

Criando para uma orquestra de dispositivos móveis

Carlos Eduardo Oliveira de Souza^{1,4}, Jonatas Araújo da Silva^{2,4},
Rafael Alves Soares de Andrade^{1,4}, Flávio Luiz Schiavoni^{3,4}

¹ Departamento de Música

² Departamento de Artes Aplicadas

³ Departamento de Computação

⁴ Arts Lab in Interfaces, Computers, and Everything Else - ALICE
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)
São João del-Rei, MG – Brasil

carlosbolin@aluno.ufsj.edu.br, rafael.asa@outlook.com

jonatas25araujo@gmail.com, fls@ufsj.edu.br

Resumo. *Esse artigo aborda uma pesquisa transdisciplinar entre áreas de música, computação, acústica e cerâmica e apresenta a criação de um instrumento musical digital composto por diversos smartphones que se comunicam por protocolos de rede gerados em patches criados no Pure Data em conjunto com a plataforma MobMuPlat. Neste instrumento temos um conjunto de "vozes", onde cada celular exerce o papel de um músico abstrato. Esses celulares são acoplados em amplificadores modelados em cerâmica que respondem de formas diversas às frequências tocadas, criando assim, uma camada sonora alterada, compondo o instrumento não só como um amplificador, mas também como efeito, influenciando no timbre final.*

Abstract. *This papers addresses a transdisciplinary research between areas of music, computing, acoustics and ceramics and presents the development of an instrument composed of several smartphones that communicate through network protocols generated in patches created in pure data in conjunction with the MobMuPlat platform. Therefore, we have a set of "voices", where each cell phone plays the role of an abstract musician. These cell phones are coupled in amplifiers modeled in ceramic that respond in different ways to the frequencies played, thus creating an altered sound layer, composing the instrument not only as an amplifier, but also as an effect, influencing the final timbre.*

1. Introdução

Desde a invenção do aparelho telefônico em 1870 por Alexander Graham Bell (1847-1922) que a comunicação humana passou a ser mediada pela tecnologia. Com a evolução da tecnologia móvel, os aparelhos celulares se tornaram computadores portáteis presentes na vida cotidiana de muitas pessoas. O objetivo inicial destes dispositivos era a comunicação e hoje os mesmos cumprem este papel ultrapassando a simples comunicação de voz e permitindo a comunicação por outras mídias. A expansão de tais limites comunicacionais foi possível graças à evolução da capacidade dos dispositivos, principalmente no que tange à conectividade e à capacidade de processamento aliada à possibilidade de manipulação de materiais multimídia [de Souza and Schiavoni 2021].

A partir desta expansão surgiu a possibilidade de implementação de aplicativos que transformam dispositivos móveis em instrumentos musicais e vários aplicativos musicais encontram-se disponíveis para este fim. Junto com isto, surgiu a possibilidade de realizar música em conjunto utilizando dispositivos móveis como instrumentos musicais digitais (IMD). A prática musical em conjunto por meio de dispositivos computacionais já é popular, como é o caso das Orquestras de computadores portáteis (“Laptop orchestra” - LOrc) e orquestras de celulares. A utilização de aparelhos celulares para práticas musicais pode ser vista hoje como uma evolução das orquestras de computadores portáteis devido à simplicidade, capacidade e praticidade de tais dispositivos.

A criação de uma orquestra de dispositivos móveis pode ser uma tarefa interdisciplinar que envolve conhecimento de diferentes áreas do saber como música, computação, engenharia, artes aplicadas e outras. Desta maneira, pensar a criação de uma orquestra com este tipo de dispositivo nos leva a diversos questionamentos como quais seriam os passos para realizar este trabalho, quais seriam as dificuldades encontradas e também como contornar estas dificuldades caso as mesmas não fossem passíveis de soluções. É focado nestas questões que apresentamos neste artigo os passos adotados para a criação de uma orquestra de dispositivos móveis em nossa instituição.

Inicialmente, este projeto passou por duas ações em separado: a construção de amplificadores cerâmicos que auxiliassem na amplificação do som de dispositivos móveis e a construção de uma interface de software que permitisse a sincronização em rede dos dispositivos utilizados na apresentação. Tais questionamentos e soluções serão apresentadas se Seção2 deste documento. Certamente, a possibilidade de criação musical por meio de novos instrumentos musicais pode nos trazer diversas possibilidades de criação no que tange as questões artísticas. Por esta razão, além destas questões técnicas do projeto também surgiram questões estéticas que envolvem o tipo de composição que iríamos desenvolver com nossa orquestra e qual seria o resultado musical esperado. Estas questões serão apresentadas na Seção 3. Nosso primeiro resultado, a peça Telefone sem fio, será apresentada na Seção4.

O presente artigo é a continuação do artigo "**Cerâmica e silício na criação musical**", apresentado no XVIII Simpósio Brasileiro de Computação Musical, realizado em 2021 em Recife e na web [de Souza et al. 2021b]. O presente artigo conta com uma expansão de diversas ideias que não estavam no artigo original e que nasceram da interação com os presentes neste simpósio.

2. As questões técnicas do projeto

Apesar de os dispositivos móveis trazerem muitas possibilidades para a criação musical, os mesmos ainda possuem uma limitação que é sua baixa potência sonora. Esta questão já estava presentes nas LOrcs pois o mesmo ocorre com os altifalantes dos computadores. Neste contexto, algumas soluções já foram tentadas como, por exemplo, usar um sistema central de amplificação, solução que resolve as limitações sonoras mas que impede que traz outras questões como a dificuldade de o público entender qual som está sendo feito por qual integrante do grupo.

Outra solução encontrada para esta questão por diversos grupos de música e LOrcs foi criar amplificadores eletrônicos para aumentar a potência sonora dos dispositivos móveis. Estes projetos, como o amplificador Lady Bug, apresentado na Figura 1, permitem

que o som do IMD possa ressonar no espaço de concerto partindo do lugar onde o músico se encontra, permitindo ao público identificar as fontes sonoras de uma forma similar ao que aconteceria com instrumentos acústicos.



Figura 1. Altifalante “ladybug” comumente encontrado em LOrcs.

Apesar de ser bastante eficaz, a amplificação eletrônica pode trazer outras questões para um projeto de criação musical utilizando celulares como a) a necessidade de conhecimento básico em eletrônica para a criação de tais dispositivos, b) a necessidade de um laboratório e equipamentos para a confecção do mesmo, e c) o custo de materiais que este projeto pode trazer. Além disto, d) estes equipamentos trazem a necessidade de alimentação elétrica para os mesmos, o que é um fator limitante para a utilização dos mesmos em espaços abertos como parques ou ruas da cidade. Tentando contornar estes problemas e solucionar o problema da baixa potência sonora dos dispositivos móveis, procuramos encontrar a solução deste problema por meio da amplificação acústica destes dispositivos, como será apresentado na Seção 2.1.

Outra questão que nos ocorreu desde o início deste projeto foi sobre o tipo de orquestra que queríamos desenvolver. Há muitas possibilidades para se criar uma orquestra de dispositivos móveis. É possível, por exemplo, reunir músicos que possuem dispositivos e pedir que os mesmos instalem aplicativos musicais que se encontram disponíveis para os mesmos e então tentem criar ou improvisar utilizando tais aplicativos. Outra possibilidade seria cada participante desenvolver seu aplicativo / instrumento para a prática musical e coletivamente compor peças usando estes instrumentos. Há ainda a possibilidade de criar uma orquestra de dispositivos autônoma e que não dependesse da interação humana para a execução de peças musicais. Esta orquestra permitiria utilizar estruturas de controle para sincronizar os dispositivos e permitir a criação de peças que possam dialogar com as possibilidades de performances como em grupos musicais. Tal implicação nos levou para uma interface de software, que será apresentada na Seção 2.2 a seguir.

2.1. Amplificadores Cerâmicos

Os aparelhos celulares possuem alto-falante embutidos sendo, no entanto, desprovidos de uma concha para amplificar acusticamente o seu som. Em nosso trabalho, nos baseamos na possibilidade de criação de ressonadores cerâmicos que permitem a amplificação de som por meio de acoplamento de ondas sonoras, utilizando este conceito para a criação de amplificadores acústicos para os aparelhos celulares. Este material foi escolhido para nosso trabalho por ser fácil de modelar e também por permitir grandes variedades de formas, texturas, queimas, e acabamentos.

A ligação entre a acústica e a cerâmica é antiga e nos remete algumas práticas, como os ressonadores do teatro grego. Na Grécia antiga, para auxiliar na amplificação, eram usados vasos ressonadores em cerâmica embutidos nos degraus do auditório, os chamados ressonadores de Helmholtz. Nestes ambientes, o som gerado no palco passava por um sistema acústico de cerâmica agindo como uma mola que é comprimida e rarefeita gerando a amplificação de faixas que coincide com a frequência da voz humana.

O processo de criação dos amplificadores para celulares ocorreu em ateliê de cerâmica, usando argilas com propriedades plásticas e de alta temperatura. O resultado pode ser visto na Figura 2. Esta argila, além de oferecer a possibilidade de aguentar altas temperatura, possibilita a utilização de vidrados cerâmicos com a finalidade de mudar a textura das paredes internas da peça. As peças foram modeladas em um torno de cerâmica para conseguir uma variedade as formas, praticidade de acabamento e uniformidade nas paredes das peças. Uma vez a peça modelada, esperamos o ponto de couro (peças parcialmente secas) para o acabamento manual. Nessa etapa foi feito um corte onde se encaixa o celular. Muitas vezes as peças são polidas para os primeiros testes, e em algumas peças foi preciso fazer suportes.



Figura 2. Primeiros protótipos dos ressonadores.

Após a secagem das peças fizemos os primeiros testes de amplificação nos laboratórios da universidade. Usamos ruído branco para a comparação de amplificação e também gravações de Freq Sweep com e sem os amplificadores para verificar quais frequências eram acopladas, quais seriam canceladas e medir o resultado final da amplificação acústica em uma escala de decibéis. Após a primeira etapa de criação e gravação,

foi feita a primeira queima, que chamamos de biscoito. Essa queima serve para tirar toda a água presente na peça. Nesse processo, a peça fica mais resistente e encolhe um pouco. Após o processo da queima de biscoito foi feito mais um teste de amplificação do som. Nesse teste a amplificação fica mais aparente já que a peça está totalmente sem água e mais porosa. Por fim, temos a queima de alta temperatura, etapa na qual temos a possibilidade de esmaltar a peça para a vitrificação em que podemos escolher um esmalte cristalino, fosco e com textura.

Com os testes todos prontos, conseguimos analisar e comparar a capacidade de cada amplificador, levando em consideração seu formato, tamanho e diâmetro da boca. Podemos ainda verificar quais faixas de frequência cada ressonador amplifica melhor. A intenção de nossos testes não foi buscar o melhor ressonador mas sim entender como cada ressonador amplifica o som de maneira a permitir que nossa orquestra tivesse diferentes vozes com diferentes características acústicas mesmo se usando a mesma fonte sonora e dispositivos similares. Assim, estas questões técnicas puderam influenciar o processo estético de criar peças com os celulares a partir da capacidade de soar de cada dispositivo.

2.2. A estrutura da orquestra: sincronização, controle e composição

Além da questão da amplificação acústica, nosso projeto também se debruçou sobre a questão tecnológica da criação musical para aparelhos celulares em grupo. Iniciamos nossa pesquisa buscando categorizar possíveis modelos de práticas musicais de conjunto como, por exemplo, a relação entre maestro e orquestra, ou a dos músicos de uma banda em um improviso de jazz.

O modelo de comunicação

Nossa primeira tarefa foi adotar uma metáfora de prática musical em conjunto com papéis bem definidos para servir de base para o desenvolvimento da comunicação entre os dispositivos da orquestra. Iniciamos utilizando a metáfora da orquestra / coral de celulares, com papéis como maestro e músicos / vozes, onde os dispositivos em cena podem possuir uma determinada voz e um dispositivo fora de cena irá assumir o papel de maestro, atuando na distribuição de tarefas e sincronização das vozes. Neste modelo é possível assumir que a comunicação em rede irá ocorrer exclusivamente com mensagens do maestro para as vozes e que as vozes não se comunicam entre si e as vozes não se comunicam com o maestro. Certamente esta simplificação não reflete a realidade destes grupos e as possibilidades reais de comunicação e interação entre os membros de uma orquestra ou coral. No entanto, partimos deste modelo mais simples para que possamos, a partir dele, pensar estas formas de interação.

A composição para a orquestra

Outra questão que surgiu quando pensando estes modelos de interação foi em relação as composições que poderiam ser feitas para nossa orquestra. Seguindo o modelo da orquestra, poderíamos assumir que cada voz teria uma partitura e que o maestro seria responsável apenas pela sincronização das vozes ou de controlar questões da macro estrutura da performance, como a dinâmica e andamento. Isso permitiria uma grande liberdade para

implementar cada voz independentemente, permitiria que o maestro tivesse um protocolo simples de sincronização e controle mas traria uma dificuldade para modificar as composições, já que modificar uma voz implicaria na atualização do software do dispositivo da orquestra. Para simplificar a composição e evitar o trabalho de atualizar todas as vozes, assumimos que a composição poderia ser feita por meio de uma grade orquestral, com todas as vozes, onde cada ação de cada voz seria descrita para acontecer em um determinado instante de tempo. Esta grade seria feita por meio de um arquivo de texto onde os comandos OSC para cada voz são previstos para acontecer em um determinado tempo. Com isso, foi possível deixar com o maestro a responsabilidade de enviar uma mensagem para cada voz com as instruções do que fazer a cada momento em vez de enviar apenas a mensagem de sincronização e controle.

A escolha de software

A partir destes modelos, partimos para a escolhas de quais práticas de conjunto poderíamos iniciar com nossa orquestra e qual a abordagem tecnológica que seria necessário para implementar estes modelos [de Souza and Schiavoni 2021]. Assim como em trabalhos que utilizam a criação de uma interface, que após ser acoplada a um objeto físico compõe um instrumento digital [Malloch and Wanderley 2007], optamos por utilizar uma solução baseada em tecnologias conhecidas e fundamentadas, como o Pure Data e o aplicativo MobMuPlat, utilizando as redes de computador para sincronizar os dispositivos e a acústica do ambiente para mesclar os sons, conforme apresentado na Figura 3. Optamos por criar um patch único para as “vozes” de nosso coral de dispositivos móveis, onde é possível selecionar qual voz o celular irá ser responsável. Assim, todos executam o mesmo patch e recebem as mesmas mensagens de rede, mas selecionam apenas as mensagens direcionadas para sua voz, o que permite que os diferentes dispositivos tenham diferentes comportamentos musicais. Esse seletor aparece na tela inicial da interface feita no MobMuPlat.



Figura 3. Maestro e vozes acopladas aos amplificadores de cerâmica

Há outro patch para a representação do "maestro", que lê a partitura textual e envia comandos para os celulares tocarem e executarem suas ações. Essa comunicação é realizada por comandos nativos do Pd, tais como o send e o receive e utiliza o protocolo UDP. Em princípio, o maestro está sendo executado em um notebook para simplificar a modificação da partitura para as vozes. Na Figura3 mostramos o maestro e dois celulares executando suas vozes.

3. As questões estéticas

Resolvida a questão técnica sobre a comunicação em rede, pudemos então nos debruçar sobre as questões estéticas de nossa orquestra. Definimos que iríamos trabalhar com gravação de sons do ambiente e reprodução destes sons e começamos, com isso, a definir a idiomática de nossos instrumentos. Para expandir as possibilidades das vozes, incorporamos também efeitos e modificações na reprodução dos sons, como modulação em anel e delay, para permitir modificar a reprodução dos sons gravados nos buffers dos dispositivos. Também assumimos que seria possível ter mais de um gravador por dispositivo.

Ampliando a capacidade sonora dos dispositivos, incorporamos aos mesmos a possibilidade de emitir ruído branco e também um oscilador senoidal que imita o toque de um telefone fora do gancho. Também foi incorporado, entre as ações possíveis de cada voz, ações com as funcionalidades físicas do celular, como vibracall e lanterna, e também acender a tela com uma determinada cor. Na parte dos efeitos, foram implementados seletores de liga e desliga para controlar a atuação dos mesmos.

Esta definição nos levou a um conjunto de mensagens que os dispositivos podem receber e que definem a idiomática das vozes de nossa orquestra, conforme listado abaixo.

```
1 % Apagar e acender o flash (lanterna)
2 /voice 0 /flash 0
3 /voice 0 /flash 1
4
5 % Ligar e desligar o vibrador
6 /voice 0 /vibrate 0
7 /voice 0 /vibrate 1
8
9 % Mudar a cor da tela
10 /voice 0 /canvas paintrect x1 y1 x2 y2 R G B A
11
12
13 % Criar ruido / parar ruido
14 /noise 1
15 /noise 0
16
17 % Tocar / parar oscilador (440hz)
18 /tuuu 1
19 /tuuu 0
20
21 % Manipular primeiro buffer de audio
22 /grava 1
23 /grava 0
24 /tocasample
25 /toeaemloop
26 /paraoloop
27 /efeito
```

```

28 /tamanhosample
29 /velocidadesample
30 /iniciosample
31
32 % Manipular segundo buffer de audio
33 /grava2 1
34 /grava2 0
35 /tocasample2
36
37 % Manipular terceiro buffer de audio
38 /grava3 1
39 /grava3 0
40 /tocasample3

```

A composição para nossa orquestra depende então de definir qual dispositivo irá receber qual mensagem em qual momento. Isso é feito em um arquivo que define as mensagens a partir de 3 campos principais: O tempo de duração daquela ação, a voz destino da ação e a ação em si. Assim, no exemplo abaixo temos que as vozes 1, 2, 3 e 4 irão acender suas lanternas, e depois de 1 segundo (1000 milissegundos), irão apagar as mesmas sequencialmente, aguardando 100, 200, 300 e 400ms.

```

1 0 /voice 1 /flash 1
2 0 /voice 2 /flash 1
3 0 /voice 3 /flash 1
4 0 /voice 4 /flash 1
5 1000 Isto eh uma pausa de 1 segundo
6 100 /voice 1 /flash 0
7 200 /voice 2 /flash 0
8 300 /voice 3 /flash 0
9 400 /voice 4 /flash 0

```

4. Resultados Iniciais: O telefone sem fio

Um primeiro resultado vindo desse processo de criação, além da própria pesquisa colaborativa, foi a criação da peça “Telefone sem fio”, nome criado a partir de uma analogia com a brincadeira infantil de passar uma mensagem de uma criança para outra até que a mensagem seja totalmente perdida. Inspirada em outras peças que utilizam a mesma tecnologia [Schiavoni et al. 2019b], esta peça traz celulares conectados via rede e cria uma reflexão a partir da perda de informações, trazendo para a discussão o problema das chamadas fake news. A peça consiste em gravar samples de áudios, declamados pelo performer e essas gravações vão sendo reproduzidas pelos dispositivos, com a adição de efeitos, distorções e manipulações no áudio, onde no final temos uma figura sonora muito diferente da original, dando sentido ao conceito [de Souza et al. 2021a].

Nesta peça, são acionados diversos aparelhos em ordens alternadas ou simultâneas, criando uma camada visual com as telas acendendo e desligando, para além da camada sonora presente a partir dos toques acionados e da reprodução dos samples manipulados. A peça foi dividida em seis momentos, começando com os celulares vibrando e acendendo seus flashes, sendo esta uma introdução para o seguinte movimento onde são declamadas as frases que servem de material sonoro para a composição dos samples que serão modificados.

Partindo para o próximo movimento da peça, trazemos a reprodução desses samples, que vão sendo atrasados em cada falante, criando assim um deslocamento de fase, que evolui para a terceira parte. Nesta parte, um celular toca enquanto outros gravam, resultando em uma perda de informação quando executado. Quem está gravando tem tela em vermelho piscante e quem está falando toca com uma tela preta. Neste momento, não temos mais o som do vibracall e os dispositivos falam ao mesmo tempo, com vozes entrecortadas como se quisessem vencer uma batalha sonora pelo controle de espaço acústico, partindo para o quarto movimento. Esse é o momento de maior saturação da peça, com todos os efeitos ligados.

Quando este movimento se encerra, com uma transição para a quinta parte, as vozes vão se silenciando uma a uma, restando apenas as vibrações e os flashes, que quando param, direcionam para o fim da peça. Por fim, o sexto movimento, traz apenas um sinal de um telefone fora do gancho, tocando um lá afinado em 440hz, característico dessa figura. Parte do resultado desta pesquisa pode ser visto no nosso canal do Youtube¹.

5. Conclusão

Apresentamos neste trabalho a criação de uma orquestra de dispositivos móveis da Orquidea [Schiavoni et al. 2019a, Schiavoni et al. 2018]. Neste trabalho abordamos tanto a base tecnológica que sustenta nosso trabalho quanto o desenvolvimento de amplificadores cerâmicos para os dispositivos de nossa orquestra. Envolvendo áreas como artes (cerâmica), computação e música, esse trabalho buscou criar um ponto onde todas essas áreas pudessem dialogar a fim de construir algo em conjunto. Foi partindo deste lugar inter/transdisciplinar de pesquisa que surgiu a ideia da criação de um instrumento analógico-digital, que trouxesse um elementos de áreas distintas que permitiram uma criação coletiva. Partindo de uma metalinguagem onde temos uma mini orquestra de celulares, maestrados por um computador, nasce o conceito do instrumento de cerâmica e silício. Nosso ferramental é ainda pautado sobre uma estrutura de rede e traz em si a discussão da sincronização e do controle de uma orquestra digital.

Este trabalho serviu ainda como experimento para discussões sobre arte digital, arte colaborativa e trabalho conjunto em criações artísticas, contribuindo para a pesquisa maior do laboratório pelo qual ela foi desenvolvida e ainda sendo um material para qualquer um que tenha interesse em discussões parecidas. Os objetivos iniciais deste meta-instrumento [De Laubier 1998] foram trazer diversos conceitos de protocolos de redes de forma a favorecer a programação do instrumento, onde dispositivos diferentes exercem papéis diferentes na comunicação, compondo uma sub pesquisa sobre as melhores formas para sincronizar esses instrumentos, de forma que trabalhem em tempo real [Lee and Wessel 1992].

Sobre as implementações nos patches, está sendo trabalhado a possibilidade do acoplamento de mais dispositivos a fim de criar um instrumento que possua uma massa sonora mais encorpada. Há também a pretensão de tornar o instrumento apto a criação de novas peças, desenvolvendo sua própria linguagem em uma pesquisa artística, também com a implementação de uma interface amigável e intuitiva, para que os usuários finais não precisem de ter um contato prévio com o pure data, por exemplo.

¹<https://www.youtube.com/watch?v=c6nRrwjL2Y8>.

Atualmente o instrumento ainda funciona com um computador exercendo o papel de maestro, mas o ideal é que esta função seja exercida por outro smartphone, com um patch finalizado onde os aparelhos escalados possam ocupar qualquer lugar na configuração do instrumento, que será configurada para as necessidades de cada proposta artística a ser construída. Também pretendemos em breve expandir o modelo de comunicação e utilizar outras metáforas de comunicação e interação musical, como quartetos de jazz e rodas de samba.

6. Agradecimentos

Este projeto encontra-se no contexto do Laboratório de Pesquisa ALICE (Arts Lab in Interfaces, Computers and Else) do Departamento de Computação e da Orquídea - Orquestra de Ideias. Agradecemos à Pró Reitoria de Extensão da UFSJ, por financiar esta pesquisa e também, a todos os membros do ALICE, que contribuíram para a evolução desse trabalho. Agradecemos também a PROPE / PROEX / PROAE e CNPq por financiar esta pesquisa.

Referências

- De Laubier, S. (1998). The meta-instrument. *Computer Music Journal*, 22(1):25–29.
- de Souza, C. E. O., da Silva, J. A., de Andrade, R. A. S., and Schiavoni, F. (2021a). Telefone sem fio. In *Proceedings of the 11 th Workshop on Ubiquitous Music (UbiMus 2021)*, pages 156–157.
- de Souza, C. E. O., da Silva, J. A., de Andrade, R. A. S., and Schiavoni, F. L. (2021b). Cerâmica e silício na criação musical. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Computer Music*, pages 237–240, Recife - PE.
- de Souza, C. E. O. and Schiavoni, F. L. (2021). SincronizaÇÃo e controle em orquestras digitais. In *Anais do XXVII SIC - Seminário de Iniciação Científica da UFSJ*, pages 1–11.
- Lee, M. and Wessel, D. (1992). Connectionist models for real-time control of synthesis and compositional algorithms. icmc, san jose. *International Computer Music Association*.
- Malloch, J. and Wanderley, M. M. (2007). The t-stick: From musical interface to musical instrument. In *Proceedings of the 7th International Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME '07*, page 66–70, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Schiavoni, F. L., Araújo, J. T., de Oliveira Silva Junior, I., and de Melo Freitas, I. (2019a). As liÇões aprendidas com a orchidea. *DEBATES - Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Música*, 1(23):118–154.
- Schiavoni, F. L., de Faria, P. H., and Manzolli, J. (2019b). Interaction and collaboration in computer music using computer networks: An ubimus perspective. *Journal of New Music Research*, 48(4):316–330.
- Schiavoni, F. L., Xavier, E. S., and Caçado, P. G. N. (2018). (orchidea) uma primeira aplicação para práticas musicais coletivas na orquestra de ideias. In *Proceedings of the VIII Workshop on Ubiquitous Music (UBIMUS)*, volume 8, pages 120–131, São João del-Rei - MG - Brazil.