

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

Evandro Manara Miletto

**Rumo a um Ambiente de Prototipação
Sonora Cooperativa na Web**

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre
em Ciência da Computação

Prof Dr Marcelo Soares Pimenta
Orientador

Porto Alegre, novembro de 2004

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Miletto, Evandro Manara

Rumo a um Ambiente de Prototipação Sonora Cooperativa na Web/ Evandro Manara Miletto. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2004.

88f.:il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2004. Orientador: Marcelo Soares Pimenta.

1. Computação Musical. 2. Interação Humano-Computador. 3. World Wide Web. 4. Trabalho Cooperativo. 5. Prototipação Musical. 6. Design Sonoro. I. Pimenta, Marcelo Soares. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Vice-Reitor: Prof Pedro Cezar Dutra Fonseca

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Prof^a Valquiria Link Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos ao CNPq pelo consentimento da bolsa de mestrado, ao PPGC pelo apoio em todos os momentos ao longo destes dois anos de curso, sobretudo pela excelência de funcionários de convívio mais próximo como Luis Otávio, Silvânia, Eliane, Jorge e seu Astrogildo, que tornaram as coisas mais fáceis e agradáveis.

Agradecimentos a minha família: aos Meus pais *in memoriam* a quem dedico este trabalho por todo o esforço que fizeram pela minha educação. A minha doce e querida Mara por ter me acompanhado, suportado e apoiado em todos os momentos. Ao meu pequeno Bono, pelo companheirismo e “questionamentos” durante as madrugadas junto ao computador.

Agradecimentos especiais aos meus orientadores, Dr Marcelo Pimenta e Dra Rosa Vicari pelas discussões calorosas e produtivas, pelo apoio nas idéias e em todas as atividades que desenvolvemos durante a pós-graduação.

Agradecimentos especiais também a três grandes personalidades com as quais tive o prazer de conviver por algum tempo: meu tio Wilson Manara “culpado” pela minha paixão por música, o Cel Robson Nascimento pelo incentivo a montar o meu primeiro computador e ao “BluesMan” Mauro Mesko pelas orientações e parcerias musicais.

Por fim, agradeço aos colegas de pesquisa do Grupo de Computação Musical da UFRGS, Dr Eloi Fritsch e Dr Eduardo Miranda pela acolhida e incentivo principalmente no início deste percurso, Luciano Flores, Vinícius Nobile Almeida, Leandro Lesqueves Costalonga e Lauro Nakayama.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE QUADROS.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Motivação.....	15
1.2 Metodologia.....	16
1.3 Organização do texto.....	16
2 FUNDAMENTOS E CONCEITOS RELACIONADOS.....	17
2.1 Composição Musical.....	17
2.2 Interação Humano-Computador.....	20
2.3 Computer Supported Cooperative Work (CSCW).....	22
2.4 Formas de representação para edição sonora.....	23
3 TRABALHOS RELACIONADOS.....	26
3.1 EduMusical.....	26
3.2 FMOL.....	27
3.3 PitchWeb.....	28

3.4	WebDrum	29
3.5	Síntese dos trabalhos relacionados.....	31
3.6	Discussão dos trabalhos relacionados.....	32
4	CODES: FUNDAMENTOS, REQUISITOS E ARQUITETURA	35
4.1	Prototipação musical cooperativa	35
4.2	Planejando o CODES	36
4.3	Projeto de Interface	44
4.4	Arquitetura do sistema.....	48
4.5	Interagindo com CODES	49
4.6	Cooperação na Prototipação Musical.....	50
5	CONSTRUINDO E AVALIANDO UM PROTÓTIPO DO CODES	53
5.1	Características principais	53
5.2	Interface e sua explicação	55
5.3	Funcionamento: exemplos passo-a-passo	59
5.4	Avaliação do Protótipo.....	67
5.5	Descrição e Análise dos Resultados Obtidos	69
5.6	Análise comparativa de CODES com os trabalhos relacionados.....	71
5.7	Considerações Finais	72
6	CONCLUSÃO	74
6.1	Contribuições e Resultados Obtidos	74
6.2	Metodologia de Avaliação	75
6.3	Limitações	75
6.4	Trabalhos Futuros	76
7	PUBLICAÇÕES	78
7.1	Capítulos de livros publicados.....	78
7.2	Mini-Cursos.....	78

7.3	Trabalhos completos em anais de eventos.....	78
7.4	Resumos simples em anais de eventos	79
7.5	Artigos em revistas e periódicos	80
	REFERÊNCIAS.....	81
	ANEXO A PROJETO FUNCIONAL DO SISTEMA.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADSR	Ataque, Decaimento, Sustentação e Relaxamento
API	Application-Program Interface
bpm	Batidas por Minuto (beats per minute)
CME	Centro de Música Eletrônica (UFRGS)
CM	Computação Musical
CODES	Cooperative Sound Design (Prototipação Sonora Cooperativa)
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
CMN (NMC)	Common Music Notation (Notação Musical Comum)
FMOL	F@ust Musicl On Line
GUI	Graphical User Interface
HTML	HyperText Markup Language
IHC	Interação Humano-Computador
IU	Interface com o Usuário
JDK	Java Development Kit
JDBC	Java Database Connector
LCM	Laboratório de Computação Musical (UFRGS)
MEPSOM	Método de Ensino de Programação Sônica para Músicos
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
OSESP	Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo
PC	Personal Computer
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
T(E)C(L)A	Teoria (Ensino) Composição (Leitura) Apreciação
UML	Unified Modeling Language
UA	Unidades de Apresentação
VST	Virtual Studio Technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Exemplo de controles de programa (patch) em Max/Msp.....	19
Figura 2.2: Representação do tipo lista de eventos	23
Figura 2.3: Representação do tipo <i>Piano roll</i>	24
Figura 2.4: Forma de representação de notação musical comum.....	24
Figura 2.5: Forma de representação via Envelope	25
Figura 2.6: Representação do som em forma de onda.....	25
Figura 3.1: Composição Colaborativa em EduMusical.....	27
Figura 3.2: Interface Gráfica do sistema FMOL	28
Figura 3.3: Tela de performance do sistema <i>PitchWeb</i>	29
Figura 3.4: Tela de performance do sistema <i>WebDrum</i>	30
Figura 3.5: Janela de Chat do sistema <i>WebDrum</i>	31
Figura 4.1: Tipos de usuários de CODES	39
Figura 4.2: Casos de uso de gerenciamento de um protótipo musical	40
Figura 4.3: Seqüência de passos para convidar um usuário	41
Figura 4.4: Diagrama de classes do CODES	42
Figura 4.5: Flipbook do CODES	47
Figura 4.6: Arquitetura do ambiente CODES	48
Figura 4.7: Tela de edição do ambiente CODES.....	50
Figura 4.8: Parte do Message Board de CODES.....	52
Figura 5.1: Funções da Tela de Acesso de CODES	55
Figura 5.2: Funções da tela de Visão Macro do CODES	56
Figura 5.3: Funções da tela de Micro Visão do CODES.....	57
Figura 5.4: Tela do editor sonoro de CODES	58
Figura 5.5: Tela de inscrição no sistema CODES	59
Figura 5.6: Exemplo para adicionar linha	60
Figura 5.7: Exemplo de estilo musical selecionado	61
Figura 5.8: Selecionando um instrumento para a Linha.....	61
Figura 5.9: Exemplo de Protótipo de PopRock e seus padrões sonoros.....	61
Figura 5.10: Passos para criação de uma Linha em CODES	62
Figura 5.11: Exemplo para adicionar usuário.....	63
Figura 5.12: Formulário para adicionar usuário	64
Figura 5.13: Adicionando Comentários	65
Figura 5.14: Lista de Fóruns de um protótipo musical.....	66
Figura 5.15: Postando mensagens nos fóruns de discussão	66
Figura 7.1: Tabelas de entidade e relacionamentos de CODES.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Comparando características dos trabalhos relacionados	32
Tabela 5.1: Quadro resumo da avaliação do Protótipo.....	67
Tabela 5.2: Resultado do questionário fechado.....	70
Tabela 5.3: Quadro comparativo entre trabalhos relacionados e CODES	71
Tabela 7.1: AcessosUsuario	85
Tabela 7.2: Anotação (projeto de interface)	85
Tabela 7.3: Compasso (projeto de interface).....	85
Tabela 7.4: convite (projeto de interface).....	85
Tabela 7.5: EstiloDoPadrao (Projeto de Interface).....	86
Tabela 7.6: Estilos Musicais (Projeto de Interface).....	86
Tabela 7.7: Estilos MusicaisPrototipoMusical (Projeto de Interface).....	86
Tabela 7.8: EstilosMusicaisUsuário (Projeto de Interface)	86
Tabela 7.9: GrupoPrototipoMusical	86
Tabela 7.10: LinhaMusical (Projeto de Interface).....	87
Tabela 7.11: LogPrototipoMusical (Projeto de Interface).....	87
Tabela 7.12: PadraoSonoro (Projeto de Interface)	87
Tabela 7.13: PrototipoMusical (Projeto de Interface)	87
Tabela 7.14: Usuario (Projeto de Interface)	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1: Relação e descrição de termos utilizados nos requisitos do CODES.....	36
Quadro 4.2: Requisitos elicitados para o sistema CODES	37

RESUMO

Esta dissertação faz parte das pesquisas realizadas pelo Grupo de Computação Musical da UFRGS e está baseada na crença que é possível fomentar cada vez mais o interesse das pessoas pela música, usando formas alternativas para experimentação sonora e incentivando a interação entre usuários. A partir desta idéia, chega-se ao projeto do CODES - *Cooperative Sound Design*, que é um ambiente baseado na Web para prototipação musical cooperativa e visa permitir que pessoas (músicos ou leigos em música) possam interagir com o ambiente e entre si para criar cooperativamente protótipos de peças musicais.

O objetivo geral deste trabalho é criar um ambiente computacional que permita ao leigo realizar a tarefa de prototipação musical cooperativa na Web. Especificamente, também objetiva identificar e propor características importantes para a implementação de ambientes coletivos para criação sonora apoiados por computador e outras tecnologias disponíveis.

Tradicionalmente, algumas barreiras dificultam o “fazer musical” das pessoas e grupos que desejam se reunir e interagir para troca de experiências sonoras. A distância física ou geográfica, a necessidade de posse de um instrumento musical e do domínio da notação musical tradicional (partitura) podem ser as principais barreiras nesse sentido.

A principal motivação para este trabalho se apóia sobre este aspecto, no sentido de vencer o desafio para eliminar estas barreiras que afastam as pessoas interessadas da possibilidade de fazer experimentos musicais em grupo. Através do uso do computador como instrumento virtual, da Internet para encontros virtuais e de uma notação musical alternativa para a realização de tais experimentos é possível eliminar estas barreiras..

A metodologia para o desenvolvimento desta pesquisa envolveu atividades como estudo e levantamento de características das principais linguagens / notações / representações para computação musical; estudo e levantamento de características dos aspectos de IHC; estudo e levantamento de características de aplicativos CSCW; estudo e levantamento de características de aplicativos de composição musical cooperativa na web; modelagem e construção do protótipo a partir dos levantamentos feitos e da solução proposta; avaliação, experimentação e revisão do protótipo em situações reais de uso; e avaliação do trabalho como um todo, incluindo suas contribuições e limitações.

Dentre as principais contribuições deste trabalho salienta-se a prototipação musical cooperativa na web (termo proposto para as ações de manipulação sonora coletiva) realizada por meio de um protótipo desenvolvido; a integração de conceitos de Computação Musical, Interação Humano-computador e Trabalho Cooperativo; a criação de modelos de memória de grupo; a criação de mecanismo para permitir a manipulação sonora individual e coletiva e um modelo de justificativa e argumentação.

Palavras-chave: Computação Musical, Interação Humano-Computador, World Wide Web, Trabalho Cooperativo, Prototipação Musical, Design Sonoro.

ABSTRACT

This dissertation was developed in the Computer Music Group at UFRGS, and it is based on the belief that it is possible to further stimulate the interest in music, using alternative ways for sound experimentation and providing interaction among people. Based on this idea, CODES - *Cooperative Sound Design* Project was achieved. CODES is a Web-based environment for cooperative music prototyping, which mainly aims at allowing people (musicians or laymen in music) to interact with one another and with the environment to create musical pieces cooperatively, which are called musical prototypes.

The general purpose of this research is creating a computing environment for Web-based cooperative music prototyping. Besides, it aims at identifying important characteristics of this environment, according to the available technology.

Traditionally, some barriers have made musical making” difficult for people who want to meet and interact in order to exchange sound or music experiences. An existing physical or geographic distance, the possession of a musical instrument and the knowledge of scores (commonly known as music notation) can be the main barriers.

The main motivation to carry out this research is the challenge to break these barriers, by using the computer as a virtual instrument, the Internet as way to connect people virtually and also by offering an alternative notation for the representation of musical information with the objective of making it easy to use.

The methodology used for the development of this research included activities such as surveys about the main computer music languages, notations and representations; surveys about HCI characteristics and aspects; surveys about the characteristics of CSCW environments; surveys about Web-based cooperative music composition environments; a prototyping modeling and developing based on system requirements and the proposed solution; the prototype evaluation, experimentation and review in real-life situations; and the evaluation of the whole research, including its contributions and limitations.

Among the main contributions of this article, the following aspects must be pointed out: the creation of a Web-based cooperative music prototyping concept (proposed term to indicate collective sound manipulation actions) carried out through a developed prototype; the integration of Music Computing, HCI, and CSCW concepts; the creation of a group memory model; the creation of mechanisms to allow collective and individual sound manipulation and a model of argumentation and justification.

Keywords: Computer Music, Human-Computer Interaction, World Wide Web, Computer Supported Cooperative Work, Music Prototyping, Sound Design.

1 INTRODUÇÃO

A constante evolução e crescimento dos recursos digitais e eletrônicos fazem com que mais e mais os diversos campos do conhecimento se apoiem nessas bases visando aprimoramento e desenvolvimento de novas técnicas.

O campo da música eletrônica, como era conhecido há cerca de 40 anos atrás, consistia em uma área experimental dentro de um campo mais vasto do qual fazia parte a música digital. Naquela época, eram poucos os compositores que podiam se envolver num trabalho multidisciplinar que englobava desde o desenvolvimento de hardware até a concepção de algoritmos para síntese ou composição. A Computação Musical é uma área multidisciplinar do conhecimento, compreendendo pesquisa científica, tecnológica e artística, destinada sobretudo a tratar computacionalmente problemas de natureza musical, envolvendo atividades como composição musical, processamento de sinais digitais, síntese sonora, performance musical, educação musical, entre outros.

A utilização da Internet é um fator de extrema importância neste contexto pois permite a comunicação direta entre usuários através dos encontros virtuais, mesmo assincronamente, independente de horário e local, enriquecendo as atividades de interação. Além de ser importante sobre o ponto de vista da interação, a Internet pode ser explorada como um meio para execução de trabalhos que envolvam reuniões, tomadas de decisão, trocas de experiência entre usuários, tornando-se assim uma ferramenta essencial nestas atividades.

Estas possibilidades oferecidas pela tecnologia fomentam o desenvolvimento de trabalhos cooperativos suportado por computador - CSCW (*computer supported cooperative work*) (SPURR, 1994), uma tendência que se consolida cada vez mais em todos os domínios. A cooperação é, acima de tudo, uma atividade social e necessita de interação humana envolvendo processos de comunicação, co-realização, compartilhamento, coordenação e negociação. Neste tipo de ambiente os membros do grupo interagem entre si e depositam suas contribuições em uma base de conhecimento comum, como se fosse uma espécie de memória do grupo, cujo resultado geralmente é o produto final. Importante salientar que o resultado final não se trata apenas de contribuições do grupo ou de idéias impostas, mas sim um conjunto que expressa opiniões do grupo como um todo, contendo coerência e consistência decorrente das interações.

No campo musical, entretanto, algumas particularidades diferenciam o processo de criação e concepção das demais áreas. Compor música é uma atividade complexa e sem sistematização consensualmente estabelecida: cada um tem seu estilo e sua forma de trabalho. A grande maioria dos seus desenvolvedores (os músicos), tem os próprios métodos e não possui ainda uma tradição em termos de compartilhamento de idéias composicionais.

Em nosso ponto de vista uma música é um produto artístico que pode ser concebido através da prototipação. Uma idéia musical (seja qual for, desde uma nota, um conjunto de acordes, um tema, um compasso, uma estrutura, uma pausa, etc.) é criada pelo compositor (tipicamente num instrumento) e cíclica e sucessivamente experimentada, expandida, modificada, refinada de acordo com suas intenções iniciais e mesmo com idéias que surgem durante o processo de prototipação.

O compositor às vezes cria uma música completamente diferente do que inicialmente previra e as modificações “emergiram” do processo criativo de criação/experimentação/modificação inerente a prototipação.

Composição geralmente é individual e cada um tem seu enfoque de sistematização de criatividade. Schubert e os românticos, por exemplo, precisavam de “inspiração” para criar música enquanto Bach reusava e modificava seus próprios temas musicais em diferentes obras independente de inspiração.

O uso da tecnologia da Internet, embora ainda com restrições em relação ao tráfego de informações musicais, faz com que o computador se direcione definitivamente na realização musical (KON, 1998). O que antes se tratava de ferramenta auxiliar de composição para especialistas hoje proporciona uma nova identidade à música contemporânea, despertando a curiosidade do cidadão comum e aproximando-o dessa tecnologia. Imagina-se que a associação da tecnologia da web aliada a conceitos de Interação Humano-Computador e CSCW possa ser o passo inicial em direção a quebra desta e outras barreiras que têm mantido esta “comunidade” afastada da possibilidade de experimentar a sensação de criar e desenvolver uma nova habilidade ou cultura, fruto da união entre arte e tecnologia.

Por outro lado, as atividades que integram os trabalhos em Computação Musical necessitam de uma divulgação maior, permitindo a consolidação desta comunidade emergente e expandindo os seus limites. A inclusão social e digital, decorrente dessa integração, proporciona troca de experiências e incentiva os cidadãos ou usuários interessados em utilizar, de alguma forma, a tecnologia no campo da musical.

Partindo deste panorama, constata-se a possibilidade de atingir estas camadas menos privilegiadas da população através do desenvolvimento de possíveis sistemas computacionais musicais, permitindo que qualquer pessoa possa participar de fato deste grupo, através da interação com esse sistema e entre membros, sem necessariamente possuir uma experiência ou habilidade específica e profunda relativa à música e informática.

O desenvolvimento de um ambiente para design sonoro coletivo na web possibilita a formação e o incremento de comunidades de leigos e não-leigos em música, alavancados pela quebra de algumas barreiras ainda existentes.

Nesse ambiente, o usuário tem plena liberdade de elaborar modelos que podem ser testados, editados, realimentados constantemente, tanto pelos frutos de sua produção quanto por outros resultados ou dados já existentes, exercitando a heurística do conhecimento por simulação através da metáfora da colagem. A obra individual e acabada cede lugar à obra em constante evolução, que retroativamente vai gerando suas soluções num jogo de tentativas e erros, tornando-se uma obra virtual (IAZZETA, 1994).

O objetivo geral deste trabalho é criar um ambiente computacional que permita ao leigo realizar a tarefa de prototipação musical cooperativa na web. Especificamente, também objetiva a identificação de características importantes na implementação de ambientes coletivos para criação sonora apoiados por computador e tecnologias disponíveis.

Vários são os fatores que motivam a realização desse trabalho, que está inserido em um projeto mais amplo (<http://www.musicaeletronica.ufrgs.br/projetoportal.htm>) do Grupo de Computação Musical da UFRGS. Considerando-se as pesquisas que têm sido desenvolvidas neste grupo (Laboratório de Computação Musical, do Instituto de Informática, e do Centro de Música Eletrônica, do Instituto de Artes) relacionados à aplicação da tecnologia em problemas musicais, a presente pesquisa representa uma continuidade dessas atividades ampliando o seu alcance e sua divulgação. Espera-se atingir o público menos privilegiado da população proporcionando-lhes a condição acessar livremente um ambiente computacional na Internet e criar a sua própria cultura, registrando suas idéias musicais, fruto dos seus experimentos, e interagindo com outros usuários independente de localização geográfica. Assim, este ambiente poderá se constituir como um catalisador de culturas musicais, motivando e despertando os usuários para um aprendizado mais profundo, uma vez que possibilita os primeiros passos nesta direção, através de experimentos musicais, reuniões, interações, adição de novos usuários, e, por conseqüência, contribui de alguma forma para o incentivo à inclusão digital. Estes aspectos ressaltam a relevância deste trabalho de mestrado, principalmente no tocante às questões técnicas tais como a criação e prototipação musical coletiva apoiada por meios eletrônicos interativos e suas implicações.

1.1 Motivação

A principal motivação deste trabalho é propiciar que leigos – autodidatas, músicos amadores ou mesmo pessoas sem educação formal em música – possam usar um ambiente computacional para fazer a própria música (como dizia John Cage, “o som nosso de cada dia” (CAGE, 1985)). Este desafio nos conduz a algumas questões importantes, que discutiremos nesta seção.

A primeira questão é o uso de computadores para composição musical. Historicamente, para alguém investigar possibilidades sonoras e/ou tentar compor e executar sons e música, era necessário possuir ou ter acesso a um instrumento. Assim, a posse dos instrumentos musicais (tradicional ou eletrônico) era um obstáculo para que leigos realizassem esta atividade. Hoje em dia, o uso de computadores associados a placas de som rompeu a necessidade de se possuir um instrumento físico para a performance e composição musicais. Teoricamente, um leigo pode investigar, acessar, gerar, manipular e executar estruturas sonoras e até mesmo criar peças musicais (ou trechos de peças) de sua própria autoria com o auxílio de ferramentas computacionais (IAZZETA, 1994). Evidentemente, não é objeto de questionamento a qualidade do trabalho realizado e sim a possibilidade do leigo “poder fazê-lo”.

Tradicionalmente, compositores experientes têm o hábito de desenvolver seus trabalhos isoladamente, mas assume-se que leigos podem desejar interagir, compartilhar experiências e opiniões, auxiliando ou solicitando auxílio a outros, com níveis diferentes de conhecimento e experiência. Assim, as interações entre usuários para composição, opiniões e sugestões motivam o suporte às atividades coletivas a serem realizadas.

Um obstáculo para composição coletiva é a distância física entre as pessoas. A distância dificulta a formação de grupos e desestimula as manifestações culturais coletivas prejudicando a interação entre pessoas, e aumentando a dificuldade de estabelecer contatos, participar de reuniões, discussões e/ou grupos de interesse em composição, audição e/ou experimentação de música e tecnologia. O suporte do ambiente visa a criação de comunidades virtuais na Internet, eliminando o problema dos encontros

presenciais entre os componentes da comunidade, embora estes encontros sejam uma possibilidade interessante para aumentar a efervescência da comunidade.

Um obstáculo significativo para os leigos comporem é necessidade do conhecimento de uma notação para representar os resultados (intermediários ou finais) de uma peça musical. Com exceção dos músicos, a maioria das pessoas possui uma certa resistência em aprender e/ou usar a notação musical tradicional (partitura) ou mesmo notações alternativas (tablatura, p.ex.). Acreditamos que, ao permitirmos usar notações menos complexas ou mesmo manipular (ouvir, repetir, modificar, registrar, etc) componentes sonoros de uma peça sem necessariamente conhecer os detalhes de sua representação, estaremos diminuindo a importância deste obstáculo.

Em suma, nossa intenção era encontrar ou desenvolver um ambiente que permitisse: a) dispensar a posse de instrumentos musicais (tradicional e/ou eletrônicos), b) suportar a interação entre várias pessoas colaborando mesmo a distância e c) atenuar a importância do conhecimento de notações musicais complexas.

1.2 Metodologia

Para desenvolvimento deste trabalho adotou-se a seguinte metodologia:

- Estudo e levantamento de características das principais linguagens/notações/representações para computação musical, desenvolvido e apresentado em (MILETTO, 2002);
- Estudo e levantamento de características dos aspectos de IHC;
- Estudo e levantamento de características de aplicativos CSCW;
- Estudo e levantamento de características de aplicativos de composição musical cooperativa na web, desenvolvido e apresentado em (MILETTO, 2002a)
- Modelagem e construção do protótipo a partir dos levantamentos feitos e da solução proposta;
- Avaliação, experimentação e revisão do protótipo em situações de uso reais;
- Avaliação do trabalho como um todo incluindo suas contribuições e limitações ;

1.3 Organização do texto

A estruturação do texto teve como referência os itens presentes na metodologia, conforme a descrição a seguir. O capítulo inicial apresenta uma introdução geral do trabalho. O segundo capítulo apresenta um levantamento de funcionalidades e características sobre ambientes para composição musical (design sonoro) na web e suas formas de representação da informação musical. O terceiro capítulo resume e compara alguns trabalhos correlatos, suas características, propriedades e funções principais, considerando ainda o suporte tecnológico no qual estão implementados. O quarto capítulo apresenta CODES, seu planejamento, arquitetura, formas de interação, suas características principais. O quinto capítulo apresenta um protótipo do ambiente CODES, suas características e avaliações realizadas. As conclusões e trabalhos futuros desta pesquisa são descritos no capítulo seis e, por fim, o capítulo sete apresenta as publicações do autor durante o curso de pós-graduação.

2 FUNDAMENTOS E CONCEITOS RELACIONADOS

Nesta seção serão resumidos alguns conceitos que serão utilizados ao longo do texto, considerados necessários para a compreensão de nossa proposta.

2.1 Composição Musical

A composição musical é um processo criativo que não possui sistematização ou regras explícitas. Durante a história da arte musical surgem várias escolas com características diferentes e peculiares onde os principais compositores usam maneiras próprias para conceber suas idéias musicais.

Existem vários conceitos sobre composição musical entre os quais o seguinte:

“É criação de uma obra original em música. Embora a maioria dos compositores afirma que uma inspiração inicial é imprescindível, antes que esse processo possa ocorrer, ele também requer um conhecimento prévio e o estudo das técnicas de composição, as quais serão aplicadas depois ao processo criativo. Essas técnicas incluem a harmonia, o contraponto, a instrumentação e a própria composição livre.” (ISAACS, 1985).

A definição acima foi retirada do Dicionário de Música Zahar e é apenas uma entre tantas que se pode encontrar na literatura da arte musical.

Por ser uma atividade criativa a música também necessita da aquisição de habilidade e do aprendizado a partir da própria experiência. A idéia corrente que os compositores ficam sentados à espera de inspiração nem sempre é correta.

Existem atividades que geralmente são associadas ao processo composicional. Os atos de improvisar e ouvir se constituem em duas destas atividades, uma vez que se pode tirar lições importantes ouvindo composições de outros autores e também se pode aprender muito testando num instrumento as idéias musicais. Em caso de satisfação, ótimo. Do contrário, o melhor será fazer alterações e ouvir, para saber qual foi o resultado (HOWARD, 1991).

Existem muitas variações no processo composicional na história da música, que passam por várias escolas explorando diferentes características composicionais (monofonia, polifonia, vozes, missas, etc.) bem como por várias fases como o barroco, classicismo, romantismo e contemporânea, onde aspectos não só da música mas também do som são inseridos nas composições.

Nas últimas décadas, em torno dos anos 50, o advento do gravador de fita torna possível o advento da música eletrônica. Os primeiros instrumentos musicais elétricos como as Ondas de Martenot e o *Trautonium* permitiram a produção de novos timbres mas foram as fitas que deram uma nova direção na questão composicional. Com elas os compositores, como *Varèse*, ganharam versatilidade e flexibilidade no registro do som,

permitindo manipular a altura e ritmo pela alteração da velocidade de gravação, sobrepor uns aos outros e reorganizá-los na ordem desejada.

Grande parte dos compositores tem ou desenvolve suas próprias técnicas, métodos, ferramentas e estratégias para viabilizar este processo criativo.

2.1.1 Computação Musical (*Computer Music*)

A ciência da computação e a música são áreas distintas do conhecimento e da pesquisa, caracterizadas por abranger um vasto escopo de atividades contendo, cada uma delas, disciplinas diferentes em estilo, tradição e motivação (ABBOT, 1985). Porém, nas últimas décadas estes dois campos têm mantido estreitas relações, transformando-se numa grande área de pesquisa que envolve especialistas de diversas outras áreas como teoria musical, percepção, performance, composição musical, musicologia, ciência e engenharia da computação, processamento de sinais, psicologia e até lingüística, denotando assim sua interdisciplinaridade.

A área de Computação Musical compreende pesquisa científica, tecnológica e artística nas áreas de composição algorítmica, síntese de som, acústica musical, análise musical assistida por computador, composição musical assistida por computador, processamento digital de som, multimídia e qualidade de serviço.

2.1.2 Composição musical auxiliada por computador

Composição musical auxiliada por computador refere-se à utilização de recursos da tecnologia computacional no processo da composição musical.

Os músicos interagem com um sistema computacional musical através da sua Interface com o usuário (IU), uma combinação de hardware e software que determina como ações e informações são apresentadas e manipuladas pelo usuário. Essas informações podem ser conduzidas para o músico através de vários sentidos: o visual (terminais gráficos, painéis, medidas, indicadores, etc), o tátil (botões, chaves, potenciômetros, etc.) e auditivo (por sons e silêncios gerados pelo sistema). Os músicos, por sua vez, podem especificar a informação musical para o computador também numa variedade de formas, como dispositivos de entrada (teclado, mouse), editor gráfico de partituras, linguagens musicais ou programas para composição algorítmica.

Compositores devem ter condições de prototipar as idéias musicais, ouvi-las, modificá-las, salvá-las ou descartá-las. No passado, simplesmente com o uso das partituras em orquestras e performances o processo poderia levar anos. Hoje, sistemas interativos tornaram possível acelerar enormemente o processo de prototipação musical (PENNYCOOK, 1985; ROADS, 1987; 1992a). Sistemas como o MOODS - *Music Object Oriented Distributed System* (BELLINI 2002). mudaram drasticamente o processo de composição musical em orquestras, uma vez que o sistema é um editor musical de partituras cooperativo síncrono em tempo-real.

Existem várias maneiras de se utilizar o computador no processo de composição musical. Essas maneiras vão desde a automatização de algumas tarefas como a escrita musical até a geração completa e automática de uma música. Existe a necessidade de se diferenciar estas condições pelo fato de empregarem métodos diferentes e também por produzirem resultados diferentes. A seguir, alguns dos principais métodos de composição musical auxiliada por computador.

2.1.3 Composição Interativa

É um método que mistura processos de composição e improvisação, pois existem decisões composicionais que são realizadas em tempo de execução. Uma das principais

ferramentas interativas para composição é a linguagem visual de programação MAX distribuído pela Cycling'74 (<http://www.cycling74.com/products/maxmsp.html>).

O método de composição interativa é diferente de música gerada por computador, composição algorítmica e composição automática. O diferencial está na possibilidade de interação com a obra em execução em tempo-real, daí o fato de assemelhar-se com improvisação, diferentemente de um algoritmo que tem seus passos e tarefas pré-definidos e as executa automaticamente. Essa abordagem traz uma questão interessante apresentada por (YAVELOW, 1992) que diz que as atividades computacionais deixam de estar restritas à um mestre em computação, o que altera a relação homem-máquina. Na medida que estas linguagens apresentam objetos gráficos que encapsulam conceitos e ações do domínio da composição musical, proporcionam um alcance maior em termos de usuários pois as atividades de codificação e programação são apresentadas em um nível mais elevado permitindo que usuários não-especialistas em computação manipulem esses objetos, o que seria difícil em linguagens procedurais. Exemplo na figura 2.1.

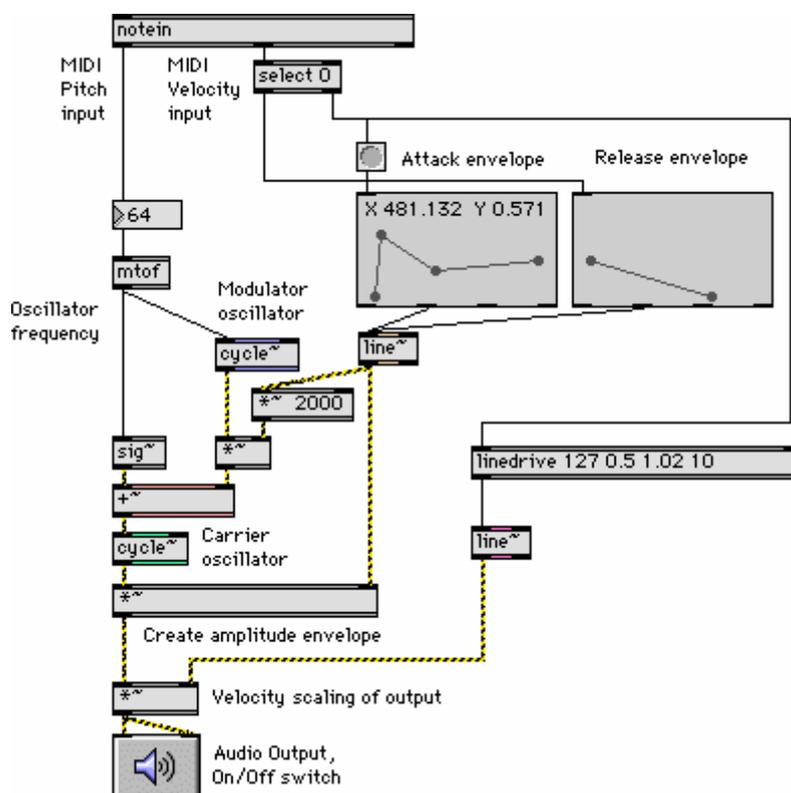


Figura 2.1: Exemplo de controles de programa (patch) em Max/Msp

2.1.4 Composição Automática

Primeiramente deve-se fazer a conexão do termo "automático" com "máquinas" e a devida relação da máquina de compor com a tecnologia disponível na época (desde a década de 70). Este processo funciona por meio de um dispositivo controlador de seqüências que lê uma seqüência de dados de entrada que diz "quando" e "o que" irá tocar (tom, amplitude, etc) (ROADS, 1996). Toda a geração da música é realizada a partir de entradas fornecidas pelo músico, sem a intervenção deste durante o processo de criação. Aspectos detalhados da composição automática são apresentados na obra de (MIRANDA 2001). Neste método aplica-se procedimentos de transformação de dados

para estruturas musicais. O programa é o ator principal e contém as estratégias de composição enquanto que o usuário apenas recebe os resultados gerados pelo programa. Uma opção para as saídas fixas é realizar a alteração na lógica do programa, porém essa condição é restrita a compositores com conhecimentos de lógica de programação.

2.1.5 Composição Algorítmica

Consiste na criação de uma rede de regras e procedimentos que permitam que o computador faça escolhas na produção musical (YAVELOW, 1992). Alguns processos têm como saída uma carta espectral com lista de notas representadas no formato alfanumérico. Algoritmos podem ser aplicados em qualquer estágio da hierarquia musical de uma composição, porém as boas soluções algorítmicas, do ponto de vista computacional, nem sempre resultam em bons resultados musicais. A chamada composição algorítmica muitas vezes peca justamente por mapear processos interessantíssimos e reveladores para quaisquer parâmetros sonoros, sem se preocupar com material ou forma (IAZZETTA, 1999). Há sempre a questão que considera a criatividade da máquina por si só e isto pode variar com as técnicas de composição algorítmica empregadas, tais como máquina de estado, gramáticas baseadas em regras, processos estocásticos e algoritmos genéticos, por exemplo.

2.2 Interação Humano-Computador

Interação Humano-Computador (IHC) é uma área de pesquisa dedicada a estudar os fenômenos de comunicação entre pessoas e sistemas computacionais.

Os estudos na área de Interação Humano-computador são um campo. Especificamente para o caso de sistemas groupware a interface desempenha um papel fundamental (ELLIS 1991), devendo encorajar a cooperação, dando ciência (*awareness*) das atividades dos demais participantes e podendo se adaptar aos requisitos do grupo. A interface de um groupware deve, idealmente, ser útil, enfatizando a interação e o compartilhamento das atividades, pois esta deve ser vista principalmente como um caminho de acesso aos demais membros do grupo.

2.2.1 Usabilidade

Adequação entre características (físicas/cognitivas) dos usuários e características da interação (com o sistema) para realização de tarefas destes usuários. Expressa por 3 fatores:

- facilidade de aprendizado - relacionada a intuitividade para iniciar a usar;
- flexibilidade de interação relacionada a multiplicidade de formas de uso; e
- robustez de interação - relacionada à prevenção e recuperação de erros.

O termo usabilidade, redefinido na norma ISO 9241-11, é "a capacidade de um produto ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso".

Para Bevan (1995), usabilidade é o termo usado para descrever a qualidade da interação dos usuários com uma determinada interface. Bevan afirma ainda que o desempenho do usuário é avaliado na medida em que os objetivos de uso do sistema são atingidos (eficácia) e os recursos (tempo, dinheiro e esforço mental) são gastos para atingir tais objetivos (eficiência). Nilsen (1993) associa a usabilidade à medida da qualidade de interação do usuário com o aplicativo ou dispositivo. Esta qualidade está associada a cinco princípios:

- Facilidade de aprendizado (Learnability): a aplicação ou dispositivo deve ser fácil de ser explorado sendo que o usuário deve conseguir realizar suas tarefas. A facilidade de aprendizado está relacionada ao tempo e ao esforço necessário para os usuários atingirem um determinado nível de habilidade e domínio das funções principais da aplicação.
- Eficiência de uso (Efficiency): deve ser avaliado neste princípio o tempo necessário para que o usuário possa se tornar eficiente no uso da aplicação: rapidez com que o usuário localiza as informações e realiza suas tarefas.
- Memorização (Memorability): a aplicação deve ser fácil de ser lembrada, assim um usuário casual será capaz de utilizá-la mesmo depois de algum período sem necessitar aprender a usar o sistema novamente.
- Baixa taxa de erros (Errors): o sistema deverá ter uma baixa taxa de ocorrência de erros refletida em manuseio adequado. Quando o usuário cometer erros ele precisa ter condições de corrigi-los ou ignorá-los assim que eles se manifestem.
- Satisfação subjetiva (Satisfaction): este princípio tenta medir quão satisfeito o usuário está em relação à aplicação.

Os cinco princípios de Nielsen podem ser comparados às medidas de eficácia, eficiência, à medida de desempenho do usuário de Bevan e às medidas de eficácia, eficiência e satisfação da ISO 9241-11 se inter-relacionam, podendo ser utilizados como parâmetros de qualidade de interfaces em diferentes contextos.

A usabilidade tem assumido um papel importante no design de páginas, em especial para EAD, visto que os alunos-usuários têm que assimilar, primeiramente, o projeto visual e navegacional do site antes mesmo de atingir o conteúdo. Os obstáculos que impedem o usuário de realizar suas tarefas, desde problemas de visualização e até mesmo de acesso a determinados conteúdos, são considerados problemas de usabilidade.

Podemos citar ainda como problemas de usabilidade os seguintes pontos (WINCKLER; PIMENTA, 2002):

- Navegação: os usuários têm dificuldade para encontrar a informação desejada ou não sabem como retornar a uma página anteriormente visitada, *links* não disponíveis;
- Recursos multimídia: uso de maneira inadequado (uso abusivo de cores, *frames* e textos em destaque, tamanhos de fontes muito pequenas);
- Fatores culturais: as referências culturais utilizadas não são as mesmas no mundo todo (as cores têm significado especial para culturas diferentes);
- Tecnologia: incompatibilidade entre browsers e plataformas de hardware (por exemplo, a diferença de velocidade na conexão Internet de rápido acesso tipo ADSL e uma conexão via modem de 56 kb).

2.2.2 Acessibilidade

Acessibilidade, do latim *Accessibilis*, entende-se como “facilidade na aproximação”. De acordo com o Art 2º da lei nº 10.098 de 19 de dezembro de 2000, que estabelece as normas gerais e critérios básicos para as pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, entre outras providências, a definição de acessibilidade é "possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida".

Todos os aspectos relativos a esse tema poderão ser encontrados nos sites <http://www.hcibib.org/accessibility/> e <http://www.w3.org/WAI/>. Existem várias

organizações que se preocupam com a acessibilidade de sites Web, mas a considerada de maior relevância (e enfocada neste artigo) é a Iniciativa para Acessibilidade da Web (Web Accessibility Initiative-WAI) do World Wide Web Consortium (W3C - <http://www.w3.org>), que propôs as diretrizes ou princípios para a acessibilidade de conteúdo da Web (WCAG10) em 1999. Basicamente, estas diretrizes consistem em uma série de recomendações para que desenvolvedores de sites os tornem mais acessíveis para todas as pessoas. Soma-se a isto o fato de existir uma gama de ferramentas na Internet que ajudam na implementação e avaliação destes princípios. (PIMENTA 2002)

2.2.3 Design Rationale

São as razões que direcionam as decisões de um projeto em grupo. O registro ou documentação de *Design Rationale*² pode ser importante para validar que a decisão correta foi tomada pelo grupo, ajudando na decisão de projetos ambíguos ou exemplos que não se encaixam claramente dentro do contexto deste projeto (USABILITY FIRST, 2004).

2.3 Computer Supported Cooperative Work (CSCW)

Uma das áreas de pesquisa que mais cresce atualmente é a de trabalho cooperativo suportado por computador – CSCW (*Computer-Suported Cooperative work*), principalmente em se tratando de Internet que permite aos usuários conectados interagirem de várias maneiras e de qualquer lugar.

CSCW é o campo de estudo que examina como a tecnologia afeta a interação entre grupos e como a tecnologia pode ser melhor projetada e construída para facilitar o trabalho do grupo. Apesar do nome, este campo de estudo não está restrito apenas aos aspectos de “cooperação” e “trabalho”, mas pode examinar também “socialização”, “competição” e outras atividades. O campo tipicamente envolve pessoas interessadas em projeto de software e comportamento social e organizacional, incluindo pessoas de negócio, cientistas da computação, psicólogos organizacionais, pesquisadores da comunicação, antropologia, entre outros (USABILITY FIRST 2004). Dessa forma novos paradigmas para trabalho em grupo foram criados, considerando-se o campo artístico em geral e dentro dele a música em particular, cujos primeiros trabalhos dessa natureza surgiram com a idéia de redes de computadores musicais na década de 70 pela Associação de Compositores de Musica Automática (BISCHOFF, 1978).

Em geral é necessário implementar quatro conceitos para viabilizar o entendimento entre os participantes de um trabalho que se quer desenvolver de forma cooperativa: Coordenação, Comunicação, Memória e Percepção.

2.3.1 Coordenação

Refere-se ao gerenciamento e ao acompanhamento das atividades realizadas pelo grupo e individualmente por cada participante.

2.3.2 Comunicação

A comunicação está relacionada é forma de interação ou ligação entre os envolvidos no trabalho, podendo ser de forma direta (via e-mail, chat, etc.) como de forma indireta, através da Memória do grupo onde a construção e o compartilhamento do conhecimento comum podem ser considerados interfaces de comunicação.

2.3.3 Memória

Registra todo o processo de interação do grupo, como a própria comunicação realizada e passos desencadeados, bem como todos os produtos gerados por esta cooperação.

2.3.4 Percepção (*awareness*)

É definida como a contextualização das atividades individuais através da compreensão das atividades realizadas pelos demais, ou seja, é a capacidade de “perceber o que foi feito pelos outros no trabalho”. Permite que os membros se mantenham atualizados sobre importantes eventos dentro do grupo.

2.4 Formas de representação para edição sonora

O objetivo desta seção é investigar as formas de representação para edição sonora mais usadas (principalmente do ponto de vista da interação) visando a sua utilização no projeto aqui proposto, que inclui, sobretudo, a possibilidade de não-especialistas interagirem com conceitos do domínio da computação musical em um nível mais elevado, num ambiente computacional onde a interface gráfica com este usuário favoreça estas interações.

Existem várias formas de representação e edição da informação sonora. As principais e amplamente encontradas na literatura e utilizadas nas interfaces dos software são listadas a seguir. Há um interesse especial na representação da informação MIDI pelo fato de ser o tipo sonoro mais usado e fácil de manipular, principalmente na Internet. Cada uma dessas formas ressalta uma visão particular do dado. Estas representações típicas são encontradas na obra clássica de (ROADS 1996), e incluem: *lista de eventos*, *piano roll* ou “*gráfica*”, *notação musical comum*, *envelope controlador*, *percussive map* ou *Drum Map* e *forma de ondas digitais*. Algumas destas formas de representação são apresentadas a seguir:

2.4.1 Lista de eventos:

É uma forma de representação bastante detalhada e completa que lista de maneira alfanumérica os dados MIDI gravados. Assim indicam o tipo de evento, canal e dados associados com o evento como tom, velocidades, notas, etc. A figura 2.2 apresenta um exemplo deste tipo de representação, extraído do software SONAR (CAKEWALK 2004).

Trk	HMSF	MBT	Ch	Kind	Data
10	00:00:00:00	1:01:000	10	Note	Db3 48
10	00:00:00:17	1:02:000	10	Note	Db3 24
10	00:00:01:04	1:03:000	10	Note	Db3 48
10	00:00:01:21	1:04:000	10	Note	Db3 24
10	00:00:02:08	2:01:011	10	Note	E 3 116
10	00:00:02:13	2:01:132	10	Note	E 3 117
10	00:00:02:17	2:01:250	10	Note	F 3 126

Figura 2.2: Representação do tipo lista de eventos

2.4.2 Piano roll

Essa representação deriva da época dos tocadores de piano onde as notas eram codificadas como cartões perfurados em rolo de papel. Tons individuais são assinalados

verticalmente enquanto que o início do tempo e a duração dos eventos são codificados como pontos ou linhas horizontais, conforme a duração da nota. Ver figura 2.3.

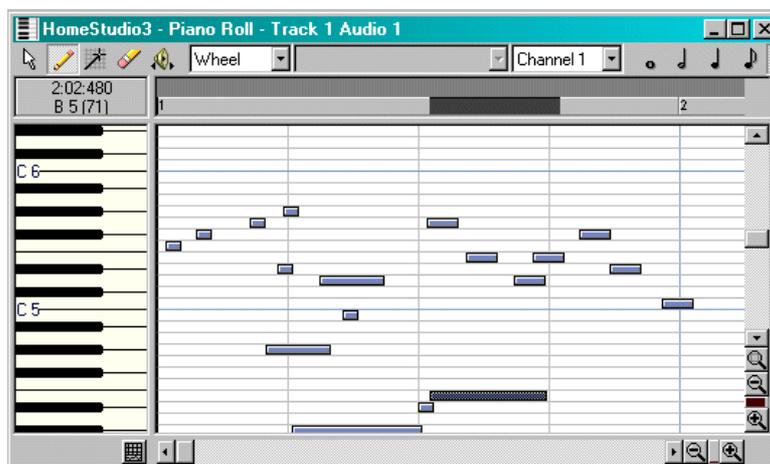


Figura 2.3: Representação do tipo *Piano roll*

2.4.3 Notação Musical Tradicional.

Alguns seqüenciadores realizam a transcrição de dados de performance MIDI para uma aproximada notação musical comum (partitura musical).

Para muitas músicas essa representação é mais evocativa e direta do que lista de eventos e *piano roll*, a exemplo de software destinado exclusivamente para edição de partitura como o Encore (<http://www.gvox.com/>) e Finale. (<http://www.finalemusic.com/>). Figura 2.4.

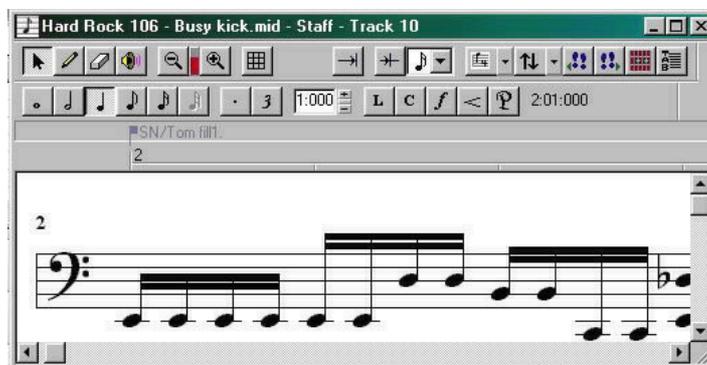


Figura 2.4: Forma de representação de notação musical comum

2.4.4 Controlador envelope

Ações de tonalidade, vibrato, pedais controladores e outros dispositivos geram mensagens controladoras contínuas. Estas são essencialmente envelopes para diferentes aspectos sonoros. Atualmente os seqüenciadores mostram os envelopes graficamente como uma forma que pode ser facilmente manipulada pelo mouse, clicando-se nas suas bordas para editar os parâmetros ADSR da onda (figura 2.5) e ouvir em tempo-real as alterações sonoras. (Crystal VST, em <http://www.greenoak.com/crystal/about.html>)

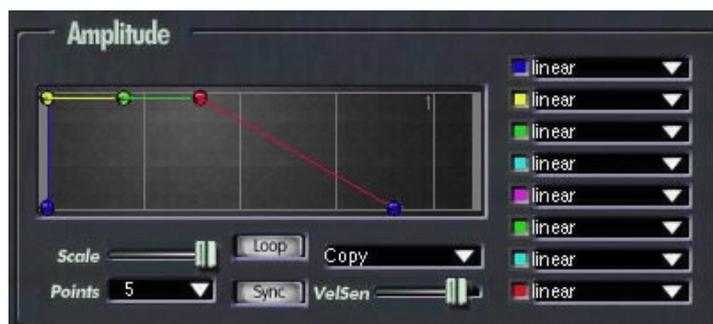


Figura 2.5: Forma de representação via Envelope

2.4.5 Formas de onda digitais

Essas formas de onda geralmente representam gravações de vocais e outros sons captados por microfones. Elas podem ser movidas na linha de tempo e editadas usando-se ferramentas de edição de amostra sonora. Essa forma gráfica (figura 2.6) pode ser interessante para visualização da correspondência de tempo entre o dado MIDI puro e a forma de onda do áudio digital. Figura capturada do SONAR (CAKEWALK 2004).

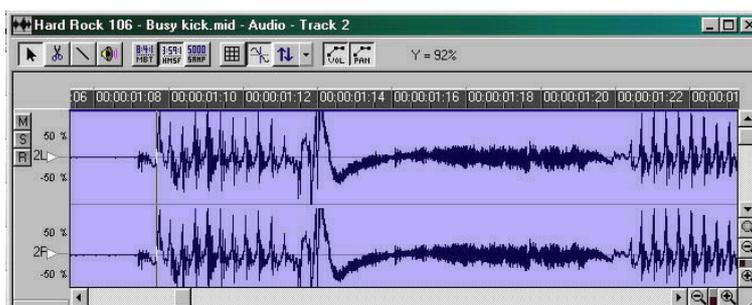


Figura 2.6: Representação do som em forma de onda

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção se destina a investigar na literatura alguns dos principais ambientes acadêmicos ou comerciais que envolvem criação/manipulação musical coletiva na web. O foco na composição musical coletiva se deve ao fato de ser o conceito mais próximo daquele considerado neste trabalho, o qual denominou-se prototipação musical cooperativa. Consideram-se principalmente características e aspectos gerais de interação e suporte ao trabalho cooperativo de cada um, bem como suas funcionalidades. São analisados quatro ambientes e uma síntese das suas principais características é relacionada na subseção 3.5.

3.1 EduMusical

O sistema EduMusical (FICHEMAN 2002), suporta aprendizagem colaborativa a distância que incluem meios de interação entre usuários, alunos e professores, ligados em rede local ou fisicamente distribuídos numa rede de longa distância, podendo ser utilizado para a Educação Presencial e para a Educação a Distância. Este sistema, voltado para crianças e adolescentes foi baseado em recentes pesquisas de educação musical, e inclui o Editor Musical, uma aplicação de composição musical.

A composição coletiva é possível através de interações entre alunos em salas de aula virtuais. Em se tratando de um sistema para ensino musical, o EduMusical oferece possibilidades tanto para aprendizagem individual quanto aprendizagem colaborativa. Neste último caso o sistema usa o conceito de “sala de aula virtual” que é acessada por cada participante por meio de suas estações de trabalho. O resultado desse processo é uma composição musical que é transmitida imediatamente para todos os presentes na sala que a visualizam com os instrumentos de todos os presentes da sala, de forma síncrona. Entretanto pode também funcionar de forma assíncrona permitindo que os alunos editem a composição sem estar conectados ao servidor da rede OSESP (conexão via TCP/IP) sendo atualizados na primeira oportunidade de ingresso na sala virtual.

A comunicação entre os participantes acontece por meio de uma janela de bate-papo e também por meio de um *mouse* colaborativo.

O sistema utiliza a linguagem Java (biblioteca *JavaSound*) onde o *Applet Java* é executado via navegador na máquina do cliente.

Um exemplo da tela de composição colaborativa pode ser visto na figura 3.1.

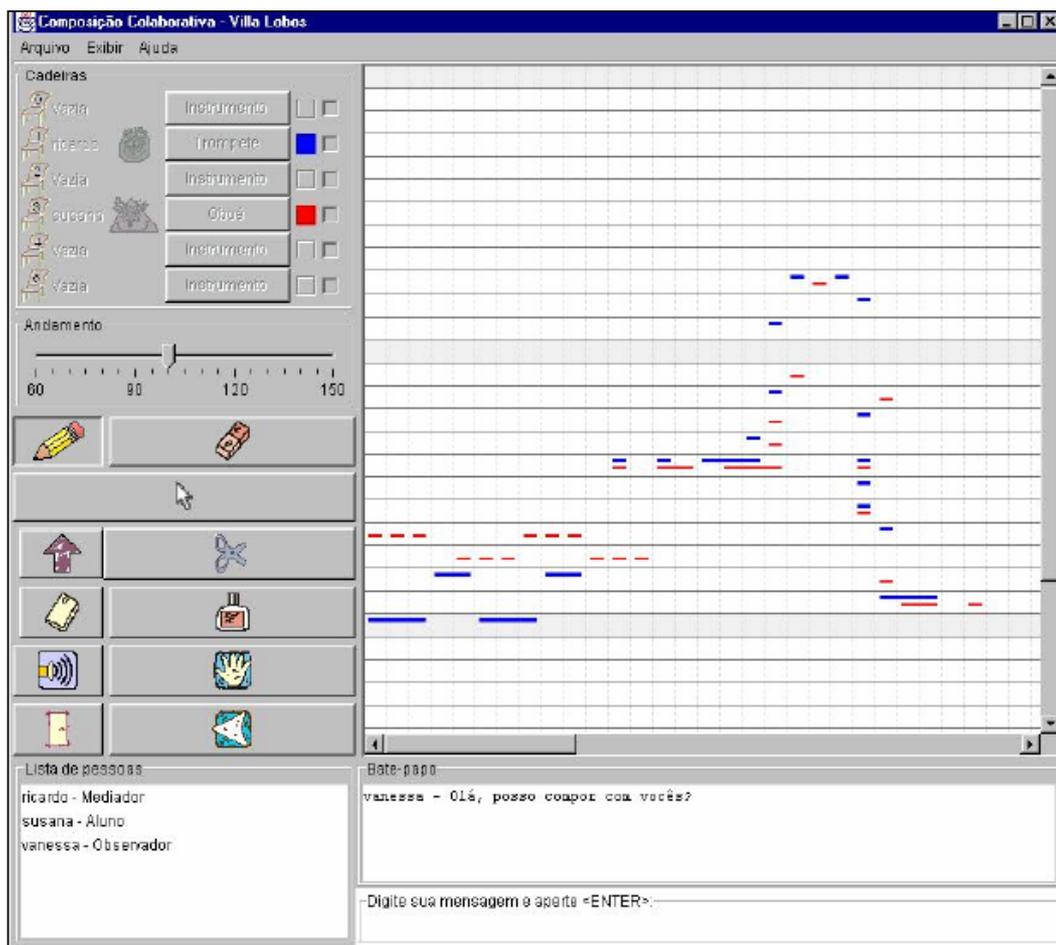


Figura 3.1: Composição Colaborativa em EduMusical

3.2 FMOL

O FMOL (JORDÀ 1999) é um projeto de software de um instrumento musical virtual para composição musical coletiva em tempo real via rede. Consiste em um programa *stand-alone* escrito em C++ para ser executado em PC com configuração mínima de Sistema Operacional (windows 95 com DirectX) e de *hardware* (placa de som simples, Pentium 100). Depois de baixado da Internet e instalado no computador do usuário o sistema gerencia as conexões http com o servidor de dados e realiza troca de arquivos musicais (que não são arquivos de áudio). Possui um mecanismo de síntese sonora que suporta 8 canais de áudio estéreo facultando ao usuário selecionar o método de síntese em tempo-real.

A interface gráfica de FMOL não é simples e precisa ser totalmente controlada pelo usuário. Baseada em uma teia retangular onde as linhas horizontais correspondem a geradores de som e verticais aos seus processadores (figura 3.2). Tem um comportamento que lembra o de uma guitarra ou harpa onde as cordas podem ser excitadas pelo usuário com mouse por meio de ações clicar/arrastar. O som é gerado e executado continuamente como um osciloscópio multicanal e os movimentos verticais do mouse controlam parâmetros tonais enquanto os horizontais controlam parâmetros secundários de síntese

A todo o momento a posição do mouse é capturada e convertida em mensagens MIDI, que são gravadas e enviadas para o mecanismo de síntese. A combinação dos botões do

mouse com o teclado permite funcionalidades tais como *sustain*, modificação de parâmetros secundários, gravação de *loops* gestuais, aplicar osciladores de baixa frequência, controle de amplitude, criação de arpejos, etc.

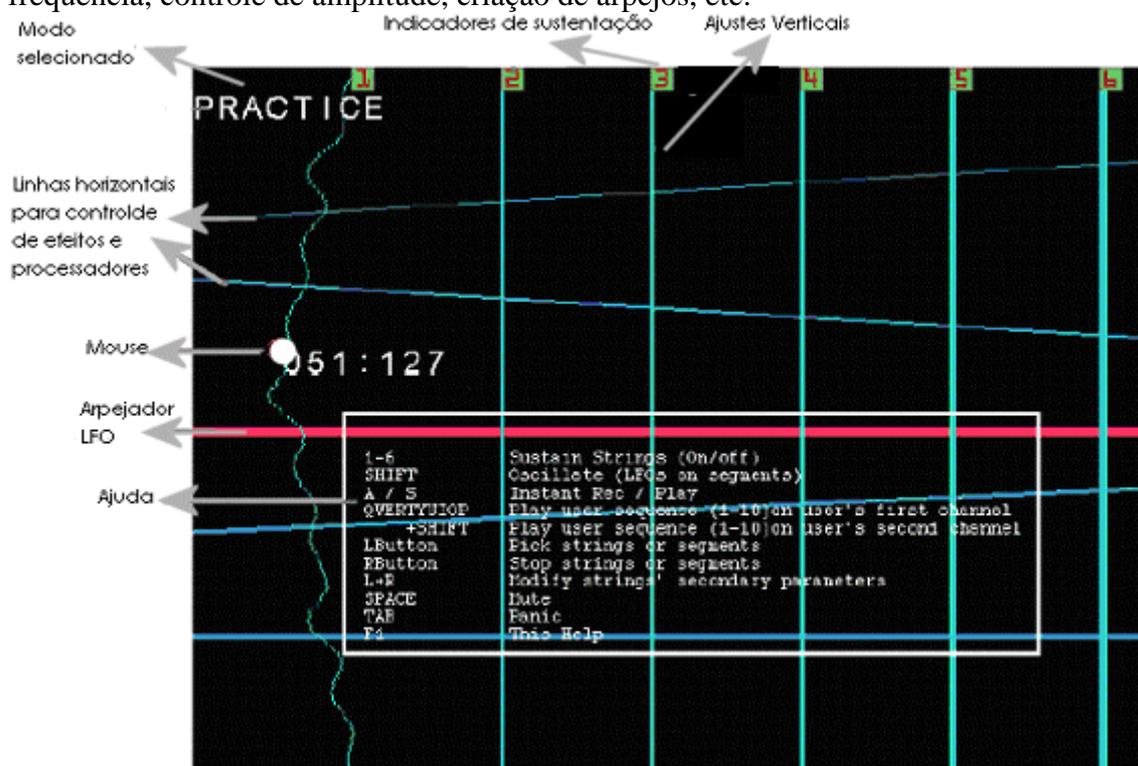


Figura 3.2: Interface Gráfica do sistema FMOL

FMOL utiliza o modelo cliente-servidor, permitindo aos compositores que usam FMOL cliente conectarem-se ao servidor central para fazer download de peças armazenadas em um banco de dados com estruturas de árvores.

FMOL foi desenvolvido de acordo com o modelo de arquitetura três-camadas, que tem sido um das mais eficientes arquiteturas para computação musical na Internet. O lado servidor hospeda um banco de dados responsável pelo armazenamento e funções de recuperação. Na camada central, um servidor de aplicações é responsável por executar todas as aplicações lógicas. O acesso universal ao sistema é garantido pelo uso de uma fina camada cliente de forma que qualquer PC de arquitetura *wintel* equipado com placa de som e navegador padrão é suficiente para executar o plug-in FMOL. O Sistema é implementado por meio do “objeto sonoro público” instalado pela web que possibilita atividades de composição e performance musicais de elementos acústicos expressivos em tempo-real na Internet. O lado servidor pode ser controlado por usuários conectados trabalhando em mecanismo de síntese sonora através de uma interface web e o resultado sonoro é distribuído a cada usuário sendo que suas entradas têm influência imediata nesse resultado

3.3 PitchWeb

PitchWeb foi um dos primeiros trabalhos envolvendo computação musical e arte criados para a Internet. Esse sistema é um instrumento musical virtual multiusuário projetado para web (<http://www.monroestreet.com/cathedral/pitchweb/pwmu.htm>).

O sistema Pitchweb utiliza a tecnologia shockwave da Macromedia (acessível em <http://www.macromedia.com/software/>) necessitando a instalação desse plug-in, além do quicktime para o seu funcionamento (<http://www.apple.com/quicktime/>).

Para interagir com o sistema basta selecionar as formas (figuras) da paleta de objetos sonoros que contém vários tipos de formas geométricas, representando arquivos sonoros diferentes, e arrastá-las para dentro da área de leitura. Cada forma contém uma amostra musical. As figuras podem ser dispostas em qualquer posição e a forma de leitura das figuras (espiral, diagonal, linear ou zig-zag) pode ser escolhida pelo usuário antes de iniciar a execução. (Figura 3.3)

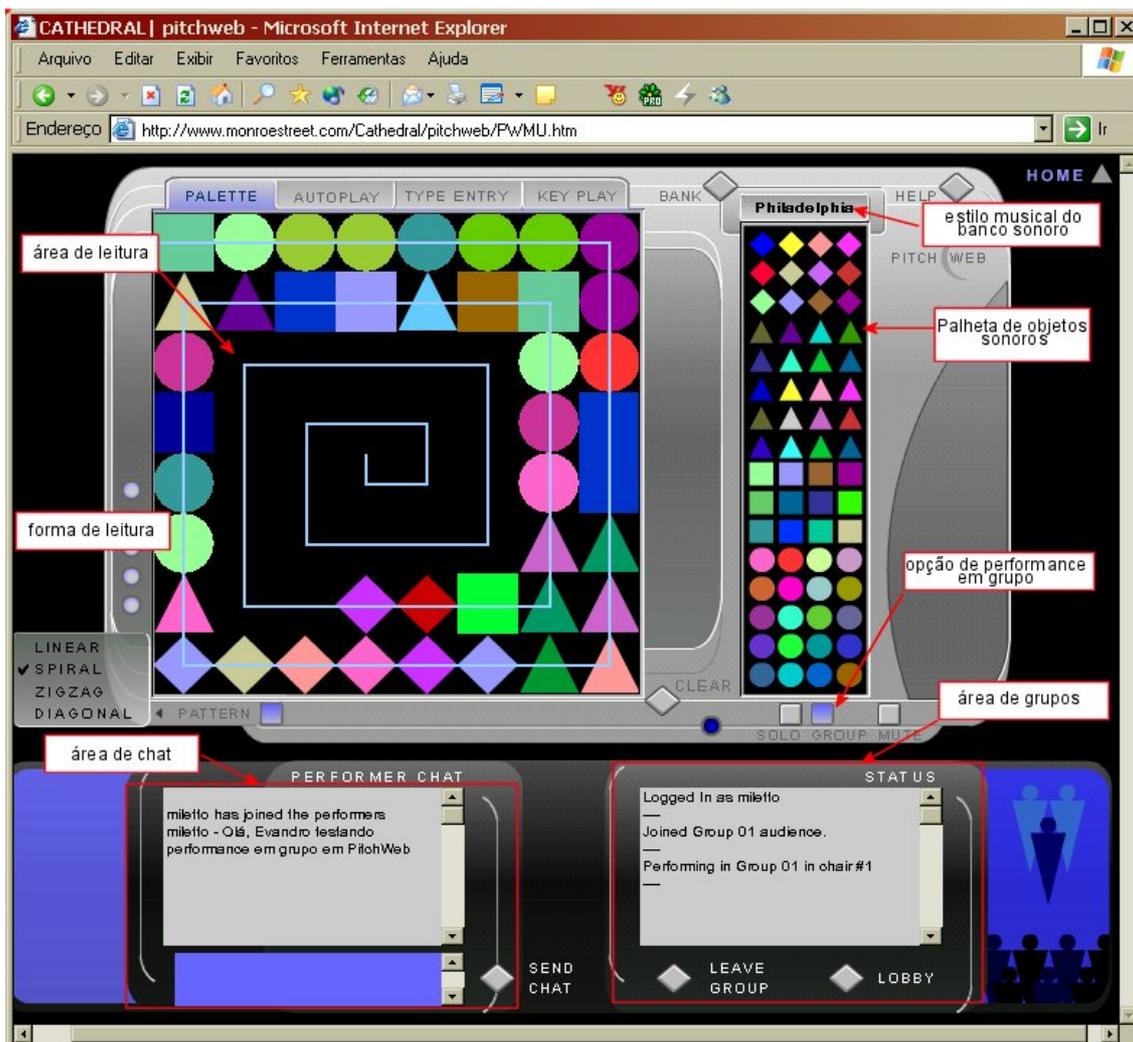


Figura 3.3: Tela de performance do sistema *PitchWeb*

Pitchweb suporta trabalho coletivo uma vez que os usuários se conectam no servidor, autenticados por login e senha, podendo participar das sessões abertas e comunicando-se via *Chat* no próprio ambiente.

3.4 WebDrum

O sistema WebDrum é baseado num editor padrão de percussão tradicional onde o usuário basicamente liga e desliga notas (instrumentos) clicando nas células de um grid ou tabela. Os sons de percussão são sintetizados usando JSyn (BURK 1998), API

desenvolvida em Java para síntese sonora. Os sons são tocados com sincronização bastante precisa devido a implementação de um buffer de eventos para eventos sonoros *time-stamping*. Estes processos de síntese sonoros realizados pelo JSyn eliminam a possibilidade de baixar pesados arquivos de áudio pela Internet.

WebDrum usa linhas (trilhas) para indicar instrumentos e usuários respectivos que estão interagindo nestas linhas (figura 3.4). O sistema tem um princípio de interação bastante simples, pois basicamente o usuário deverá clicar nos retângulos (células) ao longo da linha (assumindo o valor “ligado” e “desligado”), indicando dessa forma aquelas que ele deseja reproduzir ao longo do compasso.



Figura 3.4: Tela de performance do sistema WebDrum

O compasso é toda a extensão horizontal da tela, que neste exemplo está ajustado com 16 notas para 16 *beats* em todas as linhas. A linha do tempo (pontos vermelhos alinhados verticalmente na altura do 4º *beat*) indica a leitura do compasso, fornecendo um *feedback* para o usuário dos momentos de execução da performance. Esta linha de tempo é contínua (*loop*) e usuário pode marcar e desmarcar as células em qualquer momento e perceber o resultado sonoro instantaneamente.

Para alterar os instrumentos de percussão basta clicar nas caixas *combo* das linhas e escolher uma das opções.

Outros controles de execução são oferecidos independentemente para cada linha, como controle do estéreo, do volume, solo (apenas toca a linha marcada), entre outros. A janela de comunicação entre usuários (janela de chat) é separada da janela principal e aberta ao mesmo tempo, ficando em segundo plano, conforme mostra a figura 3.5.



Figura 3.5: Janela de Chat do sistema *WebDrum*

É uma possibilidade interessante para usuários interagirem no decorrer da performance musical. Basta digitar um texto no campo de baixo (branco) e pressionar "enter" para os outros usuários da sala receberem as mensagens.

3.5 Síntese dos trabalhos relacionados

Esta seção discute os aspectos mais relevantes dos trabalhos relacionados para esta pesquisa. As informações estão resumidas na tabela 3.1 que compara as características principais de cada sistema.

As informações foram dispostas em colunas, representado na vertical os sistemas analisados e em linhas, características sobre vários aspectos de cada sistema, indicando semelhanças e/ou diferenças. A descrição de cada uma está resumida a seguir.

A linha **Arquitetura** visa identificar a topologia utilizada para a comunicação e funcionamento entre pontos dos sistemas. **Acesso** informa a existência ou não de alguma restrição para acessar o sistema. O item **Sincronização** aponta a possibilidade do sistema trabalhar on-line ou off-line, isto é, execução ou não de operações em tempo real. A forma como os sistemas armazenam e distribuem os seus dados sonoros estão na linha **Mecanismos**. A linha **Geração Sonora** indica a tecnologia computacional empregada para manipular e reproduzir o som destes sistemas. **Ação musical** mostra o tipo de trabalho musical a que se propõe o sistema, considerando principalmente as grandes áreas musicais de performance, composição, síntese e edição. **Metáfora de interface** é o item que tenta dar uma noção superficial da forma de interação e da utilização da interface. **Requisitos para execução** está relacionado ao software necessário para executar, incluindo instalação de *plug-in*. **Público alvo** visa identificar o perfil de usuários para o qual cada sistema foi concebido. **Plataforma** indica qual o sistema operacional em que são executados estes sistemas. Os mecanismos utilizados para implementar a aspectos do trabalho cooperativo, principalmente relativo a comunicação entre usuários, são apresentados na linha **Comunicação**. Ainda dentro da cooperação, a linha **Memória** indica se os sistemas implementam ou não este tipo de mecanismo importante. **Recuperação do trabalho** visa relatar se os sistemas têm a possibilidade de serem recuperados e continuados do ponto onde a edição do trabalho em grupo foi interrompida. Por fim, a linha **Exportação Sonora** identifica quais dos

ambientes possuem a funcionalidade de exportar ou gerar um arquivo de som do trabalho coletivo realizado no ambiente.

Tabela 3.1: Comparando características dos trabalhos relacionados

	FMOL	PitchWeb	EduMusical	Transjam
Arquitetura	Cliente-servidor	Cliente-servidor	Cliente-servidor	Cliente-servidor
Acesso	Livre	Livre	Restrita	Livre
Sincronização	Síncrono/assíncrono	Síncrono	Síncrono/assíncrono	Síncrono
Implementação	C++	Java, JavaScript, Perl	Java	C++ e Java
Formato sonoro	MIDI	MIDI	MIDI	MIDI
Ação musical	Composição, performance e síntese	Performance	Composição e edição	Performance
Forma de representação sonora	multi-linha vertical (harpa)	Manipulação de figuras geométricas (<i>samples</i>)	Piano Roll	Liga/desliga células (<i>grid</i>)
Requisitos para execução (Sw)	FMOL.exe (PC)	<i>Browser</i> , ShockWave 8, QuickTime, Beatnick Player (Mac e PC)	<i>Browser</i> com suporte a Java	<i>Browser</i> e JSyn (Mac e PC)
Público-alvo	Músicos e leigos	Músicos e leigos	Alunos OSESP	leigos
Plataforma	Windows / Linux ¹	(Navegador web)	(Navegador web)	(Navegador web)
Ferramentas de Comunicação	Fórum	Chat	Chat	Chat
Memória do grupo	Metáfora de Fórum (banco de dados sonoro)	Não implementado -	Não implementado	Não implementado
Recuperação do trabalho	implementado	Não implementado	implementado	Não implementado
Exportação sonora		Não implementado	Formato proprietário	Não implementado

3.6 Discussão dos trabalhos relacionados

Pode-se observar algumas características interessantes nos trabalhos pesquisados. Na primeira linha, **arquitetura**, verifica-se que “Cliente-servidor” ainda é a arquitetura padrão utilizada em sistemas web que implementam trabalhos coletivos, ficando sempre o servidor com os encargos maiores de sincronização, armazenamento, atualização dos dados.

A linha **acesso** indica o tipo de acesso que cada sistema proporciona aos usuários, podendo ser livre (como é o caso da maioria) ou seja, basta entrar com a url para acessar, ou podendo haver alguma restrição, como no caso do sistema Edumusical que inicialmente é oferecido para crianças que estudam música na OSESP.

A linha **sincronização** indica o uso de ferramentas e tecnologias que podem ser síncronas ou assíncronas, onde as ações realizadas por um usuário são percebidas pelos demais, ou seja, acontecem em tempo-real ou não. No caso dos ambientes em discussão,

¹ A versão para a plataforma Linux está em desenvolvimento

além do Chat, alguns implementam sincronismo na execução musical, como é o caso principalmente do Transjam e PitchWeb. Sistemas que trabalham de forma síncrona aumentam a complexidade do seu desenvolvimento, uma vez que necessitam de mecanismos que minimizem a questão do tempo de latência da Internet para manipulação da informação sonora, principalmente em se tratando de performance musical.

A linha **implementação** indica as linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento dos sistemas, onde se pode ver que a língua Java é a mais utilizada pela portabilidade e uso de bibliotecas para tratar som, mesmo apresentando restrições quanto a performance. Entretanto é importante ressaltar que alguns *plug-ins* necessários para executar alguns dos sistemas nos *browsers* são desenvolvidos para um ou outro sistema operacional, como é o caso do FMOL (apenas para PC).

Na linha **formato sonoro** vê-se que a tecnologia MIDI é a mais utilizada, principalmente como protocolo de comunicação. No caso do sistema edumusical que oferece a função de salvar dados, o formato final é próprio (arquivo .mus) embora ofereça a possibilidade de exportar arquivo midi padrão.

A linha **forma de representação sonora** visa indicar a forma como o sistema apresenta a interface com usuário para a manipulação sonora, bem como as metáforas utilizadas com o fim de facilitar o uso. No caso do sistema FMOL, a metáfora é de uma harpa, ou instrumentos de corda que precisam ser excitadas (arrastando-se com o mouse) para executar som. Já o sistema Pitchweb trabalha com formas geométricas que representam sons distintos e a disposição dessas formas é que darão a leitura sonora no decorrer do tempo.

A linha **requisitos para execução** informa que elementos de software adicionais são necessários para usar cada um dos sistemas, como é o caso de *plug-ins* já relatado anteriormente.

Em **público-alvo** o objetivo é apresentar uma visão geral sobre o grau de restrição para uso do sistema. Em sua maioria, estes sistemas são abertos e permitem que usuários comuns (usuários da web não especialistas em música) possam acessar e usar livremente.

A linha **plataforma** indica o quão dependente é de sistema operacional cada um dos sistemas. Percebe-se que, com exceção de FMOL, os demais são independentes de sistema por serem executados em navegador web.

A linha **ferramentas de comunicação** visa identificar a forma de cooperação utilizada por estes sistemas, sendo o Chat em sua maioria.

A linha **memória do grupo** visa representar a possibilidade do sistema resgatar informações realizadas pelo grupo num determinado momento. Neste quesito apenas FMOL apresenta algo semelhante, com ressalva de que a metáfora de fórum implementada é relativa a organização dos arquivos sonoros que são organizados em um banco de dados sonoro que registra as última atualizações.

A **linha recuperação** do trabalho indica a possibilidade de salvar e carregar trabalhos realizados no ambiente do sistema.

Por fim, a linha **Exportação sonora** indica capacidade de exportar arquivos sonoros a partir das telas de edição destes sistemas. Apenas o sistema EduMusical permite a exportação para o formato MIDI.

Sem dúvida, os aspectos que receberam menor tratamento foram àqueles relativos ao trabalho coletivo, embora todos os sistemas tragam essa característica nas suas descrições. O *Chat* é praticamente a única ferramenta e forma de comunicação entre os membros de um mesmo grupo, com alguma diferença em FMOL, onde os arquivos

sonoros gerados são armazenados no banco de dados do servidor imitando uma metáfora de fórum (armazenados em forma de árvore hierárquica). Os usuários não conseguem perceber as ações que foram realizadas no trabalho em grupo, pois os sistemas não implementam mecanismos de memória do grupo, de tal forma que seja possível identificar o que, quando e por quem foram realizadas estas ações.

Outra questão relevante é a possibilidade de gerar um arquivo de som, como resultado das interações destes usuários no ambiente. O fato de poder distribuir, divulgar e mostrar a produção realizada pode ser um fator de motivação e de maior integração para uso destes sistemas.

Estas observações serviram de uma maneira geral para identificar aspectos comuns e mais utilizados por ambientes para performance/composição/manipulação musical coletiva na web e listar as características mais importantes. Entretanto, de maneira específica, serviu além de fornecer um maior entendimento e integração do tema, também para indicar outras possibilidades pouco exploradas que podem ser abordadas no desenvolvimento do presente trabalho de mestrado.

4 CODES: fundamentos, requisitos e arquitetura

Neste capítulo é apresentado o projeto CODES, descrevendo os seus fundamentos, requisitos e arquitetura. É introduzido o conceito de Prototipação Musical Cooperativa na seção 4.1, o planejamento do sistema CODES na 4.2, na seção 4.3 o projeto de interface e suas implicações, na seção 4.4 a arquitetura do sistema e na 4.5 descrições de formas de interação com o sistema. Em particular, as características de Interação humano-computador e trabalho cooperativo apoiado por computador são destacadas.

CODES (*Cooperative Sound Design*) é um ambiente para prototipação musical cooperativa na web destinado a usuários de computador entusiastas de música (ou até mesmo músicos) que desejam prototipar e compartilhar suas idéias musicais, interagindo entre si e com o ambiente.

O processo de prototipação, conforme descrito a seguir na seção 4.1, foi extraído do contexto dos processos industriais pelo fato de apresentar procedimentos semelhantes ao previsto por CODES, onde os protótipos representam trechos sonoros combinados e experimentados de várias formas no decorrer do tempo, cíclica e incrementalmente.

Experimentos musicais ou sonoros normalmente são realizados por músicos, entretanto, além dos músicos, muitas pessoas possivelmente teriam interesse em criar ou realizar tais experimentos.

Acreditamos que é possível fomentar cada vez mais o interesse pela música usando formas alternativas para experimentação sonora e estimulando a interação entre os interessados. Mesmo apresentando algumas restrições relativas ao tráfego de informações (KON;IAZETTA, 1998) a tecnologia da Internet faz com que o computador se direcione definitivamente como uma ferramenta para realizações musicais. Exemplos das suas possibilidades é a chamada ciberarte (LÉVY, 1999), onde uma das características mais constantes é a participação do público como uma espécie de co-produção da obra pela intervenção direta dos seus participantes.

CODES associa conceitos de IHC, *Computer Music* e CSCW para permitir que pessoas possam experimentar a sensação de criar e desenvolver suas habilidades artísticas e culturais através da música.

O sistema fornece possibilidades para os usuários criarem exemplos de música (protótipos) de que podem ser testados, modificados e escutados constantemente, tanto pelo seu criador inicial quanto pelos seus “parceiros” irão cooperar para o refinamento deste protótipo musical.

4.1 Prototipação musical cooperativa

Termo proposto neste trabalho para designar as atividades dos usuários no ambiente quando manipulam e combinam arquivos sonoros nas linhas de edição visando a obtenção de um protótipo musical. Prototipação é o processo usado na indústria para

criação de uma versão simplificada de um produto com a intenção de entender melhor não só suas características, mas também seu processo de concepção e construção. Este processo se inicia com o desenvolvimento de representações incompletas de um sistema alvo para propósitos de teste com usuários reais como uma forma de entender as dificuldades do desenvolvimento e a escala do problema (GRØNBÆK, 1991).

Protótipos são elementos essenciais de uma abordagem de projeto iterativa, onde peças são criadas, avaliadas e refinadas ciclicamente até o fim do processo, que depende basicamente dos resultados atingidos.

Assim, o processo é cíclico e visa criar incrementalmente versões sucessivas, realizando revisões e melhoras de uma versão a outra. O produto final é fruto de uma série de modificações na versão inicial, daí a adoção deste termo para designar as ações e experimentos sonoros ou musicais de um usuário da web no contexto deste trabalho.

4.2 Planejando o CODES

A idéia inicial do trabalho era oferecer uma notação musical alternativa para composição musical cooperativa na web. Após discussões e argumentações com vários pesquisadores, músicos e orientadores sobre o tema, refinou-se a idéia chegando-se no estágio atual de definições. Optou-se, portanto, pela adoção dos termos design sonoro ou protótipo musical para evitar comprometimentos com conceitos do domínio musical, uma vez que o trabalho está direcionado principalmente para leigos em música, o que desvincula questionamentos sobre a possibilidade ou não destes leigos serem “compositores”.

4.2.1 Requisitos principais

O processo de elicitação de requisitos envolveu entrevistas com um especialista em computação Musical (um Doutor em computação, professor de pós-graduação em tecnologia aplicada a música), especialista em IHC e CSCW (um Doutor em computação, professor de graduação e pós-graduação em computação) e usuários como perfis mistos (mestres/graduados em computação com experiência de uso de software musical). As questões enfocaram, sobretudo, aspectos de manipulação musical, usabilidade, acessibilidade e possíveis formas de cooperação. A investigação dos trabalhos relacionados auxiliou na definição dos requisitos principalmente sobre o ponto de vista da interação e interface, considerando-se a sua possível característica de ser útil e usável por leigos em música mas também para músicos. Os dados capturados foram divididos em 4 tópicos principais, envolvendo aspectos de interação, cooperação, sonoros e tecnológicos, conforme as listas das subseções a seguir.

Para o entendimento destes requisitos constatou-se a necessidade de descrição de alguns termos criados ou adaptados para representar elementos da interface e do sistema como um todo. Estes itens estão descritos no Quadro 1 e a relação dos requisitos no Quadro 2.

- **Estilo musical:** relacionado ao gênero musical, tal como pouplar (rock, pop, jazz, samba, etc...)
- **Padrões sonoros:** pequenos trechos sonoros (arquivos midi com duração em torno de 3 segundos)
- **Instrumentos:** representa uma linha de edição e possui sonoridade relativa ao estilo, que é definido no momento da adição de um novo instrumento/nova linha.

- **Tela de edição:** conjunto de linhas e colunas onde linhas representam instrumentos de um determinado estilo e colunas representam a unidade de tempo (correspondente à duração de um padrão sonoro)
- **Linhas de edição:** são linhas (ou trilhas) de edição que contém coleções de padrões sonoros, selecionáveis em cada unidade de tempo, atribuídas a um usuário que pode selecionar os padrões sonoros.
- **Protótipo musical:** linha ou conjunto de linhas de edição criadas com padrões sonoros selecionados.
- **Ranking:** valor ou avaliação fornecido por usuários, atribuído aos protótipos musicais ouvidos.
- **Perfil de usuários:** pode ser gerente, cadastrado ou não cadastrado no sistema CODES.
- **Visão macro:** forma de apresentação da interface onde o usuário visualiza, entre outras informações, a lista os protótipos que participa.
- **Visão micro:** forma de apresentação da interface onde o usuário visualiza um nível menor de granularidade, ou seja, quando está diante da tela de edição de algum protótipo musical.
- **Message board:** repositório de informações destinado a fornecer a percepção das ações realizadas no ambiente do sistema.
- **Protótipos públicos ou abertos:** aqueles que são livres para audição de qualquer usuário.
- **Protótipos fechados:** restrito à audição de apenas usuários cadastrados para este protótipo.

Quadro 4.1: Relação e descrição de termos utilizados nos requisitos do CODES:.

4.2.1.1 *Requisitos de interação e interface*

- Mostrar protótipos musicais públicos (livre para audição) e seus dados (membros, acessos, data, tamanho, quantidade de linhas, tempo total, criador, etc.) como visão global do ambiente (macro visão);
- Possibilitar a inserção de comentário e avaliação (ranking) dos protótipos públicos pelos ouvintes (mesmo não cadastrados);
- Acessar o ambiente (após cadastro) para executar ações de criação e edição;
- Fornecer controles da execução (play, pause, stop, avançar, recuar);
- Execução sonora da peça na visão macro;
- Possibilitar aos usuários pertencentes à mesma peça manipular as linhas por eles criadas (adiciona, remove, altera andamento, adiciona comentário, etc.);
- Disponibilizar uma coleção de padrões sonoros para que o usuário possa manipulá-los (ouvir, escolher, editar, alterar, salvar, adicionar e remover da linha por ele criada);
- Visão micro do ambiente (interface que permite ao usuário alterar dados dos padrões, como notas, instrumento, etc.);
- Adicionar padrões (da coleção para a linha selecionada) usando funcionalidades do mouse (arrasta-solta, duplo-clique, etc.)ou outra solução que facilite a implementação;
- Funcionalidades de edição dos padrões (selecionar “notas” (traços), copiar, recortar, colar, para as interfaces da microvisão);

- Possibilidade de desfazer ações (undo)

4.2.1.2 *Requisitos de Suporte a cooperação*

- Fornecer macro e microvisão.
- Suporte a trabalho cooperativo assíncrono apresentando funcionalidades de percepção, argumentação/justificativa, comunicação 1:1, 1:n;
- Convidar usuário cadastrado via msg do ambiente (para editar uma linha específica) e usuário não cadastrado via email para se cadastrar no ambiente;
- Indicação (em modo macro) da linha que o usuário poderá editar (se convidado por um usuário criador) ou após a ação de criar uma nova linha. (indicar por cor de fundo ou outra forma, a linha disponível para a edição);
- Possibilidade de deixar alguma mensagem no ambiente (na forma de argumentação ou justificativa das atividades que foram realizadas) a fim de dar conhecimento aos outros participantes do trabalho;
- Indicação visual das alterações geradas por atividades que foram realizado por outros usuários em alguma linha (conceito de *awareness*, percepção do que foi feito, quando e por quem) (message board);
- Ter condições de ouvir peças de outros grupos desde que estas estejam classificadas como “públicas”(abertas);
- Proporcionar aos usuários (cadastrados ou não) a possibilidade de solicitar permissão para colaborar na criação de peças abertas;
- Possibilidade de ser convidado por outro usuário para participar na criação de uma peça aberta/fechada (e-mail/mensagem);
- Possibilitar aos usuários cadastrados convidar outros usuários para se cadastrar no ambiente;
- Possibilitar a criação de fóruns no ambiente;
- Prover um espaço ou forma nas composições (no nível macro) para que usuários em geral “avaliem” ou manifestem as impressões, idéias relativas à peça ouvida; e
- Apresentar um espaço (message board) onde o sistema informe todos as atividades de interesse dos usuários (mensagens, comentários, autenticações realizadas, linhas criadas, etc.) como forma de percepção.

4.2.1.3 *Representações Musicais*

- Utilizar o conceito de linhas musicais, ou componentes do protótipo, para edição (um usuário por linha).
- Associar os padrões (arquivos de som) com ícones ou figuras;
- Indicar a posição de um padrão ao longo da linha de modo que seja executado quando da movimentação da linha do tempo (da esq para a direita);
- Representar o tempo de leitura (linha de tempo vertical);
- Indicar, de forma sincronizada, a execução dos padrões de um mesmo compasso (considerando as várias linhas existentes) ao longo da timeline (por exemplo, uma faixa vertical que indica os padrões que estão sendo executados); e
- Permitir a importação e exportação de trechos sonoros (padrões).

4.2.1.4 *Requisitos Tecnológicos*

- Ambiente que possa ser executado em navegador conectado à Internet;
- Utilizar inicialmente o MIDI como tipo padrão de arquivo;
- Possibilidade de exportar e importar dados de e para outros formatos;

- Salvar dados em um repositório de dados (servidor);
- Realizar operações de edição;
- Permitir a recuperação dos dados gravados;
- Permitir salvar dados em formato MIDI (local);

Figura 4.2: Requisitos elicitados para o sistema CODES.

4.2.2 Características e propriedades

Com base nos requisitos elicitados, definiu-se características e propriedades para o CODES. O sistema considera a existência de 2 tipos de usuários distintos: o usuário cadastrado e o usuário da web (ver ilustração da figura 4.1). O cadastrado, evidentemente, é um usuário conhecido de CODES e portanto possui privilégios que o usuário da web (não-cadastrado) não possui.

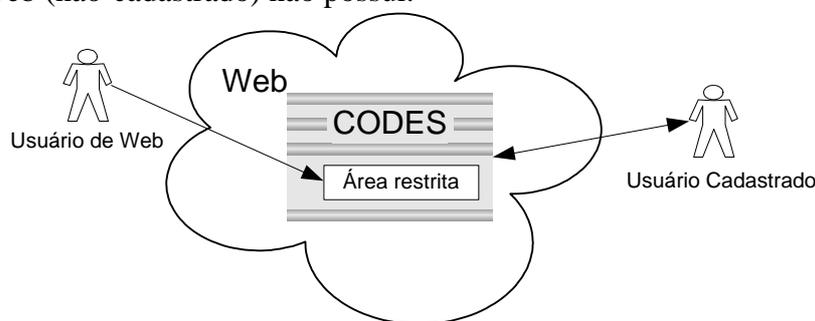


Figura 4.1: Tipos de usuários de CODES

CODES estabelece o conceito de linhas de edição que são aquelas que representam os *componentes* básicos de um protótipo musical (baixo, percussão, acordes e arpejos). Assim, cada linha representa um desses componentes e pertence a somente um usuário participante do protótipo. Protótipos musicais podem ter uma ou várias linhas, ainda que com repetidos componentes, para implementar os conceitos do trabalho cooperativo, abordados mais adiante.

As linhas, por sua vez, são formadas por células que indicam os tempos da execução do protótipo, podendo ser representados por um padrão sonoro. Cada tempo (ou célula) possui uma coleção de padrões musicais que são carregados de acordo com o *componente* escolhido no momento da criação da linha.

Um protótipo musical em CODES é, portanto, uma grande tabela onde linhas representam os componentes ou instrumentos (e, conseqüentemente, usuários participantes) e colunas representam os padrões que serão executados no decorrer do tempo enquanto uma indicação de tempo vertical (coluna) varre a tabela, da esquerda para a direita, executando todas as células que possuem padrões sonoros selecionados. Os arquivos sonoros localizados nas células da mesma coluna são executados simultaneamente, usando a metáfora visual de um ambiente multi-trilha e impressão sonora de um conjunto musical, composto por vários instrumentos.

4.2.3 Casos de uso do CODES

Os protótipos musicais são criados e gerenciados por usuários cadastrados. Estes, realizam basicamente ações de criar linhas, ouvir o protótipo, alterar a velocidade de execução, convidar outros usuários para participarem do protótipo e inserir comentários

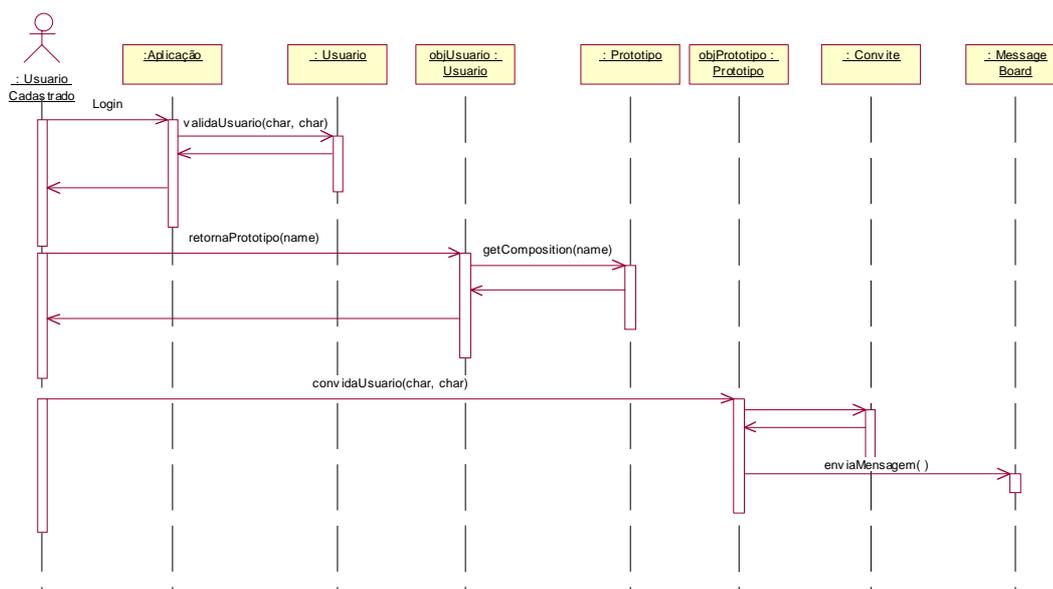


Figura 4.3: Sequência de passos para convidar um usuário

Outros detalhes descrevendo interações dos usuários com o sistema e entre si poderão ser vistos nas seções seguintes, que tratam de aspectos de interface e de trabalho cooperativo.

4.2.5 Definindo Classes

As classes e atributos do CODES foram definidos de acordo com os dados constantes nas seções anteriores, principalmente no tocante a elicitação de requisitos e casos de uso. Utilizou-se o método orientado a objetos pelas vantagens que oferece como confiabilidade, proteção de dados, extensão de classes e sobretudo reutilização de código tendo em vista perspectivas futuras do sistema, abordadas na última seção deste texto. A figura 4.4 apresenta o diagrama de classes definido para o CODES e logo a seguir, a descrição das classes e seus métodos.

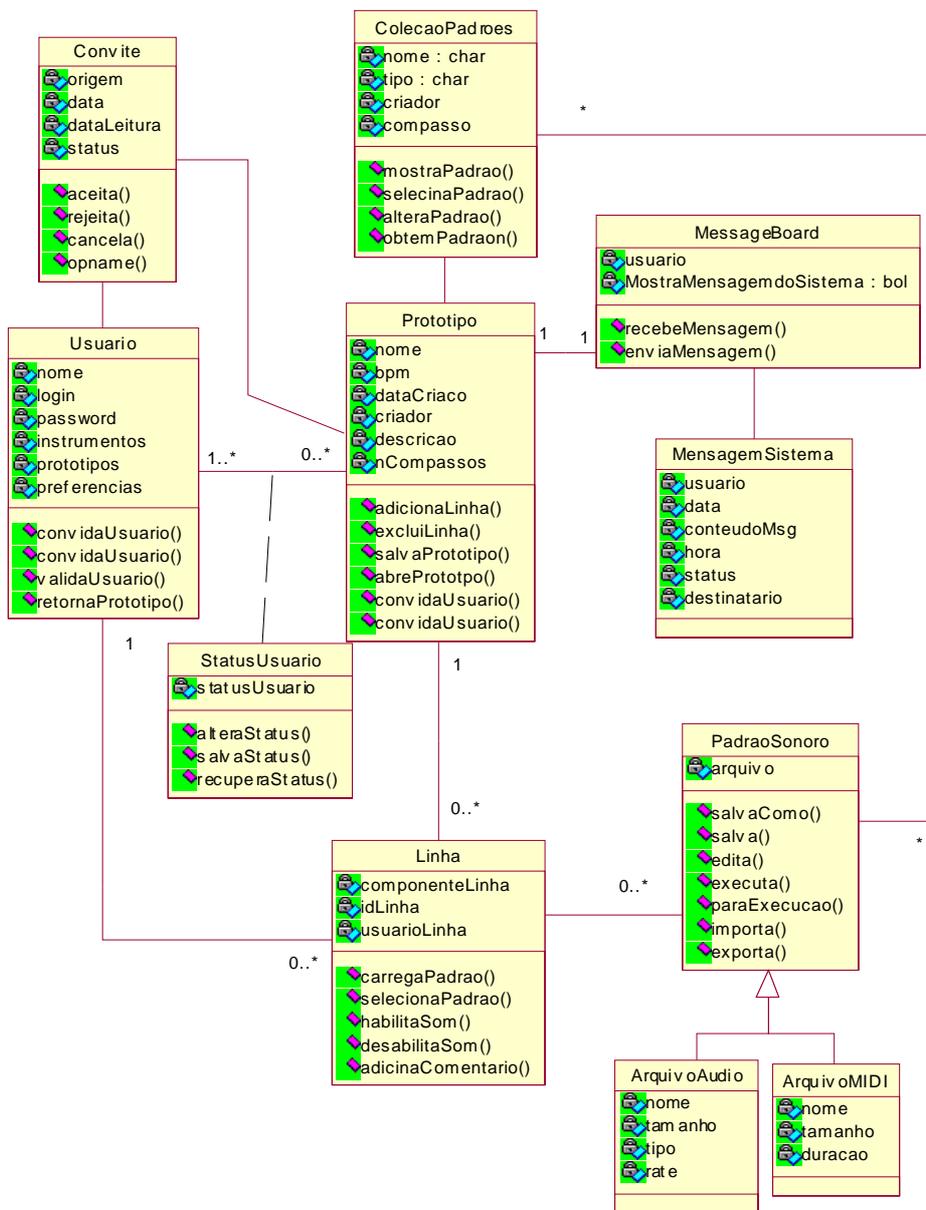


Figura 4.4: Diagrama de classes do CODES

4.2.6 Descrição das Classes:

- **ColecaoPadroes:** representa o conjunto de padrões musicais (pequenos arquivos de som) classificados.
 - o nome: define o estilo do padrão musical (pop, jazz, rock, etc..)
 - o tipo: define se é acorde, arpejo, baixo ou percussão;
 - o criador: nome de quem criou o padrão musical;
 - o compasso: localização do padrão musical na linha.
- **PadraoSonoro:** classe que representa os arquivos de som usados no sistema.
 - o arquivo: define o tipo de arquivo do padrão sonoro (MIDI ou áudio)

- **ArquivoAudio:** especialização de PadraoSonoro que define o formato do arquivo de áudio.
 - o nome: nome do arquivo
 - o tamanho: espaço que ocupa em disco (em Kb)
 - o tipo: wave, mp3, aiff, etc.
 - o rate: taxa de amostragem (44.1 kHz, por exemplo)

- **ArquivoMIDI:** especialização de PadraoSonoro que representa o formato MIDI.
 - o nome: nome do arquivo MIDI
 - o tamanho: espaço que ocupa em disco (em Kb)
 - o duração: tempo de duração do arquivo

- **Convite:** classe que representa as mensagens enviadas de um usuário para outro.
 - o origem: usuário que envia
 - o data: data de envio da mensagem
 - o dataleitura: data em que foi lida a mensagem
 - o status: representa o estado do convite, se já foi ou não aceito.

- **Prototipo:** classe que representa o produto final do sistema, o arquivo sonoro contendo as linhas e a relação de todos os padrões sonoros utilizados.
 - o nome: nome dado ao protótipo
 - o bpm: velocidade de andamento do protótipo
 - o datacriacao: data em que foi criado
 - o criador: usuário que criou o protótipo
 - o descricao: comentário adicionado na criação do protótipo
 - o nCompassos: registra o número de compassos(tempo) usados no protótipo.

- **MessageBoard:** classe que representa o conjunto e mensagens tratadas pelo sistema tendo como origem ações dos usuários e do próprio sistema.
 - o usuário: usuário que enviou a mensagem
 - o mostraMensagemDoSistema: apresenta as mensagens definidas no sistema que representam ações do sistema para o conceito de percepção.

- **MensagemSistema:** conjunto de mensagens do sistema definidas para informar usuários as ações que ocorreram.
 - o usuario: usuário que gerou a mensagem
 - o data: data em que foi gerada
 - o conteudo: texto ou corpo da mensagem
 - o hora: momento em que foi gerada
 - o status: (se a mensagem já foi lida ou não)
 - o destinatario: para quem se destina a mensagem.

- **Usuário:** classe que representa os usuários cadastrados no sistema
 - o nome: nome do usuário
 - o login: apelido usado no cadastro
 - o password: senha
 - o instrumentos: instrumentos preferidos por este usuário

- protótipos: protótipos que ele participa
 - preferências: gêneros musicais que o usuário prefere.
- **StatusUsuário:** classe que faz a distinção de estado do usuário em um protótipo musical, que implica determinadas funcionalidades dentro desse protótipo.
 - status: criador ou participante
 - **Linha:** classe que representa linhas do protótipo formadas por um dos 4 componentes básicos de CODES (arpejo, acorde, baixo e percussão) e que contém os “compassos” (localização na linha) representados por cada padrão sonoro.
 - componenteLinha: arpejo, acorde, baixo e percussão
 - idLinha: número que a identifica no protótipo
 - usuarioLinha: usuário que criou a linha.

4.3 Projeto de Interface

Esta seção tem como objetivo principal desenvolver o projeto de interfaces de uma aplicação *Web* que permita aos usuários a criação e prototipação coletivas de peças sonoras ou musicais, utilizando a metáfora de reutilização de trechos musicais. Para tanto são definidas as tecnologias a serem utilizadas no sistema CODES, as entidades da interface (projeto funcional do sistema), a análise das tarefas dos usuários interagindo nas UA (Unidades de Apresentação) do sistema por meio do diálogo de alto nível (*flipbook*) e os modelos de interface que sintetizam a distribuição do conteúdo das UA.

4.3.1 Conteúdo da Aplicação

O ambiente a ser desenvolvido tem como principal função o gerenciamento de dados e informações das peças musicais (protótipos) e dos seus usuários (preferências, mensagens, comentários, linhas de edição, etc.), sendo utilizado na *Web* e acessível via navegador.

4.3.2 Análise Contextual

O perfil dos usuários de CODES divide-se basicamente em dois tipos: usuários **cadastrados** e usuários **da Web**. Em princípio, caracterizam-se por serem entusiastas pela música e se interessarem pela manipulação de sons, devendo-se considerar alguma experiência com computadores em nível de usuário, bem como desconhecimento da notação formal da musical (leigos em música). Esta característica não impede que músicos com conhecimentos formais utilizem o sistema, uma vez que interações decorrentes de usuários leigos e músicos podem resultar em experiências interessantes para o estudo comportamental e evolutivo do processo de prototipação musical aqui proposto.

Os usuários cadastrados são aqueles que tem privilégios no ambiente, como realizar funções de gerenciamento dos seus dados, dos protótipos que participam e também enviar convites e mensagens para o sistema e usuários.

Os usuários da web são os visitantes, ainda sem cadastro, que acessam o ambiente CODES para conhecer, ler as informações, ouvir alguma peça que foi configurada para audição pública e no máximo poderão avaliar este tipo de peça (*ranking*), atribuindo um peso ou nota para a peça ouvida (0 a 5, por exemplo). Podem ainda indicar o endereço do site para outros usuários.

Não há distinção entre esses dois usuários em termos de uso da interface no ambiente, no entanto este projeto deverá estar focado nos conceitos de usabilidade e acessibilidade, considerando a condição de leigos em música (apresentando uma coleção de trechos musicais para serem combinados) e visando o cumprimento da tarefa principal, que é a prototipação sonora ou musical.

4.3.3 Análise das tarefas

A maioria das tarefas do CODES está restrita aos usuários cadastrados, visto que grupo de tarefas realizáveis por usuários da web fica restrito a apenas navegar no ambiente do sistema para conhecer e ouvir os protótipos públicos. Para tanto, este planejamento está centrado principalmente no usuário cadastrado e lista a seguir as suas atividades, que conterão uma indicação ao lado, do tipo (usuário da web) quando forem comuns aos dois usuários. São elas:

- Criar novo protótipo;
- Excluir protótipo criado;
- Inserir linhas (trilhas);
- Remover a linha por ele criada;
- Desabilitar/habilitar o som da linha;
- Selecionar padrões sonoros (trechos de arquivos MIDI) da coleção de padrões existente na linha;
- Remover padrões musicais das linhas;
- Enviar convites para outros usuários participarem do seu protótipo;
- Enviar convite para usuários da web para conhecerem o ambiente; (*usuário da web*);
- Inserir comentários no protótipo (sugestões, avisos, lembretes, justificativas);
- Selecionar visão macro do ambiente (tela apresentada após o *log*, com conjunto de *links* e dados de todos os protótipos que o usuário participa);
- Selecionar visão micro do ambiente (tela acessada a partir da visão macro onde o usuário abre um de seus protótipos para interação);
- Controlar a execução do protótipo (*play*, *pause*, *stop*, avançar e retroceder);
- Alterar o andamento do protótipo (bpm);
- Alterar informações cadastrais;
- Salvar alterações realizadas no protótipo;
- Criar livro de endereços (lista de amigos) visando facilitar futuros convites;
- Realizar busca de outros usuários (mediante parâmetro, exemplo: instrumento preferido) visando convidar para trabalhar no protótipo;
- Acessar o *message board* para saber o que foi realizado no protótipo por outros usuários;
- Realizar busca por composições; (*usuário da web*);
- Ouvir peças públicas; (*usuário da web*);
- Acessar informações e novidades do ambiente (*usuário da web*);
- Avaliar peças criadas (ranking) (*usuário da web*);

4.3.4 Tecnologia a ser utilizada

O desenvolvimento do sistema utiliza a tecnologia Java (API JavaSound) para tratar dos eventos sonoros na forma de *applet* embutido em página HTML e PHP. JavaSound apresenta funcionalidades específicas para controles sonoros ao mesmo tempo em que permite a implementação de objetos gráficos que podem facilitar as ações interativas dos usuários mediante balanceamento de aspectos como performance, usabilidade e

acessibilidade. O gerenciador de Banco de Dados utilizado é o MySQL² e o servidor Internet é o TomCat³.

Os requisitos necessários para acesso e uso de CODES são: qualquer sistema operacional com acesso a Internet via navegador. Navegadores *Nestcape* a partir da versão 3 Gold e *Internet Explorer* versão 4 ou superiores. Não haverá necessidade de plug-ins, pois estes navegadores já suportam *Java Script*.

O sistema não prevê política de segurança severa, apenas controle de acesso via *login*, mas realiza também o registro através de *log* de todas as atividades realizadas. As autenticações são realizadas através da verificação dos usuários no banco de dados.

O conteúdo das interfaces do sistema é audiovisual, envolvendo arquivos de som, imagens e texto em HTML/PHP.

4.3.5 Unidades de Apresentação

O modelo de diálogo de alto nível representa a sequência de telas ou Unidades de Apresentação (UA) de acordo com as tarefas estabelecidas. Descrição das UA:

- **UA1 (Login do Sistema)** – essa é a unidade de apresentação inicial, que possui informações de caráter geral do sistema e campos para login e senha, acessível também para usuários não cadastrados. Realizada a autenticação, a aplicação disponibiliza os dados que o usuário terá acesso.
- **UA2 (Erro de acesso)** – informação apresentada pelo sistema em caso de erro de autenticação.
- **UA3 (Formulário de registro)** – UA onde o usuário fornece os dados para se cadastrar no sistema.
- **UA4 (Macro visão)** – UA que apresenta as peças em que o usuário participa, após a sua autenticação no sistema.
- **UA5 (Novo protótipo musical)** – UA onde o usuário cadastrado deve fornecer dados para criação da nova peça
- **UA6 (Opções do usuário)** – UA onde o usuário pode alterar os seus dados, senha, etc..
- **UA7 (Relatar Problemas)** – UA destinada a fornecer um espaço para o usuário relatar problemas e erros apresentados pelo sistema.
- **UA8 (Micro visão)** - UA que apresenta uma peça em modo de edição.
- **UA9 (Convidar usuário)** – UA onde é possível enviar um convite para um usuário participar de algum protótipo musical.
- **UA10 (Adiciona comentário)** – UA onde o usuário insere nota (comentário, sugestão, justificativa) referente a uma linha ou a peça como um todo.
- **UA11 (Busca)** – UA que permite ao usuário realizar uma busca por membros cadastrados (via instrumento de preferência) ou por peças.
- **UA12 (Ajuda)** – UA que apresenta os modos básicos de funcionamento do sistema.
- **UA13 (Nova linha/Estilo)** – Primeira UA que conduz o usuário na criação de uma nova linha no protótipo musical (escolha do estilo).
- **UA13a (Nova linha/Instrumento)** – Segunda UA que conduz o usuário na criação de uma nova linha no protótipo musical (escolha do instrumento)
- **UA14 (Lê Comentário)** - UA que exhibe os comentários deixados pelos usuários no protótipo.

² <http://dev.mysql.com/>

³ <http://jakarta.apache.org/tomcat/>

A representação da transição entre telas é feita através do *flipbook* mostrado na figura 4.5. As elipses são as telas (UA) da interface de CODES e as flechas são os eventos que levam de uma UA para outra.

Os eventos podem ser acionados pelo usuário ou também pela própria aplicação. A descrição dos eventos abaixo começa pela sigla que identifica o evento, o tipo de ação (hiperlink, enter, clique, etc.) e sua função:

- **E1** - dados de identificação + OK/enter (semântico)
- **E2** - validação (lógico)
- **E3** - autenticação realizar cadastro - *hyperlink* (lógico)
- **E4** - realizar cadastro - *hyperlink* (lógico)
- **E5** - relatar problemas - *hyperlink* (lógico)
- **E6** - cadastro válido - ok (semântico)
- **E7** - parâmetros (nova peça) - ok (semântico)
- **E8** - relatar problemas - *hyperlink* (lógico)
- **E9** - adiciona nota - *hyperlink* (lógico)
- **E10** - seleciona composição - *hyperlink* (lógico)
- **E11** - convidar usuário - *hyperlink* (lógico)
- **E12** - convidar usuário - *hyperlink* (lógico)
- **E13** - busca - *hyperlink* (lógico)
- **E14** - opções do usuário - *hyperlink* (lógico)
- **E15** - busca - *hyperlink* (lógico)
- **E16** - ajuda - *hyperlink*

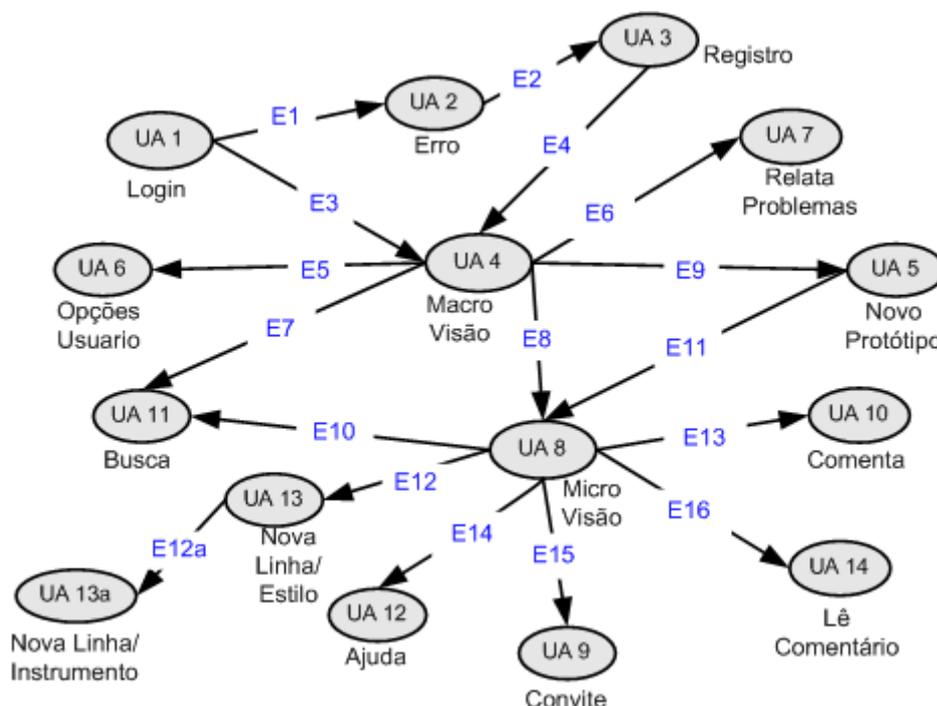


Figura 4.5: Flipbook do CODES

Por exemplo, da UA1 (tela de login) o usuário poderá ser levado para 2 opções: UA3 (tela de registro) caso o sistema detecte que este usuário não é cadastrado ou para a UA4

(tela de MacroVisão) através do Evento 1, após autenticação com usuário e senha, obtendo acesso a uma visão dos protótipos que ele participa, podendo seleccionar várias opções que o levarão a UA diferentes

4.4 Arquitetura do sistema

CODES está baseado na arquitetura clássica cliente-servidor (ver figura 4.6). O *Applet* Gerenciador de Manipulação Sonora do lado cliente tem como principal atribuição manipular o som (seleccionar arquivos de som, mixar, tocar, parar, etc.) enviando os eventos do usuário aos gerenciadores do CODES do lado servidor. Ações de convite, comentários adicionados às peças musicais e eventos percepção são manipulados pelo Gerenciador de Cooperação em conjunto com o Gerenciador de Usuários, tendo em vista a necessidade de verificar a autenticação e configurar o ambiente de modo personalizado para cada usuário.

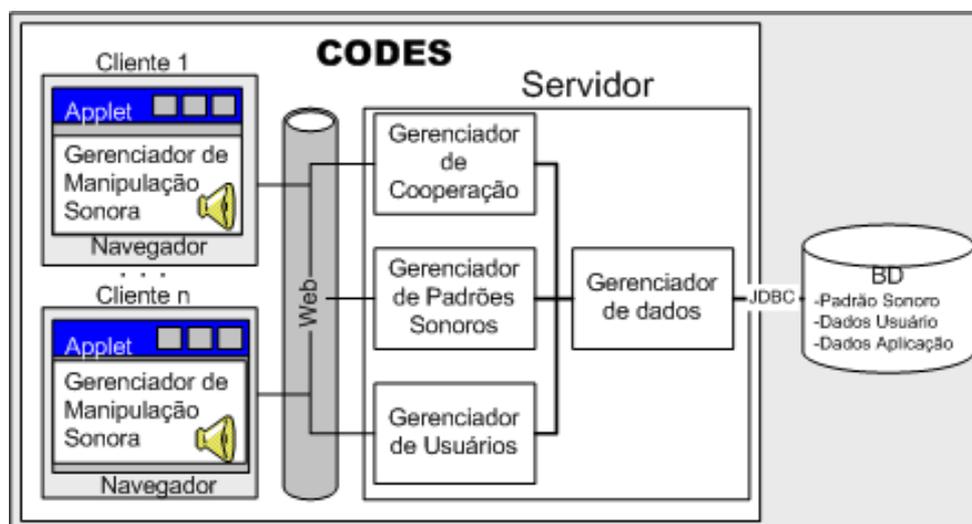


Figura 4.6: Arquitetura do ambiente CODES

Os padrões sonoros são organizados no lado servidor através do Gerenciador de Padrões Sonoros, que lê os diretórios, atualiza e recupera arquivos requisitados pelo Gerenciador de Manipulação Sonora. Todas as atividades relativas ao usuário (cadastro, *login*, autenticação, etc) ficam a cargo do Gerenciador de Usuário que se comunica com o Gerenciador de Cooperação para efetivar as ações de cooperação entre usuários e grupos. O Gerenciador de Banco de Dados acessa à Base de dados que armazena arquivos sonoros no formato MIDI, dados da aplicação (mensagens, *logs*, etc) e dados dos usuários e grupos.

Sua implementação segue a filosofia do software livre visando proporcionar facilidades no uso das ferramentas para desenvolvimento. Tendo-se em vista as características de interação e interface (ver seção 4.4) foi escolhida a API JavaSound (JAVASOUND, 2004) nativo da linguagem Java. O uso desta linguagem permitiu concentrar o desenvolvimento do sistema na parte de GUI e de cooperação, facilitando a parte sonora em função dos componentes que oferece para controlar o som. O WebServer utilizado foi o *TomCat Servlet Container* (TOMCAT, 2004), referência para aplicações Java que acessa a base de dados *MySQL* por meio de uma conexão JDBC (Java Data Base

Conector). O formato de arquivo sonoro escolhido foi o MIDI pela facilidade de ser carregado e manipulado. O som de arquivos MIDI reproduzidos na maioria dos computadores multimídia ainda é de baixa qualidade, entretanto possibilidades futuras serão facilitadas por esta escolha, como por exemplo a conversão destes arquivos em notação musical tradicional (partitura) caso o usuário se interesse em aprofundar-se neste aprendizado.

4.5 Interagindo com CODES

A IU do CODES foi projetada visando contemplar aspectos relativos à flexibilidade de interação, robustez de interação e facilidade de interação bem como cuidados quanto ao suporte adequado para tratar das complexas informações musicais envolvidas, para prover uma efetiva interação dos participantes com o ambiente e entre si. O ambiente foi concebido para atingir o meio-termo em relação àquelas interfaces que são tão "fáceis" para o usuário que acaba esgotando rapidamente a sua expressividade e outras tão difíceis de iniciar que acaba desencorajando iniciantes (D'ARCANGELO, 2002). Buscou-se uma solução que contemplasse, ao mesmo tempo, a facilidade de acesso e uso do produto pelos usuários, a disponibilidade de recursos e facilidades de programação para o seu desenvolvedor.

Há um consenso na comunidade de IHC: o desenvolvimento de GUI's com usabilidade inicia com a compreensão dos usuários potenciais e das tarefas que eles realizarão no ambiente.

Estes usuários, normalmente, não possuem conhecimento de CMN, que simboliza, sobretudo, a duração e tom das notas, não sendo projetada para representar uma visão geral de uma estrutura musical de alto nível (ROADS, 1996).

Um protótipo musical em CODES se inicia com a escolha de um *template* (representando o estilo ou gênero musical) que determinará quais os tipos de padrões sonoros serão carregados e disponibilizados para os usuários daquele protótipo escolherem (Exemplo: pop rock, bossa nova, blue, etc.).

CODES considera que o protótipo musical é formado por Linhas (*tracks*) de instrumentos, arranjos, efeitos, etc, como por exemplo Linha do Baixo, Da percussão, de Arpejos, etc. Cada linha pertence a um usuário que tem o privilégio de edição (seleção de outros padrões sonoros), porém é permitido a um usuário criar mais de uma linha (Figura 4.7).

Ao criar a linha o usuário escolhe o tipo instrumento ou componente musical desejado (percussão, baixo, acorde, arpejo) e o sistema carrega todos os padrões, de acordo com esta escolha, para todas células da linha. Cada célula da linha terá a mesma coleção de padrões, armazenados em *combobox*, onde o usuário escolhe, através de um simples clique do mouse em uma lista de opções nas células, a seqüência dos padrões que mais lhe agrada, ouvindo, alterando e experimentando as combinações de maneira fácil.

Os padrões sonoros são estruturas musicais de alto nível (pequenos trechos de arquivos musicais no formato MIDI) que facilitam o processo de escolha e prototipação sonora. Estes padrões, que formam uma coleção em uma célula possuem, além da diferença no nome, pequenas diferenças sonoras de um mesmo estilo e mesmo tempo total de duração, facilitando a ambientação do usuário com a sua peça.

A interação dos usuários, portanto, envolve basicamente ações de seleção (clique) e execução (*play*) para combinar as suas escolhas sonoras com as de outros "parceiros" (usuários) do mesmo protótipo musical, de acordo com suas preferências de ordem, andamento, intensidade, etc. Esta combinação pode ocorrer em diferentes formas:

sobreposição (execução simultânea), justaposição (colocar em seqüência), etc.(figura 4.8). Ao clicar no botão *play* (ouvir) inicia-se a execução dos padrões sonoros selecionados que são mixados pelo Gerenciador de Manipulação Sonora. Todas as linhas que estiverem habilitadas para execução (opção *mute* não selecionada) terão as suas células (padrões sonoros) executadas no momento em que forem “varridas” verticalmente pela “linha de tempo”, que fornece ao usuário um *feedback* para controle de execução (vide o “tempo 3” no exemplo da figura 4.7). Esta leitura pode ser interrompida e iniciada em qualquer tempo através dos botões de controle da execução (*play*, *stop*, *pause*, avançar e retroceder).

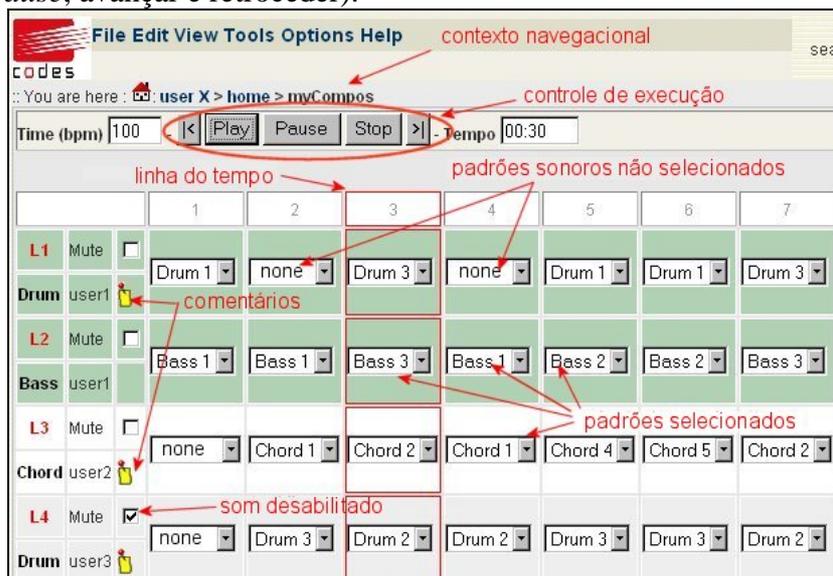


Figura 4.7: Tela de edição do ambiente CODES

Outros detalhes da interface podem ser identificados na figura 4.7. As 4 primeiras linhas (L1, L2, L3 e L4) representam 3 usuários. As linhas 1 e 2 (percussão e baixo, respectivamente) pertencem ao usuário1(*user1*) e receberam uma tonalidade de cor diferente para indicar para este usuário que apenas estas linhas estão disponíveis para alterações. O ícone que indica anotação/comentário nas Linhas 1, 3 e 4 informa que existe uma mensagem de um usuário ou justificativa relativa a alguma ação realizada nesta linha. As Linhas 3 e 4, pertencem a outros usuários e única possibilidade para o usuário ativo (usuário 1) é torná-las sem som, marcando a opção “mute” assinalada na Linha 4.

A representação alternativa das estruturas musicais oferecidas por CODES engloba, portanto, conceitos como ritmo, andamento, melodia, harmonia e timbre, previamente elaborados, fazendo com que o usuário experimente, escolha e combine os padrões sonoros de modo interativo e fácil, proporcionando um resultado mais imediato neste processo e diminuindo a dificuldade que poderia ser oferecida pela NMC num estágio inicial (MILETTO, 2003).

4.6 Cooperação na Prototipação Musical

Composição musical é feita por compositores. De fato, é um processo que exige um profundo conhecimento de teoria musical (harmonia, ritmo, etc) , um domínio dos instrumentos usados na obra e desenvoltura no uso da notação adotada (partitura, tablatura, etc) para representar as estruturas e os elementos musicais criados. Por todos

estes fatores, tradicionalmente composição é geralmente um processo individual e cada compositor tem seu enfoque próprio para realizá-lo.

Leigos em música não fazem composição musical mas nada impede que realizem experiências musicais com protótipos musicais.

De fato, acredita-se que embora muitos afirmem que compositores atuem individualmente, muitas vezes eles não interagem para realizar obras cooperativamente por não terem um mecanismo que suporte adequadamente esta cooperação. Este trabalho é um esforço para preencher esta lacuna, mas não somente para compositores mas para qualquer pessoa que busque e aceite compartilhar idéias sobre experimentos musicais.

A cooperação é, acima de tudo, uma atividade social e interativa envolvendo processos de comunicação, co-realização, compartilhamento, coordenação e negociação (características principais do CSCW vistas na seção 2.5). Ellis (1991) apresenta uma taxonomia de espaço-tempo e classifica alguns sistemas que podem ser utilizados para execução desses processos, como sistemas de mensagens, editores multi-usuários, suporte a decisão do grupo e conferências computacionais.

CODES implementa conceitos de trabalho cooperativo criando suporte para um grupo de pessoas cooperarem entre si com o objetivo comum: a elaboração de um protótipo musical inicial e temporário (durante o período de criação do protótipo) mas que pode se expandir e evoluir para uma Comunidade Virtual.

A comunicação em CODES é assíncrona, uma vez que não é necessário tempo-real para o desenvolvimento dos protótipos musicais.

Usuários podem ter suas idéias musicais e podem acessar a peça coletiva em tempos diferentes, realizar os seus experimentos e deixar seus comentários. O sistema, através de um arquivo de registro das operações (log), controla e armazena todas as ações dos usuários tornando-as informações disponíveis para que outros saibam o que foi feito (Conceito de percepção - *awareness*).

O Gerenciador de Cooperação de CODES (ver figura 4.6) é o responsável pelo gerenciamento dos seguintes mecanismos de cooperação: comunicação, percepção e memória do grupo e justificativas de ações musicais.

O processo de comunicação em CODES é representado pelo envio de mensagem aos membros do grupo, realizado no próprio ambiente. Esta mensagem pode ser na forma de um E-mail comum para um membro do grupo ou um E-mail de convite para outro usuário não pertencente ao grupo, neste caso, enviado pelo criador do protótipo musical. Caso CODES detecte que o usuário é novo no ambiente, um formulário é apresentado para cadastro e autenticação, pois apenas participam das prototipações musicais os usuários cadastrados.

Outra forma de comunicação do ambiente é o Message Board (figura 4.8) que implementa a memória do grupo, responsável por apresentar textualmente um histórico de todas as ações realizadas pelos usuários e pelo sistema.

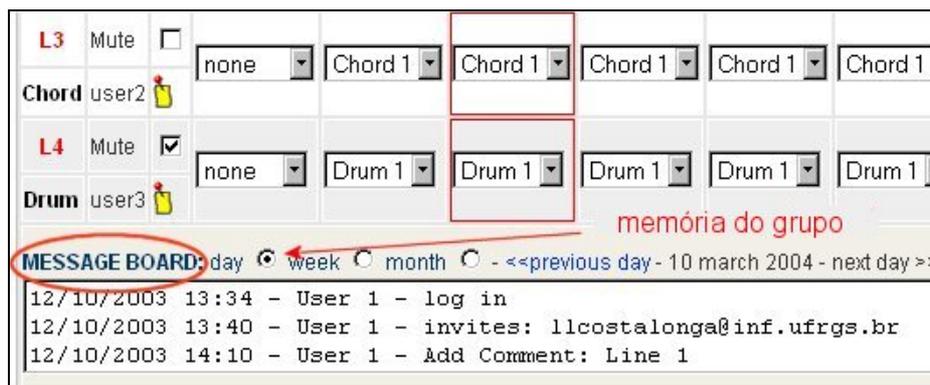


Figura 4.8: Parte do Message Board de CODES

É uma base de dados comum a todos os participantes que registra as ações realizadas no ambiente organizadas em uma seqüência cronológica. Permite que usuário pesquise no arquivo de log para saber as ações que já ocorreram.

A coordenação das atividades em um contexto musical como CODES pode acontecer naturalmente na medida que o grupo reconhece um ou mais membros do protótipo a que pertencem como alguém que possua uma maior habilidade ou experiência. Acredita-se não ser necessário fazer distinção explícita da representação do papel do coordenador, pois não há intenções em relação à hierarquização das ações e comunicações do grupo. Acredita-se que as ações ou opiniões de usuários mais experientes em um grupo que possui o papel explícito do coordenador possam inibir a participação de usuários menos experientes e iniciantes, principalmente neste caso de um grupo de leigos em música que estão realizando seus experimentos musicais.

O uso de CODES pode proporcionar alternativas interessantes para iniciantes em música. Através de interações entre usuários e contatos com outros mais experientes em música, o sistema proporciona um suporte para o aprendizado de iniciantes, com interdependência positiva, encorajando ações de colaboração, argumentação, discussão e aprendizado cooperativo durante o desenvolvimento de protótipos musicais cooperativos.

5 CONSTRUINDO E AVALIANDO UM PROTÓTIPO DO CODES

Neste capítulo é apresentado o protótipo do CODES, desenvolvido para validar o modelo proposto. Desenvolveu-se um protótipo que concentrou esforços no aspecto tecnológico-musical, ou seja, a geração, o seqüenciamento e reprodução dos sons nas linhas criadas pelos usuários e que pudesse ser executado na web.

Para aplicar os conceitos de trabalho cooperativo optou-se em fazer uma adaptação com o sistema Claroline⁴ cujas funcionalidades se aproximam daquelas previstas no planejamento do CODES. Embora o sistema permita, durante a sua instalação, fazer a opção pelo idioma (Português, neste caso) percebeu-se que grande parte das opções e informações das telas não obedeceu esta opção. Algumas delas foram realizadas manualmente e outras permaneceram na forma original em função do tempo tomado nestas traduções e da forma como está estruturado o código do ambiente, que não separa conteúdo de apresentação e apresenta poucos comentários. Imagina-se, entretanto, que esta característica não prejudica o trabalho para efeito de realização de experimentos.

Procedeu-se à revisão dos requisitos elicitados na seção 4.1.1 escolhendo-se os principais (descritas da seção 5.1) para poder viabilizar o objetivo geral deste trabalho: a prototipação sonora cooperativa em ambiente Web.

Para descrever as características do protótipo, este capítulo foi estruturado com as seguintes seções: uma introdução descrevendo as características principais na seção 5.1 seguidas por uma seção que descreve e explica a interface na seção 5.2. Uma seção de Funcionamento, descrevendo passo-a-passo as atividades implementadas é descrito na seção 5.3. A seção 5.4 é destinada à avaliação do protótipo e a seção 5.4 faz uma síntese deste capítulo.

5.1 Características principais

O protótipo se caracteriza por ter 2 ambientes principais, que são módulos distintos porém funcionando de maneira integrada. O primeiro, é o *player* formado pelo Applet Java e responsável pelos controles de execução sonora, adição de linhas, estilos e padrões sonoros. O segundo, o ambiente Claroline adaptado a este trabalho, é o responsável pelo gerenciamento das atividades de cooperação. Este ambiente Web é implementado na linguagem PHP, o que possibilitou a inserção do link para a execução do *applet*, conforme será descrito nas seções seqüentes.

As funcionalidades implementadas no protótipo, com base na elicitação de requisitos, são listadas a seguir:

- Cadastro de usuários no ambiente

⁴ Ambiente colaborativo para ensino na Web acessível em <http://www.claroline.net/>

- Adicionar usuários em um protótipo musical
- Enviar convite para participar de um protótipo (via e-mail)
- Aceitar o convite (link com o ambiente via e-mail)
- Criação do Perfil de Gerente (criador) e usuário (membro) de cada protótipo musical
- Criar gêneros (separar protótipos dentro dos seus contextos – Pop, Rock, samba, etc.)
- Iniciar protótipo musical
- Adicionar linhas no protótipo musical
- Selecionar padrões nas linhas do protótipo musical
- Alterar padrões selecionados
- Possibilidade de misturar estilos musicais
- Exercer controle de execução do protótipo musical (play, stop)
- Desabilitar linha do protótipo musical (marcando a opção mute)
- Exportar arquivo no formato “.mid”
- Enviar arquivo exportado para o grupo (upload no ambiente)
- Adicionar comentário no ambiente onde está inserido o protótipo
- Fórum de discussões para cada protótipo
- Chat (discussões virtuais em tempo-real)
- Troca de mensagem entre usuários
- Possibilidade de agendar eventos, encontros, discussões, etc.
- Selecionar nível de audiência do protótipo musical (aberto – sem necessidade de cadastro, ou restrito – para usuários cadastrados)

Por questões de tempo (visando não exceder o período normal do curso de mestrado) resolveu-se abrir mão de algumas funcionalidades, as quais julgou-se menos relevantes para efeito de testes do protótipo, levando-se em conta também a complexidade de implementação e postergando-as para trabalhos futuros. Assim, os seguintes requisitos não foram implementados:

- Possibilidade de edição dos padrões sonoros;
- Possibilidade de adicionar padrões às coleções de padrões oferecidas no ambiente;
- Possibilidade de desfazer ações realizadas no ambiente;
- Convite para uma linha específica dentro de um protótipo;
- Indicação (em modo macro) da linha que o usuário poderá editar (se convidado por um usuário criador) ou após a ação de criar uma nova linha. (indicar por cor de fundo ou outra forma, a linha disponível para a edição);
- Indicação visual do andamento da execução do protótipo musical (linha do tempo);
- Indicação visual das alterações geradas por atividades que foram realizadas por outros usuários em alguma linha, automaticamente pelo sistema (*awareness* sobre ações do *applet*);
- Associação dos padrões sonoros com ícones ou figuras;
- Permitir a importação e exportação de trechos sonoros para outros formatos.
- Permitir a recuperação dos dados salvos;
- Permitir salvar dados em formato MIDI (local);

Outras características mais detalhadas podem ser vistas na seção seguinte, onde se apresentam as principais telas do ambiente como uma descrição das suas funcionalidades.

5.2 Interface e sua explicação

Nesta seção apresenta-se resumidamente a interface do sistema CODES que concentra as funcionalidades mais importantes para o contexto desta dissertação. Com o objetivo específico de facilitar a explicação da interface, procedeu-se a classificação das mesmas em quatro módulos contendo funcionalidades e contextos inter-relacionados, que foram nomeados de “acesso, visão macro, visão micro” e “edição sonora”.

5.2.1 Módulo de acesso

Como todo o sistema que realiza controle de acesso, CODES possui uma tela inicial para fornecimento dos dados de acesso aos membros cadastrados, bem como opções para realizar cadastro e recuperar (lembrar) informações de cadastro necessárias para o acesso e que foram esquecidas pelo usuário.

Estas funções são realizadas pelos *hyperlinks* existentes na tela inicial conforme mostrado na figura 5.1, que possuem regiões indicadas e numeradas por quadrados pontilhados em vermelho.

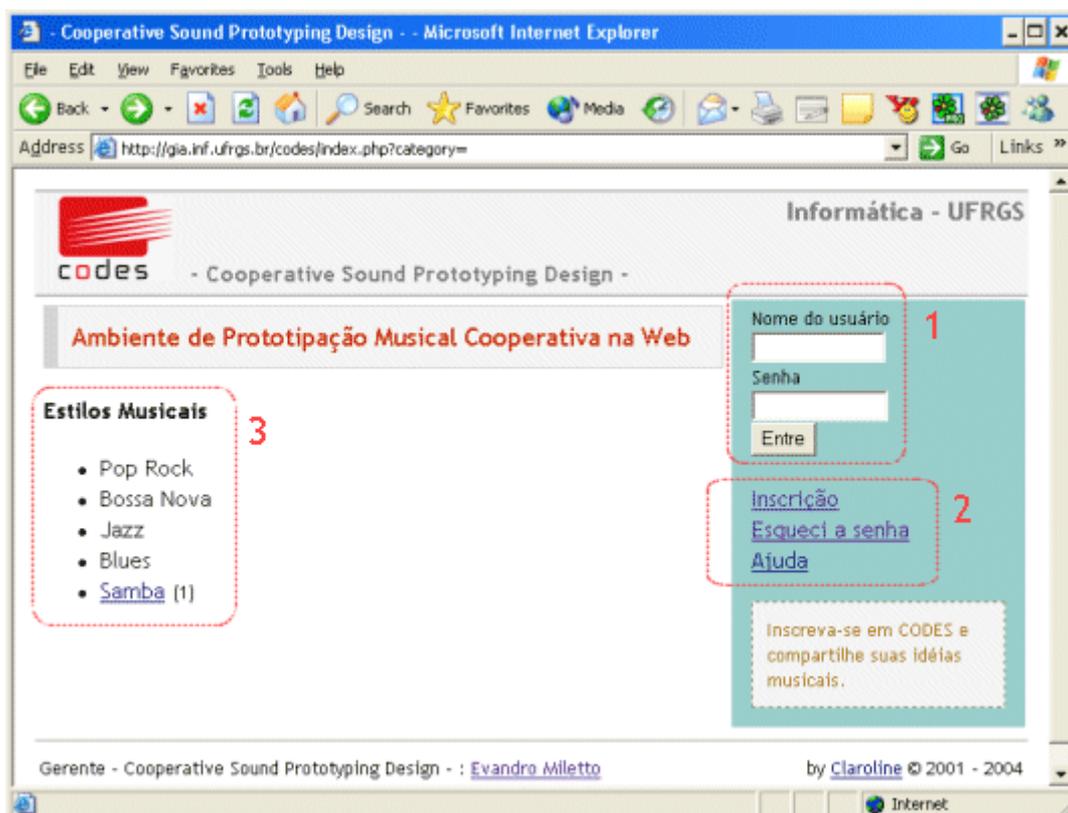


Figura 5.1: Funções da Tela de Acesso de CODES

O quadro 1 representa o formulário onde o usuário cadastrado em CODES fornece seu nome de usuário e senha e clica no botão “Entre” para o sistema realizar a autenticação. Caso não seja cadastrado, o usuário poderá clicar na opção “inscrição” do quadro e

preencher um formulário para se inscrever em algum protótipo musical que admita acesso e inscrição de usuários não-cadastrados. No mesmo quadro existem as opções “Esqueci a senha”, que oferece a possibilidade de lembrar a senha do usuário cadastrado via e-mail e a opção “Ajuda” que fornece informações sobre inscrição e autenticação no ambiente. As informações contidas no quadro 3 representam os estilos musicais disponíveis em CODES. Esses estilos podem ser editados, bem como novos estilos podem ser adicionados pelo administrador do sistema. No exemplo da figura 5.1 o link do estilo “Samba” que está sublinhado indica um *hyperlink* mesmo sem necessitar de usuário autenticado, o que significa que este é um protótipo musical de acesso público.

5.2.2 Módulo de Visão Macro

Considera-se Visão Macro a unidade de apresentação exibida após a autenticação do usuário, contendo um nível mais genérico de informações e configurações (ambiente do usuário). No exemplo da figura 5.2, o usuário logado é “teste”, que possui acesso ao protótipo “Pop Rock1”.

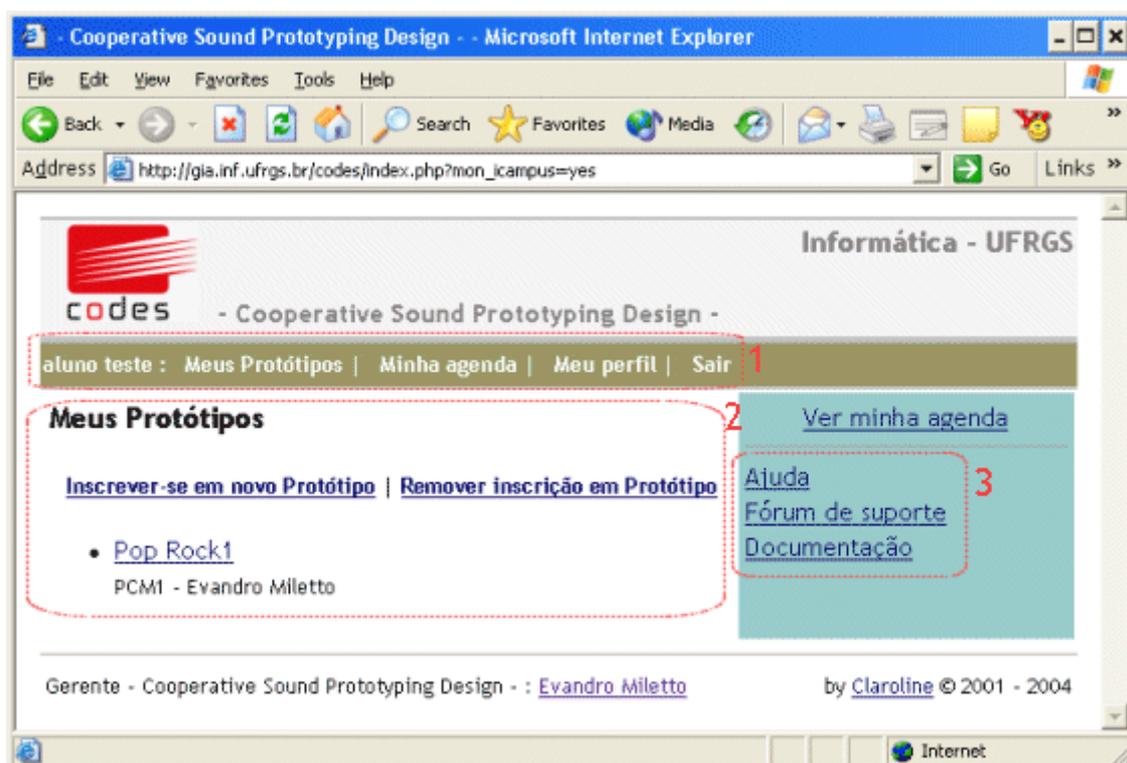


Figura 5.2: Funções da tela de Visão Macro do CODES

Os links constantes no quadro 1 são destinados a identificar o usuário logado, e apresentar dados de protótipos que cada usuário participa, agenda, opções para alterar dados do perfil do usuário e sair do seu ambiente. No quadro 2 as opções indicam que o usuário pode se inscrever ou remover a inscrição de algum protótipo musical público. Pode ainda ingressar na Visão Micro daqueles protótipos que faz parte (listados via *hyperlink*, exemplo do link “Pop Rock1” na figura 5.2). O quadro 3 apresenta informações de ajuda (o mesmo da seção anterior), o fórum de suporte e documentação,

que neste caso são *hyperlinks* para o fórum do sistema Claroline na Internet, ou seja, não envolve nenhum tema relativo ao *applet* do CODES.

5.2.3 Módulo de Visão Micro

Considera Visão Micro para efeito deste trabalho a unidade de apresentação originada pela seleção (via clique) de algum protótipo que ele participe. Dessa forma o sistema apresenta informações mais específicas do protótipo musical selecionado especificando cada vez mais o contexto de informações do sistema, conforme pode ser verificado na figura 5.3.

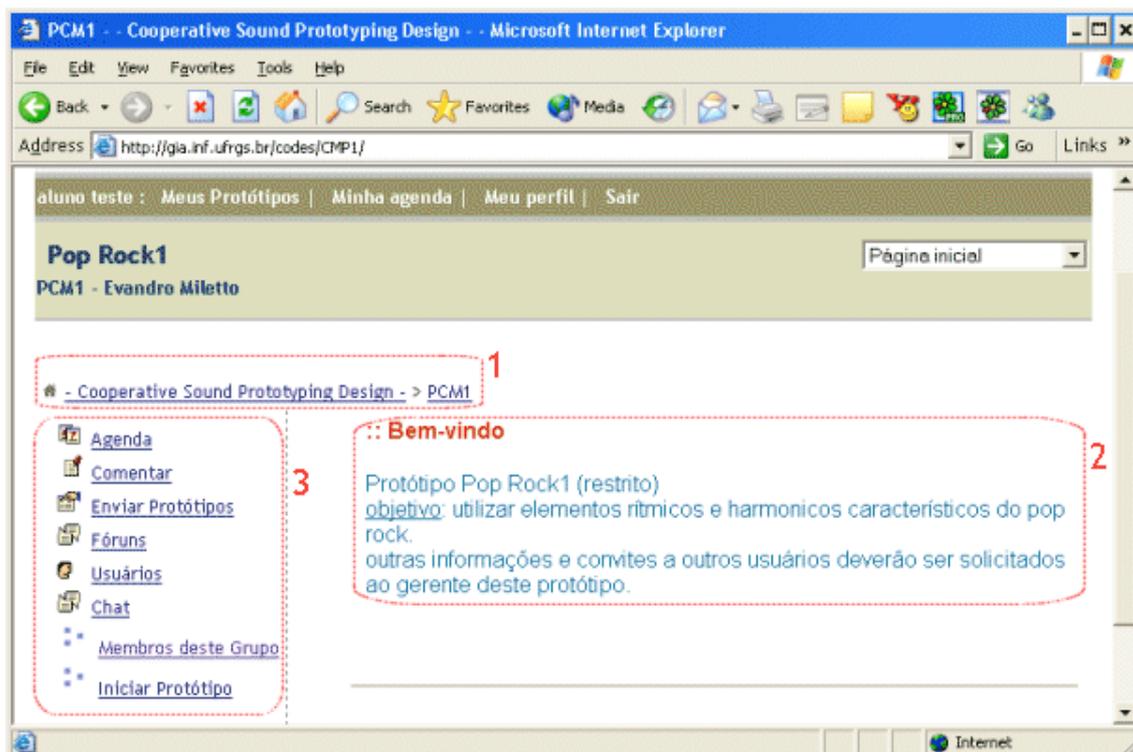


Figura 5.3: Funções da tela de Micro Visão do CODES

Neste nível, o sistema indica ao usuário o contexto navegacional onde ele se encontra favorecendo a usabilidade do ambiente, conforme pode ser visto no quadro 1 da figura 5.3. O quadro 2 representa a descrição do protótipo que é facultada ao criador preencher durante a criação do protótipo, podendo ser também editado posteriormente, e pode ser útil para os membros identificarem de imediato as características e objetivos de algum protótipo de acordo com as intenções do seu criador. O menu principal do protótipo, representado pelo quadro 3, apresenta as principais funcionalidades cooperativas do sistema.

Na opção “Agenda” o usuário tem acesso às informações e agendamentos postados pelo gerente do sistema. Este pode ser um mecanismo de controle (uma das bases do CSCW – vide seção 2.5.1) que o gerente de um protótipo pode lançar mão, embora se comentou sobre não-obrigatoriedade da existência da figura de um controlador neste contexto.

Da mesma forma, a opção “Comentar” também o faz, facultando ao gerente adicionar comentários e anúncios de acordo com suas necessidades.

A opção “Enviar Protótipos” possibilita tanto ao gerente quanto a usuários realizar o *upload* de arquivos, neste caso, um arquivo MIDI contendo resultados de trabalhos realizados em cooperação no protótipo musical.

Em “Fóruns” o usuário pode participar de discussões, postando suas idéias e tomando conhecimento do que está sendo postado pelos outros usuários do protótipo.

É possível criar mais de um fórum por protótipo, entretanto esta função é restrita ao gerente do protótipo. O usuário pode tomar conhecimento e interagir com os participantes do protótipo acessando a opção “Usuários”. O sistema lista o nome e o status dos usuários e possibilita o contato (comunicação) via endereço de e-mail.

A opção “Membros deste grupo” é facultada ao gerente para adicionar um *hyperlink*, neste caso, apontando para uma URL externa dos membros de um grupo de pesquisa.

Por fim, a opção “Iniciar Protótipo” carrega o *applet* de edição sonora de CODES onde o usuário interage com os padrões sonoros disponibilizados no ambiente entre outras opções, detalhadas na seção 5.2.4.

5.2.4 Módulo de Edição Sonora

Este módulo é composto pelo editor sonoro de CODES, um *appletJava* implementado com a API *JavaSound*. A função do editor é, basicamente, proporcionar adição de linhas sonoras que formam os quatro componentes musicais básicos de CODES (baixo, percussão, acorde e arpejo) carregando os padrões respectivos e selecionáveis em cada célula de tempo das linhas (ver exemplo da figura 5.4).

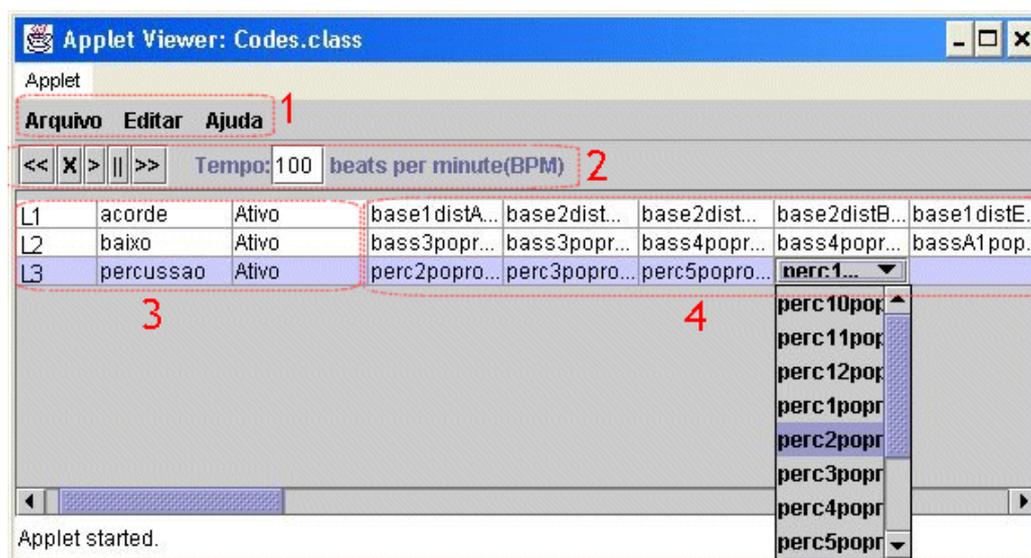


Figura 5.4: Tela do editor sonoro de CODES

Pode-se observar na figura 5.4 a área de menus representada pelo quadro 1, área de controle de execução sonora, representada pela área 2, a área de identificação das linhas, que fornece informações sobre o número da linha, L1, L2, etc., o componente que ele está usando (baixo, percussão, acorde, arpejo) e se ela está habilitada para execução (ativo ou inativo). A região de seleção dos padrões sonoros, feitas por caixas *combo* acontece a partir da quarta coluna de cada linha, representada pelo quadro 4 constante da figura 5.4.

Esses módulos criados para fins de explicação das interfaces resumem os níveis de contexto do ambiente CODES, fornecendo uma visão panorâmica do que pode ser encontrado ao navegar entre suas telas.

A seção a seguir discute com mais detalhes as principais funcionalidades do protótipo e fornece um guia passo-a-passo para a execução destas funcionalidades.

5.3 Funcionamento: exemplos passo-a-passo

Para iniciar o uso do CODES um usuário deverá acessar a Web, no endereço provisório <http://gia.inf.ufrgs.br/codes> e fornecer os dados de acesso para ingressar na elaboração de algum protótipo sonoro em que esteja cadastrado (vide tela inicial mostrado na figura 5.1)

O usuário que não desejar se cadastrar poderá ter acesso aos protótipos disponíveis para acesso público, como o exemplo da categoria “Samba” (link na figura 5.1), que indica a existência de um protótipo público. Este usuário naturalmente terá restrições de acesso e funcionalidades dentro do protótipo e do sistema.

5.3.1 Fazendo cadastro

Se o usuário não está cadastrado no ambiente, poderá fazê-lo nesta mesma tela clicando no link “inscrição”, onde abrirá um formulário de inscrição conforme apresenta a figura 5.5.

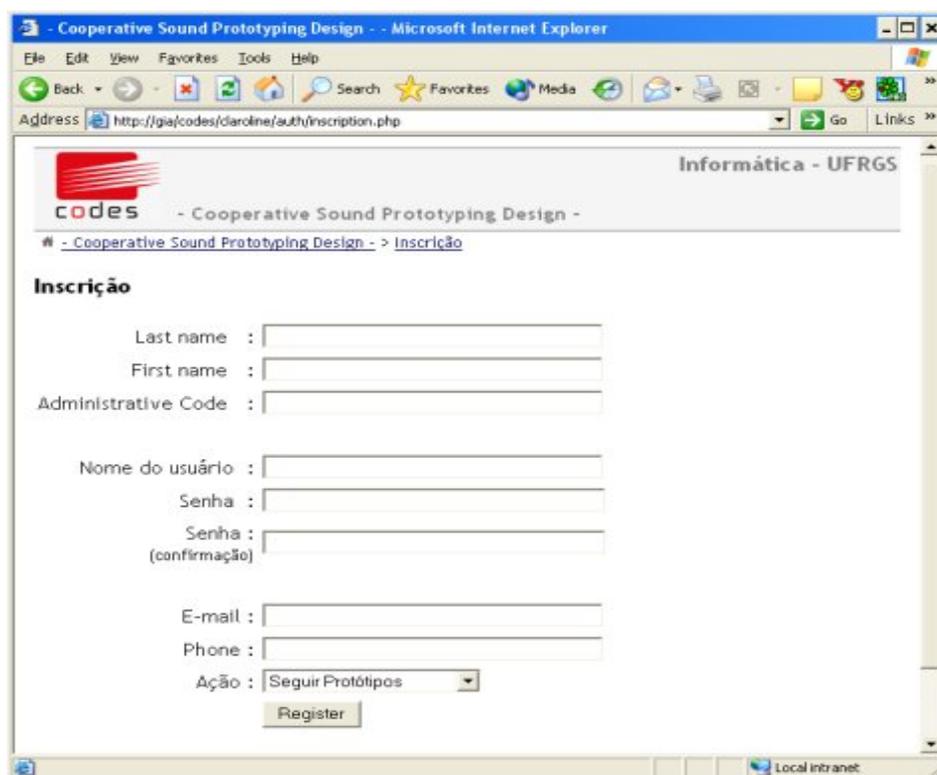
The image shows a screenshot of a web browser window displaying the registration page of the CODES system. The browser's address bar shows the URL 'http://gia/codes/claroline/auth/inscription.php'. The page header includes the CODES logo and the text 'Informática - UFRGS'. The main heading is 'Inscrição'. The form contains several input fields: 'Last name', 'First name', 'Administrative Code', 'Nome do usuário', 'Senha', 'Senha (confirmação)', 'E-mail', and 'Phone'. There is also a dropdown menu for 'Ação' with the option 'Seguir Protótipos' selected. A 'Register' button is located at the bottom of the form. The browser's taskbar at the bottom shows 'Local intranet'.

Figura 5.5: Tela de inscrição no sistema CODES

Os campos “nome, sobrenome, usuário, senha” e “e-mail” são de preenchimento obrigatório. As ações (opção “Ação”) possíveis são de participar de protótipos existentes ou criar novos protótipos, dependendo do perfil do usuário. Este formulário faz a consistência de dados verificando as informações fornecidas pelo usuário. Feito o

cadastro, o sistema fornece a lista de protótipos musicais disponíveis para que o usuário opte em participar.

Caso o usuário tenha sucesso até esta etapa, ele receberá um e-mail de confirmação com todos os dados fornecidos no cadastro, necessário para a realização da sua autenticação. Após esta autenticação ele é levado a página inicial do protótipo, a mesma que recebeu a denominação de Módulo de Visão Macro (seção 5.2.2), que fornece um nível genérico de detalhamento, isto é, apenas os protótipos que usuário participa.

Acessando o link de algum protótipo o usuário já estará no Módulo de Visão Micro, tendo a disposição várias funcionalidades de trabalho cooperativo, conforme já mostrado na figura 5.3.

5.3.2 Iniciando um protótipo musical

É importante registrar que, após logado no ambiente, o usuário tem sempre no rodapé das páginas a possibilidade de entrar em contato com o administrador do sistema (ambiente) para o caso de solicitar privilégios para executar tarefas no ambiente.

Dentro do Módulo de Visão Macro o usuário clica no link “iniciar protótipo” para carregar o *applet* do CODES. O sistema carrega uma unidade de apresentação do editor sonoro, exemplo visto na figura 5.4.

5.3.3 Adicionando uma linha

Com o applet carregado, clicando-se no menu “Editar” o usuário acessa as opções para adicionar as linhas (Exemplo do menu “Adicionar trilha” da figura 5.6).

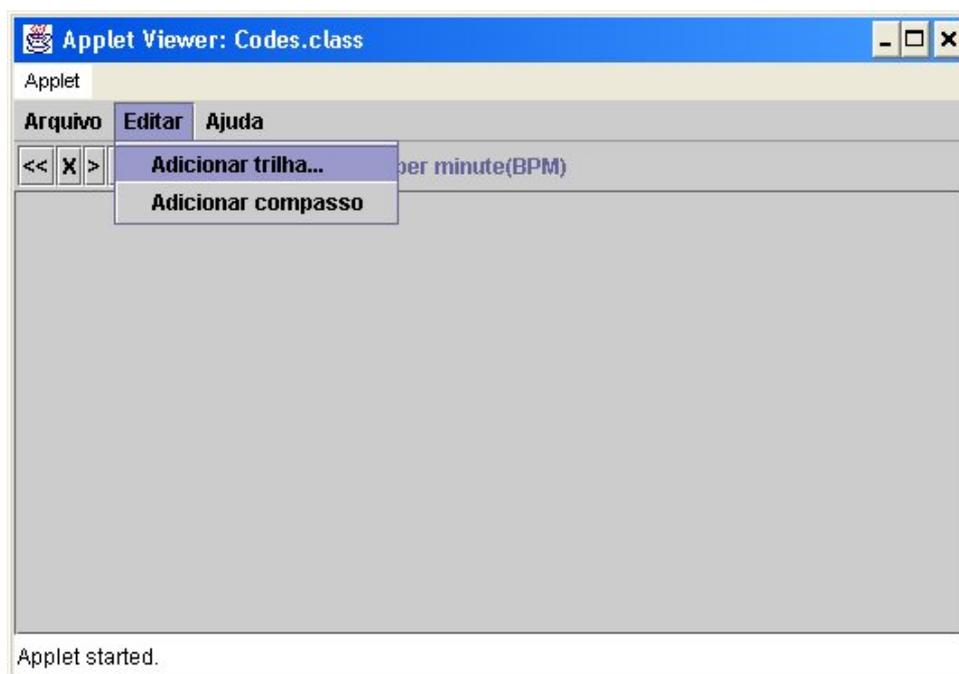


Figura 5.6: Exemplo para adicionar linha

Abre-se uma janela onde o usuário seleciona o estilo (figura 5.7) que deverá ser empregado para aquela linha. Este estilo carregará em cada célula da linha uma coleção de padrões sonoros para serem selecionados e combinados no decorrer do tempo, de acordo com o instrumento ou componente a seguir:.



Figura 5.7: Exemplo de estilo musical selecionado

Feita a escolha do estilo, uma outra janela surgirá para que o usuário selecione o componente ou instrumento carregado, de acordo com o estilo da linha. Estes instrumentos são aqueles que chamamos de Acorde, Arpejo, Baixo e Percussão.

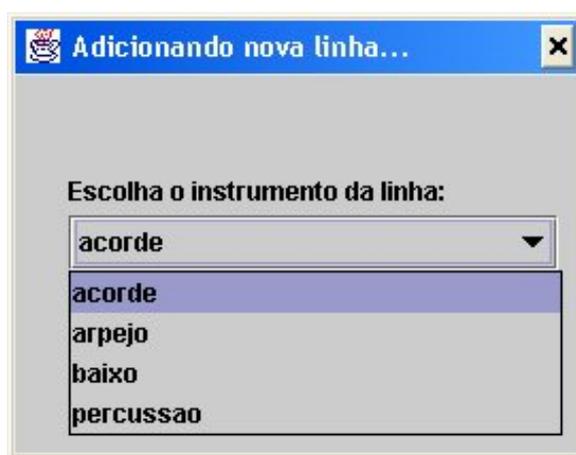


Figura 5.8: Selecionando um instrumento para a Linha

A idéia é fornecer ao usuário os componentes mais elementares para se assemelhar a uma composição musical, no tocante ao aspecto rítmico, melódico e harmônico. Assim, realizando as escolhas de estilos e instrumentos, basta proceder a seleção dos padrões que são carregados em caixas combo nas células das linhas e recebem uma denominação provisória que visa identificar característica como gênero, tonalidade, dinâmica, etc. (vide figura 5.9)

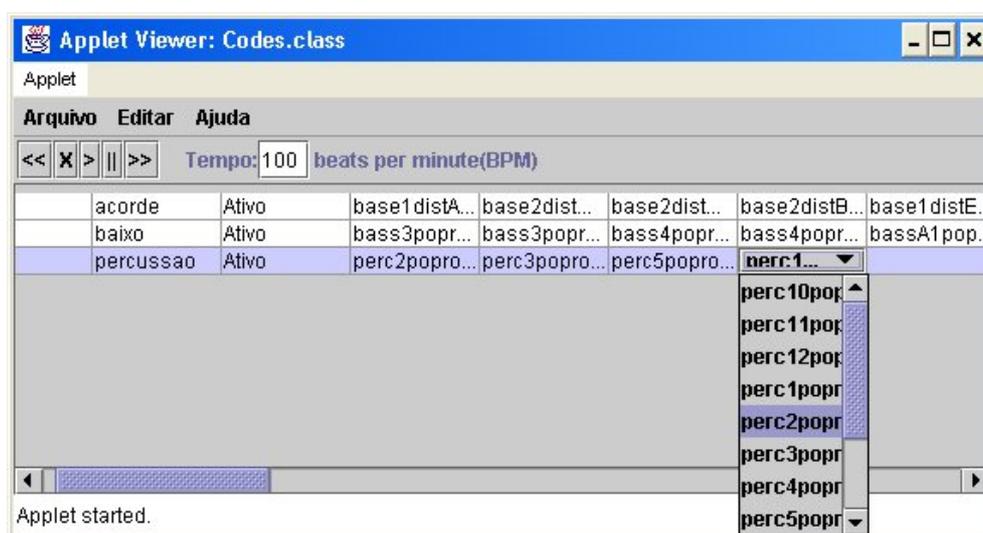


Figura 5.9: Exemplo de Protótipo de PopRock e seus padrões sonoros

As seleções de estilo e instrumento servem para restringir as opções dentro de uma mesma característica. À medida que o usuário irá selecionando os padrões sonoros ele poderá interagir com os botões de controle de execução e ouvir o resultado sonoro daquilo que está sendo feito.

Para ilustrar as opções das escolhas na criação das linhas, estilos e componentes, a figura 5.10 procura resumir de maneira esquemática essas possibilidades.

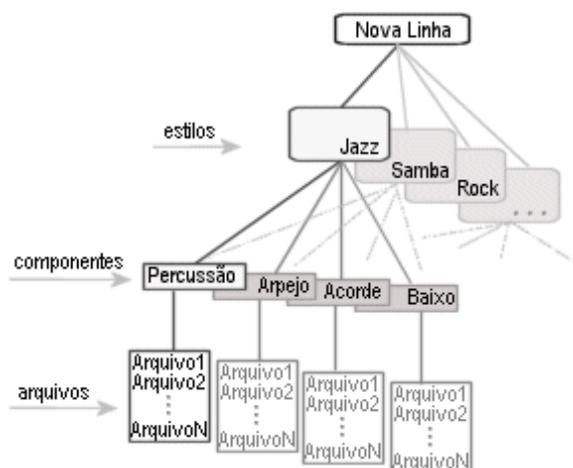


Figura 5.10: Passos para criação de uma Linha em CODES

O caminho mais escuro que pode ser visto nesta árvore exemplo, representado pelos nodos “Jazz”, “percussão”, até chegar nos padrões sonoros (Arquivo 1, Arquivo 2 ..) indica uma possibilidade para criação de uma linha. A cada nova linha, o usuário pode escolher qualquer um dos estilos e respectivos componentes de maneira que possa optar pelos padrões sonoros com características desses estilos/componentes.

5.3.4 Adicionando um usuário

Para adicionar um usuário no ambiente de um protótipo é necessário ter o privilégio de gerente (*tutor*, neste caso), que é concedido pelo administrador do sistema.

Estando no módulo de Visão Micro (seção 5.2.3), clica-se sobre o link “usuários” para o sistema listar os participantes daquele protótipo (figura 5.11).

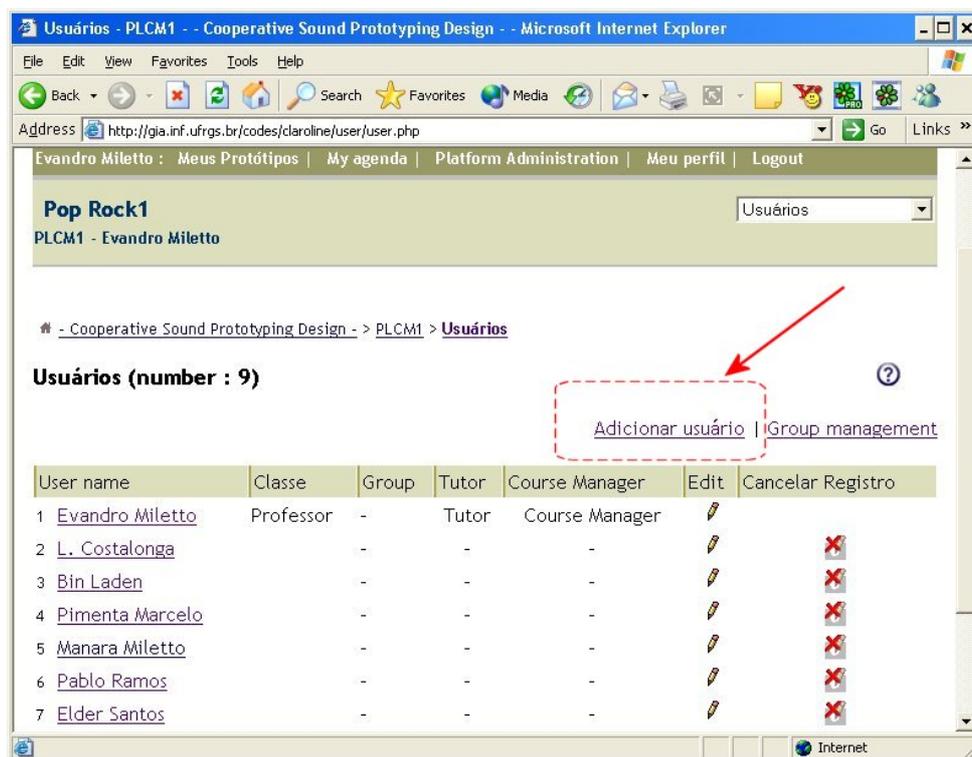


Figura 5.11: Exemplo para adicionar usuário

Clicando na opção adicionar usuário (conforme indicado pela seta), o sistema apresenta um formulário que deverá ser preenchido com alguns campos obrigatórios, com exceção de “código” e “telefone”, e opções de perfil deste usuário (no final do formulário) conforme mostra a figura 5.12.

The screenshot shows a web browser window with the title 'Adicionar usuário - PCM1 - - Cooperative Sound Prototyping Design'. The address bar contains the URL 'http://gia.inf.ufgs.br/codes/claroline/user/user_add.php'. The page content is a form titled 'Adicionar usuário' with the subtitle 'Usuários'. A red dashed box highlights the instruction: 'Add user manually. He (she) will receive email confirmation with login and password'. The form includes the following fields: 'Sobrenome', 'Nome', 'Administrative Code', 'Nome do usuário', 'Senha', 'Confirm', 'E-mail', and 'Phone'. At the bottom, there are two radio button options: 'Tutor' (with 'no' selected) and 'Administrador' (with 'no' selected). An 'Ok' button is located below these options. The browser's status bar at the bottom shows 'Concluído' and 'Internet'.

Figura 5.12: Formulário para adicionar usuário

Neste caso, um administrador adicionando outro usuário poderá conceder-lhe privilégio de tutor (ou gerente) ou também administrador, podendo assim, editar informações de usuários, grupos, protótipos, etc. Ao pressionar “ok” os dados são gravados no banco de dados de CODES, que envia um e-mail para confirmação e dados de acesso.

5.3.5 Adicionando comentários

Para adicionar comentários ou anúncios o usuário deverá clicar na opção “Comentar” na tela do seu protótipo, dentro do Módulo de Visão Micro, e o sistema apresentará uma nova tela contendo anúncios postados, bem como opções para editar mensagens já postadas, novas mensagens, conforme se pode ver na figura 5.13

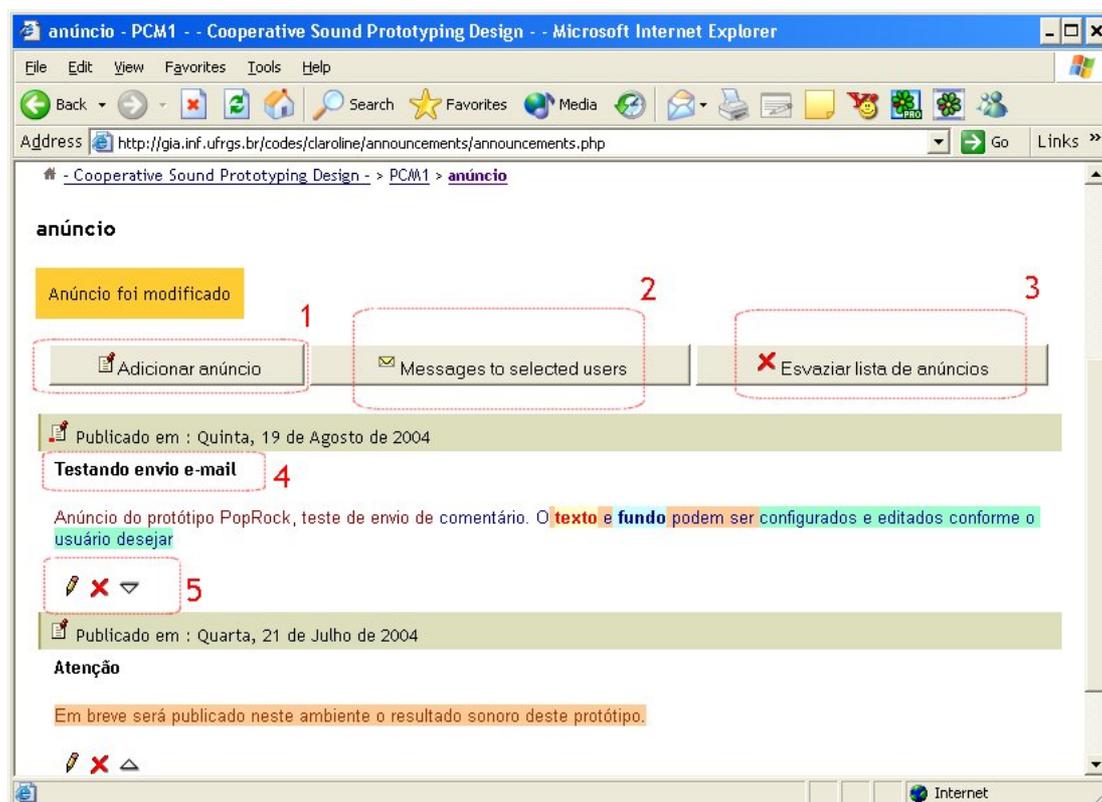


Figura 5.13: Adicionando Comentários

Pode-se observar no exemplo do quadro 1 o botão que deverá ser clicado para adicionar novo comentário ou anúncio “Adicionar anúncio”, apresentando ao usuário um pequeno editor de texto. Há a opção para que o comentário seja enviado para os usuários via e-mail, juntamente com a postagem do comentário ou ainda enviar mensagens diretamente a usuários específicos, pressionando-se no botão “*messages to selected users*”, exemplo do quadro 2 e 4. O quadro 3 apresenta uma opção que apaga a lista de anúncios publicados, sendo um privilégio dos gerentes (tutores) dos protótipos. O quadro 5 apenas ressalta as possibilidades de editar, apagar e ordenar os anúncios.

5.3.6 Postando mensagens no fórum

Para postar mensagens nos fóruns dos protótipos é necessário clicar em “fóruns”, estando no Módulo de Visão Micro (seção 5.2.3) para acessar as listas de fóruns habilitadas para o protótipo aberto.

A figura 5.14 apresenta um exemplo de uma lista de fóruns abertos e disponíveis para postagens dentro do protótipo musical PopRock (código PLCM1).

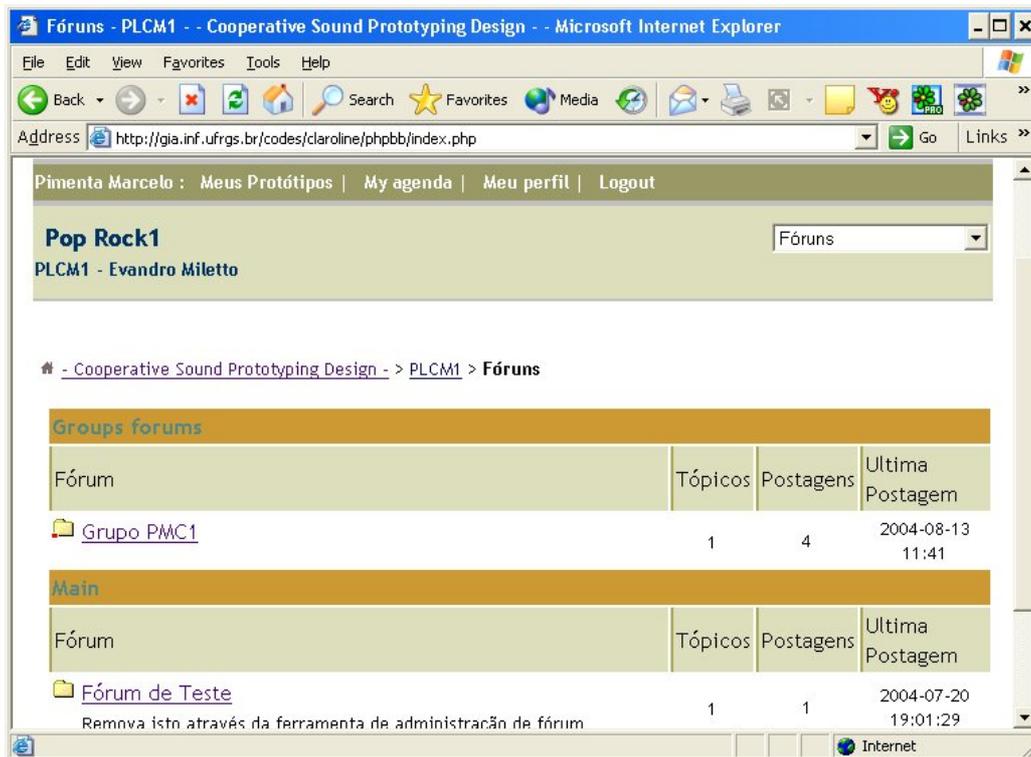


Figura 5.14: Lista de Fóruns de um protótipo musical

Clicando-se no primeiro fórum o sistema apresenta a tela com as mensagens postadas e as opções para responder ou criar novos tópicos (figura 5.15). As mensagens também podem ser editadas em termos de cor e tamanho de fonte e fundo, a exemplo da opção dos “comentários”.

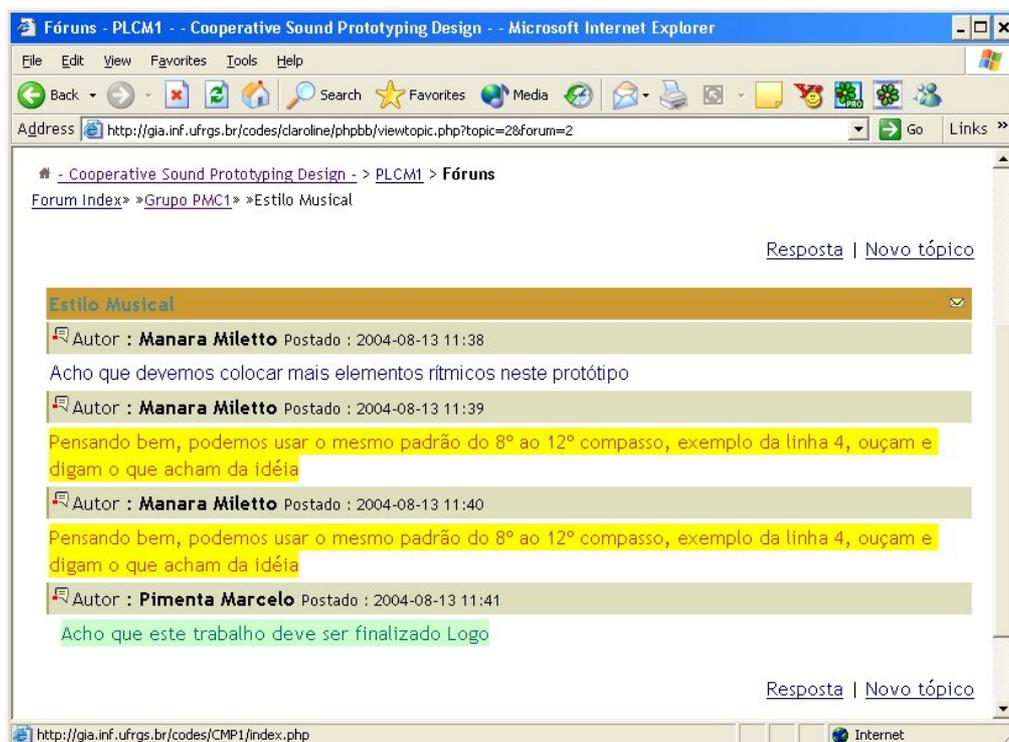


Figura 5.15: Postando mensagens nos fóruns de discussão

Clicando nos links da direita superior da tela “Resposta” e “Novo Tópico” o usuário realiza a interação, troca de idéias, argumentações próprios de um fórum de discussão, tendo a possibilidade de incluir novos tópicos com o objetivo de secionar as discussões em dividindo-a em temas.

5.4 Avaliação do Protótipo

Esta seção descreve as avaliações realizadas no protótipo do CODES, tendo como objetivo principal corroborar a idéia deste projeto apresentando a metodologia e resultados obtidos durante esse processo. O quadro resumo a seguir descreve os passos utilizados nesta avaliação:

Tabela 5.1: Quadro resumo da avaliação do Protótipo

Contexto	Computação Musical envolvendo atividades de CSCW e IHC			
Objeto	CODES (ambiente para prototipação musical cooperativa na web)			
Tese	Possibilidades e implicações da realização de tarefas de prototipação musical cooperativa por usuários da web no ambiente CODES?			
Hipóteses	Trabalhos relacionados	Computação Musical (flexibilidade) Menor	Cooperação Chat, edição	IHC (acessibilidade /usabilidade) Menor
	CODES	Maior	Chat, edição, fórum, memória do grupo,	Maior
Tipo de pesquisa	Estudo descritivo (situação, investigando necessidades, tendências e afinidades).			
Avaliação	Questionário fechado /aberto e anotações do pesquisador.			
Amostra	Usuários com perfis mistos (conhecimento em computação musical, música e usuário da web)			
Procedimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Uma sessão inicial de ambientação: proporcionar um primeiro contato com a ferramenta; sendo, as atividades, registradas pelo pesquisador. - Segunda sessão: solicitar o desenvolvimento de tarefas no ambiente. Análise através do questionário e observações do pesquisador. 			
Crítérios	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência do ambiente para prototipação musical cooperativa. • Facilidade de uso. • Adequação das funcionalidades para o objetivo proposto. 			
Análise	A partir dos questionários elaborar considerações sobre as questões avaliadas e anotações do observador visando extrair aspectos importantes, sugestões e problemas apresentados, evidenciando os critérios avaliados.			

5.4.1 Técnica utilizada

A forma de avaliação utilizada é a “formativa” (HANNAFIN 1988), pois focaliza eventuais modificações de um protótipo, sendo que pode ser conduzida de maneira informal, através de observações e entrevistas com público-alvo sobre o uso do *software*, e através de consultorias a especialistas no tema do *software*. Dessa forma, a avaliação do protótipo CODES tem caráter formativo informal.

5.4.2 Situação da Pesquisa

Os fatores norteadores desta pesquisa são:

- avaliar a hipótese levantada, isto é, possibilidade de realização de tarefas de prototipação musical cooperativa por usuários da Web no ambiente CODES.

- avaliar o sistema CODES dentro de um contexto específico, visando identificar problemas que pudessem englobar aspectos funcionais e de utilização, para eventuais modificações no protótipo.

Para a condução da pesquisa, optou-se pela utilização do estudo de caráter descritivo. O método descritivo "busca descobrir situações, eventos, atitudes e opiniões que ocorrem em uma população. Objetiva-se verificar alguns fatos, mas não testar alguma teoria" (Ribeiro 2000). O método descritivo foi escolhido devido ao tipo de coleta de dados que foi efetuada na amostra, e foi baseado na pesquisa feita por Krüger (Krüger 2001). Dentre os diversos tipos de pesquisa descritiva, foi escolhida a pesquisa *survey*, que, segundo Pinsonneault e Kraemer (apud Krüger 2001), é apropriada quando: não é desejável ou possível controlar as variáveis; quando o fenômeno pode ser estudado em seu ambiente natural; e quando o fenômeno ocorreu num passado recente ou está ocorrendo. O método foi aplicado a partir de um questionário aberto e de um questionário fechado, que contribuíram para uma análise quantitativa e qualitativa, respectivamente, do objeto estudado. No questionário aberto existe um espaço onde o aluno pode registrar sua opinião sobre o protótipo, e o questionário fechado correspondeu a uma série de questões específicas sobre a experiência realizada.

5.4.3 Amostragem e Instrumentos de Coleta de Dados

A amostra da pesquisa foi composta por 10 usuários, adultos e com perfil misto (usuários da área da computação musical, interação humano-computador, música e usuários da web não-especialistas nas áreas envolvidas na pesquisa).

Embora pequena, a amostra foi considerada adequada pelo fato de possibilitar *feedback* destes usuários em todas as áreas propostas na pesquisa. Da mesma forma, na área da música, um dos participantes pode contribuir mais fortemente pelo fato de trabalhar com ensino de música, fornecendo assim dicas importantes para o uso do ambiente em situações de ensino-aprendizagem.

Para tanto, foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados:

- anotações do pesquisador que apontam aspectos sobre a realidade da pesquisa e registram o parecer do usuário no momento da pesquisa;
- questionário aberto com a seguinte pergunta: "Qual a sua opinião sobre o sistema CODES quanto ao seu uso e funcionalidades? (críticas e sugestões)".
- questionário fechado, com questões específicas, adaptado de Kruger (Kruger 2001). Este questionário (vide tabela 5.2) foi composto por doze perguntas referentes à eficiência do sistema CODES para prototipação musical, ensino, sua usabilidade e funcionalidades.

5.4.4 Procedimentos para Coleta de Dados

Os procedimentos de coleta de dados foram realizados individualmente entre os dez participantes e tiveram uma duração média de 60 minutos.

Houve uma explicação inicial sobre o objetivo da avaliação, que era focado nas tarefas que levam a realização de prototipação sonora cooperativa.

Após o primeiro contato com o sistema e uma pequena exposição das funcionalidades do sistema já foi possível obter sugestões de funcionamento, tanto por iniciativa dos usuários quanto pelas observações do pesquisador, procedendo-se, desde já, a análise qualitativa. Foi distribuído um formulário impresso contendo as questões que deveriam ser respondidas após o uso do sistema.

As avaliações foram feitas nas plataformas Windows 2000, Windows XP, Mac OS X e Linux (Curumin). Os computadores, em sua maioria, possuíam a resolução de tela de 800 por 600, processadores variados (Pentium II 300 MHz a Pentium IV 2.8 GHz) e memória RAM não inferior a 128 MB.

5.5 Descrição e Análise dos Resultados Obtidos

Esta seção foi dividida em análise qualitativa e quantitativa dos resultados. A análise qualitativa das respostas foi realizada a partir das anotações do observador, dos *logs* das sessões de experimento e do questionário aberto. Houve poucas contribuições no questionário aberto, embora os usuários tenham sugerido algumas reformulações que foram anotadas e observadas pelo pesquisador. A análise quantitativa adveio do questionário fechado. As sugestões foram registradas para reformulação das partes funcionais e de usabilidade, principalmente quanto às funções relacionadas à forma de representação dos arquivos de som bem como do nome dados aos mesmos, de forma que o usuário possa ter alguma indicação visual que represente a sonoridade que ele está escolhendo (nota, tonalidade, estilo dos padrões sonoros).

5.5.1 Análise Qualitativa dos Resultados

Dentre as anotações feitas pelo pesquisador nas sessões de entrevista, destacam-se os itens a seguir:

- Para a questão da representação musical (neste caso representada pelas descrições textuais dos arquivos em caixas *combo*) no caso de uso em aulas de música num primeiro momento, é possível considerar a denominação de notas ou cifras, que podem ser úteis para usuários/alunos que já tem noção deste domínio. Assim, no momento da escolha dos padrões sonoros, esta denominação já fornece um *feedback* podendo auxiliar e abreviar o tempo de experimentação, não sendo necessário ter que ouvir cada trecho.
- Pode ser interessante, também, ter outra forma de representação musical ou até mesmo gráfica, diferente daquela referida no item anterior onde as cifras indicam valores musicais e acordes. Sem estas denominações o professor pode usar apenas as sonoridades para conduzir aulas de percepção musical. Segundo declaração da professora:

“Em aula de música, falando ou ouvindo não se vivencia o processo. Não necessariamente seja importante ter um produto final. Às vezes a participação/vivência pode ser mais interessante. Os que não tocam e ouvem passam ser mais participativos colocando opiniões sobre vários aspectos.”

Isto revela uma possibilidade acessória do sistema CODES na medida que pode também ser utilizado como um mecanismo de interação entre alunos.

5.5.2 Análise Quantitativa dos Resultados

Dez usuários responderam às doze perguntas do questionário fechado. O resultado deste questionário é apresentado na tabela 5.2. As opções de respostas observam uma escala de gradação que segue um gradiente em termos de concordância a discordância. Em cada questão, os usuários assinalaram o grau de avaliação do CODES em termos de "concordo totalmente", "concordo parcialmente", "não concordo nem discordo", "discordo parcialmente" e "discordo totalmente". Esse tipo de questionário ressalva as respostas positivas, negativas e irrelevantes em relação ao *software* avaliado. Esse modelo de gradiente foi retirado de Krüger (KRÜGER 2001). As perguntas foram

adaptadas do texto de Kruger pelo pesquisador referem-se a aspectos relativos à usabilidade, funcionalidade, eficiência como ferramenta educacional e interatividade. A tabela 5.2 mostra as respostas dos usuários.

Tabela 5.2: Resultado do questionário fechado

	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo Totalmente
1. O CODES apresentou novidades.	80%	10%	10%		
2. O conteúdo apresentado pelo CODES é suficiente para utilizá-lo.		80%	10%	10%	
3. As funções oferecidas pelo CODES têm uso prático.	80%	10%	10%		
4. O CODES é útil para discutir/criar música/som através da Web.	90%	10%			
5. É possível interagir com outros usuários via CODES.	60%	30%	10%		
6. O CODES é de fácil utilização, não requer maiores treinamentos	60%	30%	10%		
7. O CODES auxilia a atividade de manipulação sonora	50%	50%			
8. O CODES oferece ajuda a novos usuários?	20%	30%	20%	30%	
9. Você considera CODES uma ferramenta adequada para prototipação musical cooperativa.	90%	10%			
10. O acesso ao CODES é garantido e confiável?	80%		20%		
11. A velocidade de processamento é boa?	50%	30%	20%		
12. As falhas que acontecem podem ser recuperadas?	50%	10%	20%	20%	

A avaliação demonstrou que o CODES possui recursos que motivaram os usuários a explorar a ferramenta, e que as funções disponíveis foram efetivamente utilizadas.

Algumas questões que se pode extrair destes resultados:

- a) Aspectos relativos à usabilidade constantes nas questões de número 2, 6, 8 e 12, embora satisfatório, apresentou irregularidade de respostas, talvez pelo fato de que nem todos os usuários tiveram experiências anteriores de interação com sistemas musicais desta natureza. A “ajuda” do sistema não foi implementado na *applet* de edição sonora, ficando restrita àquelas constantes no sistema de gerenciamento Claroline adaptado para o ambiente CODES. Provavelmente isto tenha causado uma dispersão das respostas na questão 8.
- b) Quanto a sua funcionalidade, abordada nas questões 1, 3, 10 e 11, verifica-se o sistema tem uso prático e que apresenta novidades. Entretanto, sua velocidade de processamento deve ser melhorada, possivelmente com uso de linguagens de marcação em vez do uso de *applet* Java. Trabalhos futuros podem apresentar avaliações e novos resultados sobre custo-benefício de escolhas deste tipo.
- c) A grande maioria das respostas sobre interatividade, questão 5, é positiva demonstrando a sua adequação aos conceitos de trabalho cooperativo.

A partir destas análises, verifica-se a necessidade de reavaliação de alguns itens como implementação de mecanismo de ajuda, novos testes visando melhorar a performance do sistema que foi prejudicada, por vezes, pelo tempo de espera de inicialização da *applet* Java e mecanismos para recuperação de falhas no sistema.

5.6 Análise comparativa de CODES com os trabalhos relacionados

Comparando-se as características de CODES com os trabalhos relacionados verifica-se diferenças importantes que são levadas em conta no contexto da prototipação musical cooperativa na web, cuja tabela 5.3 detalha:

Tabela 5.3: Quadro comparativo entre trabalhos relacionados e CODES

	FMOL	PitchWeb	EduMusical	Transjam	CODES
1. Acesso livre para usuário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
2. Possibilidade de uso para performance musical	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3. Possibilidade de uso para composição musical	Sim	Não	Sim	Não	Sim
4. Flexibilidade no uso (arquivos sonoros prontos para uso)	Não	Sim	Não	Não	Sim
5. Requer conhecimento prévio para uso da interface	Sim	Não	Não	Não	Não
6. Requer instalação de software adicional para uso	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
7. Possibilidade de envio de convite a usuários	Não	Não	Não	Não	Sim
8. Oferece comunicação assíncrona entre usuários (Fórum)	Sim	Não	Não	Não	Sim
9. Oferece comunicação síncrona entre usuários (Chat)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
10. Ferramenta para troca de mensagens entre usuários (E-mail)	Não	Não	Não	Não	Sim
11. Configuração de acesso (protótipo) <u>aberto</u> (público) e <u>fechado</u> (grupo)	Não	Não	Não	Não	Sim
12. Gerenciamento de perfis de usuários (gerente, usuário web)	Não	Não	Não	Não	Sim
13. Possui independência de plataforma	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
14. Possibilidade de armazenar/recuperar a “memória do grupo”	Não	Não	Não	Não	Sim
15. Possibilidade de realizar upload de arquivos (servidor/grupo)	Sim	Não	Sim	Não	Sim
16. Executa exportação sonora em formato MIDI	Não	Não	Sim	Não	Sim
17. Desenvolvimento utilizando a filosofia de código aberto	Não	Não	Não	Não	Sim

Interpretando as linhas da tabela, tem-se na primeira delas o quesito “acesso livre” visando identificar a facilidade de acesso aos sistemas/ambientes bem como as eventuais restrições impostas para tal acesso, como pertencer a um determinado grupo, escola, comunidade, etc.

A linha 2 visa identificar a possibilidade do sistema ser usado para performance musical, assim como a linha 3 explora a possibilidade de uso do sistema para composição musical.

A linha 4 relaciona-se a flexibilidade de uso da interface com o usuário, visando explorar sistemas que ofereçam unidades sonoras prontas para que o usuário possa experimentar diferentes combinações.

As linhas 5 e 6 destinam-se a investigar possíveis barreiras iniciais para leigos, principalmente, usarem os sistemas, fazendo com que este uso possa ser restrito tanto pelo domínio de conceitos da área, tanto quanto pela incerteza do usuário no momento de instalar novos programas (*plug-ins*) e usar estes sistemas.

A linha 7 identifica os sistemas que permitem envio de convites a outros usuários para participarem do ambiente, considerados importantes neste contexto uma vez que todos os sistemas se propõem a implementar trabalho cooperativo.

Formas de comunicação síncrona ou assíncrona são analisados nas linhas 8, 9 e 10 e percebe-se o fato de ser o Chat (comunicação síncrona) a ferramenta mais utilizada, sem, entretanto, possibilitar salvar o texto para análise futura, o que pode ser feito via fórum ou e-mail, embora seja o Chat indicado para atividades em tempo real.

Na linha 11 investigou-se se sistemas exercem algum tipo de controle de status de publicação dos seus produtos, neste caso “público” e “privado”, pois se entende que determinados usuários podem querer optar por uma não divulgação dos seus trabalhos, num momento inicial ou querer divulgá-los para público. Seguindo o mesmo princípio a linha 12 procura investigar os sistemas que implementam diferentes perfis de usuários desses mesmos grupos como gerentes (possibilidade de realizar configurações) e usuários comuns (com restrições de atividades) Embora se tenha mencionado anteriormente que contexto da criação musical imagina-se que não seja necessária a figura de um coordenador, neste caso de gerenciamento e administração de ações de usuário no ambiente pode ser interessante para controle de alguma atividade considerada fora dos padrões normais, como questões comportamentais, por exemplo.

Na linha 13 verifica-se se os sistemas relacionados se restringem a determinada plataforma ou sistema operacional, o que pode, em caso positivo, restringir também o seu acesso, do ponto de vista da Interação Humano-computador.

A linha 14, de extrema importância como relação ao grupo, visa identificar possibilidade dos sistemas recuperarem a memória das atividades desempenhadas pelo grupo o que possibilita, entre outras coisas, entender fatos e argumentações que levaram as ações realizadas.

A linha 15 está relacionada à possibilidade de troca de arquivos entre usuários e sistema, que pode ser interessante quando se quer, por algum motivo, realizar um trabalho isolado nestes arquivos, principalmente quando se tratada dos arquivos produto das interações musicais. Neste último caso, a linha 16 visa investigar se estes arquivos podem ser exportados para o formato MIDI que é um formato universal de informações musicais e um dos mais utilizados.

Por fim, a linha 17 visa identificar se estes sistemas usam a filosofia de código aberto, que pode ser algo interessante para usuários experientes que desejam realizar alguma modificação mais específica e aprofundada alterando estes códigos.

Ao analisar essa tabela é possível constatar que CODES apresenta algumas vantagens sobre os demais sistemas, principalmente com relação ao trabalho cooperativo. Verifica-se que a maioria dos sistemas possui poucas características no tocante ao trabalho cooperativo, implementando apenas uma outra ferramenta, tal como chat ou fórum, para aplicar o conceito de “Comunicação” (seção 2.3.2). O projeto de CODES visa ampliar este suporte (chat, fórum, comentários, *upload* de arquivos) entendendo ser de extrema importância não só para a questão da prototipação musical mas também para a interação entre usuários e formação de comunidades virtuais.

Desta forma é possível, na medida que os experimentos acontecem, fazer associações via ambiente de justificativas das suas decisões musicais – o que chamamos de *Music Prototyping Design Rationale* – ou seja, as razões e os argumentos de cada usuário para suas ações e escolhas relativas ao protótipo musical, como por exemplo a escolha de um e não outro padrão sonoro, instrumento, pausa, etc (Miletto, 2004b).

Um aspecto importante dos mecanismos cooperativos e de controle de perfis de usuários que viabilizam também a utilização do sistema em ambientes de aprendizagem, onde o professor pode definir papéis para alunos aprendizes utilizando a metáfora de uma orquestra musical para transmitir conceitos básicos sobre música (Miletto, 2004).

5.7 Considerações Finais

Devido ao número da amostragem e duração da avaliação, a pesquisa apresenta limitações. É possível questionar o grau de generalização dos resultados do questionário

fechado, uma vez que somente dez usuários o responderam em apenas uma sessão de avaliação. O número reduzido de usuários possibilitou ao pesquisador um contato informal com eles, revelando fatores que poderiam ser verificados somente na análise qualitativa.

Os dados obtidos demonstram que o protótipo foi aceito pelo público-alvo, principalmente quanto à sua utilização fim, prototipação musical coletiva na web, embora tenham sido apontadas sugestões na área computacional e de usabilidade. Conforme a resposta da quarta pergunta do questionário fechado (tabela 5.2).

Há, pois, a necessidade de se fazer às alterações sugeridas e aplicar novamente a avaliação, se possível com uma população maior, ou com avaliação sistemática inclusive em aulas de música. Considerar classes de usuários diferentes, com maior representatividade, possivelmente tornaria a avaliação mais sólida, sobretudo em relação aos aspectos de satisfação e eficiência do sistema para cada tipo de usuário.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou e definiu um ambiente para prototipação musical cooperativa na web –CODES, destinado sobretudo a leigos em música mas podendo ser usado também por músicos para registrar e discutir idéias musicais em grupo. Apresentou também o desenvolvimento de um protótipo deste ambiente, que contou com a integração de um mecanismo para gerenciamento de cursos na web (ações cooperativas) e uma *Applet Java* (ações sonoras) desenvolvida especificamente para este problema. Foi feita também uma análise sobre o ponto de vista da interação, funcionalidade e eficiência dentro do contexto proposto.

As contribuições, resultados obtidos, limitações e trabalhos futuros são descritos a seguir.

6.1 Contribuições e Resultados Obtidos

Dentre as contribuições específicas ao protótipo CODES, pode-se citar o seguinte: permite a interação entre usuários da web que desejam desenvolver cooperativamente suas idéias musicais combinando padrões sonoros oferecidos pelo sistema; não necessita ser instalado pelo usuário, pois é executado na Web; pode ser usado para performance musical auxiliada por computador; pode ser usado para composição musical auxiliada por computador; apresenta ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas (exemplos do protótipo, chat e fórum/e-mail); permite conhecer as razões que levaram os usuários a tomarem suas decisões (*music prototyping rationale*); permite perceber as ações que estão sendo realizadas no ambiente (*awareness*); permite ainda fazer *upload* e *download* de arquivos no ambiente; e foi desenvolvido com a filosofia do código aberto e livre.

A contribuição efetiva desta dissertação é a prototipação musical cooperativa na web, e pode ser resumida pelos seguintes aspectos:

- a) Integração de diferentes conceitos, modelos, técnicas e tecnologias – originárias das áreas de Computação Musical, Interação Humano-Computador e Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador (CSCW). Entre esses elementos, alguns são contribuições originais desta dissertação e outros já existiam. Conceitos como *Design Rationale* (adaptado para uso particular neste trabalho) e os elementos de interação para leigos vem da área de IHC; conceitos de trilhas, linhas, tempo, compassos; controles de execução, etc., vêm da área da Música e todos os conceitos de cooperação vêm da área de CSCW. No entanto, a utilização complementar e integrada de todos esses conceitos em um único ambiente constitui uma contribuição original deste trabalho;

- b) Foi proposto um modelo de memória de grupo (um repositório) que visa informar aos usuários do grupo, automaticamente, as ações realizadas por eles e pelo sistema;
- c) Foi proposto um mecanismo para permitir trabalho de criação individual (edição e experimentação de protótipos musicais) e coletiva (cooperação e argumentação de ações realizadas) através de linhas que representam “instrumentos musicais” ou componentes musicais de um protótipo, sendo atribuída a um usuário e identificando-o no contexto coletivo do ambiente de edição cooperativa;
- d) Foi proposto um modelo de justificativa e argumentação chamado de *Music Prototyping Rationale*, uma funcionalidade que permite ao usuário registrar textualmente as justificativas de suas escolhas musicais no contexto de uma prototipação cooperativa, a fim de que todos os membros do grupo “percebam” as “razões” e motivos que o conduziram em tais escolhas;
- e) Foi proposto um modelo flexível para edição/atualização de protótipos musicais organizados por “estilos”(jazz, pop, rock, samba, etc) e os componentes musicais de um protótipo que se chamou de “instrumentos”(baixo, percussão, arpejo e acorde). Isto, por um lado, proporciona ao usuário prototipar no seu estilo musical preferido e, por outro lado, proporciona flexibilidade para organização e manutenção da base de dados do sistema, uma vez que novos subdiretórios e padrões sonoros (estilos/instrumentos) são criados, já estarão disponíveis para serem utilizados no momento da criação de uma nova linha de edição.

A abordagem para cooperação entre usuários de CODES para criar protótipos musicais coletivos é um exemplo de uma ferramenta promissora, pois proporciona o compartilhamento do conhecimento por meio de uma rica interação e mecanismos de argumentação associados para cada modificação do protótipo. Conseqüentemente, cada participante pode entender os princípios e as regras envolvidas no complexo processo de criação musical e experimentação.

6.2 Metodologia de Avaliação

A metodologia utilizada na avaliação teve como base à avaliação feita por Krüger (Kruger, 2001) para o aplicativo STR. Utilizou-se o método descritivo de corte transversal, com uma só coleta de dados (questionário fechado e questionário aberto). A fim de possibilitar e diversificar a análise qualitativa dos dados, também foram utilizados os dados coletados das anotações feitas pelo pesquisador relativos às sessões de experimentos feitas com especialistas em música e IHC. Um ponto importante a destacar na pesquisa foi à aproximação direta do usuário com o observador, o que enriqueceu a pesquisa de detalhes qualitativos, caracterizando-a como formativa informal.

A análise qualitativa dos dados, principalmente com as observações feitas pelo pesquisador, foi muito importante, pois mostrou problemas e características do sistema que não tinham sido pensadas no início do projeto.

6.3 Limitações

Dentre as limitações do sistema CODES pode-se dizer que:

- A falta de uma padronização para representar as informações musicais na tela de edição (arquivos sonoros) do protótipo interfere diretamente no uso, pois o usuário, principalmente aquele que conhece música, poderia escolher diretamente a sonoridade desejada, caso houvesse informação musical nesta representação. A opção por leigos como público-alvo pode prejudicar aqueles que conhecem notação tradicional, mas pode ser interessante, entretanto, em situações de ensino onde se deseja exercitar a percepção musical, por exemplo.
- A impossibilidade de ouvir/experimentar um padrão (trecho) existente no arquivo sonoro antes de selecioná-lo também se transformou em uma barreira a mais no uso, pois na forma atual, cada padrão sonoro (arquivo MIDI) só poderá ser ouvido quando o usuário clicar em *play* (execução de todas as linhas).
- A linha de indicação do tempo de andamento (não implementado) é algo fundamental para fornecer o feedback ao usuário sobre qual trecho está sendo executado em cada momento.
- Experimentos futuros mais exaustivos poderão indicar a necessidade ou não de realizar um controle de versão para cada protótipo, de maneira que não comprometa a percepção pelo grupo.
- A realização de mais experimentos, com mais usuários em um contexto de fato público pode revelar necessidades, funcionalidades e características para o sistema não detectado nos experimentos realizado até o momento.

6.4 Trabalhos Futuros

Considerando-se que pessoas interessadas no processo de experimentação musical tornam-se mais exigentes com o passar do tempo, as ferramentas que suportam este processo precisam atender às novas exigências apresentando tecnologias e abordagens mais eficientes. Um exemplo desta necessidade é tratar da prototipação musical cooperativa “síncrona”, que é um tópico extremamente importante. Isto implicaria, por exemplo, o desenvolvimento de um sistema de controle de versão, bem como funcionalidades de *upload* dos arquivos sonoros do usuário.

Outro aspecto importante seria o desenvolvimento de um editor MIDI que permitisse a alteração dos sons dos arquivos MIDI (padrões sonoros) da base de dados do sistema, tornando o ambiente mais flexível e eficiente no uso, pois na condição atual o usuário fica restrito aos padrões sonoros oferecidos pelo sistema.

Além disto, pretende-se desenvolver novas características para permitir um suporte pedagógico para uso específico em educação musical. Este uso já foi antecipado em (MILETTO 2004a). A intenção é proporcionar também um ambiente para educação musical suportado por computador seguindo o modelo T(E)C(L)A (Swanwick, 1988). O uso de CODES em ambientes de aprendizagem pode proporcionar uma alternativa interessante para iniciantes em música. O grupo, através de interações e orientações do professor, pode tomar decisões tais como gênero, instrumentos, estruturas sonoras será utilizadas e estudadas, trabalhando-se a questão da criação musical coletivamente usando a metáfora de uma orquestra musical (cada estudante com um papel definido e um resultado final). Assim, a combinação de prototipação musical tanto individual como em grupo e educação musical é uma promissora fonte de pesquisa adicional.

O protótipo CODES embora tenha sido aprovado pela pequena comunidade estudada, necessita de mais avaliações reais para consolidar a hipótese levantada no trabalho. A inclusão das sugestões identificadas na avaliação do protótipo, bem como

das funcionalidades não inseridas no protótipo (seção 6.3) devem ser realizadas nas futuras versões.

Pretende-se fazer experimentos também com linguagens de marcação do tipo 4ML e MusicXML para permitir melhor compartilhamento (importação e exportação) dos protótipos manipulados por CODES, para serem usados por outras ferramentas. Ainda, com este tipo de linguagem, pretende-se avaliar aspectos de performance que podem apresentar barreiras para os usuários com o uso de tecnologias como *applets*, que ainda consomem um tempo considerável de processamento na inicialização, podendo até inviabilizar o uso dependendo das versões do navegador que está sendo utilizado. Linguagens de marcação tendem a ter o processamento facilitado pelo navegador, entretanto não oferecem ainda tantas possibilidades de implementação da interface gráfica com o usuário como menus e outros objetos, difíceis de ser implementados de uma forma padrão (apenas via script).

Acredita-se também que a inserção de novas funcionalidades direcionadas para usuários experientes em música ou mesmo usuários de diferentes culturas, pode, em tese, transformar CODES num grande repositório de conhecimento musical intercultural.

7 PUBLICAÇÕES

Nesta seção são apresentadas todas as publicações do autor durante o curso de mestrado. Observa-se que algumas não possuem uma relação direta como o foco deste trabalho, entretanto todas as publicações estão inseridas nos contextos abrangidos pelas pesquisas, ou seja, as áreas de computação musical, IHC, CSCW e informática na educação, que no início deste percurso inspiraram e embasaram esta pesquisa.

7.1 Capítulos de livros publicados

1 FRITSCH, Eloi Fernando; FLORES, Luciano Vargas; MILETTO, Evandro Manara; VICARI, Rosa Maria; PIMENTA, Marcelo Soares. **Software Musical e Sugestões de Aplicação em Aulas de Música**. In: HENTSCHE, Liane; BEN, Luciana Del. (Org.). *Ensino de Música: Propostas para Pensar e Agir em Sala de Aula*. São Paulo, 2003, v. 1, p. 141-157.

7.2 Mini-Cursos

1 MILETTO, Evandro, Manara, COSTALONGA, Leandro Lesqueves, FLORES, Luciano Vargas, FRITSCH, Eloi Fernando; PIMENTA, Marcelo Soares, VICARI, Rosa Maria; **Introdução a Computação Musical**. In IV Congresso Brasileiro de Ciência da Computação. UNIVALI, Itajaí-SC, 2004.

7.3 Trabalhos completos em anais de eventos

1 NAKAYAMA, Lauro; VICARI, Rosa Maria; WULFHORST, Rodolfo; COSTALONGA, Leandro Lesqueves; MILETTO, Evandro Manara. **The Musical Interactions Within Community Agents**. In: 5TH WORKSHOP ON AGENT-BASED SIMULATION, 2004, Lisboa. Proceedings 5th. Workshop on Agent-Based Simulation. Erlangen: SCS Publishing House, 2004. p. 189-194.

2 PIMENTA, Marcelo S; CASTRO, Tito Lívio; VIERO, Daniel M; NAKAYAMA, Lauro; CAVALHEIRO, Andrea P; FRIGHETTO, Michele; MILETTO, Evandro Manara; BORGES, Roberto Cabral M. **A (in)acessibilidade de sites governamentais**. In: V SIMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTER SYSTEMS, 2002, Fortaleza, CE. Proceedings of IHC2002. Fortaleza, CE: SBC 2002, 2002. v. 1, p. 336-347.

3 VALIATI, Eliane Regina de Almeida; FLORES, Luciano Vargas; MILETTO, Evandro Manara; PIMENTA, Marcelo Soares. **Avaliação de interfaces em software educacional: comparando experiências em dois protótipos sucessivos**. In: XXVIII

CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE INFORMÁTICA, 2002, Montevideo. Anais do InfoUYCLEI 2002. Montevideo: CLEI, 2002.

4 MILETTO, Evandro Manara; FRITSCH, Eloi Fernando; FLORES, Luciano Vargas; LOPES, Natália; COSTALONGA, Leandro Lesqueves; PIMENTA, Marcelo S. **Rumo ao Portal da Música Computacional e Eletrônica**. In: V FÓRUM DO CENTRO DE LINGUAGEM MUSICAL, 2002, São Paulo. V Fórum do Centro de Linguagem Musical. São Paulo: ECA-USP, 2002. v. 1, p. 104-107.

7.4 Resumos simples em anais de eventos

1. FRITSCH, Eloi Fernando; MILETTO, Evandro Manara; COSTALONGA, Leandro Lesqueves; **Uma Proposta de Método para o Ensino de Técnicas de Composição de Música Eletrônica por Computador**; In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Manaus. 2004.

2. COSTALONGA, Leandro Lesqueves; NOBILE, Vinicius., MILETTO, Evandro Manara; VICARI, Rosa Maria **Simulação Rítmica de Violão Baseada em Perfil do Usuário**. In Anais do Ambientes de Aprendizagem Baseados em Agentes. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Manaus. 2004

3. MILETTO, Evandro Manara; PIMENTA, Marcelo Soares; COSTALONGA, Leandro Lesqueves.: **Using the Web-Based Environment for Cooperative Music Prototyping CODES in Learning Situations**. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 2004, Maceió. Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Springer-Verlag, 2004. p. 835-837.

4. MILETTO, Evandro Manara; PIMENTA, Marcelo Soares; VICARI, Rosa Maria. **Prototipação Musical Cooperativa via Web usando CODES**. In: 2ND LATIN AMERICAN WEB CONGRESS AND THE 10TH BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, 2004, Ribeirão Preto-SP. 2004.

5. COSTALONGA, Leandro Lesqueves; MILETTO, Evandro Manara; VICARI, Rosa Maria. **Cálculo de Acordes com Cifras Personalizáveis**. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO EM COMPUTAÇÃO MUSICAL (IX SBCM), 1993, Campinas. Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2003.

6. MILETTO, Evandro Manara; PIMENTA, Marcelo Soares. **Rumo a um Ambiente para Composição Musical Coletiva Baseado na Web**. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO EM COMPUTAÇÃO MUSICAL (IX SBCM), 1993, Campinas. Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2003.

7. COSTALONGA, Leandro Lesqueves; MILETTO, Evandro Manara; FLORES, Luciano Vargas; ALVARES, Luis Otávio C. **Um Sistema Multiagente para Simulação de Performance Rítmica no Violão**. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO MUSICAL (IX SBCM), 1993, Campinas. Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2003.

8. MILETTO, Evandro Manara; SILVA, Eduardo Flores da. **Programação de Computadores para Música**. In: XIII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2002, Porto Alegre. 2002.

7.5 Artigos em revistas e periódicos

1 MILETTO, Evandro Manara; COSTALONGA, Leandro Lesqueves; FLORES, Luciano Vargas; FRITSCH, Eloi Fernando; PIMENTA, Marcelo Soares; VICARI, Rosa Maria. **Educação Musical Auxiliada por Computador: Algumas Considerações e Experiências**. RENOUE - Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, RS, v. 2, 08 mar. 2004.

REFERÊNCIAS

- ABBOT, C. Introduction to the Special Issue on Computer Music. **ACM Computing Surveys**, New York, 1985.
- BELLINI, P.; NESI, P.; SPINU M. B. Cooperative Visual Manipulation of Music Notation. **ACM-TOCHI**, New York, v. 9, n. 3, p. 194-237, Sept. 2002.
- BEVAN, N. Usability is quality of use. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN COMPUTER INTERACTION, EWHCI, 6., 1997. **Human-Computer Interaction**. London: Chapman&Hall, 1997. Disponível em: <<http://www.usability.serco.com/papers/usabis95.pdf>> Acesso em: maio 2003.
- BURK, P. JSyn - A Real-time Synthesis API for Java. In: INTERNATIONAL COMPUTER MUSIC CONFERENCE, 1998. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1998.
- BURK, P. Jammin' on the Web: a new Client/Server Architecture for Multi-User Musical Performance. In: INTERNATIONAL COMPUTER MUSIC CONFERENCE, 2000. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2000.
- BISCHOFF, J.; GODL, R.; HORTO, J. Music for an Interactive Network of Computers **Computer Music Journal**, [S.l.], v. 2, n.3, p. 24-29, 1978.
- CAKEWALK. **SONAR Producer Edition**. Disponível em: <<http://www.cakewalk.com/Products/SONAR/producer.asp>> Acesso em: mar. 2004.
- CYBIS, W. de A. **Engenharia de Usabilidade**: uma abordagem ergonômica. Apostila Florianópolis: LabiUtil. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila.pdf>>. Acesso em: junho 2003.
- D'ARCANGELO, G. Creating a Context for Musical Innovation: A NIME Curriculum. In: CONFERENCE ON NEW INSTRUMENT FOR MUSICAL EXPRESSION, NIME, 2002. **Proceedings...** Dublin: [s.n.], 2002.
- DUCKWORTH, W. Making Music on the Web. **Leonardo Music Journal**, San Francisco, v.9, p. 13 – 18, 2000.
- ELLIS, C. A.; GIBBS, S.; REIN, G. Groupware: Some Issues and Experiences, **Communications of the ACM**, New York, v. 34, n. 1, p. 38-58, Jan. 1991.
- FICHEMAN, I. K. **Aprendizagem colaborativa a distância apoiada por meios eletrônicos interativos**: um estudo de caso em educação musical. 2002. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, USP, São Paulo.

GRØNBÆK, K. **Prototyping and Active User Involvement in System Development: Towards a Cooperative Prototyping Approach.** 1991. Thesis (PhD) - Computer Science Department, Aarhus University, Denmark.

HANNAFIN, M. J.; PECK, K. L. **The Design, Development and Evaluation of Instructional Software.** New York: Macmillan, 1988.

HOWARD, J. **Aprendendo a compor.** Rio de Janeiro: J. Zahar Ed., 1991.

IAZZETA, F. Um novo músico chamado usuário. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO E MÚSICA, 1., 1994, Caxambu. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1994. p. 231-235.

ISAACS, A.; MARTIN, E. **Dicionário de Música.** Tradução: Alvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar Ed., 1985.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9241, Part 11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 11: guidance on usability.** 1998.

NIELSEN, J. **Usability Engineering.** Boston, MA: Academic Press, 1993. 362p.

JAVASOUND. Disponível em: <<http://java.sun.com/products/java-media/sound/>>
Acesso em: mar. 2004.

JORDÀ, S. Faust Music On Line: An approach to real-time collective composition on the Internet. **Leonardo Music Journal**, San Francisco, v. 9, p. 5-12, 1999.

JORDÀ, S.; WÜST, O. A system for collaborative music composition over the web. In: DEXA, 2001. **Proceeding...** [S.l.:s.n.], 2001.

KON, F.; IAZZETTA, F. Internet Music: Dream or (Virtual) Reality? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO E MÚSICA, 5., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Música / UFMG, 1998. p.69-81

KRUGER, S. E.; FRITSCH, E.; VICCARI, R.M. Avaliação Pedagógica do Software STR. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, v.8, p. 21-33, 2001.

LÉVY, P. **Cibercultura.** São Paulo: Ed 34, 1999.

MILETTO, E. M. **Investigando e experimentando alternativas de editores e/ou sistemas de representação e/ou notação musical visando ferramenta de auxílio à composição.** 2002. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática UFRGS, Porto Alegre.

MILETTO, E. M. **Ambientes virtuais para composição musical cooperativa.** 2002a. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática UFRGS, Porto Alegre.

MILETTO, E. M.; PIMENTA, M. S. Rumo a um Ambiente para Composição Musical Coletiva Baseado na Web. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO EM COMPUTAÇÃO MUSICAL, 9., SBCM, 2003 **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2003.

MILETTO, E. M.; PIMENTA, M. S.; COSTALONGA; L.L.; VICCARI, R. M. A Using the Web-Based Cooperative Music Prototyping Environment CODES in Learning Situations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING

SYSTEMS, ITS Poster 2004, Maceió. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 2004a. p. 835-837.

MILETTO, E. M.; PIMENTA, M. S.; VICCARI, R. M. Prototipação Musical Cooperativa via Web usando. CODES. In: LATIN AMERICAN WEB CONGRESS, 9., **Proceedings...** Ribeirão Preto: UNICOC. 2004b.

MIRANDA, E. R. **Composing Music with Computers**. Oxford: Focal, 2001

MySQL. Disponível em: <<http://www.mysql.com>> Acesso em: mar. 2004.

NIELSEN, J. Heuristic Evaluation. In: NIELSEN, J.; MACK, R. L. (Ed.). **Usability Inspection Methods**. New York: John Wiley and Sons, 1994. p. 25-62.

O'NEILL, K.; GOMEZ, L.M. The Collaboratory Notebook: a Networked Knowledge-Building Environment for Project Learning. In: CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA AND TELECOMMUNICATIONS, 1994. **Proceedings...** Charlottesville:[s.n.], 1994.

ORQUESTRA Sinfônica do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.osesp.art.br/>> Acesso em: mar. 2004.

PENNYCOOK, B. Computer Music Interfaces. **ACM-Computing Surveys**, New York, v. 17, n. 2, p. 267-289, June 1985.

PIMENTA, M.; CASTRO, T. L.; VIERO, D. M; NAKAYAMA, L.; CAVALHEIRO, A. P.; FRIGHETTO, M.; MILETTO, E. M.; BORGES, R.C. de M. A(in)acessibilidade de sites governamentais. In: SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTER SYSTEMS, 2002. **Proceedings...** Fortaleza:SBC, 2002.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction**. New York, NY: John Wiley & Sons, 2002.

RIBEIRO, V. G. **Um Estudo sobre Métodos de Pesquisa Utilizados em Segurança Computacional: criptografia**. 2000. 69f. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

ROADS, C. Experiences with computer-assisted composition. **I Profili del Suono**, Roma, p. 173-196, 1987.

ROADS, C. Composition with machines. **Companion to Contemporary Musical Thought**, Londres, v. 1, n. 1, p. 399-425, 1992.

ROADS, C. **The Computer Music Tutorial**. Cambridge : Mit Press, c1996.

SPURR, K. et al. **Computer Support for Co-Operative Work**. Chichester, EUA: John Wiley, 1994.

SUTHERS, D.; TOTH, E.E.; WEINER, A. An Integrated Approach to Implementing Collaborative Inquiry in the Classroom. In: COMPUTER SUPPORTED FOR COLLABORATIVE LEARNING, CSCL, 1997. **Proceedings...** Toronto:[s.n.], 1997.

SPURR, K. et al. **Computer Suport for Co-operative work**. Chichester, EUA: John Wiley, 1994

SWANWICK, K. Music, mind, and education. **International Journal of Music Education in a Pluralist Society**, [S.l.], n. 12, 1988.

TOMCAT. Disponível em: <<http://jakarta.apache.org/tomcat>> Acesso em: mar. 2004.

USABILITY FIRST. Disponível em: <<http://www.usabilityfirst.com/glossary>> Acesso em: mar. 2004.

WINCKLER, M. A.; PIMENTA, M S. Avaliação de Usabilidade de Sites Web. In: ESCOLA DE INFORMÁTICA DA SBC SUL, ERI, 2002. Porto Alegre, 2002. v. 1, p. 85-137.

YAVELow, C. **Music & Sound Bible**. San Mateo, California: IDG Books WordWide, Inc., 1992.

ANEXO A PROJETO FUNCIONAL DO SISTEMA

Projeto funcional do sistema

Nesta seção é feita a descrição das entidades que formam o projeto de CODES bem como a apresentação do relacionamento entre as entidades, que são as seguintes:

Tabela 7.1: AcessosUsuario

acessosUsuario			
Controla dados de acesso do usuário			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idAcessosUsuario	TIMESTAMP	PK	identificador de acessos dos usuarios
idUsuario	INT(10)	PK	identificador do usuário
IP	INTEGER(11)		nº IP do usuário
NAVEGADOR	CHAR(100)		nevegador usado no acesso
TEMPO_LOGADO	TIME		tempo de conexão

Tabela 7.2: Anotação (projeto de interface)

anotacao			
Tabela que armazena dados de anotações realizadas pelos usuários no protótipo musical			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idAnotacao	INT(10)	PK	identificador da anotação
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identificador do protótipo musical
idUsuario	INT(10)		identificador do usuário
tipoAnotacao	VARCHAR(1)		1-nota 2-idéia 3-pro 4-contra 5-sugestão 6-importante
descricao	VARCHAR(100)		texto da anotação

Tabela 7.3: Compasso (projeto de interface)

compasso			
Tabela que armazena posições dos padrões padroes selecionados nas linhas, o endereço específico dos arquivos de cada célula utilizada em um protótipo e onde é armazenado e recuperado os dados sonoros de um protótipo musical			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idCompasso	INT(10)	PK	identificador do compasso no tempo
IdLinha	INT(10)	PK	identificador da linha
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identificador do protótipo musical
idPadraoSonoro	INT(10)		identificador do padrão sonoro

Tabela 7.4: convite (projeto de interface)

convite			
Controla o envio de convites. O remetente sempre estará registrado na tabela usuário. O destinatario poderá estar ou nao. Estando, serão utz as informações da tabela do usuario, nao estando, usara as informações do email desta propria tabela.(questão do null, caso o convite ainda não tenha sido visto)(esta tabela deverá ser varrida a cada login procurando por convites)			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição

idConvite	INT(10)	PK	identificador do convite
idUsuario	INT(10)		identificador do usuário
idUsuarioDestinatario	INT(10)		identificador do usuário de destino
Email	VARCHAR(100)		endereço de e-mail do usuário de destino
textoConvite	VARCHAR(200)		texto do e-mail(convite)
Aceito	BOOL		status (aceito ou não)

Tabela 7.5: EstiloDoPadrao (Projeto de Interface)

estiloDoPadrao			
Tabela que identifica os arquivos sonoros (arquivos midi) dentro de um estilo musical			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idEstilo	INT(10)	PK	identificador do estilo
idPadraoSonoro	INT(10)	PK	identificador do padrão sonoro

Tabela 7.6: Estilos Musicais (Projeto de Interface)

estilosMusicais			
tabela que contém estilos mus de samba, pop, tecno, etc			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idEstilo	INT(10)	PK	identificador do estilo
nomeEstilo	VARCHAR(100)		nome do estilo

Tabela 7.7: Estilos MusicaisPrototipoMusical (Projeto de Interface)

estilosMusicaisPrototipoMusical			
Tabela que armazena quais estilos foram utilizados em 1 protótipo			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idEstilo	INT(10)	PK	identificador do estilo
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identificador do protótipo

Tabela 7.8: EstilosMusicaisUsuário (Projeto de Interface)

estiosMusicaisUsuario			
identifica os estilos musicais preferidos de cada usuario (pop, rock, jazz, samba, etc.)			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idUsuario	INT(10)	PK	identificador do usuário
idEstilo	INT(10)	PK	identificador do estilo musical

Tabela 7.9: GrupoPrototipoMusical

grupoPrototipoMusical			
Identifica dados do grupo de usuários pertencentes ao mesmo Protótipo Musical			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idUsuario	INT(10)	PK	identificador do usuário
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identificador do protótipo
criador	BOOL		usuario que criou o prototipo

Tabela 7.10: LinhaMusical (Projeto de Interface)

linha_musical			
Armazena dados de cada linha dos protótipos musicais			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idLinha	INT(10)	PK	identificador da linha
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identificador do protótipo musical
idUsuario	INT(10)		identificador do usuário
nomeLinha	VARCHAR(100)		nome da linha
descricaoLinha	VARCHAR(100)		descrição da linha

Tabela 7.11: LogPrototipoMusical (Projeto de Interface)

logPrototipoMusical			
registra todas as ações realizadas no Protótipo Musical			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idLogPrototipoMusical	TIMESTAMP	PK	identificador do log
idUsuario	INT(10)	PK	identifica o usuário
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identifica o Protótipo Musical
acao	VARCHAR(200)		o que foi feito

Tabela 7.12: PadraoSonoro (Projeto de Interface)

padraoSonoro			
trecho sonoro (arquivo midi) que pertence a um tipo (baixo, arpejo, acorde e percussao) que por sua vez pertence a um estilo			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idPadraoSonoro	INT(10)	PK	identificador do padrao sonoro
nomeSom	VARCHAR(20)		nome do arquivo sonoro
tipoSom	CHAR(1)		1-perc 2-acorde 3-baixo 4-arpejo
observacao	VARCHAR(200)		comentário sobre o arquivo
enderecoArquivo	VARCHAR(100)		diretório onde está o arquivo midi
enderecoIcone	VARCHAR(100)		diretório onde está o ícone do arquivo

Tabela 7.13: PrototipoMusical (Projeto de Interface)

prototipoMusical			
Tabela que armazena dados do protótipo musical			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idPrototipoMusical	INT(10)	PK	identificador do protótipo musical
nome	VARCHAR(40)		nome do protótipo musical
descricao	VARCHAR(40)		descrição do protótipo musical
dataCriacao	DATE		data de criacao
criador	VARCHAR(50)		criador do protótipo musical

Tabela 7.14: Usuario (Projeto de Interface)

usuario			
Tabela que armazena dados do usuário			
Nome da Coluna	Tipo de Dado	Chave	Descrição
idUsuario	INT(10)	PK	identificador do usuário
nome	VARCHAR(40)		nome do usuário
email	VARCHAR(50)		e-mail do usuário
senha	VARCHAR(15)		senha do usuário

