à distância. Com o Re:combo, pessoas espalhadas pelo mundo juntam-se ao projeto, pela internet, e interferem na música que será apresentada “in loco”, refinando assim a idéia de trabalho colaborativo e descentralizado.”*

*H.D. Mabuse em (Beiguelman 2002)*

Mabuse, no texto acima, refere-se ao caráter interativo da produção artística do grupo que, através do uso da Internet, instiga os seus participantes a colaborar remotamente produzindo obras que envolvem artefatos multimídia. Fiorelli (Fiorelli

2006), tenta estabelecer uma classificação das obras realizadas pelo coletivo, mostrada a seguir:

- WEB arte: onde a obra co-existe com a presença da WEB;
- Performances: acontecem com a utilização de recursos de vídeo e áudio. Internet é eventualmente utilizada para sua execução/difusão/criação;
- Instalações: instalações interativas que utilizam as tecnologias digitais e analógicas (pintura, escultura, gravura);
- Vídeo: trabalhos em vídeo-arte, como curtas e videoclipes;
- Literatura: contos (ficção) e textos teóricos;
- Intervenções urbanas: *street-art*, grafites, adesivos etc;
- Música: criações musicais através de faixas de música abertas aos participantes, utilizando fragmentos de sons;

Dentre uma série de projetos desenvolvidos, podemos citar:

- Translocal mixer (WEB arte) – um player de áudio disponível aos usuários da Internet que toca fragmentos sonoros oriundos de diferentes cidades do mundo;

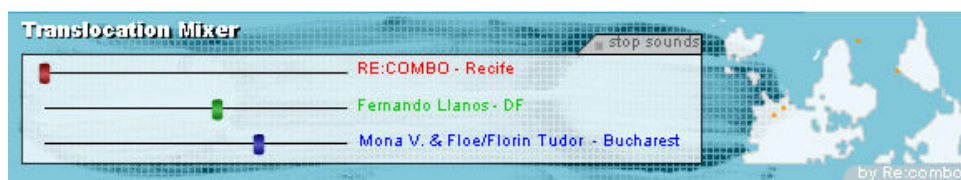


Figura 1. Imagem do Translocal Mixer disponível na Internet

- Pause and Play (Performance) – performance musical em tempo real, onde através da Internet, sons e imagens foram transmitidos durante uma *jam session* no Centro Cultural Brasil Alemanha no Recife;

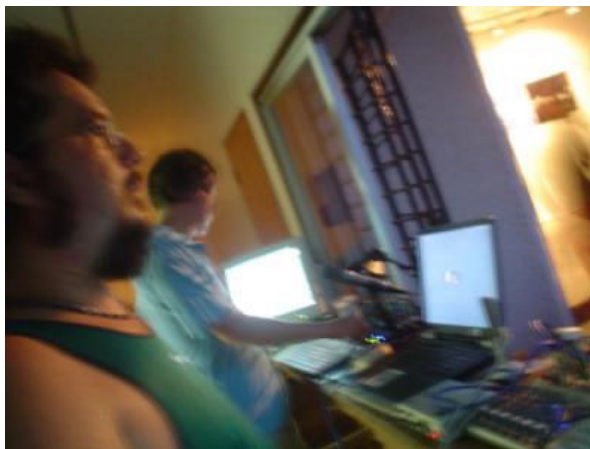


Figura 2. Performance do Pause and Play

- Radio Re:combo Transmídia (Instalação) – instalação física que reuniu performance musical do grupo, exposição de imagens e intervenções sonoras do público local e da Internet através do software multi-usuário Radio Re:combo, que analisaremos mais adiante nesta dissertação.



Figura 3. Instalação do Radio Re:Combo Transmídia no Itaú Cultural em São Paulo

O grupo ao longo de sua história, tornou-se uma referência nacional e internacional de trabalhos coletivos e de disseminação do *copyleft*. Pioneiro no Brasil, o grupo inspirou até mesmo a nomenclatura de um tipo de licença Creative Commons (Creative Commons 2006) que formaliza o uso de músicas para recombinações através de *sampling*.

Portanto, por se caracterizar como um grupo de importância na *ciber* cultura, além de encontrarmos referências do mesmo nas áreas de design, música e ciências sociais, e ainda aliado ao fato de que o autor desta dissertação é um membro do coletivo em questão, justificamos o envolvimento deste grupo como parte do estudo desta pesquisa no intuito de atingirmos seus objetivos.

### **2.3 Modelo de Colaboração mais utilizado**

Mesmo que as interações de um grupo não estejam em torno de um ambiente colaborativo específico, há uma tendência natural de se estabelecer um modelo de processo que acaba por adotar fortemente o uso de uma tecnologia ou de outra. Isto se deve ao fato de que através da formação de comunidades *on-line*, as pessoas passam a sistematizar suas interações (Haetinguer 2005). Por consequência, esta sistematização acaba refletindo as necessidades do grupo, considerando aspectos relacionados ao tipo de produção e a disponibilidade de comunicação de seus membros.

Num modelo colaborativo, o uso de ferramentas que facilitam a produção de suas obras pode permitir a realização de interações entre seus usuários de modo *on-line* ou *off-line*. Mecanismos de troca de e-mails, murais, vídeo e áudio conferência, fóruns, listas de discussões e bate-papos geram oportunidades de comunicação e coordenação dentro de um grupo de usuários quando envolvidos em uma tarefa cooperativa (Fuks, Raposo et al. 2003). No entanto, apesar de uma vasta lista de ferramentas e mecanismos disponíveis aos usuários da Internet, parece haver uma convergência a um modelo de colaboração.

Grupos como o Re:Combo utilizam de listas de discussão na Internet como principal meio de interação entre seus membros (Fiorelli 2006). Parece que há pouca diversificação em relação ao suporte a colaboração. É comum fazer-se uso de repositórios de arquivos, geralmente de livre acesso e sem custos financeiros, e ainda de editores que diferem de acordo com o tipo de mídia envolvida e afinidade do próprio usuário.

No processo colaborativo, as obras são tratadas de forma fragmentada em artefatos, arquivos que são agrupados de maneira a compor o resultado final (Fiorelli 2006). No início, é especificado onde e como estes artefatos componentes da obra serão distribuídos e armazenados durante todo o seu ciclo de vida. Paralelamente, através de mensagens em e-mails, abre-se um canal de comunicação entre os integrantes do grupo de maneira que sempre exista um perfil moderador de um ou mais usuários.

Este processo empregado na produção multimídia estende-se para a composição colaborativa de obras musicais e, tendo isto como base, serão mostradas de forma ordenada as etapas envolvidas neste modelo de processo. A seguir:

- A partir do surgimento de alguma oportunidade de geração de uma obra, há sempre uma primeira discussão em volta dos temas para estabelecimento de idéias a serem seguidas. Estas discussões são geralmente abertas a todos os membros, porém o artefato final desta tarefa, um conjunto de idéias e temas, é compilado por membros moderadores.
- Iniciando muitas vezes em paralelo a esta primeira etapa, uma nova tarefa é estabelecida: a de coleta de artefatos iniciais. O tipo desses artefatos depende natureza da obra e podem ser, por exemplo, trechos de músicas, *loops* de batidas ou mesmo *sketches* de imagens de capas de CD. Estes artefatos, provavelmente perduram até o final da obra, porém com eventuais modificações, adições e subtrações dos mesmos.
- Com partes iniciais da obra, temas e idéias estabelecidos, o grupo moderador tenta então, disponibilizar estes artefatos de forma centralizada e visível a todos os membros do coletivo. Isto é feito através do uso de *sites* na Internet que possibilitam algum tipo de armazenamento, como o SourceForge (SourceForge 2007).
- Daí em diante o processo colaborativo se torna mais descentralizado, já que todos os membros do grupo têm acesso aos artefatos que irão compor a obra

futuramente. A tarefa nesta etapa, torna-se basicamente de modificação desses artefatos e será detalhada mais adiante ainda nesta seção.

- Quando na visão do grupo moderador, os artefatos em modificação da etapa anterior estão com qualidade e resultado satisfatórios para o início da composição da obra final, é iniciada uma nova etapa. Esta etapa envolve a tarefa de compilação e montagem da obra como um todo que é a priori realizada pelo grupo moderador.
- Ao final do processo, mesmo depois de prontas, as obras ficam disponíveis para futuras modificações que possam ser realizadas por qualquer pessoa pertencente ao grupo.

Então, a partir deste processo, destacamos a etapa de edição como ponto de partida para identificação de oportunidades de melhorias no mesmo. Para isso, consideramos seu detalhamento como mostra a figura a seguir:

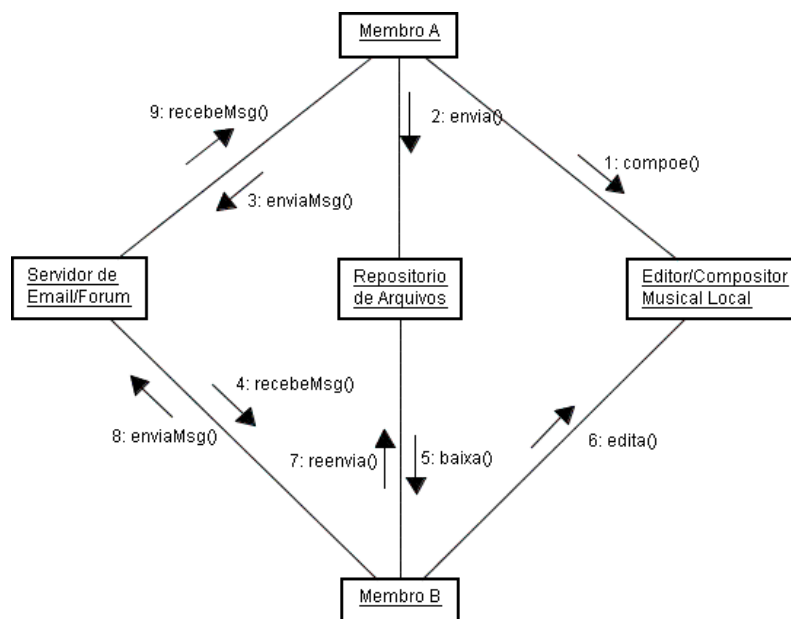


Figura 4. Edição de músicas na composição colaborativa pela Internet.

Neste detalhamento, tenta-se especificar as interações entre membros de um grupo que tem a tarefa de realizar uma criação musical de forma colaborativa. Estas

interações envolvem basicamente três entidades além dos próprios membros, são eles: um mecanismo de troca de e-mails; um repositório de arquivos; e uma ferramenta de edição musical que é utilizada em máquina local.

A seqüência das interações é descrita com mais detalhes a seguir:

- a) Membro A realiza edições na música através de um editor como o Sound Forge (SonicFoundry 2007) ou o FruityLoops (FruityLoops 2007);
- b) Este mesmo membro então envia suas modificações a um repositório na Internet para que seus artefatos fiquem visíveis a outros membros;
- c) Eventualmente o Membro A avisa aos demais que realizou alterações no conteúdo da obra;
- d) Sabido da alteração realizada pelo Membro A, um Membro B também realiza modificações a partir das alterações do Membro A;
- e) Este Membro B então pode reenviar o resultado de suas modificações na obra, de maneira a disponibilizar a todo o grupo.

Nesta etapa de edição, ou ainda durante outras partes do trabalho colaborativo, podem estar envolvidas tecnologias de diferentes conceitos especialmente quando o objetivo é a produção musical. Neste aspecto, tentaremos na próxima seção elicitare modelos das principais ferramentas e mecanismos encontrados na área e que servirá também para contextualizar ainda mais esta pesquisa.

## ***2.4 Paradigmas da Composição Musical Colaborativa***

Para melhor se entender a dinâmica desses grupos que colaboram para a composição de música através da Internet frente aos mecanismos e ferramentas comumente utilizados, são mostrados nesta seção, conceitos e modelos relacionados ao tipo de sistemas pertencentes a este domínio da Composição Musical Colaborativa.



### 2.4.1 Tipos de Interações em Sistemas Colaborativos

De um modo geral, os sistemas musicais colaborativos estão atrelados a algum tipo de mecanismo de comunicação. Considerando estes mecanismos, podemos citar diferentes categorias dos Sistemas Colaborativos em Rede. Segundo Barbosa (Barbosa 2006), para a enumeração dessas categorias, são consideradas as classificações citadas por Rodden (Rodden 1991) em suas pesquisas na área de CSCW (sigla do inglês *Computer Supported Collaborative Work*) onde o mesmo trata da importância de duas principais características, comuns em todos os tipos de sistemas cooperativos, a seguir:

- Forma de Interação – que pode ter caráter síncrono, onde as ações dos usuários ou seus resultados são percebidos no momento em que acontecem; ou caráter assíncrono, onde não se faz necessário a percepção das ações ou seus resultados em tempo real.
- Natureza geográfica dos usuários – que podem estar cada um em um lugar distinto (remoto) ou em mesmo local.

Para melhor entendimento das formas de interação entre os usuários desses sistemas, podemos detalhar as suas definições:

#### 2.4.1.1 Modo de Interação Síncrono

Acontece quando as interações entre os participantes se dão de forma ativa e simultânea no sistema enquanto modificam um mesmo objeto (Barbosa 2001), ou seja, indivíduos devem estar conectados a um sistema ao mesmo tempo para que haja uma visão única de um artefato compartilhado que pode ser modificado por todos.

Neste modo, as alterações de um usuário em um objeto compartilhado são visualizadas pelos demais em tempo real. Comumente, os dados compartilhados são replicados entre as diferentes máquinas conectadas e uma interface gráfica, que representa um ambiente comum a todos, é atualizada cada vez que há uma alteração

realizada nos dados compartilhados, mesmo que esta alteração seja realizada por usuários remotos (Preguica, Martins et al. 2005).

#### **2.4.1.2 Modo de Interação Assíncrono**

Neste modo, os participantes não necessitam estar ativos simultaneamente no sistema enquanto modificam um mesmo objeto (Barbosa 2001). Interações são realizadas sem a necessidade de um mecanismo que mantenha o usuário *on-line* conectado ao sistema enquanto acessa e modifica objetos compartilhados.

Desta maneira, não há restrições quanto ao controle de acesso desses dados, possibilitando que vários usuários modifiquem o mesmo artefato ao mesmo tempo, porém sem o conhecimento das modificações realizadas pelos demais até que se realize um gerenciamento das diversas alterações. Este gerenciamento trata-se da junção dessas diferentes alterações de modo a se reconstruir um único artefato novamente. Este processo de junção, no entanto, pode ser realizado de maneira automatizada, utilizando mecanismos já existentes de acordo com o tipo de objeto em questão, ou pode ser realizado por membros do grupo que tem poderes para realizar esta tarefa.

#### **2.4.2 Uma classificação dos Sistemas Musicais Colaborativos em Rede**

Tendo estas definições, Barbosa estabelece uma classificação dos sistemas musicais colaborativos por meio de suas características ambientais de tempo e espaço (Barbosa 2006). Esta classificação é mostrada através do diagrama da figura a seguir:

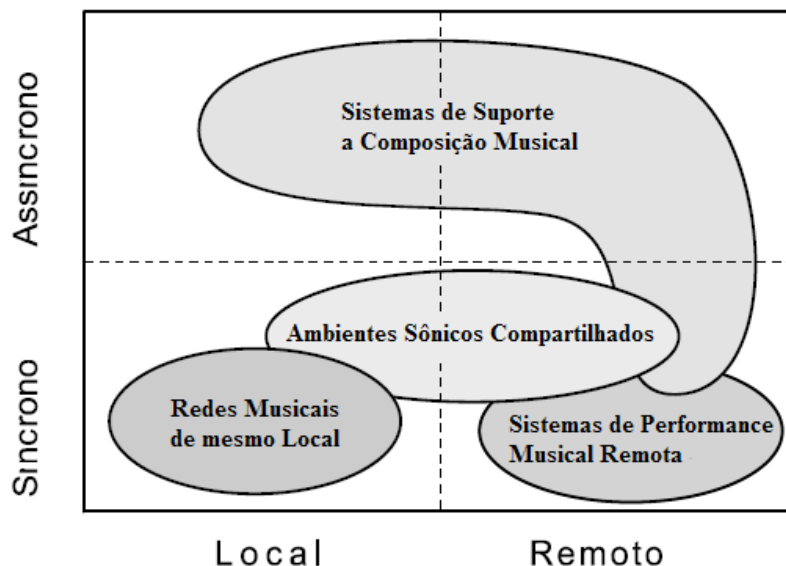


Figura 5. Classificação dos Sistemas Musicais Colaborativos.

As definições de cada um desses tipos de sistemas são mostradas a seguir:

#### 2.4.2.1 Redes Musicais de mesmo Local

São sistemas musicais que promovem a interação entre seus usuários através de uma rede local, onde se faz uso de um conjunto de instrumentos que eventualmente se beneficiam da rapidez de transmissão de dados deste tipo de rede. Este tipo de sistema surgiu nas primeiras fases da história do trabalho musical suportado por computadores. Isto se deu devido principalmente ao desenvolvimento dos instrumentos eletrônicos juntamente com a evolução dos computadores pessoais (Weinberg 2005). A exemplo deste tipo de sistema, podemos citar aquele utilizado pelo grupo californiano *The League of Automatic Music Composers* surgido em 1976 (Bischoff, Gold et al. 1978), mostrado na figura a seguir:



**Figura 6. The League of Automatic Music Composers**

#### **2.4.2.2 Sistemas de Suporte a Composição Musical**

São sistemas que provêem uma infraestrutura que permitem interações assíncronas entre seus usuários. Este tipo de sistema é orientado a projeto (Jensen, Larsen et al. 2007), ou seja, dá suporte a escrita musical, edição, produção e gravação multi-faixas disponibilizando ferramentas como fóruns, listas de discussões por e-mails, e repositórios de arquivos. Dentre estes sistemas, destacamos o NetJam (Latta 1991) que dava suporte a criação musical através de trocas automatizadas de e-mails, e ainda incluímos neste domínio, os softwares de estúdio *on-line*, como o ResRocket (Moller, Henshall et al. 1994) e o eJamming (Nelson 2005), mostrado na figura seguinte.



Figura 7. Interface principal do Ejamming *on-line* studio.

### 2.4.2.3 Sistemas de Performance Musical Remota

São sistemas de comunicação síncrona, nos quais seus usuários remotamente localizados, participam de performances musicais ao vivo e em tempo real com o propósito de realizar concertos em lugares públicos onde pode haver interações remotas e locais. Podem envolver o acoplamento de instrumentos reais a dispositivos virtuais em uma rede colaborativa e eventualmente promover a tele-presença de um ou mais performistas. No entanto, as interações em tempo real neste tipo de sistema sofrem restrições devido à latência presente nas redes de computadores, principalmente quando o tráfego de informações tem que percorrer uma grande distância física (Sarkar 2006).

### 2.4.2.4 Ambientes Sônicos Compartilhados

Provenientes dos Ambientes Virtuais Compartilhados, que criam um espaço compartilhado em meio a uma rede de computadores, dos quais usuários podem perceber um certo grau de imersão e flexibilidade (Hagsand 1996; Singhal 1999), os Ambientes Sônicos Compartilhados são sistemas que buscam tomar proveito do poder de comunicação de Internet para disponibilizar mecanismos síncronos destinados ao

trabalho musical colaborativo. Através deles, é possível estabelecer canais de percepção, cognição e comunicação (Fuks, Raposo et al. 2003).

Estes sistemas trazem um ambiente onde seus usuários não precisam ter conhecimento musical prévio. Normalmente, a composição sonora é realizada através da manipulação de objetos abstratos que de maneira artística, representam os sons. Além disso, caracterizam-se por serem espaços *on-line* de improvisação coletiva onde geralmente um ou mais usuários estão conectados ao mesmo tempo. Como exemplo destes tipos de sistemas, podemos citar o Auracle (Ramakrishnan 2004), mostrado na figura abaixo, e ainda o Public Sound Objects (Barbosa and Kaltenbrunner 2002) e o WebDrum (Burk 2000) que serão estudados com mais detalhes nesta dissertação.

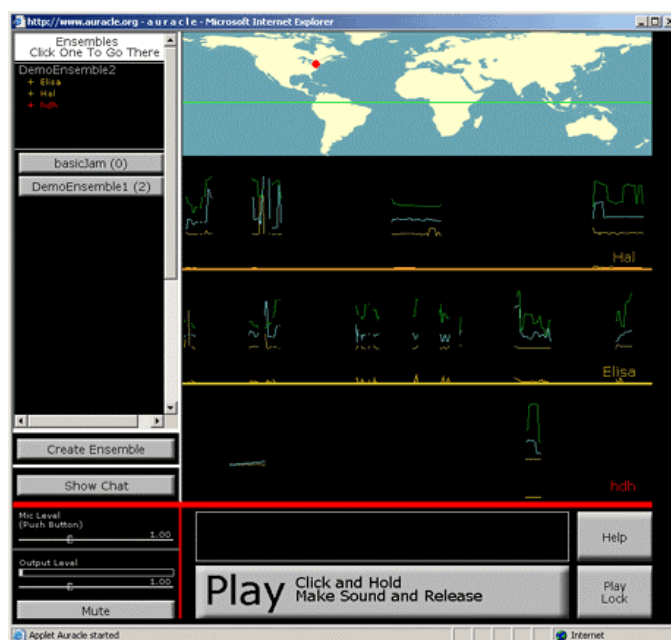


Figura 8. Tela principal do Ambiente Sônico Compartilhado, Auracle.

## 2.5 Conclusões

*“Several subtasks within joint editing are similar to tasks in computer conferencing and electronic mail... The common procedure today, using the rather limited electronic mail software utilities usually available today, is that one of the participants holds a master copy of the document.”*

(Palme 1996)

Mesmo com o crescimento do número de grupos colaborativos na Internet e os mecanismos utilizados por estes para promover interações entre seus membros terem se diversificado consideravelmente, o processo de trabalho colaborativo normalmente se adapta às necessidades do coletivo. As palavras de Palme, acima, mostram a tendência da utilização dos e-mails como forma de manter a produção de um grupo na Internet em torno de trocas de mensagens assíncronas. Apesar de se referir ao processo colaborativo de edição de documentos eletrônicos, esta idéia parece se estender à maior parte dos processos interativos realizados por pessoas que trabalham em conjunto na Internet nos dias de hoje.

A preferência de utilização dos e-mails como meio de comunicação e coordenação a fim de promover a cooperação, tem mostrado que em processos colaborativos na Internet, as pessoas tendem a escolher quase sempre os mecanismos assíncronos para troca de informações (Barbosa 2001). A principal razão para isso é o fato de que neste tipo de mecanismo de interação, as participações são realizadas ao tempo de cada usuário, não necessitando que as pessoas estejam conectadas ao mesmo tempo para tomar decisões ou refletir sobre um determinado assunto.

### 2.5.1 Problemas

Tomando como referência o grupo Re:Combo, percebemos que o processo de composição artística na Internet é realizado basicamente a partir de interações assíncronas, *off-line*, a salvo em tarefas de performance musical que eventualmente necessitem da comunicação síncrona para acontecer. A partir disso, podemos citar algumas características e suas consequências no modelo colaborativo adotado. Estas observações parecem ser oportunidades de melhoria que podem vir a facilitar a produção do grupo. Essas características são:

- Uso de e-mails - Eficaz, mas traz um gargalo de tempo na produção, já que a leitura dos mesmos é feita ao tempo de cada usuário. Não se garante que serão lidos ou se há tempo.
- Moderação do resultado final - Geralmente feito por um único ou poucos membros que acabam expressando sua visão mais do que a da maioria do grupo. É feito de forma isolada e muitas vezes os demais vêm a opinar apenas quando o artefato está pronto.
- Troca de arquivos - Comumente são trafegados arquivos de grande tamanho, o que dificulta suas manipulações em rede, desestimulando o processo cooperativo. Em muitos casos, uma pequena modificação do artefato requer a atualização da obra como um todo.
- Uso de bate-papos *on-line* – Ferramentas de mensagens instantâneas são também utilizadas como canal de troca de informações entre os membros. No entanto, o uso deste mecanismo não abrange todo o grupo e, por isso, sua influência no processo é mínima.



### 2.5.2 Requisitos

Para ampliar a forma com que o modelo colaborativo em questão é realizado, a fim de proporcionar maior produtividade, é sugerido o acoplamento de mecanismos síncronos e assíncronos (Preguica, Martins et al. 2005). Desta maneira, aproveita-se da tendência do uso de mecanismos assíncronos sem que se deixem de lado as facilidades que as interações síncronas trazem a um sistema colaborativo. Neste intuito, Preguiça enumera dois principais requisitos:

- Atualizações dos objetos compartilhados em diferentes granularidades – a granularidade de dados deve ser menor em mecanismos síncronos que em assíncronos;
- Diferentes técnicas de reconciliação e percepção – diferentemente dos sistemas assíncronos, os síncronos devem mostrar resultados imediatos, no entanto, ambos devem manter a consistência em atualizações concorrentes.

Adicionalmente, dando importância aos artefatos envolvidos em uma produção colaborativa, considerando o compartilhamento e a modificação dos mesmos por usuários diferentes ao mesmo tempo, seja de modo síncrono ou assíncrono, um sistema deve dar suporte a mesclagem dessas modificações a fim de produzir um artefato único. Este processo de unificação torna-se mais fácil quando estes artefatos modificados estão particionados (Palme 1996).

Por fim, levamos em conta estudos realizados por Brooke (Brooke 1993) onde o autor faz considerações sobre as características e modelos presentes em um sistema colaborativo observando o modelo de dados, de comunicação e de interface. Estas considerações levam Brooke a sugerir uma série de requisitos para este tipo de sistema. Estes requisitos, de uma maneira geral, são:

- Facilitar a cooperação, promovendo praticas produtivas ao trabalho colaborativo;
- Permitir acesso a dados, independente da localização dos usuários;

- Recuperar dados armazenados, adicionando uma base de informações consistente;
- Gerenciar controle de acesso de artefatos compartilhados;
- Reconhecer, redefinir e disseminar mudanças no processo colaborativo para eventuais adaptações do mesmo;
- Permitir acoplamento de mecanismos menores para futuras extensões do sistema;
- Disseminar informações relacionadas à produção.

Nestes aspectos aqui relacionados como requisitos, seguiremos com esta dissertação analisando os principais projetos encontrados na área.

### **3 Ferramentas e Aplicações de Composição Musical Colaborativa**

Neste capítulo, serão descritas algumas das ferramentas mais relevantes para a realização deste trabalho. Neste processo descritivo, tentaremos enumerar seus pontos fracos e fortes considerando modelos de comunicação, cooperação e coordenação. Ao final, faremos um quadro comparativo considerando os requisitos até aqui levantados para o desenvolvimento de um sistema colaborativo de composição musical.

#### **3.1 *Sistemas Existentes***

A seguir, apresentaremos alguns dos sistemas encontrados da literatura mostrando suas principais contribuições a fim de identificarmos suas abordagens em relação aos requisitos descritos na seção anterior e que valerão como base para o desenvolvimento do objeto desta pesquisa.

##### **3.1.1 WEBDrum**

No final da década de 90, Philip Burk idealizou um projeto de servidor WEB a fim de permitir que usuários interagissem em conjunto para execução de músicas. Este servidor, chamado de TransJam (Burk 2000) foi projetado para dar suporte não apenas a aplicações musicais, mas a qualquer tipo de aplicação colaborativa com suporte multimídia que implementasse o seu protocolo de troca de mensagens.

O WebDrum (Burk 2000), por sua vez, foi desenvolvido para testar as capacidades do servidor TransJam. Esta aplicação, codificada como um Java Applet (Sun 2007), é basicamente um software musical seqüenciador de padrões de bateria que utiliza a Internet para conectar-se ao TransJam e promover interações entre seus usuários. Na

figura abaixo podemos observar a tela principal do WebDrum que mostra seus canais e compassos de áudio utilizados para composição e execução das músicas.



Figura 9. Tela principal do WebDrum.

As ações de marcar e desmarcar unidades de compasso e outras mudanças pertinentes aos canais, como volume, tipo de áudio e efeitos, são percebidas pelos demais usuários a medida em que vão sendo realizadas. Deste modo, o sistema tenta tratar cada canal como um objeto compartilhado do ambiente, no entanto, a maior parte deste tratamento é realizada pelo lado servidor.

### 3.1.1.1 O Servidor TransJam e Espaço Compartilhado

Além de um protocolo adaptável que permite que usuários conectem-se a uma sessão em um mesmo servidor na Internet e troquem informações especificadas pela aplicação do cliente, o TransJam possui um mecanismo de manipulação de objetos compartilhados que facilita o tratamento das interações entre usuários de um espaço em comum.

Este mecanismo possibilita que objetos possam ser reservados para um único usuário a fim de que as alterações feitas por ele não sejam perdidas caso um outro usuário venha querendo modificá-lo ao mesmo tempo. Desta maneira, o servidor TransJam permite que um cliente conectado obtenha uma representação compartilhada consistente dos artefatos que podem ser modificados mutuamente.

Contudo, o TransJam, mantém o controle desses objetos em uma área reservada de seu ambiente de execução, ou seja, todo o status desses artefatos é mantido em memória volátil e persiste até que a aplicação não esteja mais referenciando tais objetos.

### 3.1.1.2 O Ambiente Colaborativo do WebDrum

Ferramentas colaborativas como o WebDrum, de improvisação musical, têm como principal característica a propagação das mudanças realizadas pelos seus usuários por meio do envio dessas informações a todos os demais conectados ao espaço virtual compartilhado (Bryan-Kinns, Healey et al. 2003). Para isso, o WebDrum conecta-se ao TransJam criando salas virtuais onde seus usuários trocam informações de controle musical e usam bate-papos *on-line* como meio de comunicação e troca de idéias. Podemos ver na figura abaixo uma dessas salas virtuais criada para uma sessão de improvisação.



Figura 10. Comunicação entre os usuário no WebDrum.

Durante estas sessões, a troca de informações musicais limita-se a fluxos de controle, parecidos com MIDI. Isto se deve, segundo o autor, porque a execução de áudio através de aplicações na Internet traz problemas de fidelidade na reprodução de som, já que esta tarefa está limitada aos browsers e suas capacidades de produzir e executar os mesmos. Para contornar este problema, o WebDrum utiliza a JSyn (Burk 1998), uma API desenvolvida em Java (Sun 2007) que sintetiza sons na máquina do cliente, eliminando a necessidade do tráfego de uma grande quantidade de dados pela rede.

### **3.1.2 JamSpace**

Mais recentemente, alguns esforços têm sido feito para o desenvolvimento de ferramentas de composição musical colaborativa direcionadas às pessoas leigas ou de pouco conhecimento musical. Isto difere da maioria dos sistemas que são geralmente produzidos pelos próprios músicos, ou designados para músicos experientes (Barbosa 2003).

O JamSpace (Gurevich 2006) segue esta linha e carrega requisitos de implementação para que usuários casuais e com pouca ou nenhuma experiência musical possam usá-lo. Para isso, JamSpace oferece um ambiente de performance rítmica em tempo real que, além de manter a privacidade e anonimato das as interações entre usuários, faz uso de um espaço compartilhado flexível e configurável.

O JamSpace também possibilita a utilização de um mecanismo de interface de interação tangível para controle musical. Trata-se de uma superfície provida de botões sensíveis à pressão que em sua disposição, tentam representar os compassos e trilhas que compõem uma musica. Estes botões quando pressionados, disparam sons percursivos ou notas musicais associadas a um instrumento configurado através da interface gráfica do sistema.

### **3.1.2.1 Interações do JamSpace**

Seu ambiente trata as interações musicais entre seus usuários por meio da manipulação de faixas musicais que estão dispostas ao usuário através de sua interface gráfica e da disponibilidade das mesmas em servidor próprio. A princípio, o usuário do JamSpace tem a liberdade de modificar em seu software cliente uma dessas faixas que é apenas visível localmente. Eventualmente, o usuário pode enviá-la aos demais, submetendo a um conjunto de faixas compartilhadas, onde se torna visível a todas as pessoas presentes naquela sessão. A partir daí, esta faixa é executada juntamente com outras faixas provenientes da colaboração de outros usuários, por tanto, produzindo uma obra musical coletiva.

Contudo, as faixas submetidas pelos usuários são executadas apenas por um determinado período de tempo, após o término desse período, podem voltar a ser executadas desde que passem por um mecanismo de votação. Este mecanismo de votação também é utilizado para a modificação do tempo da obra coletiva. Nestes casos, o gerenciamento das faixas a serem tocadas e do tempo no qual os trechos musicais deverão ser executados é realizado por seu servidor.

A figura a seguir, mostra a interface gráfica do JamSpace e os comentários do autor sobre seus diversos elementos e suas funcionalidades.

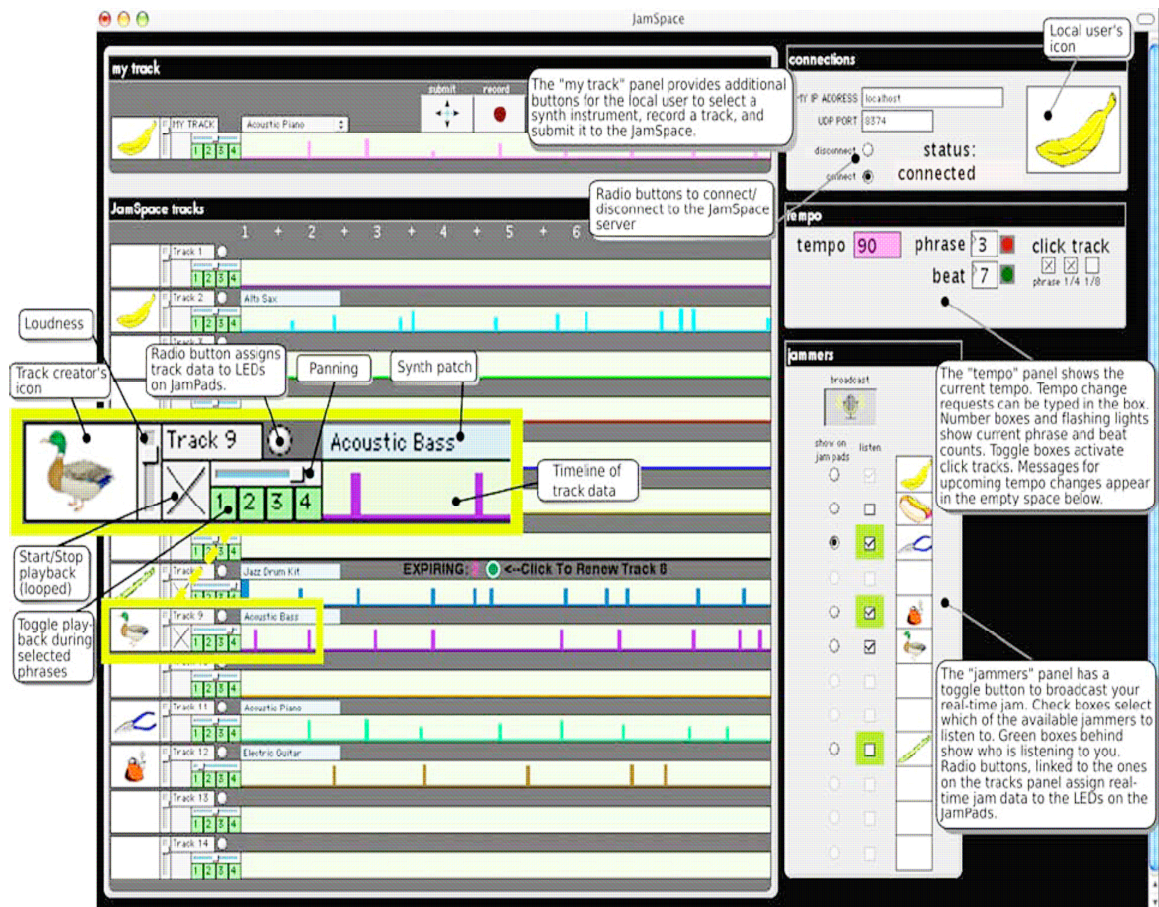
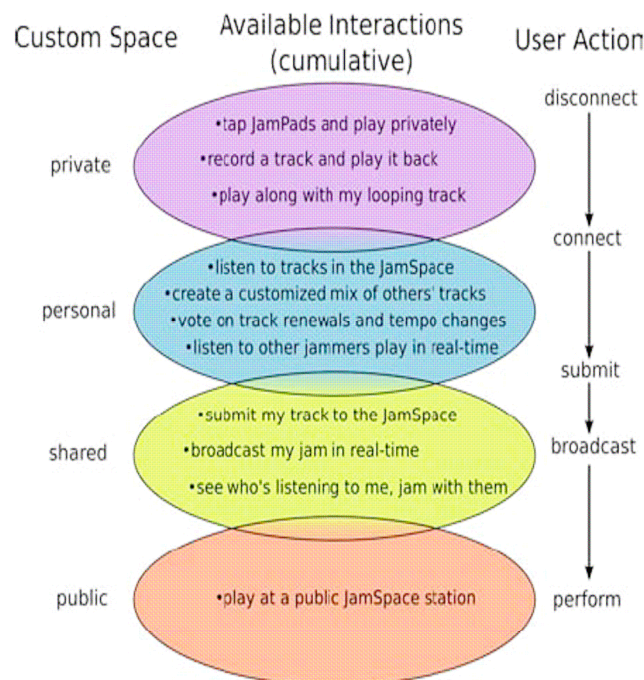


Figura 11. JamSpace e comentários do autor (Gurevich 2006).

### 3.1.2.2 Espaços Virtuais e Interações no JamSpace

A flexibilidade em seus módulos de interface e de seus modelos de interação permitem que seus usuários possam utilizá-lo de acordo com níveis de interatividade espacial (Jeffrey and Mark 1998). A figura abaixo mostra a relação das interações de usuários e seus níveis que podem se caracterizar como privado, pessoal, compartilhado e público.





**Figura 12. Conceitos de espaços de usuário e Interações no JamSpace**

Num contexto de espaço privado, onde nenhuma forma de interação entre usuários acontece, o usuário pode utilizar o JamSpace em modo *off-line*, sem nenhuma conexão com servidores remotos que possibilite a troca de informações entre o ambiente local e o externo. Já para num espaço pessoal, o ambiente experimentado pelo usuário toma forma de acordo com cada indivíduo. Neste caso, o sistema permite que um usuário esteja ciente da presença de outros usuários presentes no sistema e possa receber e visualizar artefatos provenientes de outras pessoas, mas sem interagir diretamente ou compartilhar seus artefatos com os demais.

Espaços compartilhados vem à tona quando o usuário participa de sessões de composição ou de *jamming* em tempo real, enviando e recebendo informações dos outros usuários. Neste mesmo cenário, pode surgir o conceito de espaço público onde um ambiente local que normalmente se caracteriza como um ambiente individual compartilhado, passa a ser utilizados por diversas pessoas. Geralmente este tipo de interação acontece quando sistemas como este ficam expostos publicamente em lugares físicos reais, e eventualmente permitindo que transeuntes utilizem uma mesma máquina conectada à rede de comunicação do sistema.

### 3.1.3 FMOL – F@UST MUSIC ON-LINE

Desenvolvido para permitir que *ciber*-compositores pudessem participar na criação de músicas para uma peça teatral do grupo catalão La Fura, o FMOL (Jorda 1999) foi criado nos princípios de que seus usuários pudessem conceber *música* em tempo real através da Internet e de forma colaborativa. Para isso, foi idealizada uma ferramenta que fosse interessante para o público leigo ou com pouca experiência musical, e que ao mesmo tempo apresentasse complexidade suficiente para garantir que a produção musical fosse variada e de qualidade.

O FMOL, produzido nos modelos de software livre, também é munido de síntese de áudio interativa e em tempo real. Em sua concepção, a ferramenta possibilita a composição de músicas em tempo real, trabalhando com a síntese sonora através da manipulação direta dos sons e não apenas de seus parâmetros estruturais.

#### 3.1.3.1 Criação de músicas

*“Mice (and joysticks to a minor extent) have another important quality: they are universally available, which is not a minor feature when considering the design of popular and ‘‘democratic’’ new music interfaces. For that reason, FMOL is also a mouse-driven musical instrument (which allows simultaneous multiparametric control).”*

(Jorda 2002)

A criação de músicas no FMOL foi idealizada para ser uma tarefa simples de ser realizada, por isso, as ações dos usuários são feitas principalmente através de uma interface gráfica controlada inteiramente por um mouse. Para atingir o objetivo de prover

ao usuário controle de sua camada de síntese de áudio, seu design gráfico e suas funcionalidades refletem quase que totalmente os mecanismos de controle de parâmetros presentes em seu sintetizador sonoro.

A tela principal de edição de músicas do FMOL, mostrada na figura abaixo, é caracterizada pela disposição de uma grade de linhas verticais e horizontais que funcionam como dispositivo de entrada e saída. Esta entrada de dados é feita através da manipulação dessas linhas pelo mouse, de modo a representar parâmetros de controle da síntese sonora. Já a saída é dada pela disposição e comportamento dessas linhas que refletem as respostas auditivas do sistema através do desenho da onda de som gerada.

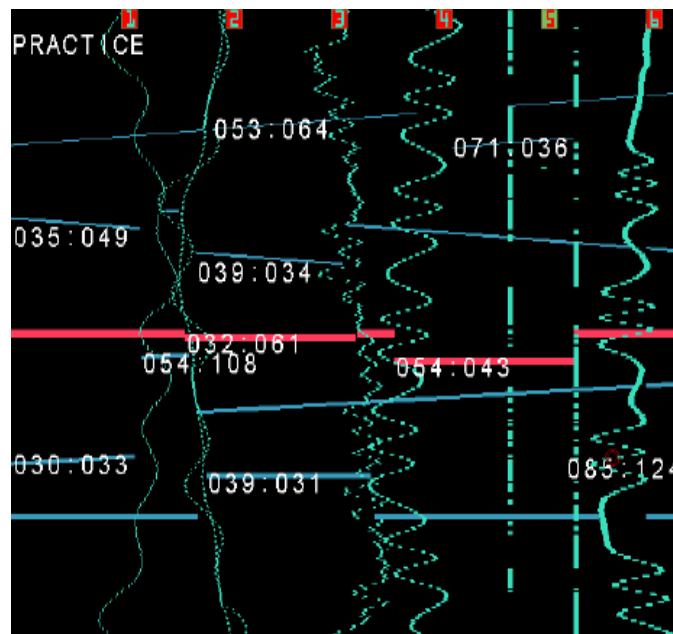


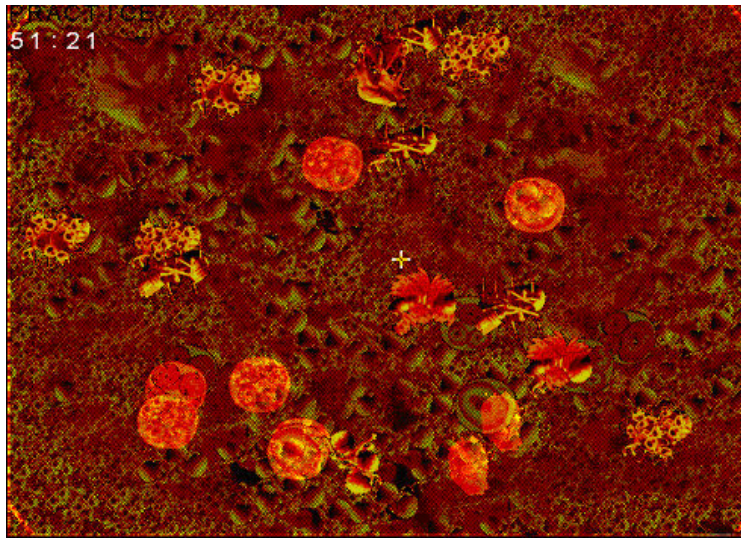
Figura 13. Tela principal de edição de músicas no FMOL

As linhas da interface de edição do FMOL tentam representar a atividade temporal e intensidade da peça musical. Com isso, o usuário pode perceber e sentir a obra musical em tempo real enquanto ela está sendo reproduzida.

A reprodução e gravação das peças musicais são restringidas pelo FMOL enquanto o usuário improvisa uma obra. Isto se deve porque o FMOL é caracterizado como um instrumento musical que somente pode ser utilizado em tempo real, e,

conceitualmente, não pode realizar tarefas como edição de performances ou disparo de seqüências pré-gravadas.

Uma outra forma de elaboração musical é dada através da utilização de uma interface gráfica mais abstrata, a Medusa. A criação de músicas nesta interface também está atrelada ao uso do mouse e seus movimentos. Abaixo, podemos observar a interface Medusa sendo utilizada para a elaboração de uma peça musical.



**Figura 14. Interface Medusa do FMOL.**

Na interface Medusa, são considerados os dados de posição, trajetória, velocidade e aceleração do mouse para extração dos parâmetros necessários para geração de som. Devido à dificuldade de controle desta interface (Jorda 1999), o resultado torna-se imprevisível quanto à produção musical, e além disso, sua resposta visual não retrata com exatidão a síntese sonora.

### **3.1.3.2 Colaboração no FMOL**

O que caracteriza as interações dos usuários do FMOL em seu processo colaborativo é o fato de que se trata de um sistema onde a produção se dá em tempo real através da troca de mensagens síncronas. No entanto, seus usuários também podem

colaborar de modo assíncrono por meio do acesso a um banco de dados relacional, presente em um servidor na Internet, onde as composições feitas pelos usuários podem ser persistidas para uso posterior. A figura abaixo mostra uma das telas do FMOL, onde se pode observar uma lista de obras persistidas neste banco de dados.

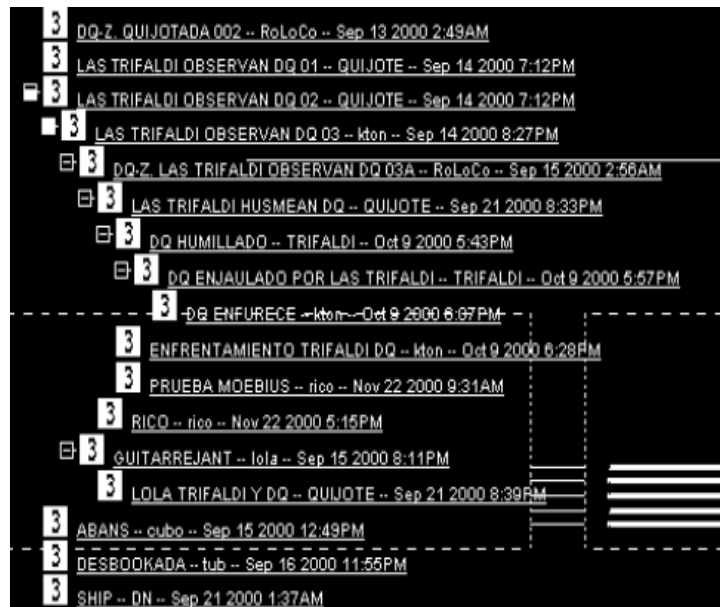


Figura 15. Hierarquia e autoria de composições no FMOL.

Os dados do registro desta nova versão permitem a representação das obras em um modelo hierárquico que mostra a descendência das músicas. No registro das músicas, além de dados respectivos aos parâmetros de execução da música, são guardadas informações sobre autoria e versionamento afim de que se mantenha um histórico completo de suas obras. Com isso, vários autores podem colaborar na mesma peça musical escolhendo uma obra existente, ouvindo-a, modificando-a e salvando-a como uma nova versão.

### 3.1.4 Public Sound Objects

O *Public Sound Objects* (Barbosa and Kaltenbrunner 2002) é um ambiente virtual colaborativo focado em arte sônica e criação musical que tem o objetivo de permitir que pessoas possam participar de performances musicais coletivas onde todos podem optar em participar como um usuário performista ou apenas como um membro da audiência.

Sua concepção releva a criação musical por uma comunidade que pode ser formada por pessoas que estejam em um mesmo local ou em localizações físicas diferentes. Para isso, este projeto permite que interações realizadas em suas interfaces de usuário tenham um resultado percebido em tempo real por todos os demais usuários que estejam conectados em um servidor disposto na Internet em um determinado instante.

Neste contexto, podemos enumerar algumas das suas principais características :

- Eventos musicais são visualizados pela audiência local e pela audiência virtual, permitindo a contribuição destes dois grupos na geração de uma única obra.
- O sistema permite organizar e restringir o resultado artístico sonoro de pessoas conectadas com o intuito de manter certo grau de coerência e harmonia na obra coletiva.

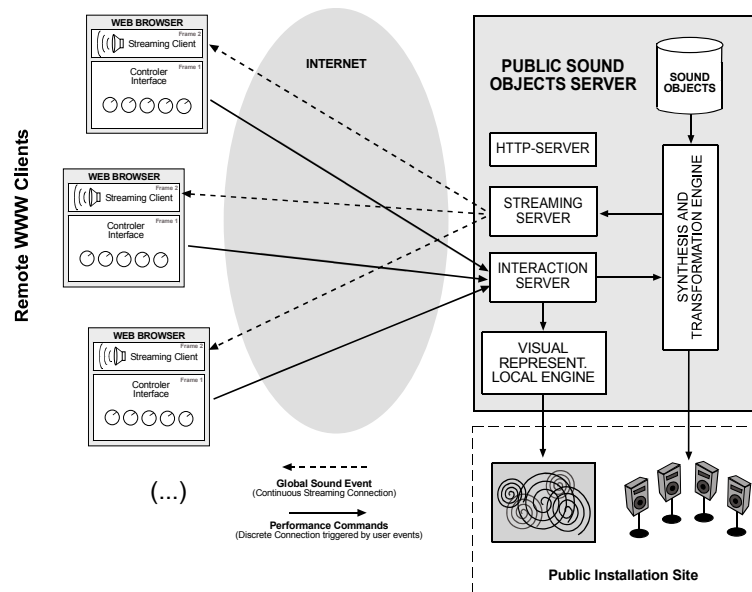


Figura 16. Arquitetura do PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002).

A figura anterior mostra, de forma geral, a arquitetura do Public Sound Objects. Este modelo arquitetônico contempla seu modo de execução remoto requerendo que clientes estejam conectados a um único servidor que, por sua vez, gera o resultado áudio visual de todos os usuários que possam estar interagindo naquele momento.

Um outro ponto interessante do *Public Sound Objects* é que se caracteriza como um sistema direcionado as performances com audiência ao vivo, virtual ou não, que não necessariamente requerem a especificação de início e fim temporais de sua execução. Neste caso, a participação de seus usuários pode ser realizada a qualquer tempo definido por cada usuário em particular. Por tanto, sua arquitetura dá suporte a uma conexão permanente onde usuários entram e saem de seu ambiente de conexão, sem parar a execução de uma obra em andamento.

#### 3.1.4.1 Sound Object

“...any sound phenomenon or event perceived as a coherent whole... regardless of its source or meaning.”

(Chion 1983)

Este projeto traz consigo a metáfora de *Sound Object* (do inglês “objeto de som”) como um elemento que faz parte do processo da criação musical. Este termo, introduzido por Schaeffer (Schaeffer 1966) e posteriormente esclarecido por Chion em sua frase acima que diz que *Sound Object* é qualquer fenômeno ou evento sonoro percebido como algo coerente e independente de sua fonte ou significado.

No contexto do *Public Sound Objects*, esta definição se atrela principalmente ao modo com que o autor representa o artefato sonoro para o tráfego em rede e sua visualização na interface. Tais representações são de parâmetros de síntese sonora semelhantes ao do formato MIDI e de valor simbólico visual, como uma figura ou imagem.

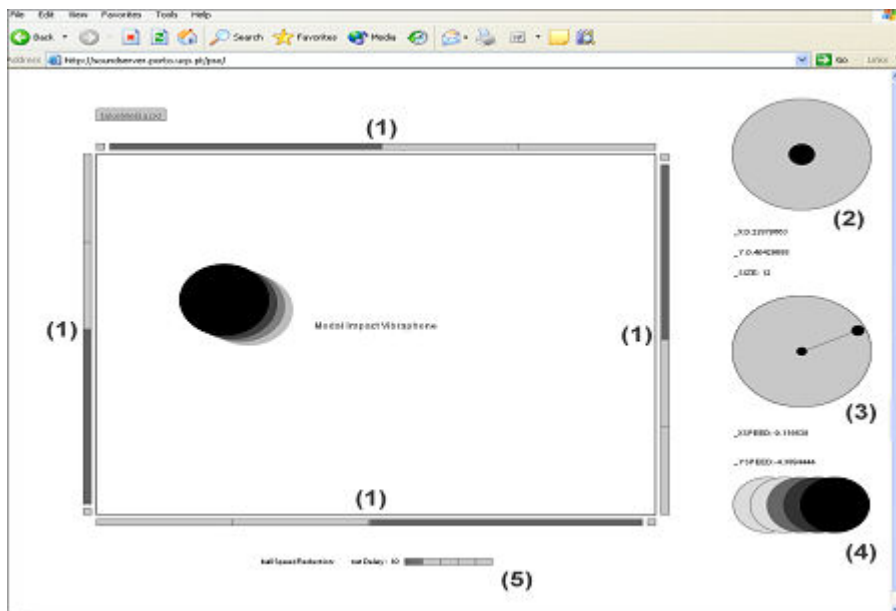


Figura 17. Protótipo desenvolvido como prova de conceito do PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002).

Em seu protótipo, mostrado na figura acima, os usuários do *Public Sound Objects* utilizam uma interface que representa de modo abstrato os sons e seus parâmetros de síntese através da manipulação do tamanho, velocidade e direção de uma bola que se desloca ao longo de um espaço limitado por um retângulo. Este modo de visualização e manipulação reforça a idéia dos *Sound Objects* no que diz respeito ao fato de que apesar de existir um mapeamento entre os parâmetros de controle e síntese de áudio no servidor, isso não é feito de modo direto. Neste exemplo, o evento sonoro é disparado quando uma bola bate nas paredes do retângulo, que conseqüentemente aciona o respectivo *Sound Object* no servidor.

### 3.1.4.2 Interações no Public Sound Objects

Seus usuários podem interagir de dois modos quando conectados no sistema.

O primeiro deles, acontece quando usuários utilizam computadores distintos, em locais diferentes. Desta maneira, um usuário não pode interagir diretamente com os demais, limitando-se a apenas ouvir o resultado da síntese sonora de todos usuários



conectados e a enviar parâmetros para que os outros também possam perceber a sua criação musical.

Já o segundo modo refere-se à maneira com que os seus usuários interagem criando uma peça musical utilizando-se de um mesmo computador ou de computadores distintos, porém, em um mesmo local. Assim, além da comunicação verbal entre as pessoas, os usuários podem ouvir e ver o resultado de sua colaboração em uma única fonte. Este tipo de interação ocorre, por exemplo, em instalações físicas com o sistema em exposição, como pode ser visto na figura abaixo:

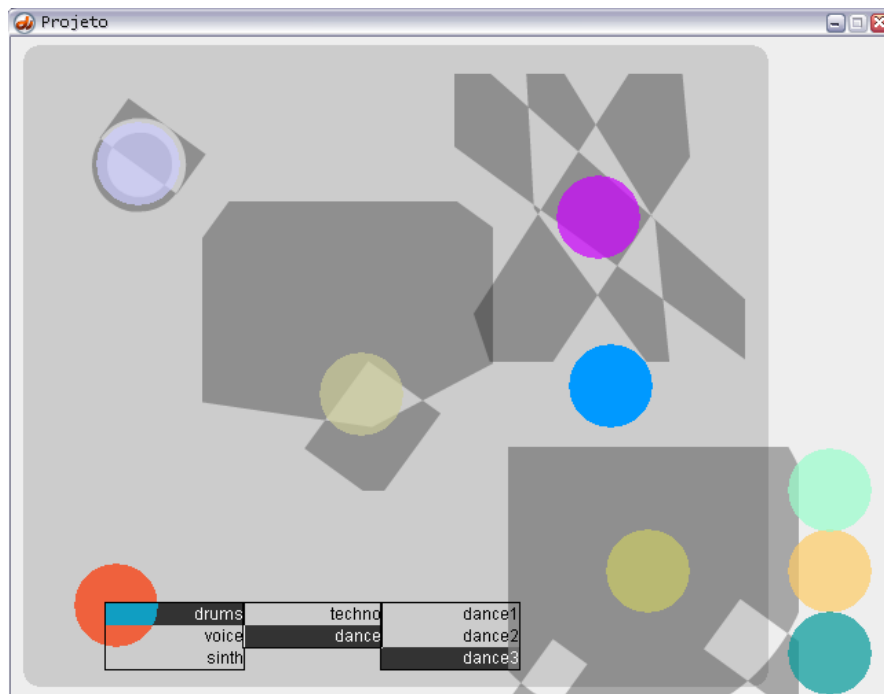


Figura 18. Instalação física do PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002).

### 3.1.5 SpotSounds

Em virtude da realização da disciplina de Computação Musical do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, o autor desta dissertação desenvolveu um sistema de composição colaborativa para a WEB denominado SpotSounds. A abordagem adotada por ele, baseia-se na idéia proposta pelo Audiopad (Patten 2002), onde toda a manipulação musical é realizada sobre objetos físicos dispostos em uma mesa especial (Patten 2001). No entanto, neste projeto, foram

utilizados elementos gráficos desenhados na tela sobre uma mesa virtual, como podemos visualizar na figura abaixo.



**Figura 19. Interface principal do SpotSounds**

Cada objeto circular representa o som que toca na saída do sistema. A tradução desses objetos em elementos auditivos assemelha-se à idéia de *Sound Object*, utilizado pelo PSO (Barbosa and Kaltenbrunner 2002). Por meio de suas disposições sobre a mesa e com relação a um objeto especial que representa o microfone (na figura, em azul), estes objetos interagem entre si gerando uma única música.

Há também uma resposta visual do que está sendo tocado em cada um dos objetos. Esta resposta visual representa a intensidade do volume relativo àquele áudio mostrando elementos gráficos dinâmicos em volta do objeto. Nesses objetos, é permitido ao usuário que se troque o seu áudio correspondente por meio de um menu categorizado que utiliza arquivos de sons pré-gravados. Tarefas adicionais como adição e remoção desses objetos sobre a mesa, também são possíveis.

### 3.1.5.1 Interações no SpotSounds

O sistema se trata de um ambiente de performance musical que pode ser utilizado em modos *on-line* e *off-line*. Para interagirem em modo *on-line*, seus usuários conectam-se a um servidor próprio que permite que as ações realizadas nos objetos da mesa virtual sejam percebidas pelos demais de forma síncrona. Nestas interações não há nenhum tipo de restrição quanto ao compartilhamento desses objetos, permitindo que dois ou mais usuários manipulem um mesmo objeto ao mesmo tempo.

Não há mecanismos de comunicação entre os usuários, no entanto, um canal desta natureza se abre quando seu ambiente com vários usuários clientes é montado em uma rede em mesmo local, onde seriam possíveis a comunicação verbal e a percepção conjunta da saída áudio-visual do sistema.

Como não há meios de gravação de uma sessão de improvisação musical no SpotSounds que possam gerar informações para utilização posterior das obras por outros usuários, a sua utilização em modo *off-line* limita o usuário às performances locais. Desta forma, não se pode interagir com outros usuários, com exceção daqueles que compartilham um mesmo computador para utilizar o sistema.

### 3.1.6 Radio ReCombo

Durante o ano de 2003, um grupo de artistas cibernéticos conhecido como Re:Combo (Re:Combo 2007), visto com mais detalhes na seção 2.2 desta dissertação, propôs uma apresentação musical ao vivo para demonstrar sua visão de extinção das leis de propriedade intelectual que incidem sobre a composição e execução musical. Este evento, aparado pela criação de música e software livres, foi idealizado para ser executado não apenas com a intervenção do público local, mas também de pessoas conectadas a Internet.

Para isso, o autor desta dissertação criou o Radio Re:Combo (Rolim 2006), um sistema de colaboração e composição artística musical para performances ao vivo, que

pode ser usado através da Internet por diversos tipos de usuários com diferentes níveis de conhecimentos musicais. A figura abaixo mostra a tela principal do sistema. Nela, o usuário pode interagir com outros usuários conectados e fazer a edição de seqüências musicais. Eventualmente, pode salvar suas composições em seu próprio computador ou enviá-las a aos demais conectados a um servidor próprio.

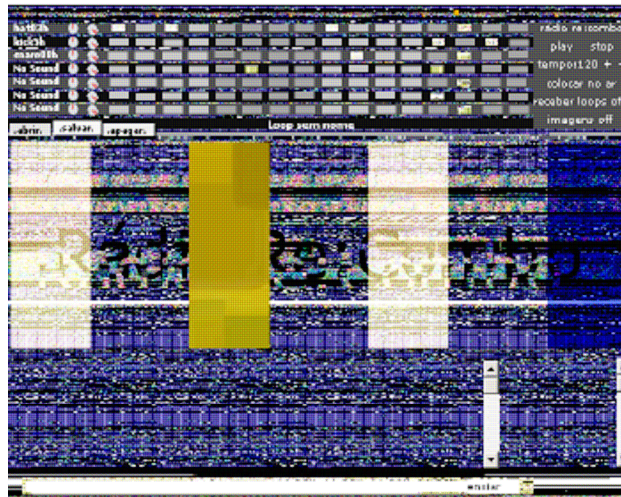


Figura 20. Tela principal do sistema Radio Re:Combo.

Seguindo a mesma linha do WebDrum (Burk 2000), o sistema Radio Re:Combo foi desenvolvido em tecnologia presente nos browsers de Internet, onde se faz acessível toda a sua interface de interação musical em um software cliente. Além disso, o Radio Re:Combo carrega o estilo de interação de composição musical através do seqüenciamento de áudio.

Diferentemente de sistemas como o WebDrum e de outros (Jorda and Aguilar 1998; Barbosa and Kaltenbrunner 2002), nenhuma síntese sonora é realizada em algum momento na utilização do sistema. No Radio Re:Combo, toda a fonte auditiva musical é proveniente de arquivos de áudio disponíveis e configurados no lado servidor e baixados sob demanda de uma requisição por parte de um cliente. Esta estratégia tenta diminuir o tráfego de dados na rede entre o cliente e o servidor suprimindo qualquer tipo de *streamming*. Desta forma, uma vez que o arquivo de áudio é baixado, não há necessidade

de recebimento de outros dados além dos de disparos de execução desses arquivos provenientes de outros clientes usuários.

### 3.1.6.1 Interações no Radio Re:Combo

Os usuários do Radio Re:Combo interagem entre si através de ferramentas colaborativas presentes em sua interface. Nela estão presentes mecanismos de bate papo e lista de usuários *on-line*, comumente presentes em aplicações que têm a necessidade de promover um nível básico de comunicação, coordenação e cooperação entre os seus usuários.

Apesar da maneira síncrona de interação do bate-papo *on-line* e visualização da lista de usuários conectados, o modo com que os usuários do Radio Re:Combo colaboram com o processo de criação artística musical é assíncrono. A figura abaixo mostra um modelo de execução de tarefas no Radio Re:Combo dado o seu mecanismo de execução e composição de seqüências de músicas locais e trechos musicais recebidos através da Internet.

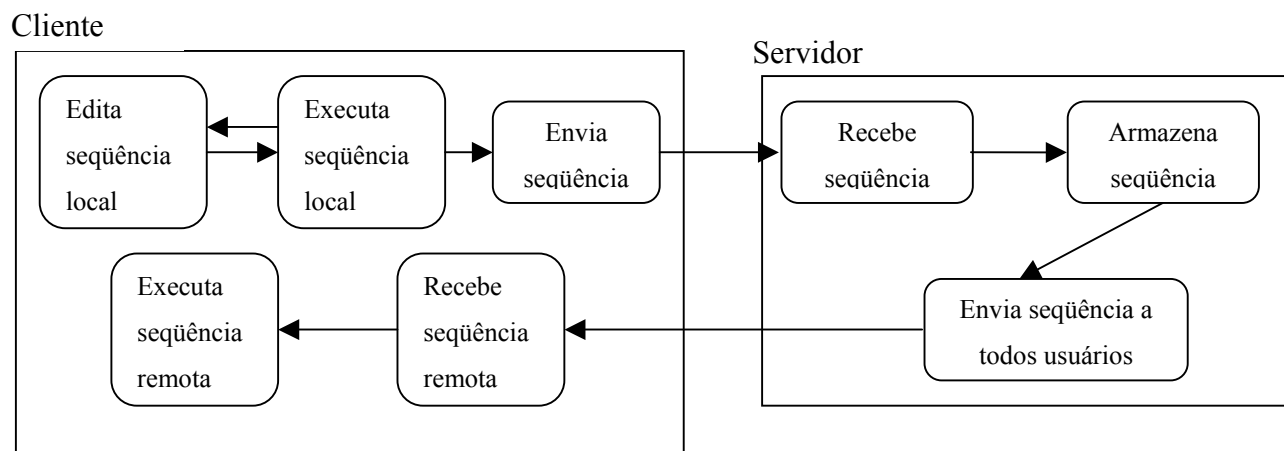


Figura 21. Tarefas executadas no sistema do Radio Re:Combo.

Quando conectado, um usuário pode perceber as composições de outros usuários à medida que estes enviam seus trechos musicais a rede. No entanto, quando são

recebidos trechos de outros usuários, há uma interferência na execução e composição local, pois as seqüências recebidas são executadas na medida em que chegam, interrompendo o processo local em execução. O papel do servidor, neste caso, limita-se a receber informações de seqüências e *chats* e as enviar a todos os demais conectados.

### 3.2 Conclusões

Neste capítulo foram mostrados sistemas que abrangem diferentes conceitos da composição colaborativa e que abordam soluções diferentes para um domínio em específico, seja ele objetivando à realização de performances artísticas ao vivo em tempo real ou adicionando componentes de interações assíncronas, *off-line*, para que haja possibilidade de modificações posteriores da obra como um todo.

Tendo isto em vista, parte desta pesquisa se deu pela análise e comparação dos diferentes sistemas em meio as suas interfaces gráficas e modelo colaborativo. A tabela seguinte mostra de forma resumida as características desses sistemas coletivos:

	Sincronização	Apoio à atividade musical	Representação dos sons	Canal de cooperação
WEBDrum	Síncrono	Execução	Trilhas com marcação de células de compasso	Bate-papo
JamSpace	Síncrono e assíncrono	Composição/Execução	Trilhas com marcação de células de compasso	Sistema de votação
PSO	Síncrono	Execução	Manipulação de objetos metafóricos	Não há
FMOL	Síncrono e assíncrono	Composição/Execução	Manipulação de linhas de controle	Fórum (não faz parte do sistema)
SpotSounds	Síncrono	Execução	Manipulação de objetos metafóricos	Não há
Radio Re:Combo	Assíncrono	Composição/Execução	Trilhas com marcação de células de compasso	Bate-papo

Tabela 1. Características dos sistemas colaborativos apresentados.

Percebemos a forte tendência desses sistemas de prover um ambiente de interações síncronas, no entanto, alguns esforços vistos do Radio Re:Combo e FMOL, apresentam ainda maneiras possíveis de realização de um trabalho colaborativo de forma assíncrona. Desta forma, o sistema parece promover a produção da obra de forma contínua, sem a dependência de sessões de conexão dos usuários. Isto acaba facilitando o desenvolvimento de tarefas de composição, pois a persistência de instâncias da obra ajuda a realizar futuras edições na obra. Edições estas que podem ser feitas até mesmo por outros usuários que não sejam seu autor original.

Quanto à manipulação das músicas no que se refere à sua edição e composição, é verificada a tendência em se utilizar uma interface de sequência musical que permite o usuário construir a música marcando ou desmarcando células que representam as batidas de seu compasso. No entanto, esta manipulação está presente de uma forma mais artística em sistemas de performance musical como o PSO, o FMOL e o SpotSounds. Isto sugere um atrativo ao público leigo que eventualmente pode vir a utilizar estes sistemas, além de ser mais um canal para expor idéias e significados através de imagens.

Já em relação aos mecanismos envolvidos diretamente nas tarefas de cooperação, em especial aqueles que promovem coordenação e comunicação, vê-se que não há uma linha muito bem definida. Têm-se ainda esforços no uso de bate-papo on-line, Radio Re:Combo e WEBDrum, e trocas de mensagens assíncronas, como visto no FMOL. Ressalta-se ainda um sistema de votação utilizado no JamSpace. Dessa forma, estes sistemas parecem dar preferência às interações que resultam na produção musical e tratam de forma secundária outros tipos de interações dos seus usuários.

Adicionalmente, estabelecendo um quadro comparativo mais detalhado desses sistemas com base em critérios extraídos dos requisitos citados no final do capítulo anterior, podemos observar o seguinte:

	Compartilhamento de objetos	Tráfego de dados	Interações assíncronas	Fragmentação das obras	Armazenamento de dados
WEBDrum	Compartilhamento de objetos em nível de servidor e interface gráfica, com gerenciamento	Tráfego de controle de áudio	Não há	Por meio de canais ou faixas da música	Não há
JamSpace	Compartilhamento de objetos em nível de servidor e interface gráfica, com gerenciamento através de votação	Tráfego de controle de áudio	Suporte a edição local <i>on-line</i>	Por meio de canais ou faixas da música	As obras persistem por tempo determinado
PSO	Objetos gráficos compartilhados sincronamente	<i>Streaming</i> de controle de áudio	Não há	Não há	Não há
FMOL	Objetos gráficos compartilhados sincronamente	<i>Streaming</i> de controle de áudio	Suporte a edição <i>off-line</i> com versionamento e hierarquização das obras	Não há	Armazenamento das obras de forma hierárquica.
SpotSounds	Objetos gráficos compartilhados sincronamente	Tráfego de controle de interface gráfica	Não há	Obra é a composição de arquivos disponíveis localmente	Não há
Radio Re:Combo	Não há	Tráfego de controle de interface gráfica e arquivos sob demanda	Edições <i>off-line</i> e local <i>on-line</i>	Por meio de seqüências de <i>loops</i>	Persistência das seqüências de <i>loop</i> em um servidor central

Tabela 2. Análise comparativa dos sistemas colaborativos apresentados.

Nesta comparação, destaca-se o uso compartilhado de objetos síncronos e assíncronos que trafegam na rede para promover a produção cooperativa. Neste aspecto, há uma tendência à geração de tráfego de dados de controle, seja para a produção dos sons ou manipulação de interface. Isto, alinhado à fragmentação das obras e ao suporte à colaboração assíncrona (persistência e versionamento), pode promover ao sistema maior performance e oportunidades de colaboração.



A partir disso, tentamos aproveitar as principais vantagens desses sistemas a fim de desenvolver o SpotRadio e solidificá-lo como um objeto de pesquisa validando-o como uma ferramenta que servirá como referência para futuras pesquisas na área. Para isso, levamos em conta a sistematização de um ambiente multimídia que dê suporte às necessidades identificadas anteriormente no capítulo 2 tendo como base as comparações realizadas com sistemas relevantes para este trabalho.

Tendo isto como meta, descreveremos na sequência o desenvolvimento do SpotRadio como proposta concreta das idéias até aqui apresentadas.

## 4 SpotRadio

Este capítulo apresenta o SpotRadio contextualizando um modelo de colaboração que aborda diferentes visões de interação, *on-line* e *off-line*, em um ambiente compartilhado com suporte a versionamento de artefatos e edições em tempo real.

### 4.1 Motivações e Objetivos

O projeto SpotRadio surgiu do interesse de criação de uma ferramenta que tentasse abordar alguns dos pontos de melhoria identificados no processo colaborativo musical na Internet, tais como atualização, distribuição de arquivos, modelo de comunicação e de interação entre os usuários.

A partir disso, como se pode ver no capítulo 3, foram observados os principais sistemas encontrados na área e ainda projetos anteriormente desenvolvidos pelo autor desta dissertação como base para idealizar novos e relevantes requisitos que poderiam estar presentes em um sistema colaborativo de composição musical. A escolha destes projetos deve-se ao sucesso de desenvolvimento e execução, além de possuírem características relevantes de mecanismo de composição de músicas e de colaboração entre os usuários.

O principal objetivo deste novo sistema é de criar uma ferramenta que possa ser utilizada por grupos na Internet que fazem uso de um processo colaborativo *ad hoc* de produção artística musical, podendo se estender a qualquer tipo de produção multimídia. Desta forma, esta ferramenta pode ser usada nos mais diversos domínios de trabalho colaborativo, seja de geração de documentos, elaboração de projetos gráficos, e ainda projetos de desenvolvimento de software.

## **4.2 Visão Geral do SpotRadio**

O SpotRadio é uma ferramenta destinada a composição musical colaborativa através da Internet. Este software permite que seus usuários interajam em tempo real e de forma ordenada dando suporte a um processo colaborativo de composição musical que parece ser bastante difundido em grupos como o Re:Combo.

O SpotRadio é idealizado como a composição de mecanismos que permitem a produção artística musical através de mecanismos síncronos, *on-line*, e assíncronos, *off-line*.

Para as interações síncronas, o SpotRadio apresenta um mecanismo de troca de informações em tempo real. Esta troca informações se dá pela eventual presença de usuários conectados a um ambiente de edição compartilhado que utiliza um seqüenciador musical onde usuários podem organizar seus arquivos de áudio de forma a compor uma música em uma linha de tempo. Desta maneira, diferentemente do que acontece em um processo basicamente assíncrono, o resultado da obra pode ser sabido antes mesmo do grupo fechar uma versão estável da música, já que o produto de cada modificação é percebido em tempo real durante aquela sessão.

Dando importância as interações assíncronas, ele conta com um mecanismo de atualização de obras multimídia que permite que os usuários interajam sem que seja necessário estarem conectados ao mesmo tempo. Assim, o usuário pode manter seu projeto atualizado com as versões mais recentes do grupo e modificá-lo em máquina local. Conseqüentemente, o SpotRadio permite que a produção de obras se dê de forma contínua e não dependa de fatores como a indisponibilidade de tempo por parte de seus usuários para atenderem a uma sessão de composição.

### **4.3 Requisitos**

Com base em seus objetivos e de sua abordagem conceitual de promover colaboração por meio de mecanismos de interação síncrona e assíncrona, podemos chegar a uma definição mais sucinta dos requisitos iniciais deste projeto. São eles:

- [RI01] Criação de um mecanismo de interação em tempo real para a troca de informações e controle de interface entre os usuários;
- [RI02] Utilização de conceitos consolidados de ferramentas de troca de mensagens como e-mail e bate-papo;
- [RI03] Descentralização dos dados e informações relacionadas à obra coletiva, dando ao usuário a possibilidade de utilizar diversos repositórios de arquivos ao mesmo tempo;
- [RI04] Presença de um mecanismo de versionamento das obras, para que facilite o tráfego de informações dos dados e mantenha-se um pequeno histórico de modificações dos artefatos que compõem a obra como um todo.

A definição destes requisitos tem uma relação direta com os requisitos enumerados por Brooke (Brooke 1993) e Preguiça (Preguica, Martins et al. 2005) em seção anterior desta dissertação. Desta maneira podemos justificar suas definições a partir de um mapeamento entre estes requisitos e os estipulados para este projeto.

No SpotRadio, os mecanismos de interação em tempo real e de versionamento de obras abordam estratégias de tratamento de objetos compartilhados em diferentes granularidades e levam consigo diferentes conceitos de percepção e reconciliação. A granularidade de atualização dos objetos no sistema é representada pelas pequenas ações realizadas pelo usuário e pelo modo com que a obra é tratada de maneira fragmentada. Sua abordagem síncrona e assíncrona faz com que o usuário tenha conhecimento do ambiente do sistema e suas obras por meio de sua interface gráfica e pela capacidade de versionamento. Os aspectos cooperativos citados por Brooke, relativos ao acesso e recuperação dos dados, estão presentes na estratégia descentralizada de armazenamento e

manutenção das obras por meio de seu mecanismo de atualização. Importante para a manutenção do processo colaborativo, a disseminação das informações é realizada por um bate-papo *on-line*. Já o acoplamento entre um ambiente compartilhado síncrono de edição e outro assíncrono de atualização de obras parece dar mais oportunidades de cooperação para seus usuários e, por conseguinte, melhorar o trabalho colaborativo.

Desta maneira, acredita-se que seu conjunto de requisitos iniciais e suas possíveis extensões possam vir a facilitar o processo de composição de obras coletivas. Para isso, faz-se necessário que requisitos iniciais sejam convencionalmente refinados a fim de que possam ser tomados como base para seu desenvolvimento. Estes requisitos de desenvolvimento são:

**RF001 – Composição de Músicas**

O SpotRadio deve permitir a composição de músicas através do seqüenciamento de arquivos de áudio em uma linha do tempo.

**RF002 – Registro de Músicas**

O SpotRadio deve permitir salvar/abrir as músicas localmente e eventualmente baixá-las ou enviá-las assincronamente a repositórios na Internet.

**RF003 – Comunicação entre os usuários**

O SpotRadio deve permitir a troca de mensagens através de um bate-papo *on-line* entre usuários conectadas.

**RF004 – Ambiente compartilhado**

O SpotRadio deve permitir que os usuários conectados possam modificar a mesma música ao mesmo tempo, compartilhando um mesmo ambiente de trabalho.

**RF005 – Visualização de Usuários Conectados**

O SpotRadio deve permitir a visualização dos usuários conectados.

**RF006 – Visualização de Arquivos Disponíveis**

O SpotRadio deve permitir a visualização dos arquivos de áudio disponíveis para a montagem da música.

**RF007 – Criação de Projetos**

O SpotRadio deve permitir a criação de projetos. Cada projeto deve ser constituído de um ou mais arquivos.

**RF008 – Versionamento Projetos**

O SpotRadio deve permitir o versionamento de projetos. Cada item descrito em um projeto deve ser também versionado.

**RF009 – Atualização de Projetos Locais**

O SpotRadio deve permitir a atualização dos projetos em domínio local com os respectivos projetos remotos. Esta atualização deve ser feita de forma fragmentada.

**RF010 – Atualização de Projetos Remotos**

O SpotRadio deve permitir a atualização dos projetos remotos a partir de projetos em maquina local. Esta atualização deve ser feita de forma fragmentada.

**RF011 – *Download e Upload***

O SpotRadio deve permitir o envio e o recebimento de arquivos através dos protocolos HTTP e FTP, com suporte a identificação de usuário.

**RF012 – Uso de Repositórios**

O SpotRadio deve permitir que o usuário através de um arquivo de configuração especifique em quais repositórios devem ser usados para atualização dos dados de um projeto.

#### 4.4 Modelo Conceitual

Segundo o modelo de colaboração 3C (Fuks, Raposo et al. 2003), um grupo de pessoas para colaborar, exerce três principais atividades de cooperação, comunicação, e coordenação (Ellis 1991).

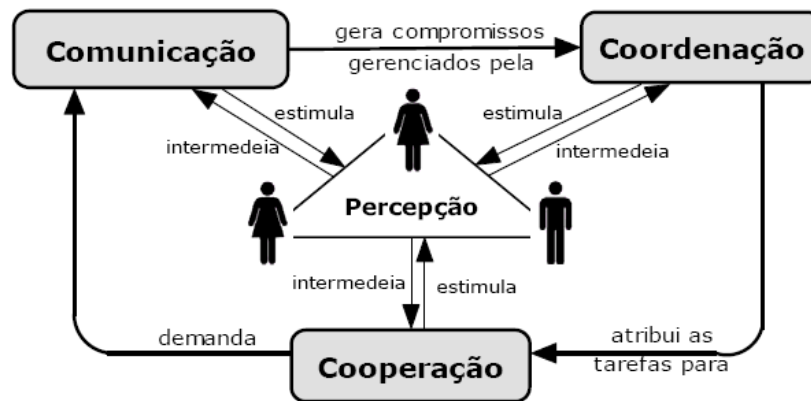


Figura 22. Diagrama do Modelo de Colaboração 3C apresentado por Fuks.

A figura acima, mostra o modelo de colaboração 3C, onde podemos identificar através das palavras do próprio autor, a importância de cada uma das atividades em questão:

*“A comunicação, em um grupo de trabalho, envolve a negociação de compromissos e conhecimento. Através da coordenação, o grupo lida com conflitos e se organiza de maneira a evitar que os esforços de comunicação e de cooperação sejam perdidos. A cooperação é a operação conjunta dos membros do grupo em um espaço compartilhado.”*

*(Fuks, Raposo et al. 2003)*

Através deste modelo, traçamos diretrizes para a realização deste projeto, estabelecendo componentes interativos que tornassem o processo de colaboração multimídia através da Internet, visto na seção 2.3 desta dissertação, mais efetivo e produtivo.

Dando importância a isto, inserimos a este domínio os mecanismos envolvidos no SpotRadio considerando sua importância para o estabelecimento de um processo bem estruturado e claro para as pessoas envolvidas no trabalho coletivo. Ao relacionarmos este modelo diretamente com os requisitos enumerados para o desenvolvimento do SpotRadio temos:

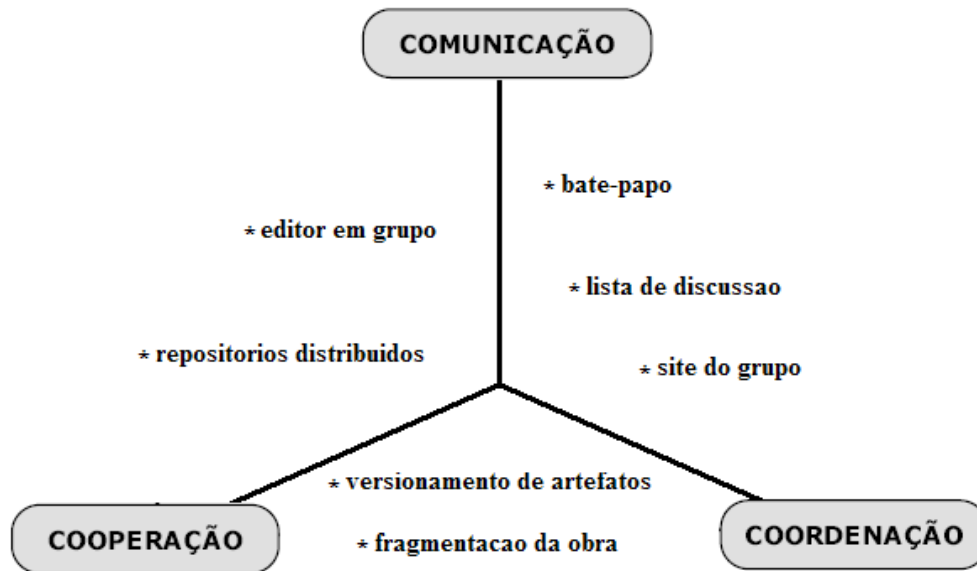


Figura 23. Modelo 3C do SpotRadio.

Assim, estes mecanismos adicionados pelo SpotRadio aos mecanismos já existentes no processo colaborativo, de lista de discussão, repositório de arquivos e ainda o próprio *site* do grupo na Internet, tendem a estruturar um modelo diferente de colaboração do encontrado no processo anterior. Desta forma, as tarefas de coordenação, cooperação e comunicação são reforçadas trazendo mais possibilidades para a realização das mesmas.



## 4.5 Módulos do Sistema

Por se tratar de um sistema que envolve o suporte a tarefas síncronas, de edição, composição e performance musical, e assíncronas, de atualização e versionamento de artefatos, o protótipo do sistema SpotRadio foi convencionalmente dividido em dois módulos:

- Módulo de Edição e Performance;
- Módulo de Atualização.

Cada um desses módulos atende a um conjunto diferente de requisitos funcionais enumerados anteriormente. Podemos observar uma tabela que atrela estes requisitos ao seu respectivo módulo no SpotRadio.

Módulo de Edição	RF001, RF002, RF003, RF004, RF005, RF006
Módulo de Atualização	RF007, RF008, RF009, RF010, RF011, RF012

### 4.5.1 Módulo de Edição

Este módulo é um ambiente compartilhado de produção musical. Por meio dele, usuários podem criar, editar e reproduzir projetos de músicas através do sequenciamento de arquivos de áudio em uma linha de tempo.

#### 4.5.1.1 Elementos de Interface

Em sua interface estão presentes elementos que podem ser categorizados quanto a sua função de produção musical e de colaboração entre os usuários.

Para a produção musical, os elementos encontrados são:

- Linha do tempo – onde são seqüenciados os arquivos de áudio para a montagem da música.
- Cronômetro – quando a música esta tocando, indica o tempo transgredido desde seu início.
- Barra de marcação de tempo – que indica graficamente tempo transgredido da música apontando em que trecho esta sendo tocada.
- Botões de controle – por meio deles o usuário pode disparar a execução da música ou pará-la.
- Lista de arquivos disponíveis – uma lista de arquivos de áudio representados por ícones é apresentada ao usuário para possível uso na produção.
- Imagens de áudio – são ícones de arquivos de áudio dispostos na linha do tempo. Estes áudios compõem a música em seu seqüenciamento.
- Informações de áudio – dados sobre um arquivo de áudio são mostrados para referencia do usuário.

Já os elementos de interface que promovem a colaboração são:

- Área de bate-papo – nela são mostradas mensagens provenientes de conversas entre os usuários que utilizam o bate-papo *on-line*.
- Lista de usuários – por meio dela são mostrados os usuários conectados em uma sessão de produção *on-line*.

Além destes elementos, ainda temos a barra de menu, que disponibiliza funções relativas ao próprio projeto musical e aos meios de colaboração síncrono e assíncrono.

Todos estes elementos descritos acima, podem ser mais bem visualizados na figura seguinte:

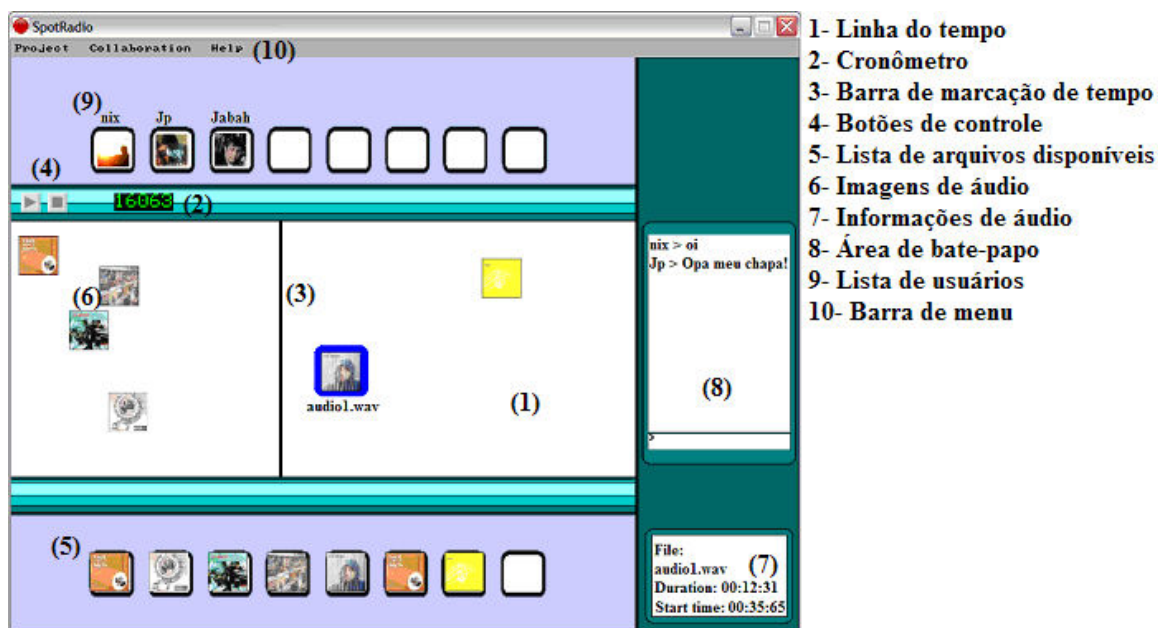


Figura 24. Elementos de interface do protótipo do módulo de edição do SpotRadio.

#### 4.5.1.2 Edição de Músicas

O modelo de projeto musical adotado no módulo de edição do SpotRadio obedece aos moldes dos *softwares* seqüenciadores musicais. Neste tipo de sistema, a principal característica é a utilização de uma interface gráfica que permite a manipulação de pequenos trechos, geralmente *loops* (seqüências repetitivas), de áudio. Estes trechos são organizados em uma forma seqüencial de modo que se permita a execução de cada um deles em um tempo determinado. Presume-se, portanto, que as músicas são constituídas de pequenas partes que podem ser arrumadas ao gosto do usuário.

Em sua interface gráfica, este módulo apresenta os arquivos de trecho de áudio descritos no arquivo do projeto musical como pequenas figuras ou ícones. Por meio de uma lista desses ícones, um usuário pode adicioná-los a composição da música através de ações de mouse. Arrastando o ícone que representa o áudio desejado em meio da área de linha do tempo, o usuário pode ajustar sua localização temporal na música. Uma vez disposto no local desejado, este áudio será tocado cada vez que a música for executada. A

área de montagem da musica juntamente com a lista de ícones de áudio é mostrada na figura a seguir.

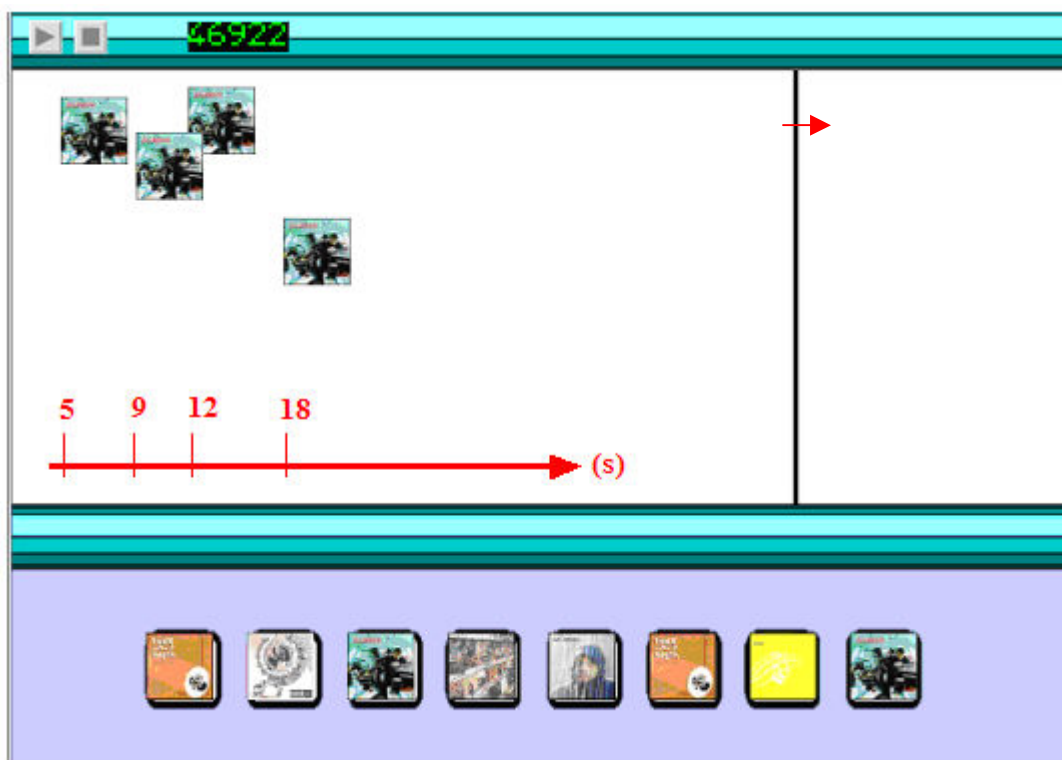


Figura 25. Recorte da área de montagem de músicas.

A imagem mostra a linha do tempo onde estão dispostos quatro ícones de áudio que fará disparar seus respectivos sons aos 5, 9, 12 e 18 segundos transgredidos desde o início da musica. Mais à direita dos ícones, se encontra a barra de marcação do tempo, que se move durante a execução da musica no sentido da esquerda para a direita.

Não ha restrições quanto ao uso de canais ou faixas de áudio, isto é realizado internamente e torna-se transparente para o usuário durante a edição. Os canais são escolhidos de acordo com a sua disponibilidade à medida que os sons são postos para serem executados. Neste aspecto, este mecanismo de edição difere-se dos demais revisados no capítulo 3 desta dissertação.

Nisto, resume-se o tratamento de edição de músicas no protótipo deste módulo quanto à apresentação da música para o usuário. No entanto, existem duas maneiras de o usuário produzir as músicas de forma colaborativa e serão vistas nas seções subsequentes.

#### **4.5.1.3 Métodos de Produção**

As produções feitas neste módulo podem ser realizadas de maneira *on-line* ou *off-line*.

Quando um projeto está salvo em máquina local, o usuário pode editar a música de maneira *off-line* sem que haja interferência de outros usuários. Para isso, basta que não se conecte ao servidor do SpotRadio. Assim, o usuário pode produzir versões de um projeto musical cada vez que salva suas alterações em máquina local.

No entanto, mesmo não havendo interferência de outros usuários, o sistema ainda permite que haja a colaboração entre eles. Por meio de seu acoplamento com o módulo de atualização, que será visto mais à frente, o módulo de edição possibilita atualizações remotas e locais de seus projetos. Com isto, pode-se eventualmente enviar ao grupo uma versão editada localmente para que seja modificada em conjunto. O processo de colaboração *off-line* de edição de músicas pode ser visto na figura seguinte.

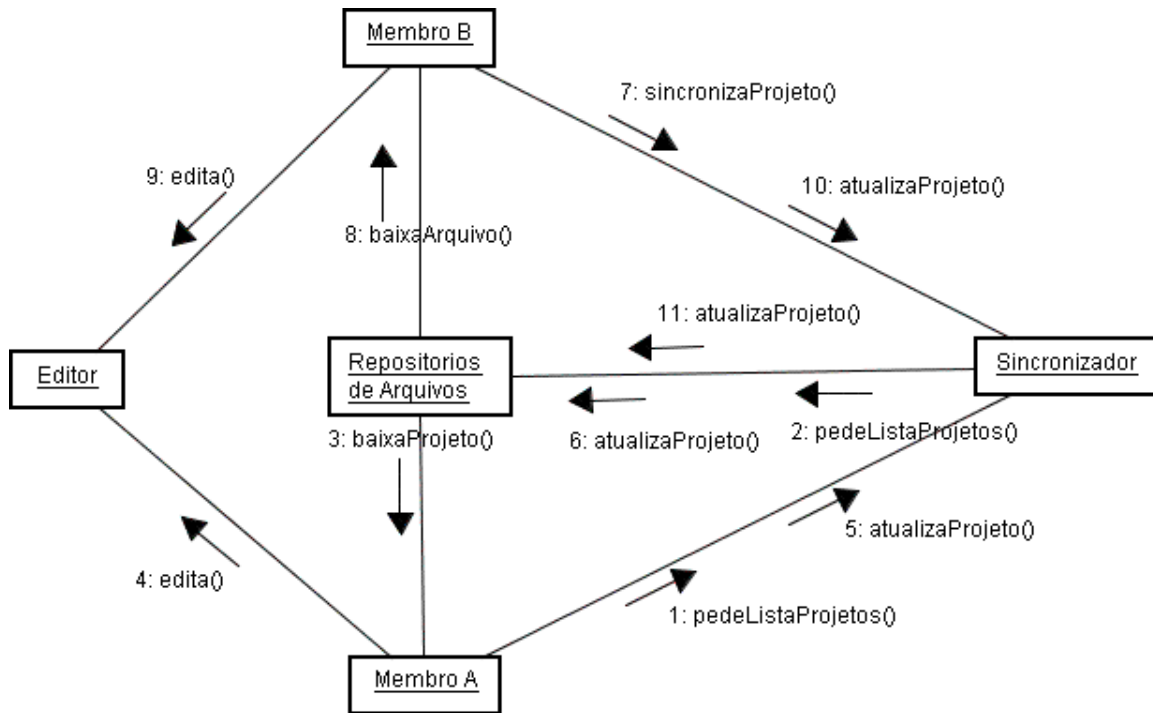


Figura 26. Etapa de edição no novo modelo colaborativo do SpotRadio

Esta figura traz um cenário possível de colaboração no SpotRadio. Neste cenário, destacamos o uso de interações assíncronas no processo de produção musical através de seu módulo de edição. De maneira sequencial, as tarefas envolvidas no exemplo são:

- a) Um Membro A pede a lista de projetos do grupo para sua visualização e possível requerimento de *download*;
- b) Após baixar um projeto, o Membro A realiza sua edição de modo *off-line* e em seguida posta suas atualizações para conhecimento do grupo;
- c) Um Membro B, que eventualmente tem este projeto em sua máquina, porém em uma versão anterior, realiza atualizações baixando os arquivos que foram modificados pelo Membro A;
- d) Em seguida, o Membro B realiza a sua edição no projeto;

Uma outra maneira de se produzir obras neste módulo é através da colaboração síncrona, *on-line*. Nela, os usuários podem trocar idéias e interagir em tempo real.

Por meio da conexão dos usuários a um servidor próprio, se permite que as ações realizadas na interface do sistema sejam percebidas por todos conectados à medida que são executadas. Estas ações são realizadas nos *sprites* de áudio (imagens que representam o áudio na música) e podem ser feitas por qualquer usuário presente em uma sessão. Além disso, um canal de comunicação é aberto com a troca de mensagens instantâneas por meio de um bate-papo.

As obras produzidas desta maneira podem ser salvas localmente e eventualmente enviadas a um mecanismo de persistência localizado remotamente, da mesma forma que podem ser enviadas quando compostas de modo *off-line*.

A figura a seguir mostra o menu de colaboração onde o usuário tem acesso aos mecanismos de interação que podem ser utilizados para edição de um projeto musical. Através do menu de colaboração, é possível encontrar opções de produção síncrona, *on-line*, e assíncrona, *off-line*.



Figura 27. Opções de colaboração no modulo de edição do SpotRadio.

## 4.5.2 Módulo de Atualização

Este módulo, chamado de SpotSinc, é responsável pelo suporte às interações assíncronas do sistema. Nele é possível manter obras multimídia remotas e locais sempre atualizadas de acordo com versões mais recentes disponibilizadas pelo grupo. Além disso seu processo de atualização permite a diminuição do tráfego em rede e o uso de vários repositórios distribuídos na Internet.

### 4.5.2.1 Ferramentas de Suporte a Gerencia de Configuração

As funcionalidades deste módulo têm estreita relação com as ferramentas de gerência de configuração existentes atualmente. A princípio, podemos citar as principais ferramentas utilizadas no desenvolvimento de *software* livre e código aberto, categoria na qual o SpotRadio também se enquadra. Em uma visão geral destas ferramentas, podemos extrair importantes características para a compreensão do funcionamento deste módulo do SpotRadio.

#### 4.5.2.1.1 CVS

O CVS (sigla do inglês *Concurrent Versions System*) (CVS 2007) tem o maior índice de utilização na comunidade de software livre. Nele, as modificações de projetos são realizadas em nível de arquivos e de modo local, ou seja, os usuários baixam uma copia de cada um dos arquivos do projeto em sua máquina para eventuais modificações. Após serem editados, estes arquivos são enviados novamente ao seu servidor de arquivos, criando novas versões do projeto.

A sua arquitetura obedece ao modelo cliente-servidor, como podemos ver na figura abaixo. Sendo assim, todas versões de projeto e suas informações são guardas em um servidor central onde os usuários devem se conectar quando realizam operações do



CVS (baixar e enviar), não sendo necessário estarem conectados durante tarefas de edições dos arquivos.

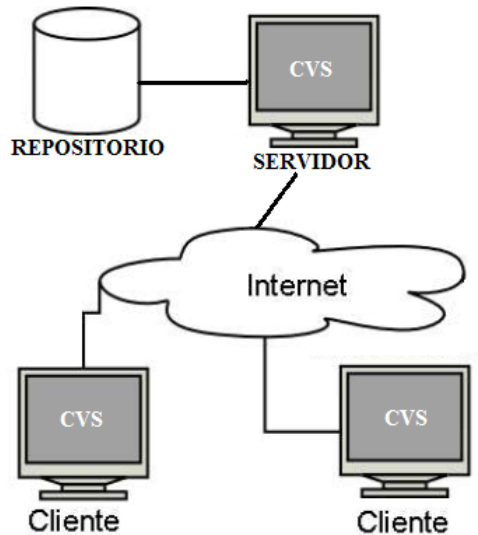


Figura 28. Arquitetura do CVS.

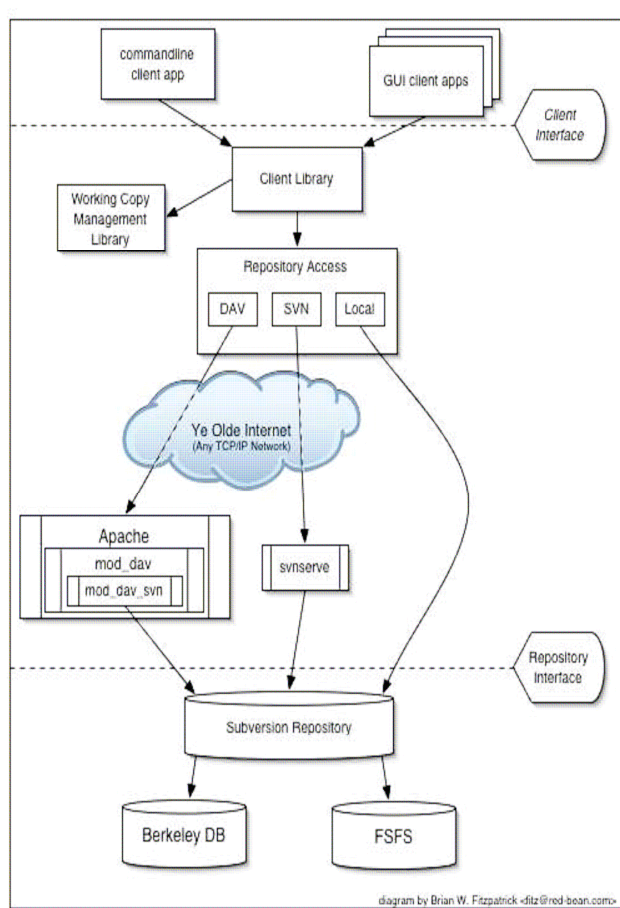
Adicionalmente, podemos citar outras características relevantes do CVS:

- Permite varias linhas de desenvolvimento em paralelo (mesmo que usuários estejam trabalhando nos mesmos arquivos) e provê mecanismos de junção destas linhas em uma única frente de desenvolvimento;
- Pode recuperar versões anteriores dos projetos;
- Dá suporte a gerência do processo de desenvolvimento por meio de *logs* e e-mails sobre mudanças no código;
- Permite a inclusão de arquivos binários em projetos versionados, porém há limitações na gerência de junção entre linhas de desenvolvimento desses arquivos;
- Transmite entre o cliente e o servidor apenas os arquivos que sofreram modificações;
- Utiliza autenticação de usuário em operações remotas.

#### 4.5.2.1.2 Subversion

O Subversion (SVN 2007) é um CVS mais atual e com melhorias, portanto têm muitas das características de seu antecessor. É mantido pelo mesmo grupo que desenvolveu o CVS e também possui características de *open source*.

Sua arquitetura também se assemelha a do CVS, porém com atualizações que dão suporte as suas funcionalidades que, a principio, foram implementadas para suprir as necessidades dos usuários do sistema anterior. Na figura seguinte, podemos observar mais detalhadamente esta sua arquitetura.



**Figura 29. Arquitetura do Subversion.**

Dentre as principais características funcionais do Subversion podemos enumerar:

- Operações atômicas em atualizações. Isto mantém a consistência dos dados prevenindo erros nas tarefas de atualizações.

- Versionamento de diretórios e arquivos, incluindo suporte a renomeação.
- *Diffs* (conjunto de diferenças entre arquivos) são enviados em ambas direções. O CVS permite apenas no sentido servidor para o cliente.
- Permite a escolha da implementação do repositório: texto ou base de dados.
- Manipulação de arquivos binários em tarefas de atualização e *diffs*. Utiliza um algoritmo de comparação binária, o que facilita a identificação dos trechos modificados dentro de um arquivo qualquer.

#### ***4.5.2.1.3 Módulo de Atualização e Gerência de Configuração***

De modo geral, os sistemas de controle de versão como o CVS e Subversion, rastreiam todas as modificações de um projeto em um repositório. Seu uso está atrelado ao intuito de promover o desenvolvimento rápido e fácil, resolvendo problemas de leitura, edição e gravação dos arquivos compartilhados com a equipe de desenvolvimento.

Seguindo esta idéia, o intuito principal do módulo de atualização é prover suporte a modificação concorrente das obras de maneira assíncrona. Para isto, as tarefas envolvidas em atualizações de projetos tentam manter o desenvolvimento compartilhado coerente com as diversas versões que porventura possam passar a existir em paralelo.

Contudo, a abordagem deste módulo para realizar estas tarefas se difere principalmente em dois aspectos comparados com os sistemas de controle de versão comumente utilizados. A primeira diferença é a utilização de mais de um local de armazenamento dos arquivos do projeto. A segunda é que toda a inteligência do mecanismo de versionamento fica no cliente. Sendo assim, o SpotRadio tenta contribuir com um processo diferenciado de versionamento e atualização de projetos de maneira assíncrona para projetos que sejam principalmente de natureza multimídia.

As sessões subsequentes mostram de forma mais clara estas características presentes no tratamento, distribuição e versionamento das obras pelo SpotRadio.

### 4.5.2.2 Fragmentação das Obras

Tomando emprestada a idéia de uma política de fragmentação em artefatos das obras produzidas no processo colaborativo descrito anteriormente na seção 2.3, este mecanismo funciona com a possibilidade de segmentação de um projeto em vários arquivos. A exemplo disso, uma possível fragmentação para uma obra musical, vista na figura abaixo, seria a de disponibilizar faixas de áudio em formato de arquivo WAV ou MP3, que quando dispostos de maneira ordenada, poderiam ser executados como uma só música.

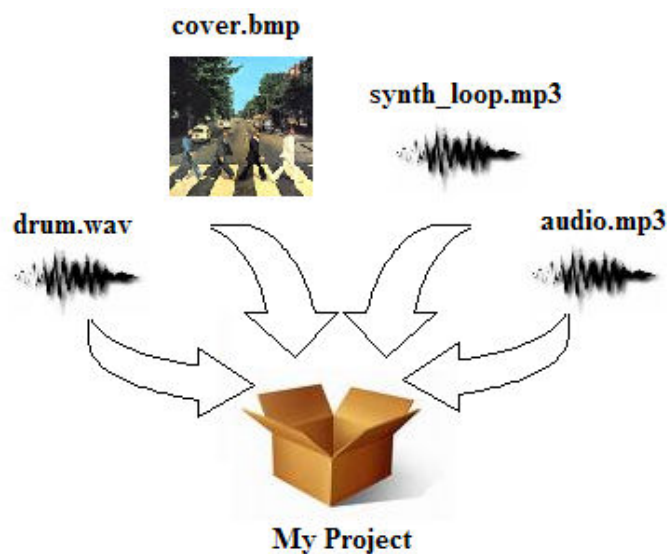


Figura 30. Projeto fragmentado em artefatos.

Eventualmente, pode-se também fazer uso de arquivos de diferentes formatos de imagens, vídeos, sons e textos, a fim de compor uma obra multimídia.

A fragmentação da obra em artefatos neste módulo tem o principal objetivo de diminuir o tráfego de dados durante a atualização da obra como um todo. A exemplo do CVS e do Subversion, este mecanismo parte do princípio de que apenas artefatos modificados devem ser atualizados local ou remotamente, erradicando a possibilidade da obra inteira ser trafegada na rede em casos em que apenas alguns de seus artefatos venham a ser modificados.

### 4.5.2.3 Distribuição dos Arquivos

Este módulo dá suporte a utilização de vários repositórios de *upload* e de *download* para uma única obra. Isto possibilita que cada um de seus artefatos componentes esteja disposto em um repositório diferente na Internet, flexibilizando ainda mais a distribuição da produção colaborativa multimídia. Uma representação desta funcionalidade pode ser observada na figura a seguir, onde um dado projeto especifica três repositórios distintos que armazenam seus arquivos componentes.

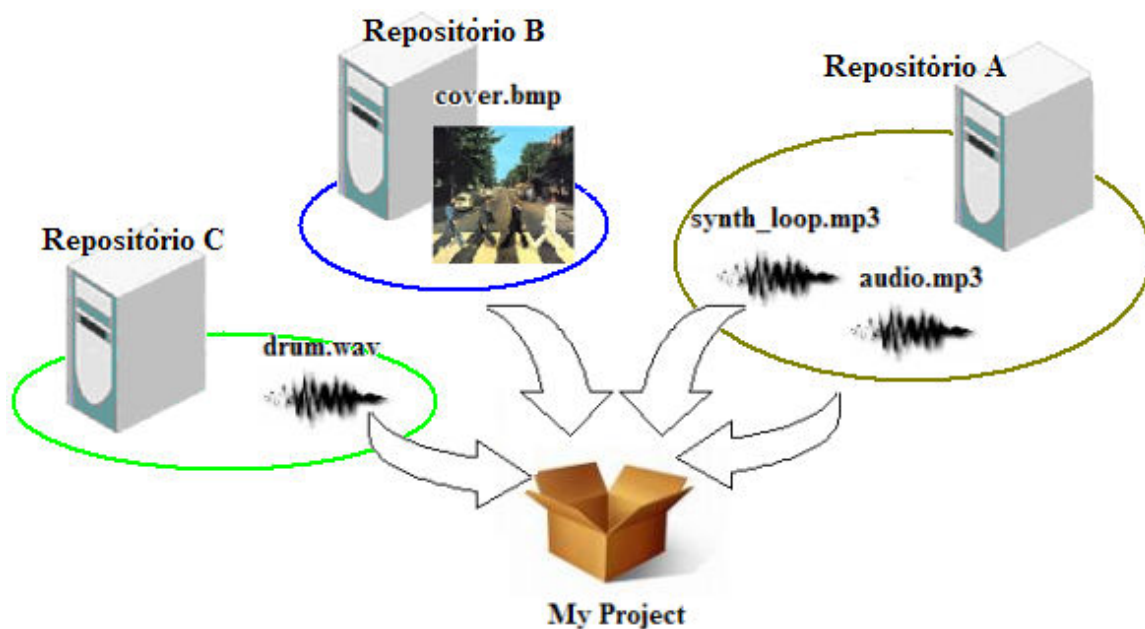


Figura 31. Distribuição de arquivos em vários repositórios.

Diferentemente dos sistemas de gerência de configuração, este módulo não necessita que um aplicativo servidor esteja rodando como parte da inteligência do sistema. Todo o gerenciamento dos artefatos, incluindo tarefas de versionamento e atualização da obra, é realizado pelo *software* cliente. Isto permite que o usuário configure quaisquer repositórios para serem utilizados como lugar de armazenamento dos arquivos na Internet como os (4FileHosting 2007; Filesend 2007; RipWay 2007).

Além disso, pode-se também apontar como fonte de recursos páginas HTTP que não necessariamente provêem um sistema de armazenamento de arquivos. No entanto,

este módulo do SpotRadio usa estes *links* apenas para baixar componentes da obra. Caso seja necessário o controle de versões e envio de novas instâncias de arquivos, deve-se então serem identificados *sites* que implementam o protocolo FTP para transferências de arquivos do cliente para o servidor.

#### 4.5.2.4 Versionamento de Projetos

Para dar suporte ao desenvolvimento assíncrono concorrente, este módulo utiliza versionamento das obras a fim de que um grupo de pessoas venha a trabalhar em uma única produção. Este versionamento é realizado em nível de artefato e é feito em base do tempo da criação ou modificação de um arquivo em máquina local.

O objetivo da utilização do versionamento é de comparar versões de projetos locais e remotos, facilitando a identificação dos artefatos que diferem localmente e permitir que apenas estes sejam trafegados na rede durante uma tarefa de atualização.

Além disso, o versionamento permite a criação de um histórico de modificações de uma obra e seus artefatos desde a sua criação. Assim, parece ser mais fácil manter uma ligação entre as diversas contribuições dos usuários.

A utilização do versionamento de obras pode ser observada em nível conceitual na figura a seguir, onde se mantém um projeto com seus diversos arquivos versionados.

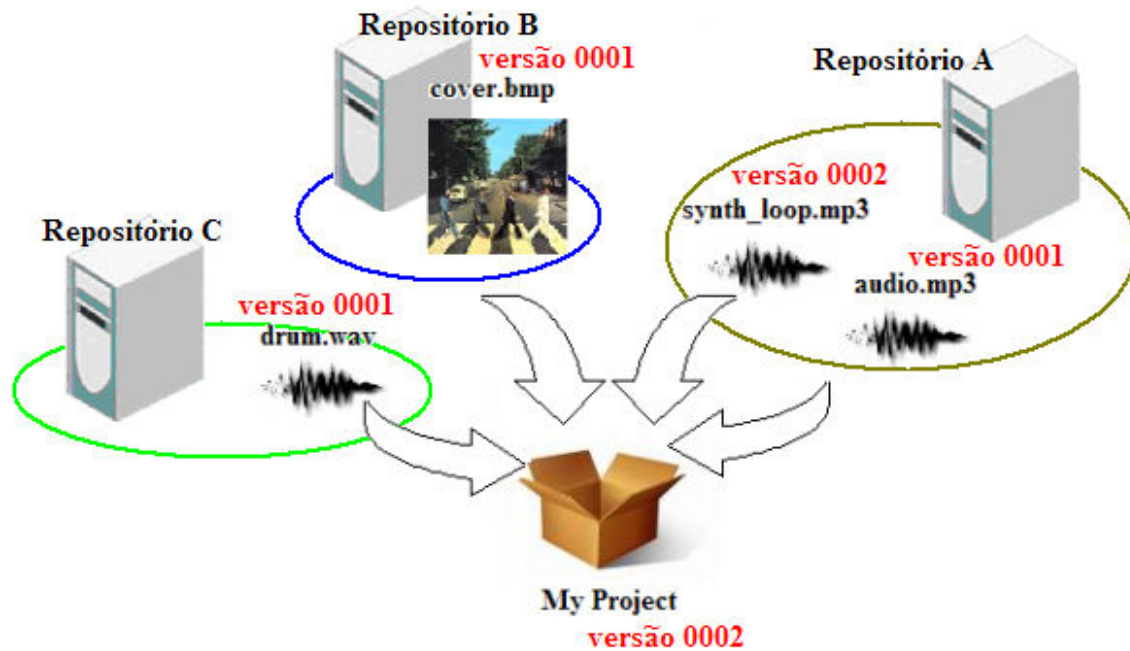


Figura 32. Modelo conceitual de um projeto versionado.

#### 4.5.2.5 Representação de Projetos

Este módulo usa um arquivo de descrição em XML para representar cada projeto. Nele, são enumerados todos os artefatos componentes de uma obra dando informações de identificação de arquivos, versionamento e dados para atualizações, como descrição de repositórios e tamanho dos arquivos.

Contudo, internamente, cada projeto é representado conceitualmente por meio de representação de objetos como mostrado na figura abaixo. Isto ajuda a entender como cada item descrito neste arquivo de projeto se relaciona.

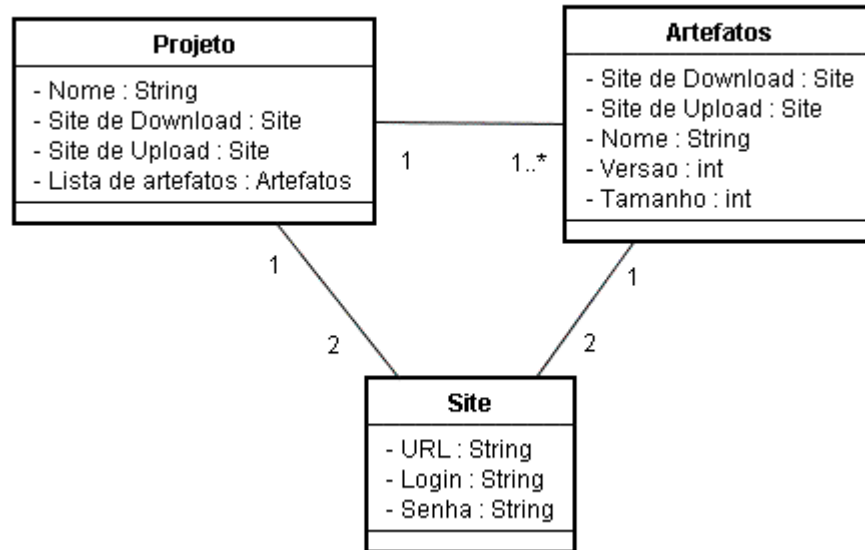


Figura 33. Representação dos projetos no módulo de edição.

Além de fornecer informações importantes que permitem o funcionamento deste módulo, a representação dos projetos por meio deste arquivo de descrição parece manter a coesão da obra dando uma idéia de se estar manipulando um único artefato, e não de vários arquivos componentes.

#### 4.5.2.6 Atualização de Projetos

Neste módulo é possível realizar as seguintes operações:

- Enviar projetos atualizados localmente a servidores remotos na Internet – envia os arquivos de projeto que estejam com versões locais mais recentes do que as versões em repositório remoto;
- Baixar projetos mais recentes de servidores remotos na Internet – baixa os arquivos de projeto que estejam com versões locais menos recentes do que as versões em repositório remoto;
- Listar projetos disponíveis para trabalho colaborativo – procura um arquivo em servidor remoto que enumera de projetos colaborativos disponíveis para baixar;



- Verificar se há versões remotas mais recentes de projetos – compara versões de projetos locais com projetos remotos;
- Criar projetos colaborativos – o usuário pode criar projeto especificando suas características de repositórios, nome, e lista de arquivos componentes;
- Enviar arquivos quaisquer a um repositório em específico na Internet – esta operação é disponível ao usuário como forma de facilitar o envio de arquivos de forma automatizada a servidores especificados, evitando que o usuário envie-os de um por um. Geralmente isto é feito ao se criar um projeto e onde se deve disponibilizar seus arquivos pela primeira vez.

A figura a seguir, mostra a tela de atualização de projetos, onde o usuário tem a possibilidade de atualizar projetos locais ou remotos por meio da baixa ou envio de seus arquivos, respectivamente.

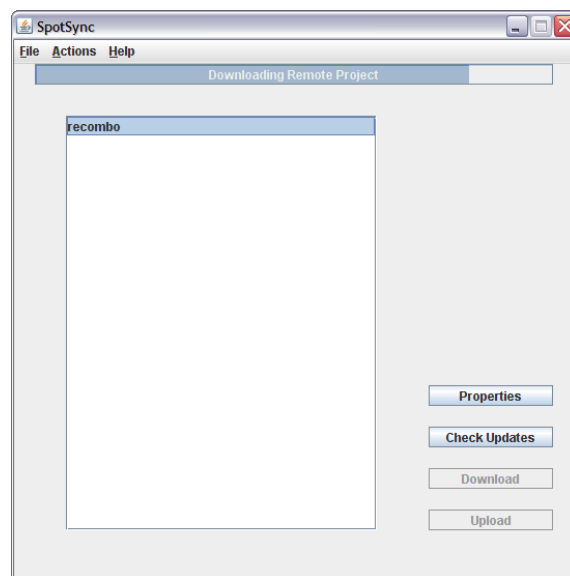


Figura 34. Atualizando um projeto através do SpotSinc.

Neste caso, o usuário está atualizando o projeto chamado “Recombo” em sua máquina a partir de dados mais recentes encontrados em um dos servidores especificados em seu arquivo de projeto. Um possível cenário desta atualização seria como o mostrado

na figura abaixo, onde é trafegado o arquivo “synth\_loop.mp3” que está em uma versão mais atualizada no lado remoto.

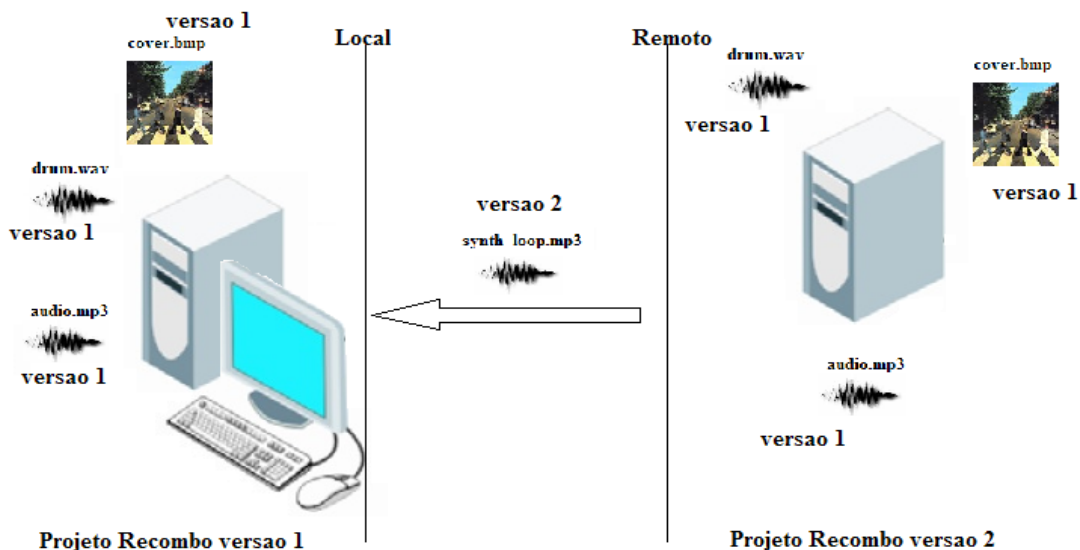


Figura 35. Tráfego de arquivos na atualização de um projeto.

## 4.6 Utilização do SpotRadio

A figura a seguir retrata a junção dos dois módulos do SpotRadio.

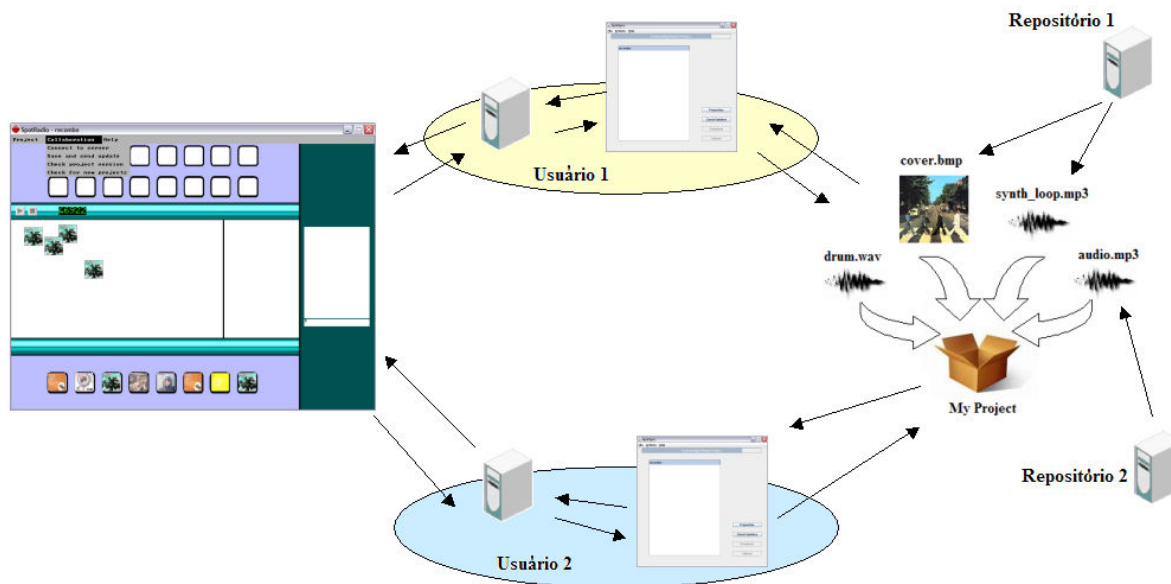


Figura 36. Utilização do SpotRadio.

Neste exemplo é dada uma situação em que dois usuários realizam a edição de um mesmo projeto intitulado “My Project” que contém 4 arquivos, dois de áudio e um de imagem. Neste mesmo cenário, são utilizados diferentes *sites* de armazenamento de arquivos dispostos na Internet, na figura: “Repositório 1” e “Repositório 2”.

As atualizações do projeto e de seus arquivos, armazenados nesses repositórios na Internet, são realizadas através do módulo de atualização do SpotRadio. Desta maneira, enviam e recebem dados sem a necessidade de mais de um usuário estar conectado a Internet ao mesmo tempo, caracterizando o modo de interação assíncrono do SpotRadio. Por outro lado, o módulo de edição do SpotRadio permite que o projeto seja manipulado ao mesmo tempo pelos seus usuários mantenedores por meio de um ambiente gráfico compartilhado em tempo real. Para isso, os usuários participam de uma sessão de composição musical, onde arquivos de áudio do projeto são sequenciados de modo a formar uma música.

Por tanto, os usuários do SpotRadio podem usufruir mecanismos de edição musical com interações síncronas e de suporte ao processo colaborativo com troca de informações em modo assíncrono.

## **4.7 Conclusões**

Neste capítulo foram mostradas as principais motivações que levaram ao desenvolvimento do SpotRadio. Além disso, a partir de seus objetivos, a ferramenta foi contextualizada em um modelo colaborativo na tentativa de estabelecer um processo bem definido em um ponto de vista que engloba projetos multimídia.

Também foram apresentados de forma geral os principais módulos que compõem o SpotRadio, mostrando os seus principais requisitos funcionais e os benefícios que podem vir a trazer a um processo colaborativo na Internet em termos de interações assíncronas, com mecanismos de atualização de projetos, e de interações síncronas, por meio de troca de informações em tempo real.

## 5 Implementação do SpotRadio

Neste capítulo serão apresentados detalhes da implementação do SpotRadio. Nele, descreveremos os principais requisitos identificados para a ferramenta, além da arquitetura idealizada para seus módulos.

### 5.1 Arquitetura e Desenvolvimento

O protótipo do SpotRadio, como foi dito anteriormente, é dividido em dois módulos distintos: de atualização e de edição.

O módulo de atualização, convencionalmente chamado de SpotSinc, que possibilita interações assíncronas, *off-line* entre os usuários, foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JAVA (Sun 2007). A escolha desta linguagem deveu-se a sua possibilidade de rápido desenvolvimento, já que se trata de uma linguagem de alto nível bastante documentada e difundida, com inúmeras APIs disponíveis gratuitamente na Internet. Além disso, é possível usá-la em ambientes de desenvolvimento modularizados que facilitam a programação como o Eclipse (Eclipse 2007) que foi utilizado neste projeto.

Já para o módulo de edição, foi dada prioridade ao seu requisito de utilização de objetos multimídia, como imagens e áudio, que deveriam responder rapidamente as ações de seus usuários e as comunicações provenientes de conexões remotas. Por este motivo, foi utilizada para este módulo a linguagem C++ que teoricamente traz um melhor desempenho ao sistema, já que se trata de uma linguagem compilada e que permite manipulações em baixo nível. O ambiente de programação utilizado para o desenvolvimento deste módulo foi o Visual C++ 6.0 da Microsoft.

De forma geral, a arquitetura do sistema contemplando o acoplamento dos dois módulos em questão, é mostrada na figura 21 a seguir.

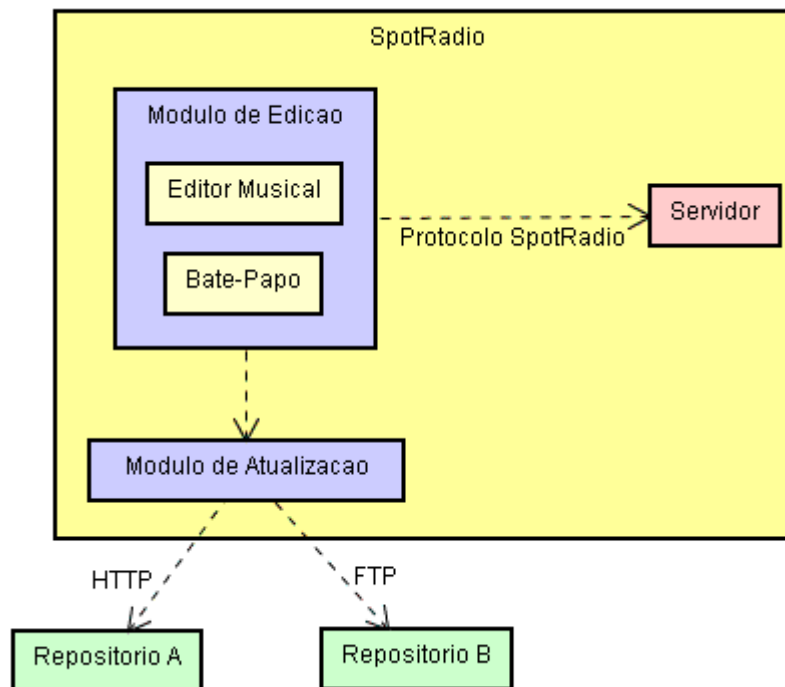


Figura 37. Modelo arquitetural do SpotRadio.

Os módulos de edição e de atualização são programas executáveis diferentes, podendo o módulo de atualização ser usado de forma isolada. Já o módulo de edição depende do módulo de atualização para disponibilizar todas as suas funcionalidades. Para isso, o acesso ao módulo de atualização é feito através de execuções de linhas de comando que disparam funções desejadas. Isto dá maior flexibilidade ao uso do módulo de atualização que eventualmente pode ser utilizado como uma ferramenta adicional a outros tipos de trabalhos colaborativos.

### 5.1.1 Módulo de Edição

Descreveremos os detalhes de implementação do módulo de edição e suas funcionalidades.

### 5.1.1.1 Suporte a Interações Síncronas

Para dar suporte a comunicação de dados entre usuários remotos, foi implementado um servidor de mensagens que permite a conexão de múltiplos usuários através de conexões TCP. Este servidor não implementa um protocolo específico, apenas repassa as mensagens que chegam a todos os usuários conectados. Por tanto, todo tratamento dessas mensagens é realizado pelo cliente da aplicação. Os tipos de mensagens tratados nos clientes são especificados a seguir:

- Mensagens de bate-papo;
- Adição de sons na linha do tempo da musica;
- Movimentação dos ícones de áudio (imagens que representam os sons) na linha de tempo da musica;
- Remoção de ícones de áudio na linha do tempo da musica.

Os três últimos tipos de mensagens possibilitam a utilização de um espaço compartilhado entre os usuários, pois representam as ações de usuário disponíveis para a edição das músicas através da linha do tempo.

O protocolo estabelecido para uso nos clientes, obedece ao seguinte formato de mensagem:

<<nome do usuário>>;<<tipo de mensagem>>;<<conteúdo da mensagem>>

Um exemplo de uma mensagem de bate-papo seria:

joão;chat;Oi, como vai?

### 5.1.1.2 Representação da Música

Para a edição das músicas, é utilizado um arquivo de montagem que organiza os arquivos de áudio para dar seqüência a música quando esta é executada. No SpotRadio,

projetos musicais devem ter este arquivo de montagem musical como um artefato componente da obra colaborativa, juntamente com os arquivos de áudio que compõem a música.

A música criada na colaboração é persistida em um arquivo em formato XML. Neste arquivo, são descritos os diversos sons utilizados de maneira que seja possível a montagem da música para a edição. A regra para a geração destes arquivos de descrição musical pode ser vista na tabela abaixo através de seu DTD.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE music [
  <!ELEMENT music (pattern+)>
  <!ELEMENT pattern (sample+)>
  <!ELEMENT sample EMPTY>
  <!ATTLIST pattern starttime CDATA "0">
  <!ATTLIST pattern id CDATA "0">
  <!ATTLIST sample filename CDATA "NULL">
  <!ATTLIST sample starttime CDATA "0">
]>
```

**Tabela 3. DTD do arquivo de representação musical no módulo de edição.**

A seguir, podemos ver um exemplo de um arquivo de música utilizado pelo módulo de edição:

```
<?xml version="1.0" ?>
<music>
  <pattern id="1" starttime="0">
    <sample filename="workspace/recombo/b12.wav" starttime="2900" />
    <sample filename="workspace/recombo/b1.wav" starttime="10500" />
    <sample filename="workspace/recombo/b1.wav" starttime="7400" />
    <sample filename="workspace/recombo/b1.wav" starttime="1000" />
  </pattern>
</music>
```

**Tabela 4. Exemplo de arquivo de representação musical do módulo de edição.**

O formato deste arquivo foi estabelecido pelo princípio de que para a execução de uma música formada pelo seqüenciamento de arquivos de áudio, são necessárias apenas informações que identifiquem quais arquivos que devem ser disparados e em que momento. Apesar disso, trata-se de um arquivo extensível, onde podem ser adicionados outros parâmetros a depender da necessidade da ferramenta utilizada para edição.

### **5.1.1.3 Bibliotecas Utilizadas**

As bibliotecas utilizadas na implementação deste módulo foram:

- FMOD – utilizada para execução de arquivos em formato de áudio MP3 e WAV.
- GUILib – utilizada para prover elementos de interfaces de usuário, como botões e menus.
- SDL – Biblioteca utilizada para dar suporte a elementos gráficos, como imagens e sprites.
- Mootcher – Biblioteca de código livre, sob licença LGPL (LGPL 2007), usada para permitir conexão com o site de repositório de áudio Freesound (Freesound 2007).
- LibcURL – Utilizada pela biblioteca Mootcher para realizar transferências de dados através da Internet.
- LibSnd – Também utilizada pela Mootcher para leitura e escrita de arquivos em formato de áudio.
- TinyXML (Thomason 2007) – Utilizada pela Mootcher e também de forma isolada pelo SpotRadio. Usada para leitura e escrita de arquivos em formato XML.



### 5.1.2 Módulo de Atualização

Descreveremos os detalhes de implementação do módulo de atualização e suas funcionalidades.

#### 5.1.2.1 Diagrama de classes

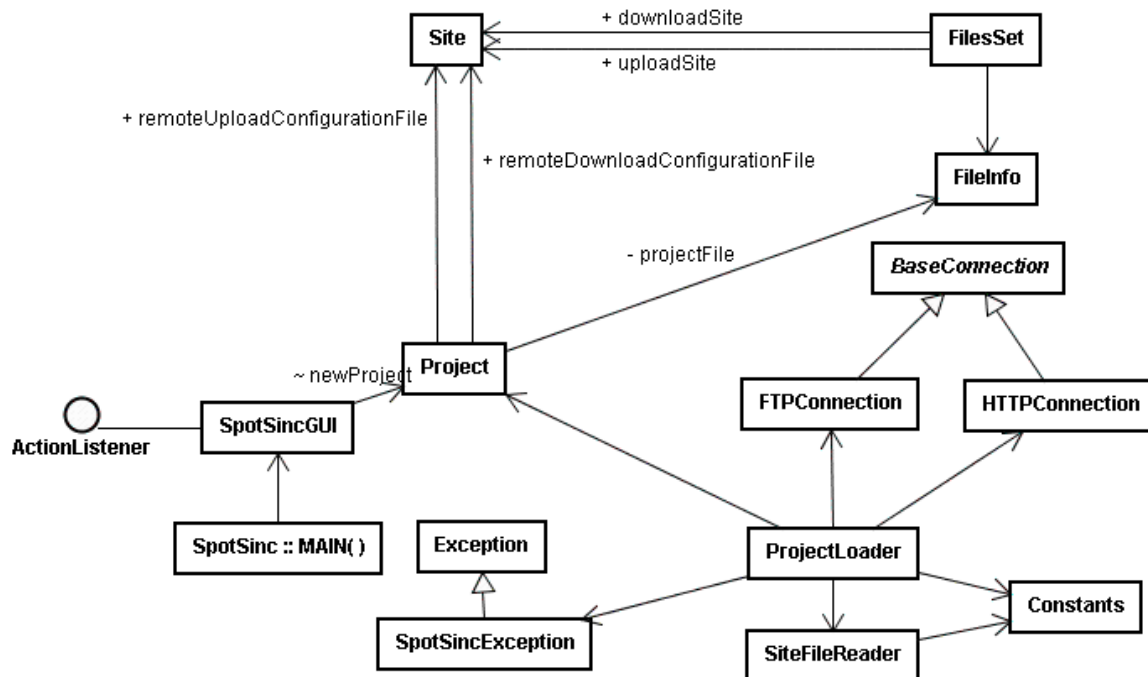


Figura 38. Diagrama de classes do módulo de atualização.

A figura acima mostra o diagrama de classes do módulo de atualização, onde podemos destacar as seguintes classes devido a sua importância para a realização de suas principais funcionalidades de criação, versionamento e atualização de projetos colaborativos:

- **Project** – representa toda a informação de um projeto. Em um objeto deste tipo, pode-se encontrar informações de todos os arquivos que compõem a obra, incluindo as configurações dos endereços na Internet nos quais os arquivos são enviados ou baixados.

- ProjectLoader – esta classe contém métodos estáticos responsáveis pela lógica de atualização e carregamento em memória de projetos remotos e locais, realizando atualizações de versões das obras e seus artefatos a partir dos arquivos em máquina local e dos arquivos de montagem de projeto remoto e local. Ela também realiza a comunicação com servidores remotos a fim de enviar ou receber arquivos em nível de projeto.
- SiteFileReader – classe estática responsável pela leitura e escrita dos arquivos em formato XML.
- Site – classe de dados que representa uma URL na Internet, guardando informações de conexões como nome de usuário, senha e tipo de protocolo.
- FileInfo – classe de dados que representa objetos de artefatos contidos em um projeto. Objetos desta classe detêm informações para armazenamento local, como diretório e nome do arquivo, e ainda informações necessárias a comparações de versão, como número de versão e tamanho do arquivo.
- FileSet – esta classe agrupa os arquivos que estão sob uma única URL de upload e download.

### 5.1.2.2 Arquivo de Montagem de Projeto

Todo o suporte as interações assíncronas provenientes deste módulo, acontecem tendo em base um arquivo que descreve um projeto e seus artefatos mantendo versões de cada um destes fragmentos. Podemos ver abaixo a descrição deste documento através de sua especificação DTD.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE project [
  <!ELEMENT project (uploadsite, downloadsite, files+)>
  <!ELEMENT uploadsite EMPTY>
```

```

<!ELEMENT downloadsite EMPTY>
<!ELEMENT files (uploadsite, downloadsite, file+)>
<!ELEMENT file (#PCDATA)>
<!ATTLIST project name CDATA "NULL">
<!ATTLIST uploadsite conntype CDATA "NULL">
<!ATTLIST uploadsite login CDATA "NULL">
<!ATTLIST uploadsite password CDATA "NULL">
<!ATTLIST uploadsite url CDATA "NULL">
<!ATTLIST downloadsite conntype CDATA "NULL">
<!ATTLIST downloadsite login CDATA "NULL">
<!ATTLIST downloadsite password CDATA "NULL">
<!ATTLIST downloadsite url CDATA "NULL">
<!ATTLIST file size CDATA "0">
<!ATTLIST file url CDATA "NULL">
<!ATTLIST file version CDATA "0">
]>

```

**Tabela 5. DTD do arquivo de representação de projetos do módulo de atualização.**

A seguir um exemplo de um arquivo de montagem de projeto que descreve um projeto de nome “Recombo”:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<project name="recombo">
  <uploadsite conntype="ftp" login="jpcr" password="jpcr080281" url="ftphost.ripcr.com" />
  <downloadsite conntype="http" login="jpcr" password="jpcr080281" url="h1.ripcr.com" />
  <files>
    <downloadsite conntype="http" login="jpcr" password="jpcr080281" url="h1.ripcr.com" />
    <uploadsite conntype="ftp" login="jpcr" password="jpcr080281" url="ftphost.ripcr.com" />
    <file size="1212548" url="/jpcr/b1.wav" version="1182698507296">b1.wav</file>
    <file size="390" url="/jpcr/recomboMusic.xml" version="1183069577406">recomboMusic.xml</file>
    <file size="30884" url="/jpcr/lambert3.wav" version="1183493096877">lambert3.wav</file>
    <file size="299144" url="/jpcr/b2.wav" version="1182698507296">b2.wav</file>
    <file size="29854" url="/jpcr/break3.wav" version="1182698507296">break3.wav</file>
    <file size="30884" url="/jpcr/marantz3.wav" version="1182698507296">marantz3.wav</file>
  </files>
  <file url="/jpcr/recombo.xml" version="1183493096877">recombo.xml</file>
</project>

```

**Tabela 6. Exemplo de arquivo de representação de projetos do módulo de atualização.**

Através deste arquivo, podemos coletar informações de cada artefato referentes a tamanho do artefato em bytes, endereço eletrônico na Internet, nome do arquivo em maquina local e numero de versão. Para não haver repetição de informações, os artefatos são agrupados de acordo com seus endereços eletrônicos de *download* e *upload*. Além disso, neste mesmo arquivo, é feito o registro do próprio arquivo de montagem de projeto que também contem informações destinadas ao controle de versão e tráfego em rede.

## **5.2 Conclusões**

Neste capítulo foram apresentadas as principais escolhas referentes à arquitetura e implementação do projeto como um todo, bem como os detalhes de desenvolvimento dos principais módulos que compõem o SpotRadio:

- Módulo de Atualização de Projetos;
- Módulo de edição e performance.

## 6 Resultados

Este capítulo mostrará a validação do SpotRadio através dos resultados da avaliação realizada com usuários externos ao desenvolvimento da ferramenta.

### 6.1 Aspectos de avaliação

Para analisar os resultados obtidos pelo SpotRadio, consideramos suas características de interações assíncronas e síncronas oferecidas aos seus usuários. Estas características são melhores observadas por meio de seus módulos de edição e atualização, já que trazem mecanismos de trocas de informações em tempo real e sincronizações *off-line*, respectivamente.

#### 6.1.1 Módulo de Edição

As contribuições do módulo de edição estão em torno da interação em tempo real dos usuários. Este modelo de interação foi adquirido pelo estudo de outros projetos existentes, porém adiciona alguns elementos próprios como a edição sequencial das músicas sem a utilização de canais pré-fixados.

Na avaliação do módulo de edição consideramos como estas interações síncronas no desenvolvimento de músicas podem trazer algum benefício ao processo colaborativo. Para isso, não consideramos a avaliação de sua interface, mas sim das idéias que trazem os mecanismos envolvidos no desenvolvimento do protótipo. São elas:

- uso de bate-papo *on-line*;
- manipulação de objetos em um ambiente compartilhado;

- integração com dispositivo de atualização assíncrona (módulo de atualização);
- visualização de usuários *on-line*;

### 6.1.2 Módulo de Atualização

Tendo em vista um processo onde as interações dos usuários estão em torno do uso de lista de discussões e repositórios de armazenamento de arquivos na Internet, este módulo tenta adicionar a este processo mecanismos de versionamento e distribuição dos projetos produzidos. Estes mecanismos trazem a idéia de um espaço compartilhado assíncrono.

Para avaliarmos qual o impacto do uso do módulo de atualização no processo colaborativo, consideramos seu emprego em projetos multimídia, não se limitando aos musicais. Dentre suas principais características a serem avaliadas, temos:

- Uso de vários repositórios distribuídos na Internet;
- Fragmentação da obra em artefatos;
- Versionamento das obras;

Além disso, podemos destacar o processo de atualização quanto à otimização do tráfego de dados durante *downloads* e *uploads* de um projeto, onde são considerados a fragmentação e o versionamento dos artefatos para identificar quais arquivos devem ser trafegados.

### 6.1.3 Produção Colaborativa

A hipótese que defendemos é que a utilização das idéias envolvidas no SpotRadio pode trazer ao trabalho colaborativo multimídia na Internet uma melhoria significativa na

produção mantendo a qualidade da obra final. A partir desta hipótese, podemos tentar entender melhor como o SpotRadio pode realizar esta mudança, enumerando as principais diferenças entre um modelo de processo colaborativo sem e com o SpotRadio.

	Sem SpotRadio	Com SpotRadio
Interações síncronas	Oportunidades apenas por meio do canal de comunicação pelo eventual uso de IM;	<ul style="list-style-type: none"><li>• produção através de em um ambiente compartilhado de edição musical;</li><li>• uso de bate-papo <i>on-line</i> em sessões de edição;</li><li>• visualização de usuários <i>on-line</i>;</li><li>• integração com dispositivo de atualização assíncrona;</li></ul>
Interações assíncronas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Troca de e-mails em listas de discussões;</li><li>• Arquivos dispostos em uma pagina ou repositório na internet;</li><li>• Editores usados localmente sem conexão externa;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de vários repositórios distribuídos na Internet;</li><li>• Melhoria no processo de atualização das obras;</li><li>• Instância mais recente da obra pode ser atualizada na maquina local;</li></ul>
Tratamento da obra	O usuário não tem idéia da obra final ate que esteja pronta.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fragmentação da obra em artefatos;</li><li>• Versionamento das obras;</li></ul>

Tabela 7. Comparação entre a produções colaborativas com e sem o SpotRadio.

## 6.2 Avaliação e Resultados

Para fins de dar respaldo a este trabalho e para validar suas contribuições e solidificar as características envolvidas no sistema, foi realizada uma pesquisa envolvendo a utilização do SpotRadio e o preenchimento de um questionário de avaliação pelos usuários. Esta pesquisa foi realizada com pessoas leigas na área e pessoas que eventualmente participam de produções colaborativas na Internet.

O método aplicado na avaliação obedece ao sugerido por Nielsen (Nielsen 1994) que avalia a usabilidade por meio de testes com 5 usuários, e por Davis (Davis 1989), que observa os impactos do sistema quanto à sua utilidade, aceitação e facilidade de uso em sua operação comparado ao trabalho sem a sua utilização.

Os entrevistados foram questionados sobre oportunidades de melhorias no processo colaborativo para que justificassem os caminhos traçados pelo SpotRadio. De um modo geral, a aceitação do SpotRadio e seus mecanismos envolvidos foi bem sucedida, como pode ser observado nas respostas dos usuários presentes na tabela a seguir:

Aspectos	Usuário1	Usuário2	Usuário3	Usuário4	Usuário5
interação tempo real	importante	sem importância	importante	importante	importante
tamanho das obras	importante	importante	sem importância	importante	importante
versionamento de obras	importante	importante	importante	importante	importante
aumento de interesse de uso	sim	sim	sim	sem opiniao	sim
aumento de produtividade	sim	sim	sim	sim	sim

Tabela 8. Respostas dos usuários ao questionário de avaliação do SpotRadio.

As perguntas objetivas sobre os aspectos discriminados na tabela tentam mostrar a importância dos mesmos no processo colaborativo envolvido nesta pesquisa. As possíveis contribuições do SpotRadio neste processo também foram abordadas no questionário relacionando aspectos de produtividade e interesse de utilização do *software* pelos usuários.

Além disso, foram coletadas opiniões sobre a ferramenta por meio de perguntas mais subjetivas. Em suas respostas, houve uma convergência na defesa do uso de mecanismos de interação síncrona para edição e do versionamento das obras. No entanto, notamos também a diversificação da preferência dos mecanismos de comunicação síncrona e assíncrona, o que dá margem para futuros trabalhos no SpotRadio quanto à variação de canais de comunicação disponíveis.

Dentre as diversas respostas podemos citar as palavras de um dos usuários avaliadores:



*“O SpotRadio possibilita uma maneira mais dinâmica de compor músicas ao vivo. E isto me despertou interesse em usá-lo.”*

Nesta afirmação, o usuário refere-se ao modo dinâmico com que as músicas são compostas no módulo de edição, por meio de interações síncronas em tempo real.

Já as palavras a seguir mostram o ponto de vista de um dos usuários sobre o modo como as obras são tratadas por meio do módulo de atualização.

*“Um software que ajude a controlar os detalhes ‘burocráticos’, permite que o artista se atenha ao que realmente é importante. A obra em si.”*

### **6.3 Conclusões**

Neste capítulo foram mostrados os aspectos envolvidos na avaliação do SpotRadio. Esta avaliação foi realizada por meio da utilização do sistema por usuários leigos e ainda por usuários familiarizados com produções colaborativas na Internet.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e serviram para solidificar as decisões tomadas no desenvolvimento desta pesquisa. A hipótese de trazer uma melhoria significativa à produção colaborativa mantendo a qualidade da obra final foi confirmada após a análise das respostas obtidas dos usuários por meio de um questionário de avaliação.

## 7 Conclusões

Neste capítulo observaremos as principais contribuições deste trabalho, bem como as dificuldades encontradas e possíveis trabalhos que podem ser realizados futuramente a partir deste.

Neste trabalho foi visto como as pessoas utilizam a Internet de forma a criar processos colaborativos destinados a composição de obras multimídia, especialmente as musicais. Foi apresentado o grupo de artistas Re:combo que envolve pessoas do mundo inteiro, e que através de sua dinâmica de projetos, percebemos a tentativa de estabelecimento de um modelo colaborativo para a criação de suas obras. Este modelo parece ser bastante utilizado por grupos similares e envolve o uso de ferramentas disseminadas na rede mundial, como listas de discussão e repositórios de arquivos, para promover interações entre seus usuários.

No entanto, percebemos que este modelo segue alguns processos que nem sempre favorecem a produção de forma contínua, com qualidade e que sofra interferência da maioria do grupo. Além disso, seguindo um caminho traçado anteriormente pelos softwares de produção musical SpotSounds e Radio Re:combo desenvolvidos pelo autor desta dissertação, alinhamos estas necessidades à criação de uma nova ferramenta denominada SpotRadio que traz consigo mecanismos de interações síncronas e assíncronas.

Com o principal objetivo de dar suporte a um processo *ad hoc* de produção multimídia, o SpotRadio propõe soluções quanto à atualização e distribuição de arquivos, bem como ao estabelecimento de um modelo de em tempo real de comunicação e de interação entre os usuários. Para isso, foram definidos os seguintes requisitos gerais:

- Criação de um mecanismo de interação em tempo real;
- Utilização de conceitos consolidados de ferramentas de troca de mensagens;
- Descentralização dos dados e informações relacionadas à obra coletiva;

- Presença de um mecanismo de versionamento das obras.

A avaliação da ferramenta foi realizada através de testes com usuários do grupo Re:combo e também com pessoas leigas na produção multimídia colaborativa. Estes usuários após utilizarem os mecanismos envolvidos, foram questionados sobre a utilização dos mesmos através de perguntas objetivas e subjetivas, através das quais chegamos as conclusões aqui apresentadas.

## 7.1 Contribuições

Esta pesquisa apresenta um caráter importante na área da arte cibernética e num âmbito mais geral, da própria computação colaborativa, pois introduz a este domínio uma ferramenta que:

- Flexibiliza um processo colaborativo de produção multimídia, não o limitando ao uso de arquivos em formatos determinados;
- Permite a distribuição e descentralização dos diversos artefatos que compõem uma obra multimídia, através do uso de vários repositórios;
- Promove interações assíncronas e síncronas através de um ambiente compartilhado de criação e edição musical;
- Facilita a atualização das obras diminuindo os dados trafegados em operações de *upload* e *download*.

Dentre estas contribuições, a descentralização dos artefatos de uma obra pela disposição dos mesmos em diversos repositórios, parece ser uma inovação no processo colaborativo de produção musical através de ferramentas de composição. Podemos ainda destacar a fragmentação da obra e utilização de mecanismo de atualização das obras. Cada obra é tratada como um conjunto de vários artefatos, arquivos, que são versionados individualmente de acordo com atualizações feitas por usuários remotos ou locais. Nesta abordagem, aproveita-se a granularidade de uma obra para promover comparações entre

versões para que se mantenha uma instancia atualizada da obra em uma maquina. Paralelo a isso, no processo de atualização, há a preocupação de evitar o trafego excessivo de dados durante estas atualizações e, para tal, realiza-se apenas o trafego dos artefatos que estão desatualizados, e não da obra como um todo.

Além disso, nesta pesquisa foram desenvolvidas duas metalinguagens utilizadas na representação dos principais elementos do sistema: a obra multimídia e a música. A primeira delas tenta representar uma obra e seus artefatos componentes, descrevendo informações de versionamento e dados relacionados ao tráfego de recebimento e envio desses artefatos quando são atualizados local ou remotamente. Desta forma, esta metalinguagem é usada em um arquivo que mantém a uniformidade da obra e permite a coerência entre as possíveis versões existentes da mesma. A segunda descreve elementos musicais, arquivos de áudio, trazendo informações temporais para execução e composição de uma música através desses arquivos. Sua concepção traz a idéia de *loops* onde se pode representar trechos musicais que se repetem continuamente com o propósito de reaproveitar seqüências auditivas para montagem das obras. Adicionalmente, a representação da música nesta metalinguagem permite a sua extensão para que, por exemplo, efeitos sonoros sobre arquivos musicais sejam representados e agregados ao conjunto da obra em sua execução.

Por fim, as características deste projeto vão além da composição musical. Seus mecanismos não se limitam ao uso de um conjunto restrito de arquivos. A maneira como tratam as obras pode estender-se a qualquer tipo de projeto colaborativo de âmbito multimídia seja de pequeno ou de grande porte. Isto se deve a fragmentação e otimização de atualizações atreladas a extensibilidade de suas linguagens de descrição utilizadas.

## **7.2 Dificuldades**

Uma das principais dificuldades encontradas foi a de estabelecer uma metodologia de avaliação da ferramenta, pois se trata de um processo que além de envolver usuários leigos, apresenta um caráter *ad hoc*. Por isso, a extração de dados

significativos foi em algumas ocasiões feita de maneira subjetiva que pode variar resultados de acordo com as técnicas que possam vir a ser utilizadas futuramente. Isso se deu por se tentar aproximar a avaliação não só da ferramenta em si, mas também do estabelecimento de um novo modelo de processo facilitado pelos mecanismos que foram disponibilizados pelo SpotRadio.

Outra dificuldade encontrada foi quanto à programação de elementos gráficos e sonoros no módulo de edição, dada a falta de um conhecimento mais aprofundado de bibliotecas multimídia disponíveis em C/C++ para esta finalidade.

Por fim, o desenvolvimento de mecanismos compartilhados que tratam interações em tempo real, também representou um grande desafio, pois estão atrelados a questões de usabilidade e performance de execução e tráfego em rede.

### **7.3 *Trabalhos Futuros***

Dando continuidade a este trabalho, podemos enumerar algumas das possíveis realizações:

- Criação e desenvolvimento de uma interface mais amigável no módulo de edição, trazendo mais mecanismos de interações síncronas;
- Especificação mais detalhada e abrangente dos processos utilizados na composição artística colaborativa na Internet através da observação de outros grupos além do Re:combo;
- Promoção de um maior acoplamento entre o módulo síncrono e o assíncrono, propiciando a criação de um ambiente ainda mais compartilhado e auto-contido quanto na edição de músicas e colaboração entre usuários;
- Desenvolvimento de mecanismos que possam facilitar ainda mais a execução de performances ao vivo de obras musicais;

- Acoplamento com outros softwares que envolvem a edição e execução de obras multimídia, como o ViMUS.
- Desenvolvimento de mecanismos de edição de outros tipos de projetos além da música, como projetos gráficos ou de geração de documentos.

## 8 Referências Bibliográficas

4FileHosting. (2007). Retrieved October 2nd, 2007, from <http://4filehosting.com/>.

Barbosa, A. (2003). "Displaced SoundScapes: A Survey of Network Systems for Music and Sonic Art Creation." Leonardo Music Journal **13**: 53-59.

Barbosa, A. (2006). Survey of Computer-Supported Cooperative Work for Music Applications. Department of Technology, Pompeu Fabra University. **Doctor per la Universitat Pompeu Fabra with Mention of European Doctor**.

Barbosa, A. and M. Kaltenbrunner (2002). Public Sounds Objects: A shared musical space on the web. Proceedings of International Conference on Web Delivering of Music, Darmstadt, Germany, IEEE Computer Society Press.

Barbosa, Á. M. (2001). Overview of Joint editing systems: synchronous and asynchronous modes and applications in musical communication over the internet. Workshop at "Olhares de Outono Festival - New Trends in Digital Arts".

Beiguelman, G. (2002). "Samplear é preciso." Revista Tropico, 2007, from <http://pphp.uol.com.br/tropico/html/textos/1386,1.shl>.

Benbunan-Fich, R., and Hiltz, S.R. (1999). "Impacts of Asynchronous Learning Networks on Individual and Group Problem Solving: A Field Experiment." Group Decision and Negotiation **Vol. 8**: p. 409-426.

Bischoff, J., R. Gold, et al. (1978). "Music for an Interactive Network of Microcomputers." Computer Music Journal **2**: 24-29.

Brooke, J. (1993). User Interfaces for CSCW Systems. in CSCW in Practice: an Introduction and cases studies, Dan Dapier e Colston (eds.). Springer-Verlag.

Bryan-Kinns, Healey, et al. (2003). Designing for Group Creativity. In Supplementary Proceedings of HCI International 2003.

Burk, P. (1998). JSyn - A Real-time Synthesis API for Java. Proceeding of the International Computer Music Conference 98.

Burk, P. (2000). Jammin' on the Web - a new Client/Server Architecture for Multi-User Musical Performance. ICMC 2000.

Castells, M. (1999). A Sociedade em Rede. Sao Paulo, Paz e Terra.

Chion, M. (1983). Guide des Objets Sonores. Pierre Schaeffer et la Reserche Musicale.

CreativeCommons. (2006). Retrieved November 12th, 2006, from <http://creativecommons.org/>.

CVS. (2007). "Concurrent Versions System." Retrieved October 27th, 2007, from <http://www.cvshome.org/>.

Davis, F. (1989). "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology." MIS Quarterly. **Vol. 13**(3): pp.319-339.

Detritus. (2007). Retrieved July 9th, 2007, from [www.detritus.net](http://www.detritus.net).

Eclipse. (2007). "Eclipse." Retrieved July 27th, 2007, from <http://www.eclipse.org>.

Ellis, C. A., Gibbs, S.J. & Rein, G.L. (1991). "Groupware - Some Issues and Experiences." Communications of The ACM **34**(1): 38-58.

Filesend. (2007). "FileSend." Retrieved October 2nd, 2007, from <http://www.filesend.net/>.

Fiorelli, M. (2006). Arte interativa e colaborativa em rede: o coletivo pernambucano Re:combo, UFBA.

Freesound. (2007). "The Freesound Project." Retrieved July 27th, 2007, from <http://freesound.iua.upf.edu>.

FruityLoops. (2007). "FL Studio " Retrieved July 23rd, from <http://www.flstudio.com/>.

Fuks, H., Gerosa, M.A. & Lucena, C.J.P. (2002). The Development and Application of Distance Learning on the Internet. The Journal of Open and Distance Learning. UK, Carfax Publishing. **Vol. 17**: 23-38.

Fuks, H., A. B. Raposo, et al. (2003). Do Modelo de Colaboração 3C à Engenharia de Groupware.

Gurevich, M. (2006). JamSpace: Designing A Collaborative Networked Music Space for Novices. Proceedings of the 2006 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME06), Paris, Franca.

Haetinguer, D. (2005). "Fatores Relevantes à Formação e Manutenção de Comunidades Virtuais Facilitadoras da Aprendizagem." Novas Tecnologias na Educação **Vol. 3**(1).

Hagsand, O. (1996). "Interactive Multiuser VEs in the DIVE System." IEEE Multimedia **Vol. 3**(1): p 30-39.



Jeffrey, P. and G. Mark (1998). Constructing Social Spaces in Virtual Environments: A Study of Navigation and Interaction. Proceedings of Workshop on Personalised and Social Navigation in Information Space.

Jensen, Larsen, et al. (2007). Beta Music: Online Music Collaboration, IT University Copenhagen.

Jorda, S. (1999). "Faust Music On Line (FMOL): An approach to Realtime Collective Composition on the Internet." Leonardo Music Journal 9: 5-12.

Jorda, S. (2002). "FMOL: Toward User-Friendly, Sophisticated New Musical Instruments." Computer Music Journal 26:3: 23-39.

Jorda, S. and T. Aguilar (1998). FMOL: a graphical and net oriented approach to interactive sonic composition and real-time synthesis for low cost computer systems. Proceedings of COST G6 Conference on Digital Audio Effects 1998.

Krishnan, A. (2006). "Collaborations build from ground up." The News and Observer.

Latta, C. (1991). A New Musical Medium: NetJam. Computer Music Journal 15.

LGPL. (2007). "GNU Lesser General Public License." Retrieved July 27th, 2007, from <http://www.gnu.org/copyleft/lesser.html>.

Lucena, C., Fuks, H., Milidiu, R., Macedo, L., Santos, N., Laufer, C., Ribeiro, M., Fontoura, M., Noya, R., Crespo, S., Torres, V., Daflon, L., & Lukowiecki, L. (1998). AulaNet™ - An Environment for the Development and Maintenance of Courses on the Web. International Conference on Engineering Education, Rio de Janeiro, Brazil.

Moller, M., W. Henshall, et al. (1994). "The ResRocket Surfer - Rocket Network." from <http://www.rocketnetwork.com>.

MyVirtualBand. (2006). "[www.myvirtualband.com](http://www.myvirtualband.com)." Retrieved November 10th, 2006.

Nelson, T. (2005). "EJamming." Retrieved August 13th, 2007, from <http://www.ejamming.com/>.

Neves, A., and Cunha Filho, P.C. (2000). Projeto VIRTUS: educação e interdisciplinaridade no ciberespaço. Recife, Editora Univ. UFPE.

Nielsen, J. (1994). Guerrilla HCI: Using Discount Usability Engineering to Penetrate the Intimidation Barrier, In R.G. Bias & D.J. Mayhew (Eds.). Cost-justifying usability. pp. 242-272. Boston: Academic Press.

Palme, J. (1996). Joint Editing as a Group Communication Process, Stockholm University, department of Computer and Systems Sciences.

Patten, J., Ishii, H., Hines, J., and Pangaro, G. (2001). Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces. Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '01), ACM Press: p.253-260.

Patten, J., Recht, B., and Ishii, H. (2002). Audiopad: A Tag-based Interface for Musical Performance. Proceedings of the 2002 Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME-02, Dublin, Ireland.

Preguica, N., J. L. Martins, et al. (2005). Integrating Synchronous and Asynchronous Interactions in Groupware Applications. CRIWG 2005, Porto de Galinhas, Brazil.

Ramakrishnan, C., Freeman, J. and Varnik, K. (2004). The Architecture of the Auracle: a Real-Time, Distributed, Collaborative Instrument. Proceedings of the Conference on New Interfaces for Musical Expression (Nime 2004), Hamamatsu, Japan.

Re:Combo. (2007). Retrieved July 9th, 2007, from [www.recombo.art.br](http://www.recombo.art.br).

RipWay. (2007). "RipWay." Retrieved October 1st, 2007, from <http://www.ripway.com/>.

Rodden, T. (1991). "A Survey of CSCW Systems." Interacting with computers - the interdisciplinary journal of human-computer interaction, **3**: 319-353.

Rolim, J. P. (2006). Radio ReCombo: a Web-based Collaborative System for Musical Composition WebMedia 2006, Natal - RN - Brazil.

Sarai. (2007). Retrieved July 9th, 2007, from [www.sarai.net](http://www.sarai.net).

Sarkar, M. (2006). TablaNet: a Real-Time Online Musical Collaboration System for Indian Percussion, Massachusetts Institute of Technology. **Thesis Proposal for the Degree of Master of Science**.

Schaeffer, P. (1966). Traité des Objets Musicaux.

Singhal, S., and Zyda, M. (1999). Networked Virtual Environments: Design and Implementation. USA, Addison-Wesley.

SonicFoundry. (2007). "Sound Forge 9." Retrieved July 23rd, from <http://www.sonycreativesoftware.com/products/product.asp?pid=431>.

SourceForge. (2007). "SourceForge." Retrieved August 12th, 2007, from <http://www.sourceforge.org/>.

Splice. (2007). "Splice Music." Retrieved August 10th, 2007, from <http://www.splicemusic.com/>.

Sun. (2007). "Java." Retrieved July 12th, 2007, from <http://www.java.com>.

Sun. (2007). "Java Applets." Retrieved July 12th, 2007, from <http://java.sun.com/applets/>.

SVN. (2007). "Subversion." Retrieved October 22th, 2007, from <http://subversion.tigris.org/>.

Thomason, L. (2007). "TinyXml." Retrieved July 27th, 2007, from <http://sourceforge.net/projects/tinyxml/>.

Turoff, M. a. H., S.R. (1982). "Computer Support for Group versus Individual Decisions." IEEE Transactions on Communications **30**(1): p. 82-91.

Weinberg, G. (2005). "Interconnected Musical Networks: Toward a Theoretical Framework." Computer Music Journal **29**(2): 23-29.

Wu-Ming. (2007). Retrieved July 9th, 2007, from [www.wumingfoundation.com](http://www.wumingfoundation.com).

## Anexo A – Questionário de Avaliação

1) Ordene a importância dos seguintes mecanismos de comunicação.

( ) - Conversa em vídeo conferencia.

( ) - Conversa em áudio.

( ) - Conversa através de *chats*.

( ) - Conversa através de e-mails.

( ) - Conversa através de fórum.

2) Na sua opinião, qual o grau de importância de um mecanismo de interação em tempo real em um processo de criação colaborativa? (1 - menor importância. 5 - maior importância).

Por que?

3) Na sua opinião, o tamanho de uma obra no momento de baixa-la ou envia-la através da Internet é importante? (1 - menor importância. 5 - maior importância).

a. Sim.

b. Não.

c. Não tenho opinião formada.

Por que?

4) Na sua opinião, é importante manter versões de uma obra?

a. Sim.

b. Não.

c. Não tenho opinião formada.

Por que?

5) Na sua opinião, os mecanismos do SpotRadio aumentam o interesse do usuário para participar ativamente da confecção de uma obra através da Internet?

- a. Sim.
- b. Não.
- c. Não tenho opinião formada.

Por que?

6) Na sua opinião, os mecanismos do SpotRadio podem vir a aumentar a produtividade confecção de uma obra colaborativa através da Internet?

- a. Sim.
- b. Não.
- c. Não tenho opinião formada.

Por que?