U.PORTO

MESTRADO
MULTIMÉDIA - ESPECIALIZAÇÃO EM MÚSICA INTERACTIVA E DESIGN DE SOM

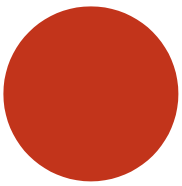
PIANO AUMENTADO:
Uma abordagem na produção de música electroacústica

Miguel Béco de Almeida

M
2015

FACULDADES PARTICIPANTES:

FACULDADE DE ENGENHARIA
FACULDADE DE BELAS ARTES
FACULDADE DE CIÊNCIAS
FACULDADE DE ECONOMIA
FACULDADE DE LETRAS



U.PORTO

Piano aumentado: Uma abordagem na produção de música electroacústica

Miguel Béco de Almeida

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Rui Penha (Doutor)

Junho de 2016

© Miguel Béco de Almeida, 2016

Piano aumentado: Uma abordagem na produção de música electroacústica.

Miguel Béco de Almeida

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Rui Rodrigues (Doutor)

Vogal Externo: José Alberto Gomes (Doutor)

Orientador: Rui Penha (Doutor)

Resumo

Esta dissertação enquadra-se nos campos de estudo da performance e composição em música electrónica, nomeadamente através do uso de um piano aumentado. Estabelece uma ponte entre o acústico e o electrónico em termos de processo na composição e improvisação, contendo também uma forte componente tecnológica.

Visa uma abordagem essencialmente experimental, com uma componente inevitavelmente pessoal sobre a música electrónica e a *laptop music* e, a possibilidade de trabalhar linguagens musicais familiares em que, o controlo é feito unicamente através dos meios mecânicos do instrumento acústico. Grande parte do trabalho incide na expansão das propriedades sonoras do piano acústico e na sua manipulação sonora em tempo real.

Como prova de conceito, complementa esta dissertação uma peça musical composta partir do protótipo tecnológico desenvolvido que demonstra as propriedades sonoras do piano aumentado, assim como os modelos de interacção desenvolvidos.

Abstract

This thesis focus on the study areas of performance and composition in electronic music, that being made through the use of an augmented acoustic piano. It establishes a bridge between the acoustic and the electronic in terms of the process within composition, production and improvisation, using a strong technological element.

It seeks an aproach that is mostly experimental, but also necessarily personal, on electronic music, laptop music, and other familiar languages in which the control is made only through the mechanical means of the instrument. Most of the work here presented focuses on the expansion of the acoustic piano sound properties.

As a proof of concept together with this thesis comes a musical piece composed with the technological prototype developed, that demonstrates the sound properties of the augmented piano as well as the developed interaction models.

Agradecimentos

Nesta dissertação gostaria de agradecer aos meus pais, pelo apoio incondicional nas minhas decisões académicas, à FEUP enquanto instituição, ao Mestrado em Multimédia pela possibilidade de expandir os meus conhecimentos e, ao Rui Penha pela orientação dada. Gostaria também de agradecer à Sonoscopia por todo o apoio e disponibilidade, sem o qual este trabalho não era possível e, à Mariana Sardon e à Inês Castanheira pela ajuda e suporte na apresentação deste projecto. Agradeço também à Marisa, pela paciência, à Anis, pela constante vigia e a todos os meus amigos que me ouviram, ajudaram e opinaram e tornaram todo o processo mais suportável.

Miguel Béco

Índice

1. Introdução 1
1.1 Motivação 1
1.2 Problema e questões de investigação. 2
1.3 Metodologia de Investigação 3
1.4 Estrutura da Dissertação 4

2. Estado da Arte 5
2.1 Introdução 5
2.2 Contextualização Histórica e Social 6
2.3 Instrumentos Híbridos e Protésicos 7
2.3.1 John Cage e o Piano Preparado 7
2.3.2 David Tudor e *Rainforest* 8
2.3.3 Alvin Lucier e *I am Sitting In a Room* 9
2.3.4 Nicolas Collins e *Pea Soup* 10
2.3.5 Cort Lippe e Music for Piano and Computer 11
2.3.6 Pedro Rebelo e *Prosthetic Conga* 11
2.3.7 Magnetic Resonator Piano 13
2.4 Laptop Music Performance 14
2.4.1 Alva Noto 16
2.5 Sistemas Interactivos 17
2.5.1 Classificações empíricas 18
2.5.2 Dimensões da classificação 19
2.5.2.1 Sistemas orientados por uma pauta vs sistemas orientados pela performance 19
2.5.2.2 Métodos de resposta transformativos, generativos ou sequenciados 19
2.5.2.3 Paradigma de instrumento ou instrumentista 20
2.5.3 Anatomia do sistema 20
2.5.4 Resumo 21
2.6 Conclusões 22

3. Performance e produção de música electrónica num Piano aumentado. 25

3.1 Fonte sonora: O Piano e propriedades sonoras 27
3.2 Manipulação electrónica 28
3.2.1 Sampling e manipulação sonora 28
3.2.2 A mesa de mistura 29
3.2.3 Padrões rítmicos e Interacção 29
3.2.4 Feedback 30
3.3 Captação e amplificação 31
3.4 Performance, composição e improvisação 32

4. Implementação 33
4.1 Disposição do sistema 33
4.1.1 Captação 34
4.1.2 Amplificação e feedback. 35
4.2 Processamento digital de sinal 36
4.2.1 Sampling 36
4.2.2 Manipulação sonora 38
4.2.2.1 Sample playback 38
4.2.2.2 Delay 39
4.2.2.3 Filtros 40
4.2.2.4 Envolventes de Amplitude 41
4.2.2.5 Ritmo 41
4.2.3 Mesa de Mistura 42
4.2.4 Movimentos 43
4.2.5 Descritores 45
4.2.6 Lógica 46
4.3 Desenvolvimento e Resultados 47
4.3.1 1ª fase 47
4.3.2 2ª fase 47
4.3.3 3ª fase 48
4.3.4 Peça final e performance pública 49

5. Conclusões e Trabalho Futuro 51
5.1 Satisfação dos Objectivos 53
5.2 Trabalho Futuro 55
5.3 Notas finais 56

6. Referências 57

A. Registos do protótipo 59
A.1 1º Registo 59
A.2 2º Registo 59
A.3 3º Registo 60

A.4 4º Registo 60
A.5 Peça final 60
A.6 Implementação em software 60

Lista de Figuras

Figura 1: Modelo de Winkler comparado às 3 etapas de Rowe 21
Figura 2: Esquema representativo do sistema utilizado no instrumento aumentado. 34
Figura 3: Mecanismo utilizada para a gravação dos samples. 36
Figura 4: Diferentes buffers para diferentes samples a serem armazenados. 37
Figura 5: Reprodução dos samples em diferentes velocidades e secções. 39
Figura 6: Cadeia de delay implementada dentro do software Max/MSP 40
Figura 7: Implementação de ritmo, com metrónomo e delays, aplicado às envolventes de amplitude. 42
Figura 8: Lógica para accionar os diferentes *presets* da mesa 46

1. Introdução

Enquadrada no programa de Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto, esta dissertação incide sobre os campos de estudo da performance na música electrónica e, nomeadamente, da *laptop music*, assim como dos instrumentos protésicos. Aborda estas temáticas, tanto de um ponto de vista histórico, como metodológico. Foca-se, igualmente, na interacção em sistemas musicais. São revistos trabalhos relevantes nestas áreas e, é estabelecida uma metodologia de trabalho que resulta na implementação de um protótipo funcional, estando todo o processo documentado.

1.1 Motivação

A vontade para iniciar este trabalho de investigação surgiu não só de um interesse pessoal no processo de produção e composição de música electrónica, como numa insatisfação face à forma como muitas vezes esta é tocada e apresentada em contexto de concerto ou performance. É motivada por esta insatisfação e pela procura de novas soluções, tanto no âmbito de apresentação, como de composição e possibilidades improvisacionais. Apesar de existirem já vários modelos funcionais, nos processos de composição e de performance, estes momentos parecem estar regularmente dissociados no tempo, no âmbito da música electrónica, sendo que o segundo depende, geralmente, da matéria prima sonora produzida no primeiro. Há assim uma vontade de trabalhar estes dois processos, e, pela aumentação de um instrumento acústico, potenciar o processo de improvisação na música electrónica.

O trabalho de artistas contemporâneos como Alva Noto (nomeadamente nos trabalhos com Ryuichi Sakamoto) (Noto & Sakamoto, 2005) e outros serviu como ponto de arranque, a um nível motivacional e, de processo. Estes manifestam uma preocupação com a performance

da *laptop music,* assim como um interesse no uso e integração de instrumentos acústicos no processo de composição em música electrónica. Dentro destes trabalhos, existe também a presença constante do computador portátil enquanto instrumento e veículo de comunicação com o público.

Surge então uma motivação para continuar esta exploração do instrumento acústico, dentro da linguagem electrónica, mas eliminando o computador portátil como ponto de controlo. Fazer do instrumento acústico, por processos de processamento de sinal, efectivamente o único instrumento, tanto a nível de performance como composição, abrindo espaço para a improvisação. Aproveitamos as potencialidades do processamento, assim como as propriedades acústicas do Piano. A escolha do Piano acústico surge por ser o instrumento do autor, pela sua riqueza e complexidade acústica e, pela própria história que o instrumento acarreta a nível dos instrumentos aumentados. Surge então, ao estudar tanto o Piano e a sua linguagem própria, como o processo de produção e manipulação em música electrónica, a vontade de criar esta simbiose. Uma forma de expandir as possibilidades tanto a nível de composição, como de performance e, criar mecanismos de interacção mais imediatos que não passem pelo computador.

1.2 Problema e questões de investigação.

Desde o aparecimento da música electrónica e, já nos seus primeiros trabalhos exploratórios, que existe uma preocupação inerente com a performance. Nos primeiros trabalhos relevantes no campo da acousmática, com o uso da fita magnética, o aspecto performativo passou para o processo de difusão sonora. Com o surgimento do computador e mais tarde com a sua expansão e facilidade de uso, produzir música electrónica tornou-se uma tarefa relativamente acessível para muitos.

Existe um distanciamento entre os paradigmas da instrumentação acústica tradicional e, o da performance electrónica. Enquanto que isto não se revela incómodo quando ouvimos música na rádio ou, por diversos outros media, a forma como a música electrónica é tocada, em contexto de concerto, é muitas vezes vista com suspeita por parte do público geral.

Isto prende-se essencialmente com o facto de não haver uma relação directa entre o controlo gestual do performer e a música que ouvimos pelo PA. Muito do trabalho é pré-gravado e, por isso, impossível de replicar. Assim, o músico electrónico acarreta com ele algum descrédito face ao espectador, nomeadamente para aqueles que não estão por dentro do meio. Isto tanto acontece na música *mainstream* como na electrónica mais experimental e exploratória. (Stuart, 2003)

Este trabalho pretende então contrariar este paradigma e, identificar alguns dos aspectos performativos e gestuais presentes na música acústica ao longo dos séculos e, relaciona-los com a música electrónica. Encontrar novas soluções a nível de interactividade que relacionem e entruzem ambas numa solução comum. Com isto, importa-nos perceber como fazer a ponte entre a performance e as linguagens acústica e electrónica com foco num único objecto, e que, esta relação aconteça de uma forma simbiótica. Interessa-nos embutir a própria natureza do instrumento acústico no processo de composição e performance da música electrónica. O computador e o processamento digital serão uma ferramenta mas não o instrumento pelo qual a comunicação é feita, o meio mas não o fim.

1.3 Metodologia de Investigação

Este trabalho será de uma natureza bastante exploratória, com uma avaliação essencialmente qualitativa e, de cariz estético. Pretende, acima de tudo, procurar novas maneiras de fazer música electrónica. Procura combater o problema inerente à performance em *laptop music*, associado à música electrónica, e encontrar novas linguagens e processos de comunicação entre o interprete e o espectador, neste género musical. Procura também estabelecer uma ponte entre a instrumentação e, a performance de um instrumento, neste caso o piano e, como usar esse instrumento e, aumentar o seu potencial por meios electrónicos, sem que o principal veículo e objecto de comunicação seja o computador.

Sendo que uma das questões relevantes é a de como usar o instrumento acústico na produção de música electrónica, estudam-se trabalhos relevantes na área dos instrumentos protésicos e, da aumentação do instrumento, nomeadamente através do uso da electrónica, assim como das propriedades acústicas do próprios instrumento de forma aumentada. Importa-nos

também a compreensão do que é a *laptop music* e do contexto em que se insere a nível de performance.

Como resultado final e prova de conceito do protótipo desenvolvido, será apresentada uma peça composta a partir do mesmo, sendo que, o foco principal é na performance e improvisação. Este trabalho procura explorar as linguagens da música electracústica e, colmatar a distância criada entre música acústica e electrónica, tanto nas suas características sonoras, como de performance, tentando potenciar as riquezas sonoras e performativas desta simbiose.

1.4 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais quatro capítulos de texto, as referências bibliográficas e anexos. No capítulo que se segue a este encontramos uma revisão bibliográfica de trabalhos e considerações relevantes nas áreas da música electrónica, *laptop music*, instrumentos aumentados e interacção. Esta pesquisa do Estado da Arte permitiu estabelecer as bases que fortaleceram as questões de investigação e deram um ponto de partida a um nível metedológico.

O terceiro e quarto capítulos dizem respeito à implementação do protótipo e desenvolvimento do piano aumentado. A primeira parte concerne as preocupações teóricas e justifica as decisões metodológicas tomadas, enquanto que a segunda relata e explica como foi feita a implementação a um nível mais técnico. Por fim, temos as conclusões relativas a todo o processo de pesquisa, reflectindo sobre o sucesso do trabalho, contribuições conseguidas e, que trabalho futuro há pela frente na continuação deste trabalho.

2. Estado da Arte

2.1 Introdução

Com os objectivos já traçados para este trabalho importa contextualiza-los mais a fundo, assim como destacar trabalhos de interesse na área, tanto numa perspectiva histórica como de proximidade a nível de mecanismos de implementação e/ou linguagem. Iremos ao longo deste capítulo enquadrar o nosso trabalho num contexto histórico, que nos ajudará a perceber o papel da música electrónica na cultura ao longo do séc. XX, assim como a sua relação com a música acústica e, discutir-se-ão perspectivas e ideias sobre a mesma.

Encontramos também uma breve resenha acerca de trabalhos relacionados com instrumentos protésicos e interactivos, reconhecendo tanto aspectos da sua implementação técnica, como dos seus modelos de interacção e relação entre instrumento e performer, assim como os objectivos dos seus criadores. Podemos também encontrar a visão de vários dos intervenientes na criação e definição da linguagem da *laptop music*, assim como as questões que a mesma tem levantado a nível de performance e composição. Encontramos as suas soluções e abordagens para estes problemas e estudamos também a linguagem e perspectiva tanto face à performance como ao papel que a *laptop music* assume na música contemporânea.

Por fim, estudamos os sistemas e modelos interactivos no contexto de improvisação e composição musical de forma a podermos, dentro das várias classificações, enquadrar o nosso projecto e, estabelecer qual a relação entre o performer e o instrumento dentro de taxonomia aceites e estudadas.

2.2 Contextualização Histórica e Social

Historicamente, a música e instrumentos electrónicos deram os seus primeiros passos entre o final do séc. XIX e o início do séc. XX. Cort Lippe (2014) fala-nos do entusiasmo e expectativa utópicos de vários visionários desse período, entre os quais John Cage, face aos instrumentos electrónicos enquanto tecnologia e, ao seu potencial expressivo para a composição. Lippe questiona também se conseguimos agora atingir esse potencial sonhado. Face à época e, não desacreditando os inúmeros contributos tecnológicos, o mesmo resume a música feita com os instrumentos electrónicos de então na seguinte citação de John Cage:

> "When Theremin provided an instrument with genuinely new possibilities, Thereministes did their utmost to make the instrument sound like some old instrument, giving it a sickeningly sweet vibrato, and performing upon it, with difficulty, masterpieces from the past (...) Thereministes act as censors, giving the public those sounds they think the public will like" (Cage, 1937)

Foi no pós-Segunda Guerra Mundial que Pierre Schaeffer (1966) e Karlheinz Stockhausen (1955) iniciaram um caminho que nos trouxe uma perspectiva muito mais sólida e sustentada na música electroacustica, com escritos pragmáticos e sustentados nas suas próprias composições. Surgiram então nesta altura os conceitos de "Musique Concrète" e "Elektronische Musik" que definiram novas linguagens e conceitos a nível de composição e, no caso do segundo, a criação de sons nunca antes ouvidos e produzidos.

Ainda assim, com mais de meio século de existência assumida, Lippe denota uma separação ainda patente e existente entre a música electrónica e música acústica. A atenção dada por publicações e programações de música contemporânea tende a manter uma separação entre os dois mundos, enquanto coliseus, casas de ópera, e etc. dão pouca atenção ainda à música electrónica. Para além do mais, em muitas composições a música electrónica em peças essencialmente acústicas é tida, muitas vezes, como acessória ou até creditada como *sound-design*. Existe, para Lippe, um descrédito por parte do mundo acústico face ao electrónico, ainda que, na realidade não hajam fronteiras e muitos compositores contemporâneos cruzem os dois mundos.

Na música clássica e até à música contemporânea os compositores, salvo algumas exceções, sempre tiveram um contexto quase privilegiado, com uma educação musical extremamente focada. O trabalho de pioneiros na música electrónica, como Schaeffer e Stockhausen, entre outros, abriu possibilidades para uma exploração diferente, em que o foco passa da forma para se forcar também no som em si e nas novas formas de o criar ou escutar. Abriu portas para a experimentação, quebrou barreiras entre música e sound-design e apropria-se da tecnologia como principal motor. Talvez o preconceito entre acústico e electrónico de que Lippe fala esteja aqui inerente, neste abolir de métodos e procura de outros novos.

2.3 Instrumentos Híbridos e Protésicos

2.3.1 John Cage e o Piano Preparado

Atribui-se a John Cage a invenção e a mediatização do piano preparado. Este surgiu num contexto de necessidade logística e não de uma necessidade ou esforço para transgredir com a normativa no uso do piano (Rebelo, 2007). Esta situação surgiu enquanto compunha uma peça para a dança *Bacchanale* em 1940.

> "The Cornish Theatre in which Syvilla Fort was to perform had no space in the wings. There was also no pit. There was, however, a piano at one side in front of the stage. I couldn't use percussion instruments for Syvilla's dance, though, suggesting Africa, they would have been suitable; they would have left too little room for her to perform. I was obliged to write a piano piece." (Cage, 1979: 7)

Dois anos mais tarde, em 1942, Cage revisita a ideia e decide-se a compor essencialmente para este novo instrumento. Tal como inicialmente, através de diferentes objetos presos às cordas do piano (Borrachas, parafusos, ímans, etc.), procura sons mais percussivos, complexos e inarmónicos, com semelhanças a gongos, gamelões, entre outros. As suas *Sonatas and Interludes* (1948) continuam como maior exemplar de uma exploração a fundo da composição para piano preparado. Têm uma notação meticulosa do posicionamento dos diferentes objectos e a sua relação com as cordas e a distância ao abafador. Apesar da riqueza de

timbres e sons aberta por esta invenção, a exploração deste instrumento por Cage não iria passar para além do início da década de 50.

Antes de Cage outros haviam também explorado as propriedades tímbricas do piano em contexto diferente, nomeadamente Henry Cowell em *Banshee for String Piano* (1925). Cowell usa nesta peça aquilo que se veio a conhecer como "String Piano", em que ele faz uso do interior do piano tocando directamente nas cordas e, que terá sido uma influência também no próprio Cage. Este tipo de técnicas exploratórias dentro do piano foram desenvolvidas também por nomes como Denmann Moroney e Keith Tippet. Tippet defende no entanto que não toca o piano preparado mas apenas explora o interior do piano, não havendo, portanto, uma preparação prévia e meticulosa como a de Cage. (Rebelo, 2007)

Apesar das diferenças entre estas linguagens, estas vieram abrir um caminho na ideia de transgressão do instrumento, tanto para compositores vindouros como para o público. A alteração de instrumentos, por si, foi também um caminho importante na música experimental do séc. XX, a par de outros desenvolvimentos como, a apropriação de objectos mundanos para música e, exploração sonora e o uso da electrónica nos mesmos para obter novos sons e novas formas e linguagens. Neste aspecto, são particularmente relevantes trabalhos como a *Rain Forest* de David Tudor, ou a *Pea Soup* de Nicolas Collins, que analisaremos de seguida.

2.3.2 David Tudor e *Rainforest*

Dentro dos trabalhos de David Tudor, torna-se particularmente relevante para este trabalho a série *Rainforest* (1968-), nomeadamente *Rainforest IV*. O conceito técnico essencial da peça é o de usar um transdutor colocado num objecto comum com o objectivo de o fazer ressoar. Aquilo que podemos chamar de um *"speaker object"*. (Bowers & Haas, 2014). Ainda assim este processo pode ser visto como algo menos mundano, e, associando com o título da peça, uma provocação da relação entre o artificial e o natural e, uma metáfora para um processo de transformação. Uma expressão do misticismo pessoal de Tudor. (Driscoll & Rogalsky, 2004). Abaixo encontramos a descrição usada inúmeras vezes para a apresentação de *Rainforest IV*.

> "Rainforest IV is an electro-acoustic environment conceived by David Tudor and realized by the group Composers Inside Electronics. Each composer has designed and constructed a set of sculptures which function as instrumental loudspeakers under their control, and each independently produces sound material to display their sculptures' resonant characteristics. The appreciation of Rainforest IV depends upon individual exploration, the audience is invited to move freely among the sculptures." (Driscoll & Rogalsky, 2004: 6)

O processo com que Tudor chegou aos vários materiais ressonantes das suas esculturas foi essencialmente heurístico. Os sons usados para fazer ressoar estas superfícies podiam ser de origem electrónica, bio-electrónica (recolhidos a partir de laboratórios) ou de origem natural, previamente recolhidos no campo. As performances desta peça têm um aspecto altamente improvisacional, com uma duração de 3 a 6 horas e, contam com entre 16 a 40 esculturas e a colaboração de vários performers. A continua colaboração com outros performers deu origem ao grupo Composers Inside Electronics. Estas performances surgem num contexto relativamente informal em que, os visitantes são convidados a passear pela instalação e interagir fisicamente com o trabalho. Também os performers andam pela instalação para monitorizar os "speaker objects" e entram em diálogo com a audiência. Há cadeiras posicionadas para encorajar a esta interacção e David Tudor fazia questão que fossem convidados dois tipos de público, sempre que possível: invisuais e crianças.(Driscoll & Rogalsky, 2004)

2.3.3 Alvin Lucier e *I am Sitting In a Room*

> "I am sitting in a room different from the one you are in now. I am recording the sound of my speaking voice and I am going to play it back into the room again and again until the resonant frequencies of the room reinforce themselves so that any semblance of my speech, with perhaps the exception of rhythm, is destroyed. What you will hear, then, are the natural resonant frequencies of the room articulated by speech. I regard this activity not so much as a demonstration of a physical fact, but more as a way to smooth out any irregularities my speech might have." (Lucier, 1969)

I am Sitting In a Room é possivelmente o trabalho mais conhecido de Alvin Lucier, em que, ele grava o discurso acima escrito e repetidas vezes o reproduz num quarto e volta a gravar, acrescentando, portanto, a cada gravação, as propriedades acústicas e ressonantes do quarto onde está. Aquilo que ouvimos é uma crescente distorção do discurso, em que deixa de ser perceptível, e uma maior acentuação das frequências ressonantes do quarto. A forma como aborda os conceitos de repetição e, consequentemente, a transformação do discurso em sons menos complexos, semelhantes a *drones*, fizeram com que seja considerado um trabalho muito importante no âmbito da música minimalista e da soundart. (Strickland, 2000)

2.3.4 Nicolas Collins e *Pea Soup*

Originalmente apresentada em 1974, a *Pea Soup* de Nicolas Collins usa um seguidor de envolvente para variar o *phase delay* num circuito totalmente analógico de feedback entre microfone(s) e coluna(s). (Bowers & Haas, 2014) Microfones omni-direcionais captam o som no espaço da performance. À medida que estes sons aumentam em amplitude também assim aumenta o delay, antes de eles voltarem a ser amplificados no espaço. Este desfasamento auto-modulável foi pensado por Collins para imitar o efeito de colocar o microfone perto da coluna, manualmente, e afasta-lo. Assim cria um circuito de feedback que reage em função da sala onde está inserido e sensível a toda a ambiência, movimento dos performers, público, e, ocasionalmente pelas contribuição de um instrumentista.

Revisões da Pea Soup no período 2002-2011 têm explorado o uso de tecnologias digitais para simular o mesmo efeito, tendo o próprio Nicolas Collins desenvolvido um patch de Max/MSP com vários ajustes para cada um poder fazer a sua própria *Pea Soup*.

No trabalho de John Bowers e Annika Haas "Hybrid Resonant Assemblages: Rethinking Instruments, Touch and Performance in New Interfaces for Musical Expression" (2014), estes combinam os princípios tanto do trabalho de Nicolas Collins, como de David Tudor, para criar objectos híbridos ressonantes, que contam com circuitos de feedback próprios dentro deles, criados por processamento digital de sinal.

2.3.5 Cort Lippe e Music for Piano and Computer

Dentro dos trabalhos mencionados até agora, *Music for Piano and Computer* (1997) de Cort Lippe é o primeiro caso de estudo neste estado da arte em que o autor usa o processamento digital de sinal e o computador como parte fulcral e integrante do processo de composição. Faz parte de uma série de trabalhos que ele tem desenvolvido até à actualidade, em que combina o uso de instrumentos acústicos com processamento de sinal no computador.

No ambiente de processamento digital há um processo de análise e síntese, feito no software Max, desenvolvido por Miller Puckette. (1988, 1991) A análise é feita a partir do *input* do piano, captado por um microfone e posteriormente convertido de analógico para digital. É feita uma análise de detecção do *pitch*, amplitude e análise espectral com base em FFT. A partir da análise FFT Lippe usa também um objecto externo, *jack~,* que detecta vinte picos de frequência-amplitude e, controla também 20 osciladores tentando fazer, portanto, uma análise e re-síntese do sinal recebido.

No ambiente digital Lippe usa também efeitos como delays, reverberação, um algoritmo de *Karplus-Strong*, *phaser*, *ring modulation*, etc., que ele distingue como transformativos, ao contrário da síntese, que ele considera generativa. O mesmo diz também usar tanto técnicas generativas como transformativas no que toca ao sampling, fazendo, entre outras, uso de uma técnica de síntese granular que o próprio desenvolveu. (Lippe, 1994)

Este trabalho de Cort Lippe, já com perto de 20 anos, demonstra o potencial da re-síntese e geração de música a partir de uma análise real. Incide também na relação entre instrumentos acústicos e computadores, demonstrando o potencial de ambos e que, há ainda muita margem de exploração no que toca a sistemas de processamento em tempo real.

2.3.6 Pedro Rebelo e *Prosthetic Conga*

A *prosthetic conga* é um instrumento híbrido que é tocado e ouvido de forma normal, mas com um comportamento ressonante que pode ser manipulado num domínio virtual, através de processamento digital de sinal no software Max/MSP. Isto é conseguido através de um

reforço sonoro com uma coluna dentro da conga e, um microfone de contacto para captar a vibração da membrana. (Walstijn & Rebelo, 2005)

O objectivo neste trabalho é o de expandir as possibilidades, na performance e composição para um instrumento, acrescentando-lhe propriedades sonoras através do uso da electrónica. Teve como preocupação, para além da expansão do instrumento, a forma como ele é tocado normalmente por um percussionista. Inicialmente é preciso perceber como fazer soar a membrana da conga e como captar esta vibração. A primeira parte conseguiu-se com um altifalante montado dentro da conga que, facilmente a excita tendo em conta a sensibilidade da membrana. Para captar a mesma vibração foi utilizado um microfone de contacto.

Um dos principais focos do trabalho é distinguir o comportamento da conga com ressonâncias naturais à própria e com ressonâncias e sons virtualmente induzidos. Isto é conseguido ao analisar o comportamento espectral normal da conga e através de equalização e FFT na parte de processamento digital de sinal do circuito. O controlo do feedback também é uma parte importante pelo que, foi usado um filtro digital que controla este aspecto após calcular a amplitude necessária do som induzido (coluna) para criar um loop de feedback com a captação. Para melhores resultados requer-se uma coluna com o mínimo de distorção possível nos parciais mais agudos.

No aspecto performativo deste trabalho, há um diálogo entre a expansão do que é natural ao próprio instrumento, como por exemplo usar as ressonâncias para aumentar o tempo de *decay,* e daquilo que é virtual e induzido que, pode até obrigar o performer a ajustar a sua forma de tocar. Assim, muitas vezes há duas pessoas a tocar este instrumento. Uma no instrumento acústico *per si* e outra a lançar e controlar comportamentos ressonantes pré-gravados. O instrumento não deixa de ser ouvido como acústico tendo em conta que todos os sons vêm do mesmo. Também os sons captados através da excitação da conga foram utilizados num ambiente digital, Max/MSP, o mesmo utilizado para toda a parte de processamento de sinal falada até agora, para fazer re-síntese e síntese granular de modo a expandir as propriedades do instrumento. Mais do que procurar uma nova fonte para fazer música electrónica, este trabalho procura usar a electrónica para expandir as propriedades acústicas de um instrumento.

2.3.7 Magnetic Resonator Piano

O Magnetic Resonator Piano (MRP) é um instrumento híbrido acústico-electrónico, que aumenta o piano de cauda. Ao usar electro-ímans que induzem a vibração das cordas, este instrumento permite que o instrumentista consiga, continuamente, controlar a amplitude, frequência e timbre de uma nota sem altifalantes externos. (McPherson & Kim, 2010)

Feedback a partir de um único microfone de contacto no tampo harmónico do piano, permite captar o som e, através de filtros, perceber qual a frequência fundamental de cada nota tocada. A partir disto, por precessamento digital, são induzidas as ondas sonoras correspondentes a estas notas, nas cordas correspondentes, pelos electro-ímans instalados.

Para além dos ímans aplicados às diferentes cordas, capazes de induzir a vibração, e cancelando o efeito dos martelos e abafador, o MRP usa também um interface aumentada do teclado, construída a partir do Moog Piano Bar, cujo princípio de funcionamente é converter o teclado normal de um piano em notas MIDI. Com isto, surge uma aumentação, não só da forma como o piano soa, por indução electromagnética, como da forma como podemos interagir com o teclado. Há assim um mapeamento gestual mais extensivo do instrumentista, onde é possível perceber não só, quando ele toca no piano e como reagir em relação a isso, mas também onde ele tem as mãos colocadas e quão próximas estão das teclas. Isto permite, que, para além da acção acústica própria de tocar nas teclas do piano, seja também possível tocar sem tocar no próprio piano. Ou seja, pelo mapeamento gestual, induzir a vibração dos ímans que acionam as diferentes cordas.

A nível de performance, este instrumento não nos traz uma linguagem necessariamente nova e, a experiência do utilizador é muito semelhante à de tocar um instrumento tradicional. Gestos físicos no teclado criam sons no piano. Podem ser produzidos tanto sons tradicionais como de ressonância magnética na performance. Toques leves e lentos podem ser utilizados para produzir sons ressonantes, sem utilizar o ataque do martelo. (Mcpherson & Kim, 2012)

2.4 Laptop Music Performance

Pela fácil portabilidade, capacidade de processamento e, potencial criativo, o computador portátil assume-se como uma ferramenta ideal para a música generativa e feita com computador ao vivo. Ainda assim, para o público, pode tornar-se difícil distinguir se o artista está a usar um software como SuperCollider, Max ou Pure Data ou, simplesmente, a fazer um set pre-gravado com o iTunes enquanto vê a lista de e-mails. (Collins, 2003) A complexidade daquilo que está a ser feito é impossível de ser avaliada a não ser, por norma, por aqueles que também passam por processos semelhantes. Este gap entre a *laptop music* e outras formas de música em que a virtuosidade do músico tem uma forte componente visual dá, por vezes, algum descrédito à música electrónica tocada ao vivo. (Stuart, 2003) O próprio Miller Puckette aponta para o mesmo:

> "There must be a direct and comprehensible relationship between the controls we use and the sounds we hear. (This would not be a bad thing from the audience's point of view either.) A performer who pushes a button to start a sequence is not showing us how the music was really made; all we learn about the music is what our ears can tell us." (Puckette, 1991b)

Alex McLean (2003) encontrou uma solução simples para este problema. Deixar o público ver aquilo que ele vê. Ou seja, basicamente projetar o seu desktop para o público poder ver. Para além de um efeito estético interessante, ao mostrar as linhas de comando, isto dá um maior interesse para a audiência e, dá um outro aspecto de virtuosismo diferente do da música acústica. Este princípio manteve-se também nas Algoraves, fundadas pelos próprios Alex McLean e Nick Collins.

Caleb Stuart (2003) também se debruça sobre este problema, realçando o aspecto visual da performance e como esta está ligada diretamente ao corpo. Um dos problemas que ele aponta na performance de *laptop music* é também a de ser inserida muitas vezes num contexto tradicional de espetáculo. Ou seja, num palco, escuro e com um *setting* de luz preparado mas sem que, no espectáculo em si, haja muito a acontecer de físico ou visual. Uma solução que o mesmo verifica funcionar de forma melhor é o facto de, muitas vezes, este tipo de concertos ser feito em espaços de galerias, ou armazéns, mais dedicados às artes visuais. Nestes o performer está ao mesmo nível da audiência e com uma relativa proximidade. Isto coloca-o numa posição de ouvinte, tanto como ao público. Há também um afastamento da noção de entretenimento e

uma procura de uma escuta mais atenta e profunda ao inserir a música de computador neste tipo de ambientes. Assim, Caleb defende um conceito de *"Aural Performitivity"* em que, tanto músico com audiência, devem deixar que o aspecto físico da performance se centre no som, e, dando crédito ao som que está a ser feito, deixarem-se guiar pela performance puramente pelo que ouvem.

Em sintonia, Kim Cascone (2003) defende que, conforme o paradigma da música electrónica e da performance músical mudou, também o público necessita de reprogramar o seu aparato cultural de modo a conseguir absorver este tipo de música e, fazer parte da produção de significados com a música. Apenas quando este passo for dado e, a ligação entre músicos e público na performance for um diálogo constante, diz Cascone, a música electrónica poderá continuar a crescer enquanto forma de arte sem ficar apenas como uma curiosidade na história tecnológica pop.

Pelo aspecto altamente tecnológico e ligado ao processamento digital que partilham, a música electrónica ao vivo tem, muitas vezes, um suporte visual, tornando a experiência no seu todo como uma performance audio-visual. Isto pode surgir de modo a compensar, e ou acrescentar, à já falada falta de estímulo visual na performance de laptop music. Collins (2003) denota, já na altura, o uso crescente e aparecimento de projetos que usam Jitter para Max/MSP, ou GEM para PD, numa relação direta entre música generativa de computador e visuais também generativos. Denota também, e em maior quantidade, o surgimento de VJs para música electrónica. Se em 2003 isto era algo a florescer agora podemos ter como um dado assumido, já que inúmeros projetos de música electrónica contam com um forte suporte visual em muitas das suas performances. (Mckinney, Val, & Collins, 2013)

Se estas eram preocupações patentes há pouco mais de 10 anos, agora vemos uma maior aceitação maior com a laptop music e também um maior arsenal de formas e ferramentas com que os músicos contornam os desafios apresentados. Mantêm-se as conclusões de Collins acerca do enorme potencial desta forma de fazer e tocar música. Há uma enorme liberdade de expressão, exploração e um equilíbrio entre controlo, caos e espontaneidade.

> "The laptop performer embodies a new breed, the performer/composer/programmer who delights in anticipating their actions

> and who designs systems that provide the optimum balance of control and freedom of expression for their performance needs -whether the audience appreciates it or not." (Collins, 2003)

2.4.1 Alva Noto

Alva Noto (Pseudónimo musical de Carsten Nicolai) é uma figura aclamada, não só no que toca à cena recente da *laptop music*, como na forma como consegue conjugar as artes visuais com a música (Cannon & Nicolai, 2005). O próprio admite, no entanto, não ser um músico e começou a sua carreira profissional como arquiteto. Trabalha o som de uma forma que ele define como visual. (Hobman, 2011) Muito do seu trabalho usa sequências matemáticas e padrões no processo de composição, aproximando-se assim a ideias de composição algorítmica. E muitas vezes usa frequências para lá do espectro audível pelo ser humano, mas que podem ser vistas numa análise espectral. (Nicolai, 2005)

Está associado à música *glitch*, que Adam Collis define como sendo o "Som do Sistema" (2008). O uso da ferramenta como a mensagem, a exploração do erro e dos sons puramente tecnológicos como assunção direta do meio para o ouvinte. (Cascone, 2000) Relativamente a uma das suas mais louvadas colaborações, com o pianista Ryuichi Sakamoto, o mesmo fala da preocupação com a apresentação do músico de *laptop* e compara o computador com um piano:

> "If you think about a grand piano and a laptop, they are quite similar in that you have to unfold them. The problem with the laptop is that when you unfold it, the back of the screen faces the audience. You build a barrier. The grand piano works in absolutely the opposite way. (...) The most disturbing thing about playing with a laptop is that it becomes a wall, mystifying everything, which ultimately gives you the effect that you are controlling everything. You are not composing in realtime, this is the biggest misconception with electronic music." (Nicolai, 2005)

Na mesma entrevista ele manifesta uma preocupação de dar a mostrar o trabalho que faz ao público e ao mesmo tempo mostrar o trabalho que não faz. A diferença entre o processo

de composição e o processo ao vivo mas, sempre com uma preocupação de transparência e de "desmistificar" o computador.

No âmbito da mesma colaboração, no segundo álbum entre os dois, *Insen* (2005), há também que dar um certo destaque à linguagem conseguida e ao processo tomado por Alva Noto. Ao contrário de colaborações anteriores, o principal foco foi a relação entre o piano e a electrónica, sendo que o computador se subordina às limitações do piano. Há um ajuste nos elementos glitch habituais na música de Alva Noto a nível de frequências e ritmo de modo a serem mais familiares com os sons do piano. (Hobman, 2011) Ao invés das cadeias e relações matemáticas que temos como base noutras composições, há uma adaptação do ritmo que surge no diálogo com o Piano. A um nível de síntese, não temos tão presente a agressividade do *glitch* e o próprio usa o piano como fonte de grande parte dos sons.

Há patente no trabalho de Alva Noto uma preocupação com a apresentação e a performance enquanto *laptop musician*. Encontramos também, paralelamente, um fascínio com a instrumento e a instrumentação, o seu potencial sonoro e a relação visual e sonora que estabelece com o público.

2.5 Sistemas Interactivos

Aquilo que distinguirá este trabalho de outros aqui apresentados será, em parte, o modelo de interacção a utilizar, com uma forte incidência na relação e interacção do performer com o instrumento. Assim, interessa-nos abordar e analizar a terminologia e o estudo de Drummond (2009) acerca de sistemas interactivos. A interacção fará uma ponte importante, não só entre instrumento e instrumentista mas também entre o acústico e a linguagem electrónica a utilizar.

> "An interactive system has the potential for variation and unpredictability in its response, and depending on the context may well be considered more in terms of a composition or structured improvisation rather than an instrument. (...) Also implied is the notion that an instrument can facilitate the performance of many different compositions encompassing many different musical styles." (Drummond, 2009)

A percepção de Drummond do potencial e valor dos sistemas interactivos, e neste caso em específico aplicados a instrumentos e performance musicais, é partilhada neste trabalho. Importam-nos, destes sistemas, a sua variação, imprevisibilidade e capacidade de criar estrutura e composições, assim como a expansão para vários estilos musicais e, neste caso, que expandam a linguagem própria do piano acústico. No mesmo artigo este procura definir o que é a música interactiva e sistemas musicais interactivas, assim como estabelece várias classificações dentro destes sistemas.

> "In interactive music systems the performer can influence, affect and alter the underlying compositional structures, the instrument can take on performer like qualities, and the evolution of the instrument itself may form the basis of a composition. (...) Interactive music systems are of course not 'found objects', but rather the creation of composers, performers, artists and the like (through a combination of software, hardware and musical design)." (Drummond, 2009)

No fundo aquilo que define e que mais nos apraz na ideia de sistema musical interactivo é a forma como podem ganhar vida própria e funcionar por si, em resposta ao performer, e, ao mesmo tempo, uma certa dose de unicidade que os define, já que estão intrinsecamente ligados ao criador/criadores e funcionam como um todo, numa combinação entre tecnologia e arte.

2.5.1 Classificações empíricas

Bongers (2000) propõe-nos uma classificação para sistemas musicais interactivos com base na experiência que o trabalho proporciona. Por exemplo, se no sentido da sua intenção é suposto ser utilizado pelo seu criador ou um instrumentista designado, ou se é para o publico geral. Assim ele propõe uma classificação de base empírica identificando três categorias: 1- Performer com o sistema, 2- Audiência com o sistema, e 3- Performance com o sistema e audiência. Estas categorias contemplam a forma e função geral de um sistema interactivo, mas não têm em conta os processos, algoritmos, ou qualidades das interacções que acontecem. A esta lista Drummond (2009) acrescenta ainda uma quarta, com múltiplos performers a interagir

com um único sistema interactivo e uma quinta, com múltiplos sistemas a interagir entre eles e com múltiplos performers.

No âmbito desta classificação podemos enquadrar o trabalho que fundamenta esta dissertação dentro da primeira categoria, em que a interacção é a do performer com sistema musical interactivo, sendo que a audiência assume uma postura mais tradicional.

2.5.2 Dimensões da classificação

Indo para além de simplesmente categorizar as manifestações físicas de um sistema interactivo, Rowe, (1992) propõe um sistema de classificação para sistemas musicais interactivos que consiste numa combinação de três dimensões:

2.5.2.1 Sistemas orientados por uma pauta vs sistemas orientados pela performance

Sistemas orientados por uma pauta, como presupõe o nome, são aqueles que se guiam por uma estrutura musical de composição já predefinida e, cuja resposta vai ser em função dessa estrutura. Podemos considerar estes sistemas mais reactivos do que propriamente interactivos, como Jordà denota:

> "score-followers constitute a perfect example for intelligent but zero interactive music systems." (Jordà, 2005)

Já os sistemas orientados pela performance são aqueles cujo resultado não depende de uma estrutura já pre-definida e, cuja composição vai ser sempre diferente consoante a performance e o input do performer. O instrumento ouve o performer e reaje em função disto. Podemos incluir o trabalho desta dissertação nesta parte da classificação.

2.5.2.2 Métodos de resposta transformativos, generativos ou sequenciados

Estes três tipos de resposta classificam a forma como o sistema interactivo responde à entrada sonora. As classificações transformativa e generativa pressopõem um modelo de processamento algorítmico para a geração de sons. Uma resposta generativa será uma criação

do próprio sistema em função do input mas, sem precisar de o usar em si. Nas transformações podemos incluir técnicas como inversão, filtragem, transposição, *delay*, re-síntese, granulação e distorção e a entrada sonora é a principal fonte que passa por estas transformações. É nesta classificação que podemos incluir o trabalho desenvolvido. Uma resposta sequenciada será aquela em que a entrada sonora desencadeia a reprodução de material pré-gravado.

2.5.2.3 Paradigma de instrumento ou instrumentista

Nesta parte da classificação Rowe distingue a forma de resposta do sistema, no âmbito em que ele assume ou, um comportamento semelhante a um instrumento ou, a um instrumentista. Um sistema que aja como um instrumento é aquele em que a resposta é, à semelhança de um instrumento, seja ele acústico ou aumentado, previsível. Ou seja, que uma dada acção no momento do input para o sistema tenha uma reacção relativamente constante e replicável. O paradigma de instrumentista assume que o sistema se comporta, não como um instrumento, mas que consegue ter um comportamento até certo ponto independente, conferindo-lhe alguma imprevisibilidade e autonomia.

2.5.3 Anatomia do sistema

Rowe, (1992) separa a funcionalidade de um sistema interactivo em três etapas consecutivas: percepção, processamento e resposta. Neste modelo, a primeira fase recolhe informação em tempo real a partir do performer e, da sua actividade face ao instrumento ou sistema interactivo. Isto inclui instrumentos MIDI, detecção de afinação, ou tempo e, todo o tipo de sensores. A fase de processamento lê esta informação e interpreta-a. Para Rowe ela é o coração do sistema, em que se executam os algoritmos de processamento que o definem e se atribuem as saídas do sistema. Estas saídas vão depois para a fase final, a da resposta. Na fase de resposta o sistema cria os outputs musicais, seja através de software de síntese e processamento de som, ou instrumentos musicais, como sintetizadores e samplers, ou mesmo robots. Winkler (1998) expande o sistema de três fases de Rowe para um com cinco etapas, como podemos ver na figura abaixo, expandindo essencialmente a fase do processamento e diferenciando-a nas partes de recepção, interpretação e composição.

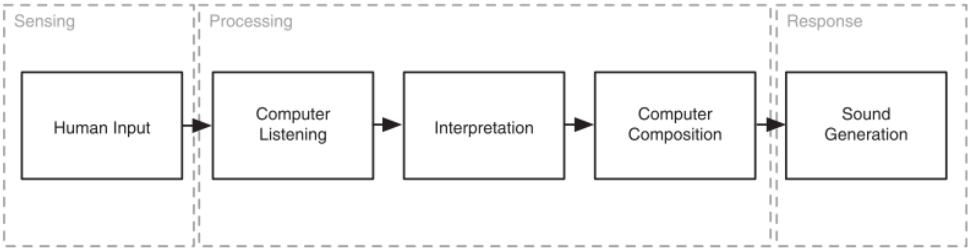


Figura 1: Modelo de Winkler comparado às 3 etapas de Rowe

Winkler separa a categoria central do processamento de Rowe em três partes diferentes: esculta pelo computador, interpretação e composição pelo computador. A primeira analisa os dados que recebe da primeira fase, a da percepção. Winkler (1998: 6) define esta fase como a análise de características musicais, como tempo, afinação e dinâmica. A fase de interpretaçãoo interpreta estes dados. Esta interpretaçãoo são depois usados na fase de composição, que determinam os aspectos da performance musical do computador. A fase final, da geração do som, corresponde à terceira de Rowe e é onde o sistema sintetiza e cria os resultados do processo de composição pelo computador.

2.5.4 Resumo

Os sistemas interactivos permitem que estruturas a nível de composição possam ser realizadas pela performance e improvisação, sendo a composição conseguida na fase de criação dos processos, algoritmos mapeamento e rotinas de síntese. Desta forma, todos os aspectos da composição (tom, timbre, ritmo, forma) têm o potencial de serem criados por um processo integrado através do sistema interactivo. A performance passa a ser uma relação em constante evolução em que a nossa reposta dependerá sempre da do sistema e vice-versa sendo que a composição fica assente nesta relação e nas decisões tomadas tanto durante o desenvolvimento do sistema como no momento da performance. Não há nada pré-gravado, mas sim a partilha de um processo de criação, em contexto de performance.

2.6 Conclusões

Neste estado da Arte foi abordada uma perspectiva da música electrónica e da *laptop music* num contexto histórico e social, dando enfâse à sua relação com a música acústica e à sua natureza transgressora e exploratória. Abordamos também alguns trabalhos e os seus criadores no âmbito dos instrumentos protésicos e, da aumentação do potencial acústico tanto dos instrumentos, como de objetos comuns ou de fenómenos ressonantes em si. Confrontámos diferentes perspectivas em relação à música de computador e métodos de performance associados. Estudámos também o processo de artistas contemporâneos cujo trabalho se insere no campo de interesses deste trabalho.

Há uma relação simbiótica entre a música electrónica e a tecnologia, e a música influenciou a produção tecnológica para a mesma. O desenvolvimento do computador permitiu um florescer na música electrónica. Ainda que com a contribuição de vários compositores, como Stockhausen, Davidovski, ou Boulez (Lippe, 2014) o desenvolvimento da música electrónica, foi essencialmente paralelo ao da música acústica, criando assim uma distância na linguagem e na performance entre os dois tipos de música. Com os trabalhos de Lippe e Rebelo entre outros, pudemos ver um interesse em estabelecer uma ponte entre o instrumento, a instrumentação e, o instrumentista com a música electrónica e de computador, havendo já um passado existente na exploração da expansão das propriedades acústicas do instrumento, como é o caso de referência do piano preparado de Cage, ou, no presente, já aplicando as possibilidades do processamento digital, o Magnetic Resonator Piano de McPherson.

Grande parte do interesse nesta ponte surge do problema apontado e detectado na performance de *laptop music*, já no séc. XXI, estudado por nomes como Collins, McLean, Cascone ou Stuart que procuraram estudar formas de contornar esse problema, seja expondo o método do artista ao público, preparar o espectador para uma audição mais ativa ou mudar o próprio contexto e conceito de concerto para um mais apropriado ao meio digital. Estas preocupações são também transversais a outros artistas contemporâneos, como Alva Noto não sendo necessariamente académicos no campo da *laptop music*, são nomes aclamados pela linguagem que criam, processo e pela arte que oferecem.

Sendo o âmbito desta tese maioritariamente artístico e criativo, mas sempre com um suporte tecnológico e académico, importa reter informação de todas estas fontes. Primeiro, como podemos expandir o instrumento e quais as melhores metodologias e, depois, como usar

isso para encontrar uma linguagem específica. Tecnicamente, pela transversalidade a muitos dos nomes estudados, podemos concluir que o software Max/MSP, criado por Miller Puckette, é uma boa opção no âmbito deste processo, pela liberdade que confere a nível de processamento digital de sinal, assim como pela sua linguagem acessível e pensada para músicos e artistas. O piano, também pela sua riqueza tímbrica, propriedades acústicas e, maior estudo e trabalho prévio no que toca à sua aumentação e formas novas de o expandir na sua linguagem, revela-se como uma boa escolha para este estudo, para além de ser um instrumento com que o autor se sente confortável.

Dentro de tudo o que foi feito importa perceber o que há a acrescentar neste campo. Importa, através do instrumento aumentado que será concebido, perceber que novas linguagens se podem criar, ou o que podemos acrescentar às existentes, e qual o seu potencial. Não será apenas um estudo do instrumento acústico, e, de como podemos aumentar as ressonâncias e propriedades ricas do piano, assim como o objectivo não será apenas o de introduzir o piano na música electrónica. Ao invés o objectivo será o de tocar música electrónica, com uma linguagem sonora que pode ser próxima a vários exemplos de *laptop music*, pelo piano. A electrónica será uma parte integrante, quase como um parasita alojado no piano que o aumenta e aumenta as suas possibilidades enquanto instrumento híbrido e interactivo. Como resultados, espera-se contribuir para e expandir as linguagens existentes na música electrónica e electroacústica e abrir caminho para possíveis trabalhos com outro tipo de instrumentos que nos ajudem a perceber o potencial tanto do acústico no electrónico, como do electrónico no acústico, apostando, acima de tudo, nesta simbiose como principal motor.

Colmatar-se-ão assim, falhas a nível da performance e controlo e, encontrar-se-á um caminho possível para a integração total da parte aumentada e electrónica num instrumento acústico. Será um ponto fulcral a interactividade e a repercussão dos sons produzidos no piano acústico no todo final da peça, tal como a comunicação que se desenvolve entre o instrumento e o performer.

A compreensão e classificação dos sistemas musicais interactivos, a partir dos estudo de Rowe, Bongers, Winkler, entre outros, deu-nos a perceber melhor o que é um sistema musical interactivo (muitas vezes relacionado com instrumentos aumentados, como é o caso dos de Cort Lippe ou Pedro Rebelo, ou mesmo a *Rainforest* de David Tudor) e, dentro de que âmbito e classificações podemos enquadrar este projecto. Importa-nos sobretudo reter destes sistemas as inúmeras possibilidades que vieram abrir na música nos aspectos de performance, improvisação

e, composição, tanto em âmbito tradicional de performance como colaborativo. É também um objectivo primário, dentro do enquadramento destes sistemas interactivos, conseguir inserir este projecto com um aspecto particular de unicidade. Não apenas pela marca pessoal criativa, mas também por criar uma comunicação e, uma ponte entre as linguagens da *laptop music* e as noções de interactividade em performance e composição características destes sistemas. Combatem-se assim os preconceitos face à performance na laptop music e cria-se uma relação mais próxima com o espectador, ao ser confrontado com um instrumento real no seu sentido mais tradicional.

3. Performance e produção de música electrónica num Piano aumentado.

No âmbito dos instrumentos protésicos encontramos, em trabalhos como os de Lippe ou Rebelo, um desajuste entre o instrumento aumentado e o performer. Este tipo de desajustes é compensado de diferentes maneiras. Uma ao ter alguém a trabalhar ao vivo apenas a parte electrónica, enquanto outro trabalha a parte acústica, criando uma simbiose entre ambos. Outras vezes o instrumentista recorre a controladores MIDI ou semelhante para que, enquanto toca possa ir controlando também a parte aumentada e electrónica do instrumento protésico. Um exemplo particularmente bem sucedido em que é utilizado o MIDI, associado a outras técnicas de aumentação do piano é o Magnetic Resonator Piano. (McPherson & Kim, 2010). Sendo ambas as soluções válidas e com resultados comprovados (como podemos ver nos trabalhos já referenciados) há a sensação de que o instrumento não vive *por si*.

Existe também associada à laptop music e, nomeadamente em contexto de performance, uma série de insuficiências e desajustes. Pela noção cultural e geral do computador enquanto algo que não um instrumento musical e, muitas vezes algo que usamos para ouvir música já no seu estado final em ficheiro digital, é atribuído um descrédito geral à música tocada com um computador portátil. O computador nem sempre é considerado, por não ser o seu propósito de construção enquanto objecto, como um instrumento musical.

Importa-nos assim embutir no processo de criação e performance com um instrumento acústico as vantagens e, inúmeras possibilidades do processamento digital, tornando-o quase como que um apêndice ao instrumento, uma prótese, que o aumenta e potencia. Não sendo isto

uma ideia necessariamente inovadora, importa-nos, mais que tudo, torna-lo numa prótese independente e que não depende de controlo próprio alheio ao controlo do próprio instrumento.

Interessa-nos que a solução passe pela interacção, a resposta do sistema ao instrumento enquanto automatismo e, interessa-nos que este passo permita que a interacção final seja apenas a do instrumentista com instrumento aumentado. Assim, a componente digital, a mesma que podemos associar à laptop music, deve ser autónoma mas independente. Um mecanismo que potencie o instrumento mas que não está condicionado por um controlo próprio e cujas previsibilidades e imprevisibilidades, dentro da sua própria linguagem, devem ser parte integrante do todo.

Sendo que o resultado final será música electrónica, ainda que com uma forte componente acústica, grande parte da solução passará por perceber as fases do processo num instrumento electrónico e na produção da música electrónica. A esta serão acrescentadas e implementadas como parte do processo as propriedades acústicas do piano e respectivo tampo harmónico como mecanismo de interferência sonora e feedback.

A música electrónica e respectivos instrumentos necessitam sempre de algo para gerar o som, sejam eles osciladores, sons acústicos ou gravados que, estabelecem as características fundamentais dos sons, como timbre, tom e *noisiness*. Sendo esta a primeira fase, a origem do som (que neste caso será o som do piano acústico), haverá uma segunda que depreende a sua manipulação sonora em tempo real onde encontramos inúmeras possibilidades que dependem acima de tudo da abordagem de quem usa estes instrumentos. A terceira fase dirá respeito à amplificação em que o sinal elétrico é finalmente convertido em som.

Ao trabalhar num instrumento aumentado, como é o caso, em que a fonte sonora está tão intrinsecamente ligada às outras fases do processamento do som, os processos de manipulação e amplificação, que agem em reação à fonte sonora, podem também provocar uma reacção na própria fonte. Criam-se processos de feedback, que dão ao instrumento a possibilidade de, momentaneamente, se sustentar sonoramente.

3.1 Fonte sonora: O Piano e propriedades sonoras

O piano acústico tem uma complexidade sonora considerável face a outros instrumentos, nomeadamente, pela forma como é desenhado. O tamanho da superfície ressonante e o número de cordas é bastante único quando comparando a outros instrumentos. Cada corda produz a sua frequência fundamental e, progressivamente, a sua distribuição harmónica natural que se desenvolve com o tempo. No momento de ataque, em que o martelo toca nas cordas encontramos uma distribuição espectral bastante rica, mas que rapidamente é reduzida para um número menor de parciais, que resulta na nossa percepção do tom e define o timbre do piano.

Ao usar o pedal de sustain, levantamos o abafador e permitimos que aconteçam vibrações simpatéticas entre as cordas. Isto faz com que o som pareça mais longo e profundo, já que alguns dos parciais harmónicos são prolongados por outras cordas e fica com uma cauda maior. Este tipo de comportamento é de certo modo comparável às ressonâncias de uma sala, embora dependa mais da afinação das cordas do que necessariamente da arquitetura em si.

Outras técnicas mais avançadas para o piano focam-se nestas propriedades acústicas e na sua manipulação, como é, por exemplo o caso do piano preparado de John Cage. Muitas técnicas aplicadas incluem também métodos diferentes para estimular a vibração das cordas, como tocar diretamente nas mesmas, usar um arco ou tocar com algo que não os martelos do piano.

Para trabalharmos com o piano importa que haja uma compreensão destas propriedades acústicas, a forma como os tempos e timbre das notas se formam e como podemos usar os comportamentos ressonantes e simpatéticos em nosso favor de modo a potenciar o feedback e uma maior riqueza tímbrica no resultado final.

3.2 Manipulação electrónica

3.2.1 Sampling e manipulação sonora

Um dos aspectos fulcrais neste trabalho é a utilização de uma única fonte sonora, acústica, para a produção e composição generativa de peças de música electrónica. Como tal, grande parte do trabalho deve focar-se no processo de sampling. Neste caso em concreto, num sampling quase imediato, em que com o avançar do tempo os samples são também actualizados com aquilo que é tocado.

Com este processo pretende-se gravar e colocar num buffer temporário os sons produzidos de forma acústica pelo performer para os poder manipular e re-sintetizar de forma automatizada. Há assim a vontade e o objectivo de que todos os sons tocados no piano tenham uma repercussão na peça e, que esta se mova e aconteça em função da performance. Para este projecto serão criados vários buffers, com tempos de gravação diferentes e, com propósitos diferentes para a parte electrónica da peça. Pretende-se também que haja uma regravação destes mesmos buffers ao longo da peça de modo a que um som inicial não fique preso na mesma para sempre, permitindo assim uma maior mutabilidade e interactividade face ao que o é tocado.

Estes buffers serão posteriormente utilizados em processos de manipulação e re-síntese diferentes, fazendo uso de síntese granular, síntese subtractiva, manipulação de envolventes de amplitude, re-samplagem e, a reprodução dos sons gravados com diferentes velocidades e intervalos temporais (alterando, consequentemente a sua afinação e duração) entre outros. Neste processo serão criadas várias fontes sonoras virtuais diferentes, com propósitos diferentes para a peça, expandindo-a a nível de texturas sonoras, gama dinâmica e espectro sonoro.

Ao expandirmos as possibilidades sonoras do Piano, expandimos também as do instrumentista, que, ao produzir agora não apenas o som que é natural ao piano, produz também outros sons, com a mesma origem, confrontando-o com desafios a nível da performance, composição e improvisação.

3.2.2 A mesa de mistura

Um aspecto importante na performance e produção de música electrónica e laptop music é a mesa de mistura e o seu uso criativo. Apesar de apenas uma fonte sonora original, o piano, temos várias fontes sonoras que originam dessa que, por vias de organização e método entram na mesa de mistura. Assim expandem-se as possibilidades a nível de dinâmica e potenciam-se as possibilidades sonoras do instrumento, já que misturas diferentes terão impactos e uma sonoridade final diferente.

A mesa de mistura assume um papel de maior criatividade em sets e concertos de música em que grande parte do material é utilizado para fazer playback de samples já previamente gravados. Esta tradição vem já da acusmática e dos trabalhos de Schaeffer e, está presente em várias linguagens da música electrónica. A mesa de mistura assume um papel de instrumento em que, pela gestão das diferentes pistas e samples, se dá uma estrutura à música.

Partindo desta cultura e desta noção da mesa de mistura como um instrumento, que influenciou muito a forma de fazer música electrónica, aplicam-se as mesmas noções neste caso, em que teremos várias pistas e, será a mesa de mistura a ditar diferentes movimentos numa peça, a gerir intensidade, o espaço sonoro e a estereofonia, em função das pistas que entram na dita mesa. A estas são atribuídos diferentes papéis, tanto a nível tímbrico, dinâmico, como de espaço no espectro de frequências. Não se enquadra, no entanto nos nossos objectivos a utilização directa da mesa de mistura, mas sim, uma automação que responda ao performer e à forma como este toca. Descarta-se o seu uso directo como instrumento, mas mantem-se a sua importância no processo.

3.2.3 Padrões rítmicos e Interacção

Pegando em referencias estudadas, como os trabalhos de Alva Noto com Ryuichi Sakamoto, ou mesmo no próprio historial da *laptop music, algoraves* e *glitch*, há sempre um forte aspecto rítmico, que está inclusive inevitavelmente associado à música electrónica na sua vertente mais popular. Este trabalho pretende, dentro dos seus objectivos de interacção e performance, criar padrões rítmicos para além daqueles já possíveis pelo piano em si. Ou seja, pela re-síntese e processamento digital, criar novos sons e organiza-los no tempo como parte integrante do instrumento.

Encontramos assim uma necessidade de associar as propriedades sonoras e acústicas do piano à linguagem rítmica da música electrónica, sendo que, ambas devem ser consequentes uma com a outra. Um dos princípios fundamentais deste trabalho é o de não utilizar fontes sonoras que não o piano. A utilização de sons pré gravados, como samples de percussão, não é uma opção. Assim, o objectivo é, a partir dos processos de manipulação sonora e, dos samples gravados através do input do piano em tempo real, criar sons e padrões rítmicos que se enquadrem na linguagem e timbres próprios do piano.

Associada ao ritmo está também a noção de tempo musical. Importa assim estabelecer um tempo (bpm) para a peça, que se aplicará aos vários elementos rítmicos da peça e ainda, estudar a possibilidade de mudanças de tempo, assim como a mudança de padrões, para diferentes momentos da peça, criando variação e diferentes intensidades. Esta variação e diferença nos movimentos deve estar associada com os mecanismos de interacção que dependem do *input* do utilizador.

3.2.4 Feedback

Apesar da associação comum da palavra feedback, pelo menos num contexto audio, ser a de um ruído incómodo, praticamente definido por uma única sinusóide, isto não descarta a possibilidade do seu uso criativo. O princípio por detrás deste fenómeno é também o mesmo por detrás de alguns efeitos sonoros como o delay.

O feedback é, pegando no seu significado mais directo, retro-alimentação. Ou seja, há uma entrada (microfone, por exemplo) que está a alimentar uma saída (sistema de altifalantes, PA) que por sua vez está a alimentar novamente o microfone criando um *loop*. As frequências com que este feedback ocorre dependem muitas vezes do equipamento e do espaço acústico em que se encontram, e encontramos nos trabalhos estudados de Alvin Lucier e Nicolas Collins o seu uso criativo como forma de estudar um espaço acústico e as suas propriedades ressonantes.

Enquanto que este feedback, em estado bruto, pode ser uma forma de denunciar as propriedades ressonantes de um espaço, ou, no que nos interessa, do tampo harmónico de um piano, o mesmo tipo de princípio é usado nas linhas de delay, em que há uma constante re-

alimentação que, sempre que entra, recebe um atraso criando assim o efeito sonoro, semelhante a um eco, que conhecemos.

Neste trabalho interessa-nos a possibilidade do Piano, enquanto instrumento aumentado, poder alimentar-se a si próprio para além do input do utilizador, ainda que sempre dependente deste. Assim importa-nos que parte do output e do sistema de amplificação esteja próximo da captação, sendo que nos interessa, nomeadamente, que isto aconteça no tampo harmónico do piano de modo a poder aproveitar as suas propriedades ressonantes, e, se possível, também a vibração simpatética de algumas destas cordas. Isto acontecerá não só com o input primário do utilizador no piano mas também com os sons manipulados que acrescentarão alguma imprevisibilidade a nível de vibrações e também, possivelmente, uma maior ruidosidade que denunciará a natureza acústica própria do instrumento.

3.3 Captação e amplificação

Para além do piano em si e de toda a parte de processamento digital que aumenta o instrumento há que referir o sistema que sustentará e ligará ambas as partes, desde a fonte sonora e da sua captação, até à parte final, a amplificação e, a conversão do sinal elétrico em energia acústica.

Para a captação será usado um microfone de contacto acoplado ao tampo harmónico do piano. A possibilidade de outros tipos de microfones não é descartável, mas, pelas já referidas propriedades acústicas do tampo harmónico e, pelo desejado feedback dentro do mesmo, esta nos pareça a solução que melhor completa aquilo que pretendemos.

Sendo que um dos objectivos deste trabalho é o de ter o som a emergir dentro do piano. a amplificação terá de acontecer com o piano, num sistema acopulado. Uma solução possível para isto será o uso de transdutores de contacto, fazendo com que esta amplificação aconteça directamente no tampo harmónico. Outra hipótese será a de utilizar colunas, atrás do tampo harmónico, fazendo com que o som amplificado possa ressoar no mesmo, explorando as propriedades sonoras do piano. Em ambas as hipóteses podemos também potenciar os circuitos de retroalimentação já mencionados, que potenciam e denunciam as propriedades sonoras do piano acústico.

3.4 Performance, composição e improvisação

Até agora as considerações tomadas face às soluções necessárias para a validação deste projecto têm sido de uma natureza mais técnica. Os mecanismos que podem tornar o piano aumentado operacional e, cujo uso criativo lhe poderá conferir o potencial para a criação de uma linguagem própria. Estando os mecanismos técnicos de interacção já definidos, assim como os objectivos a nível de linguagem e resultados, falta perceber como funcionará a parte mais humana deste projecto. Aquela que depende unicamente do performer.

Pretende-se que este instrumento, pela interactividade que lhe é inerente, não esteja preso, no tempo, timbre e afinação, a nível de forma e estrutura. Assim, a composição está, naturalmente ligada ao processo de improvisação. A possibilidade de diferentes momentos na peça deverá surgir da interacção com o todo do instrumento. Ou seja, há uma entrada sonora livre por parte do instrumentista, há a resposta do instrumento, e a partir daí estabelece-se um diálogo. Este diálogo implica, no entanto, um certo grau de aprendizagem. Implica conhecer o funcionamento do piano aumentado e, perceber que tipo de gestos e incidências na performance despoltam tipos diferentes de sons ou cadeias de eventos. Isto deixa assim uma estrutura aberta, que se ajusta à improvisação e que depende unicamente do performer, das suas decisões e do seu conhecimento e aprendizagem do instrumento.

4. Implementação

Após serem estabelecidas as soluções a implementar neste projecto, importa entrar em detalhes técnicos e, descrever os processos por detrás da tecnologia desenvolvida. Aqui serão descritas as ferramentas e métodos aplicados para a construção deste instrumento aumentado e interactivo. Começamos por uma visão geral da disposição do hardware e, aprofundamos os processos de processamento digital e manipulação sonora, assim como as suas repercurssões reais a nível de resultados. Para além da descrição técnica do processo importa, no final, perceber qual o seu nível de eficácia e eficiência face aos objectivos estabelecidos, tanto a nível de linguagem como de qualidade do som e interactividade na performance.

4.1 Disposição do sistema

A primeira fase a nível de implementação que importa aqui descrever é a disposição do sistema a nível de hardware. O que foi utilizado, com que propósito e, a sua função na cadeia dos elementos. Será descrito o que foi utilizado a nível de captação do som, amplificação e que mecanismos de feedback estão activos. A cadeia áudio criada parte do Piano, elemento fundamental para a performance e interactividade e, a seguir à sua captação, passa para os mecanismos de processamento digital, onde é utilizada uma placa de som externa que transfere o som para o computador. No computador utilizamos o software Max/MSP para toda a parte de processamento. Após a fase do processamento e manipulação sonora, o sinal é amplificado para o exterior e re-introduzido no sistema, directamente no piano, de modo a criar um circuito de feedback.

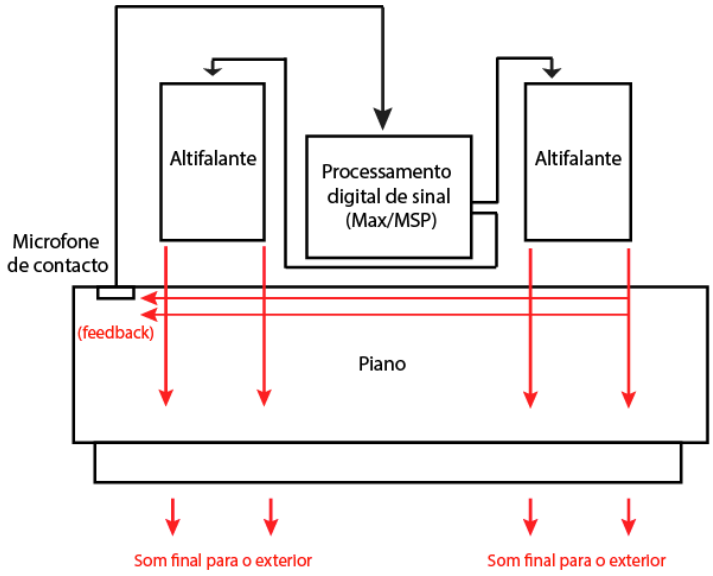


Figura 2: Esquema representativo do sistema utilizado no instrumento aumentado.

4.1.1 Captação

A primeira fase nesta cadeia diz respeito ao input do utilizador e à captação desse input acústico. Para a captação foi utilizado um microfone de contacto (*piezo*) no tampo harmónico do piano. Sendo esta a parte do piano responsável pela propagação do som das cordas faz todo o sentido colocar aqui o microfone, já que, é o ponto onde podemos receber o som com mais riqueza e detalhe. É também a zona mais sensível aos mecanismos de feedback. Este microfone está diretamente ligado à placa de som que nos leva o sinal parao computador, dando assim, uma entrada direta do som aquando do *input* do utilizador. A escolha de um microfone de contacto em função de outros tipos de microfones diz surge por ajudar à captação isolada dos sons do tampo harmónico, minimizando a presença de sons externos ao piano.

4.1.2 Amplificação e feedback.

Um dos objectivos principais é o de fazer com que o piano aparente, em si, como a única fonte sonora, e que, aquilo que usamos como amplificação seja usado como forma de potenciar o piano. Uma das hipóteses iniciais neste projecto era a de usar apenas transdutores de contacto para esta função, de forma a fazer com que o som fosse reproduzido directamente no tampo harmónico. A resposta conseguida, tanto a nível de volume, como de resposta de frequências (pelo menos no piano vertical utilizado), foi pouco satisfatória. Assim, considerou-se necessário o uso de um par de colunas, cujo volume áudio e resposta de frequência se revelaram mais satisfatórios no âmbito deste projecto.

A solução encontrada foi a de colocar as colunas atrás do piano, fazendo com que a fonte sonora, a nível de percepção, esteja sempre no espaço do piano. Sendo o piano em causa vertical, isto faz com que haja também uma excitação do tampo harmónico, que, já com o som processado, cria processos de feedback, como podemos ver na figura acima. Assim, temos o som que existe dentro do piano a ser captado com o microfone de contacto e, nesta captação temos tanto o som do input directo (instrumentista a tocar no piano), como o som final que é reproduzido e re-alimentado no tampo harmónico, ao mesmo tempo que para o exterior pelos altifalantes.

Apesar da existência destes circuitos de feedback, em que o som que sai volta a entrar, num processo repetitivo, por via dos mecanismos a nível de processamento digital, este feedback nunca fica totalmente descontrolado. Também favorece o facto de, mesmo com as colunas sonoras a ressoar no tampo harmónico, por usarmos um microfone de contacto, o som do input directo no piano ser sempre mais alto, fazendo com que, no momento da captação, entre no sistema de processamento digital com algum destaque a nível de amplitude. Assim, este feedback expande o instrumento e acrescenta-lhe maior textura, assim como alguma imprevisibilidade, de modo a que o instrumento tenha comportamentos ressonantes próprios dele, diretamente relacionados e dependentes das suas propriedades acústicas.

4.2 Processamento digital de sinal

Podemos considerar que o grosso do trabalho, a nível de implementação, se concentra nesta fase. São os algoritmos e mecanismos de processamento digital que definem e dão a identidade única a este projecto, sendo este o principal mecanismo, que, em diálogo com o performer, permite criar uma linguagem final. Aqui descreveremos as várias etapas e fases do processo, desde a captação e samplagem dos sons recebidos, até à sua manipulação, organização e, sequenciação lógica. Isto desde o momento em que entram no sistema, até ao momento da sua saída. Toda a parte do processamento digital foi realizada com o software Max/MSP, sendo que os passos a ser descritos incidiram sobre as ferramentas do mesmo, em função dos resultados desejados.

4.2.1 Sampling

A primeira parte da implementação técnica em software é a da captação e gravação em tempo real daquilo que está a ser tocado. Podemos classificar este processo como uma técnica de *sampling* para uso imediato, já que, como no sampling, estamos a gravar um som para depois o podermos utilizar, como um *sample*, mas cujo tempo em que fica em armazenamento é curto, de modo a poder substituir com novas entradas, relacionadas com o *input* do utilizador, ficando sempre actualizado com o que está a acontecer em tempo real na performance do utilizador.

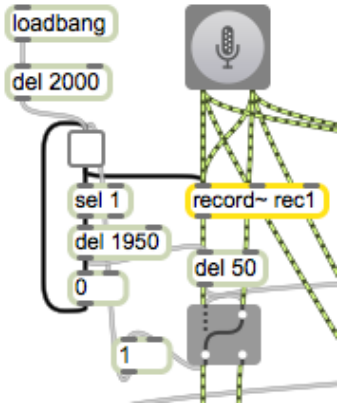


Figura 3: Mecanismo utilizada para a gravação dos *samples*.

De modo a conseguir isto foi criado um processo em que há uma constante regravação, relativa sempre ao mesmo *buffer* (objecto buffer~ no *software*). Assim, a cada dois segundos, há um processo de regravação do *buffer*, em que, num intervalo de 50 milisegundos o mecanismo de gravação (objecto record~) é desligado e volta a ser ligado, criando assim, repetidamente, uma nova gravação. Estes *samples* serão depois utilizados na fase seguinte, a da manipulação sonora.

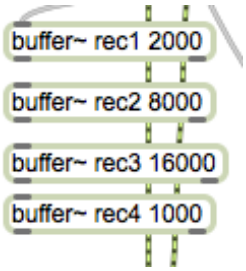


Figura 4: Diferentes buffers para diferentes *samples* a serem armazenados.

Para além do buffer~ "rec1", o primeiro, que grava directamente do *input*, há outros *buffers* que gravam e armanezam *samples* já a partir do som processado e com tempos diferentes do primeiro (intervalos de tempo mais longos entre cada regravação, para que, os sons manipulados a partir dos *samples* se mantenham na peça por mais tempo). Os *buffers* relativos ao rec2 e rec3 gravam *samples* a partir de sons já processados do primeiro, e o rec4 está em último lugar gravando a partir dos sons processados dos *samples* armazenados nos rec2 e rec3.

Há assim uma cadeia que se cria nos processos de manipulação sonora, em que, os sons processados são re-samplados e, passam por novos processos de manipulação até que, conforme vamos descendo na cadeia, os últimos sejam cada vez menos reconhecíveis em função do som natural do piano acústico, aumentando a riqueza da peça e do instrumento a nível de timbres e cobertura espectral.

4.2.2 Manipulação sonora

Dentro da fase de processamento digital, esta será provavelmente a fase que mais responsabilidade acarrecta na identidade do som final do piano aumentado. Aqui serão descritos os principais processos de manipulação, feitos a partir dos samples gravados, conforme foi descrito na fase anterior. Esta manipulação foi sempre feita tendo em conta o objectivo de ter uma linguagem característica da música electrónica *laptop music* em termos de padrões, ritmos e timbres criados, sem descurar, no entanto, a identidade sonora do piano.

4.2.2.1 Sample playback

A primeira etapa será a de reproduzir os sons pré-gravados dentro do sistema, já que, como foi referido, não há nenhuma componente geracional neste projecto, assim como não há samples gravados *a priori* da interacção do performer com o instrumento. Para este mecanismo foi utilizado o objecto groove~, que, sucintamente, nos permite reproduzir um sample armazenado em diferentes partes da sua extensão, diferentes velocidades e, com a opção de estar em *loop* ou não. O mesmo tipo de objecto e mecanismo pode ser utilizado, por exemplo, para facilitar a síntese granular.

O processo que utilizamos é, na realidade, próximo da síntese granular, e até pode ser classificado como tal, dependendo do tamanho dos *samples* que estamos a usar. Em diferentes objectos estamos a reproduzir diferentes partes do primeiro *sample* (aquele que é regravado a cada dois segundos) e, em diferentes velocidades, tendo inclusive a opção de reproduzir em *reverse* (quando a velocidade é negativa).

Houve ainda o cuidado de manter as velocidades de reprodução sempre em função de potências de dois, de modo a que a afinação geral da nota musical, mesmo que transposta, não se altere. Na imagem podemos ver este processo a acontecer em relação ao primeiro *sample*. O resultado da reprodução do som nesta fase vai entrar para o subpatch “p rec2_3” onde são gravados o segundo e terceiro *samples*, já em função do som processado nesta primeira fase.

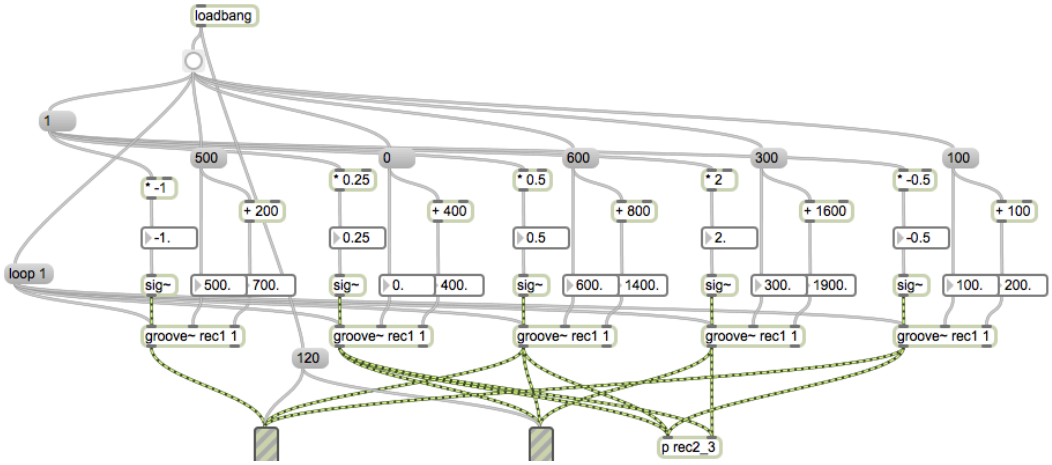


Figura 5: Reprodução dos *samples* em diferentes velocidades e secções.

Os samples respectivos a essas gravações passarão pelo mesmo processo de reprodução, em secções e com velocidades localizadas, havendo assim um processo de re-síntese. O objectivo de ter sons constantes, curtos e, repetitivos, característicos desta forma de uso dos *samples*, era um objectivo e, a aprimoração de quais as melhores velocidades e secções a utilizar foi feita com base num processo heurístico e intuitivo, com o uso intensivo do programa, tendo sempre em mente que secções mais curtas provocam loops mais curtos, ou seja, um som repetitivo mais constante, e que, quanto maior ou menor a velocidade de reprodução, também mais alta ou mais baixa a afinação. Resta dizer que o mesmo processo de re-samplagem e nova reprodução foi utilizado no último *buffer* da cadeia.

4.2.2.2 Delay

Após o processo de reprodução dos *samples*, que já consiste em si num processo de re-síntese, os vários objectos associados a essa reprodução formam diferentes cadeias entre si, e, consequentemente, passam por diferentes efeitos de processamento sonoro. Um desses efeitos utilizados é o *delay*. O efeito de *delay,* bastante conhecido e utilizado na história da música electrónica, usa circuitos de feedback, atrasando a chegada do som provocando um efeito semelhante ao de um eco.

A sua implementação foi feita também dentro do software Max/MSP e, é uma forma de criar uma ideia de ritmo e propagar os sons reproduzidos, criando um maior espaço sonoro e

sensação de granulação. Como foi referido este efeito foi aplicado apenas em parte da cadeia, e não no final, de modo a que apenas alguns sons tivessem este efeito de propagação prolongada.

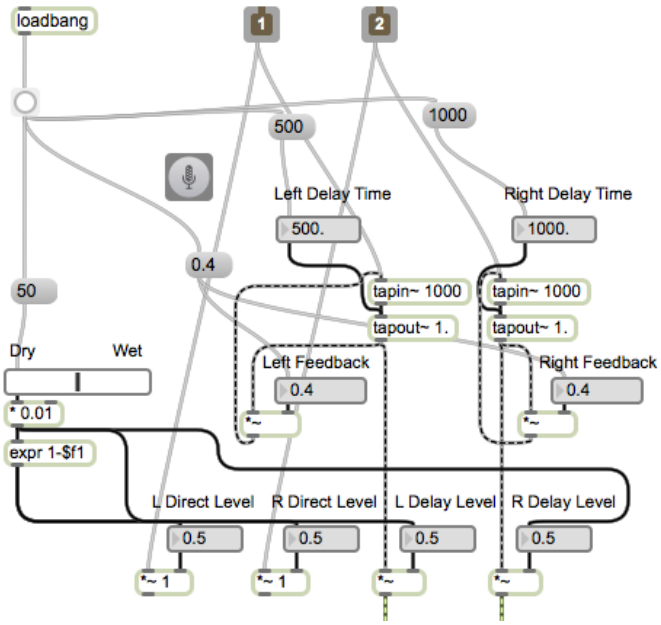


Figura 6: Cadeia de *delay* implementada dentro do software Max/MSP

4.2.2.3 Filtros

Também comum dentro da música e instrumentos electrónicos, outro processo utilizado, foi o uso de filtros. Isto permitiu alterar a distribuição espectral dos sons e criar ressonâncias que, de outra forma, não estariam presentes ou, pelo menos, tão acentuadas. Foram utilizados filtros de ressonância (que criam ressonância numa dada frequência), passa baixas e passa altas. Estes filtros, com os processos transformativos já referenciados e, também com o uso de envolventes de amplitude, serviram para criar sons semelhantes àqueles que conhecemos, por exemplo, na linguagem de alva noto ou outros. Sons semelhantes a *kicks* ou linhas de baixo (filtros passa baixas) ou *clicks* (filtros passa altas). Estes filtros foram aplicados de formas diferentes em diferentes partes da cadeia áudio que, depois entram como canais diferentes na mesa de mistura a utilizar, dentro do ambiente de programação.

4.2.2.4 Envolventes de Amplitude

Outro artefacto utilizado a nível da manipulação sonora foi a utilização de envolventes de amplitude. Isto revelou-se um dos artefactos principais para manter a dinâmica da peça. Aliado ao uso de filtros permitiu que, a partir dos samples gravados e utilizados, fosse possível criar novos sons com uma identidade sonora bastante definida, trabalhando com os seus tempos de ataque, *sustain* e *decay*. Isto permitiu criar sons com uma entrada lenta e fim abrupto, assim como o inverso, criando dinâmicas a nível dos ataques, incrementando o potencial do instrumento aumentado. Assim, a variedade de sons que temos não se resume apenas aos característicos do piano (cuja natureza é facilmente identificável pela sua envolvente de amplitude e timbre), ou aos característicos da síntese granular. Temos uma maior variedade de dinâmicas que nos permite usar estes diferentes sons em contraponto uns dos outros, criando padrões rítmicos e diferentes sensações de escuta.

4.2.2.5 Ritmo

Já foi referida a maior variedade dinâmica e espectral dos diferentes sons, recriados a partir do sistema de reprodução de samples e, através dos processos de filtragem e manipulação da envolvente de amplitude. Foi referida, nomeadamente, a possibilidade de criar sons semelhantes *kicks*, linhas de baixo ou cliques. Também já patente nesta dissertação está o desejo de produzir, pelo piano aumentado, uma peça com padrões rítmicos definidos, e, mesmo que não repetitivos, que nos criem uma ideia de ritmo e tempo. Importa-nos assim ter sons com diferentes ataques e pesos na mistura e conseguir atribuir-lhes um lugar no tempo da peça interactiva.

Neste sentido foi necessário atribuir um tempo à peça. Para os vários objectos rítmicos foi atribuído um metrónomo (objecto "metro" no *software*), que estabelece os intervalos, em milissegundos, com que os sons são tocados. Este metrónomo está diretamente associado às envolventes de amplitude, fazendo com que, a cada momento do metrónomo, o som seja reproduzido. Para além disto também foram usados objectos como o "del" (um *delay*, que adia a mensagem pelo tempo desejado, também em milissegundos) e o "counter" (permite-nos contar o número de vezes a mensagem é enviada), para conseguirmos padrões mais elaborados, com intervalos de tempos diferentes para além do metrónomo preciso e constante. As relações de

tempo entre os diferentes objectos foram mantidas ao enviar a mesma mensagem global de intervalo de tempo (1000 milissegundos) e, com subdivisões ou multiplicações por dobros ou metades.

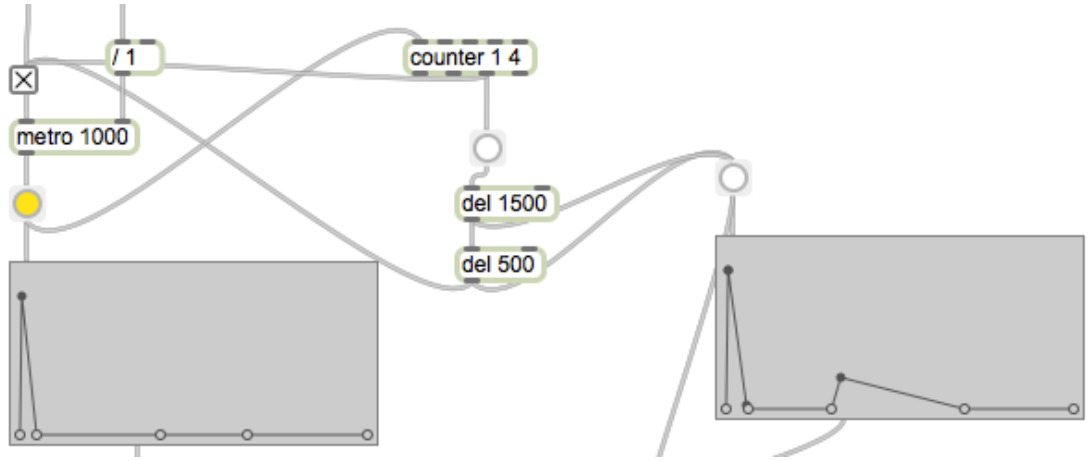


Figura 7: Implementação de ritmo, com metrónomo e delays, aplicado às envolventes de amplitude.

4.2.3 Mesa de Mistura

Associada à performance e à composição de música electrónica e electroacústica está a mesa de mistura. Esta funciona como um ponto intermédio entre as fontes e a amplificação onde se consegue o som final. É onde são trabalhadas as diferentes entradas sonoras a nível de volumes e dinâmica, equalização, posição espacial e efeitos finais. Na música electrónica, em contexto de concerto e performance, esta assume muitas vezes o papel central de controlo. Dada a autonomia atribuída a muitos dos instrumentos electrónicos, o principal instrumento torna-se a própria mesa, sendo que, a gestão destas fontes no som final se torna o principal foco da performance.

Dado o contexto e linguagem no instrumento trabalhado e, respectiva peça que serve de suporte, a mesa de mistura assume também aqui um papel relevante. Não será o ponto fulcral de controlo na performance (esse é o piano acústico), mas será responsável por conferir variação dinâmica à peça. Ao todo, pelos processos de síntese e manipulação sonora já mencionados

temos no sistema de processamento digital oito canais diferentes a dar entrada na mesa de mistura. Podemos considera-los, por questões de uma analogia mais fácil, como oito diferentes instrumentos. Cada um com diferentes timbres, tons, variações de amplitude e ritmo. Portanto, ao pensar, tanto no uso tradicional da mesa de mistura, como no seu uso estruturante na música electrónica ou electroacústica, não nos interessa ter todos a tocar ao mesmo tempo nem ao mesmo volume. Assim, por questões práticas e de herança cultural no que toca à composição e performance de música electrónica, a mesa de mistura será também o principal veículo no que toca a gerir a dinâmica e variação no piano aumentado.

A implementação foi feita a partir da mesa de mistura desenvolvida por Jon Bellona (Bellona, 2015) como package externo para o software Max/MSP. Esta mesa permite-nos o uso de oito canais, com o uso de panorâmicas, equalização e limitador para cada canal e ainda quatro canais auxiliares, sendo que dois já estão preparados com efeitos de *delay* e *reverb*. Assim, podemos atribuir aos diferentes canais diferentes fontes sonoras e, a partir daí, gerir a peça e as possibilidades do instrumento aumentado através da mesa de mistura. Com o objecto "pattrstorage" conseguimos também gravar *presets* relativos às posições da mesa, ou seja, atribuir memória e automação à mesma. Como referido, a mesa de mistura não será o ponto fulcral de controlo. Servir-nos-emos então do piano como ponto de controlo da memória da mesa, através dos princípios de interacção do performer com o instrumento.

4.2.4 Movimentos

Foi pela mesa de mistura que foi possível criar os diferentes movimentos na peça. Estes movimentos estão associados a diferentes posições da mesa de mistura, diferentes *presets* já gravados. Assim como a mesa de som nos permite gerir as diferentes sub-fontes sonoras que temos (já que a real única fonte é o piano), estes movimentos permitem-nos gerir a intensidade sonora destas diferentes subfontes. Podemos assim criar crescendos, partes calmas ou mais turbulentas, mais ritmadas ou mais livres. Já que associadas aos diferentes canais da mesa estão já as frases rítmicas mencionadas, estes movimentos permitem-nos também gerir essa parte da peça improvisacional. São também estes movimentos a única estrutura pré-definida da peça, aquilo que lhe estabelece um princípio, meio e fim.

Temos 5 movimentos diferentes, que assumem uma ordem na peça e cuja mudança de movimento dependerá da interacção do instrumentista com o instrumento acústico. A cada fase foi ponderada uma intensidade e a entrada ou saída de novas fontes sonoras. Inicialmente estabelecemos um movimento em que acontece aquilo que parece mais directamente relacionável com o input imediato no piano, sons que são uma repercursão direta e imediata. Nos movimentos seguintes (segundo e terceiro) há a introdução de novos canais da mesa, menos diretamente relacionáveis com o som inicial do piano e, que asseguram grande parte dos padrões rítmicos, sendo que, o terceiro é mais preenchido do que o segundo. O aumento na quantidade de sons a acontecer dá também uma ideia de aumento de intensidade e crescendo. Após o terceiro, voltamos novamente ao segundo, antes de saltar para o quarto. Aqui acontece uma nova redução de intensidade, onde mantemos essencialmente a parte rítmica, mas reduzimos o número de sons a acontecer, sendo que é aqui que a linguagem electrónica da peça fica mais assumida. O quinto movimento corta com algumas secções mais rítmicas e, de forma semelhante ao primeiro, trata com os sons mais directamente próximos ao piano. Há depois um regresso ao primeiro movimento, mais calmo, até se cancelar o processo de samplagem definitivamente, conduzindo assim ao fim da peça. Assim podemos interpretar a sequência de movimentos como 1-2-3-2-4-5-1-Fim. Há, no entanto, a possibilidade de desencadear outros movimentos após o fim, embora já não esteja a decorrer nenhum processo de sampling, e o primeiro buffer já tenha sido limpo. Acabam os sons que ouvimos assim que os outros buffers se renovarem e forem substituídos por silêncio. Todos estes movimentos são livres dentro de si e a sua duração não é estanque, assim como a grande parte dos aspectos composicionais.

A mudança de movimentos depende de uma interacção, sendo que são secções idealizadas, não estanques, e cuja essência reside no processo de improvisação. Neste instrumento queremo-nos afastar de mecanismos de controlo computacional directo, como o MIDI. Assim, para detectar e fomentar esta interacção, precisamos de descritores de áudio, que nos permitam analizar fidedignamente o que o performer está a tocar e, de mecanismos de lógica que consigam através destes dados acionar os mecanismos que desencadeiam os diferentes movimentos do piano aumentado.

4.2.5 Descritores

Para que a interacção aconteça é preciso haver uma análise, a nível de processamento digital, daquilo que o instrumentista toca. Para isto são necessários descritores áudio que interpretem o input sonoro no Piano. Estes descritores funcionam à base de transformadas rápidas de fouirer (FFT), e permitem-nos, por uma análise matemática do sinal, tirar, de forma científica, informações mais intuitivas como *loudness*, *noisiness*, *pitch,* ou quando acontece um ataque no som.

Durante a implementação foram testados diferentes descritores áudio, de modo a avaliar quais seriam mais fidedignos. A nível de software, foi utilizado o objecto "descriptorsrt~" (Harker, 2012), desenvolvido por Alexander J Harker para Max/MSP, que faz uma análise FFT do sinal áudio recebido, com parâmetros ajustáveis (como tamanho da janela de análise, tipo de janela e tamanho de FFT), e que nos traduz os diferentes aspectos sonoros em informações numéricas.

Dentro dos vários aspectos analizados, aquele que se revelou mais útil e fidedigno foi o *loudness*. Apesar da análise de aspectos como a afinação, *centroid* ou *brightness* ser também fidedigna, dentro do sistema montado, em que há feedback e uma proximidade entre a fonte de captação e a de amplificação, os mesmos revelaram-se inúteis, já que, havia, ao mesmo tempo, uma análise do input e do output. Assim, pela diferença de volumes e, pelo input directo nas cordas do piano ser aquele que é captado com maior intensidade, o *loudness* revelou-se como o descritor mais apto para utilizar. O mesmo foi utilizado como mecanismo para accionar os diferentes movimentos, já mencionados. A cada momento de maior intensidade e volume sonoro corresponde uma mudança a nível da sonoridade na peça. De modo a isto acontecer de uma forma controlada, assim como para muitas das acções a decorrer a nível de processamento dentro do software, foram necessários diferentes mecanismos a nível de lógica, dentro do programa.

4.2.6 Lógica

A preocupação, após a implementação dos descritores áudio, foi como tirar proveito dos mesmos. Primeiro estabeleceu-se um *threshold* de *loudness* a partir do qual o mecanismo era accionado. O mesmo foi fixado nos -25 dB's. Assim, a partir deste valor o mecanismo era accionado. Uma preocupação inicial foi logo a de que esta mudança não podia ter um registo imediato. Caso contrário, num espaço curto de tempo em que a música estivesse mais intensa, facilmente passaríamos pelos movimentos todos da peça. Assim, esta mudança só acontece dando espaço a um certo intervalo de tempo. Primeiro, pelo objecto "onebang" (que apenas deixa passar um bang após receber um anterior, noutro inlet), o que faz com que tenha de haver um registo inicial de que se passou este *threshold* para que, 500 milissegundos mais tarde, a mudança ser accionada. Quando isto acontece há também uma mudança imediata num gate que, impede que se voltem a registar mudanças nos próximos 5 segundos. Assim, garante-se uma melhor margem para que não hajam acidentes em que se salta instantaneamente um movimento.

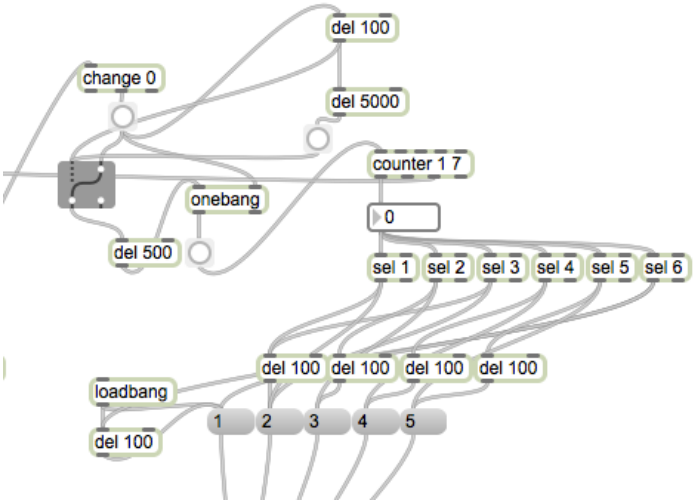


Figura 8: Lógica para accionar os diferentes *presets* da mesa

Para além disso, de modo a termos a sequência de movimentos "1-2-3-2-4-5-1" foi utilizado um counter que vai até sete (inicialmente está no zero) e em que, para cada número de 1 a 7, é atribuída uma mensagem que acciona o preset correspondente na mesa de mistura. Ao chegar a 7, a contagem acaba e é accionado um mecanismo que interrompe o ciclo de sampling contínuo e apaga o conteúdo do primeiro buffer, terminando assim com a reprodução relativa à manipulação sonora no instrumento.

4.3 Desenvolvimento e Resultados

4.3.1 1ª fase

A primeira fase do desenvolvimento centrou-se no processamento digital e nos processos de manipulação a usar. Durante esta fase ainda não estava a ser utilizado um piano acústico, apenas um instrumento virtual que emulava o som do piano e, serviu para perceber que processos podiam melhor potencializar o protótipo e também quais as melhores formas de chegar a uma linguagem mais próxima da música electrónica. Foi aqui que se estabeleceram as bases para os processos de samplagem e re-samplagem, assim como a reprodução destes samples, gravados em processo real. Percebeu-se de que forma as relações de tamanho do sample e velocidade de reprodução afectavam o tom e o timbre. Esta fase aconteceu ainda antes da implementação de envolventes de amplitude, filtros, ou padrões rítmicos, sendo, que, apesar de estar estabelecida a forma de utilizar apenas uma fonte sonora (a do piano) o resultado era ainda uma massa de som bastante indistinta e até por vezes confusa. Nesta fase os testes foram conduzidos com um teclado MIDI e ainda não estavam consideradas as formas de captação, amplificação e mecanismos de feedback.

4.3.2 2ª fase

Na segunda fase de desenvolvimento já houve trabalho com o piano acústico. Durante esta fase perceberam-se os mecanismos de captação e amplificação, assim como se aprimoraram os mecanismos a nível de processamento digital de sinal. Foram feitas experiências já com o microfone de contacto, a nível da captação, estabelecendo os níveis para o input, de modo a ter a menor entrada de ruído possível. O mesmo foi feito a nível da amplificação, sendo que, numa primeira fase, se testou a hipótese de utilizar transdutores de contacto, que logo se revelou um insucesso, dado terem uma fraca resposta a nível de volume. A partir daí trabalhou-se com um par de colunas. Numa primeira fase ainda sem a preocupação com os mecanismos de feedback, estando as mesmas colocadas ao lado do piano, e apenas mais tarde com essa preocupação. Durante esta fase também já se testaram todos os mecanismos funcionais a nível de manipulação sonora em ambiente digital.

A possibilidade de ouvir de diferentes formas (transdutores de contacto, colunas ao lado do piano, colunas atrás do piano e directamente do computador com headphones), permitiu-nos, convenientemente, fazer diferentes tipos de ajustes. Seja a nível de volumes, filtros e equalização, ritmos ou mistura. Houve uma preocupação de não tornar os sons excessivamente saturantes ou repetitivos. Aqui começaram-se a estabelecer os parâmetros e presets para a mesa de mistura, havendo sempre margem para ajustes finos. Ao conseguir já uma linguagem próxima da desejada, e a acontecer pelo piano, importou-nos que o foco passasse para o ponto da interacção.

4.3.3 3ª fase

Com os sons, os padrões rítmicos pelos quais se orientam, e a possibilidade de diferentes misturas a nível de som já estabelecidos, o foco de maior importância para a validação do instrumento passou a ser a sua autonomia e mecanismos de interacção entre instrumentista e instrumento. Os pontos por que esta interacção passa serão as teclas do piano, ou seja, aquilo que o instrumentista tocar, e o pedal de sustain, que, ao levantar o abafador e permitir que as cordas vibrem simpatéticamente, permitirá acionar os mecanismos de feedback e ressonância do próprio piano.

Durante esta fase já foi possível criar, com base nos mecanismos de lógica construídos, uma peça que fosse do início ao fim, apenas pela interacção com o piano. Para isto usámos o descritor de loudness no piano. Houve uma mudança de movimento de cada vez que o som era tocado mais alto, o que, equivalerá a um momento mais turbulento ou intenso, exigindo a adaptabilidade do performer para isto. Foi também possível identificar durante esta fase de testes que, havendo feedback, quando tínhamos o pedal do abafador levantado havia uma nota que excitava mais o tampo harmónico do que todas as outras, identificando assim uma frequência de ressonância do mesmo. Neste caso a nota foi o Fá sustenido abaixo do Dó central. Ainda assim, o espaço, na gama dinâmica, passível de controlo era bastante limitado, sendo que, o uso do feedback, pelo tampo harmónico, muito rapidamente se poderia descontrolado

4.3.4 Peça final e performance pública

Por fim, por forma a validar o conceito e o instrumento desenvolvido, foi feita uma apresentação pública do mesmo. Esta decorreu na associação Sonoscopia, no Porto. Apesar de a implementação já estar feita, a apresentação neste contexto serviu para testar todos os mecanismos desenvolvidos, assim como gravar um registo audiovisual do protótipo em acção e, colocar uma pressão e seriedade inexistentes em ambiente de ensaio. O registo desta apresentação, assim como outros registos da implementação podem ser encontrados nos anexos a esta dissertação.

A peça teve uma duração próxima dos 11 minutos em que, foi possível expor e por em acção todos os mecanismos sonoros do instrumento, quer a nível de manipulação sonora, quer a nível de interacção. O piano utilizado foi o mesmo da fase de testes que antecedeu a apresentação, o que facilitou a implementação pelo conhecimento *a priori* do instrumento e das suas propriedades acústicas. Pudemos identificar os diferentes movimentos anteriormente mencionados, assim como os vários mecanismos de manipulação sonora. No que toca à execução em si, foi feita uma improvisação livre, com base nos princípios de funcionamento do instrumento aumentado.

Durante a performance o protótipo demonstrou-se funcional e, a um nível da implementação física, conseguiu-se o objectivo de o som aparentar vir apenas do Piano. As colunas encontravam-se ocultas, assim como o computador portátil, fora do alcance do performer. Não houve problemas de maior e a interacção decorreu de acordo com os moldes desenhados e testados anteriormente.

Podendo considerar que a apresentação foi bem sucedida, tanto como teste, como pela recepção do público, houve ainda tempo para deixar outros interagirem com o Piano aumentado. Nesta interação houve alguma curiosidade relativa ao processo e facilmente se estabeleceu um diálogo entre o instrumento aumentado e o instrumentista. Após alguns momentos, por intuição e tentativa-erro foi conseguida uma aprendizagem básica relativamente ao funcionamento do instrumento.

5. Conclusões e Trabalho Futuro

Como base para este trabalho foi feita uma pesquisa no âmbito da produção de música electrónica, utilização de instrumentos prostéticos, performance em *laptop music* e sistemas musicais interactivos. Foram contemplados, neste campo, aqueles trabalhos que se consideraram adequados tanto a nível do seu peso histórico, inovação e proximidade de linguagem. Perceber e entrar no processo de diferentes músicos, conhecer as preocupações de pioneiros na *laptop music* e, dar um contexto histórico à performance em música electrónica permitiu-nos ter uma melhor visão sobre a linguagem em que estamos a trabalhar. As possibilidades são imensas, tanto no uso e criação de possíveis novos instrumentos, como nas abordagens a nível de sampling ou mecanismos de reprodução a utilizar, como na sonoridade final que pode ser conseguida. Ainda assim, as mesmas limitações a nível de performance parecem estar sempre existentes, com a presença do computador portátil.

De igual forma foi tido um olhar na história dos instrumentos protésicos, inclusive em implementações mais recentes, que já fazem uso do processamento digital em computador como mecanismo de aumentação do instrumento. O Piano Preparado de John Cage estabeleceu o trabalho de base neste campo, ao apresentar ao mundo a possibilidade de utilizar um instrumento para além do seu uso convencional. Trabalhos mais recentes, como os de Cort Lippe ou Pedro Rebelo introduzem-nos já à utilização da electrónica e de ambientes digitais e, nomeadamente do software Max/MSP, no âmbito dos instrumentos protésicos. Estes trabalhos serviram já de base para o trabalho desenvolvido, dada a sua proximidade metodológica. No entanto surge na mesma uma preocupação com o controlo, em contexto de performance, que muitas vezes implica a participação de um segundo performer, responsável pela electrónica, e ou da utilização de técnicas de controlo como o MIDI.

Foram tidos também em conta trabalhos relevantes na exploração do espaço e dos objectos enquanto instrumentos musicais que, expandiram a noção daquilo que pode ser considerado musical e, nos mostraram muitas das possibilidades de aumentação que a electrónica e o processamento de sinal nos oferecem. Neste contexto, foram igualmente apreciados os trabalhos que faziam uso do feedback sonoro como exploração sonora do espaço e das superfícies, como é o caso da Pea Soup de Nicollas Collins ou de "*I am Sitting in a Room*" de Alvin Lucier. A exploração do espaço e dos mecanismos de captação/amplificação de forma criativa estabeleceram um aspecto importante no desenvolvimento deste trabalho, tanto no que considera ao estudo do instrumento em si, como nos mecanismos de interactividade.

No âmbito das considerações sobre a interactividade, foram abordadas diferentes classificações e taxonomias, de modo a perceber como deve ser estabelecida a comunicação entre o instrumentista e o sistema musical interactivo. Isto permitiu-nos perceber como, pela improvisação, podemos afectar a composição, num sistema em que o processo de criação passa não só por quem age sobre o sistema, mas pelo próprio sistema, e, acima de tudo, pela interacção entre ambos. Importa atribuir ao performer o controlo sobre as decisões de interação e que a resposta do sistema crie um diálogo que no final resultará na composição e estrutura final.

Esta pesquisa introduziu-nos tanto a base metodológica necessária para o trabalho a ser desenvolvido, como nos permitiu conhecer melhor as questões inerentes e objectivos para esta investigação. Assim, para a fase de implementação tornaram-se essencialmente relevantes as questões que concernem a performance e apresentação da mesma, o controlo sobre um sistema musical interactivo, que será, por si um instrumento aumentado, e a interacção. Estabeleceram-se assim os objectivos de eliminar o computador enquanto veículo de controlo e comunicação e de colocar toda a parte do controlo do instrumento na interacção entre o performer e o instrumento, estando a génese da aumentação do instrumento nesta mesma interacção.

De encontro com isto foi então desenvolvido um protótipo de um instrumento aumentado cuja base foi o piano acústico. Neste caso, um piano vertical. A escolha do piano fez sentido pelas suas propriedades acústicas e ressonantes, por razões históricas e do trabalho estudado (John Cage, Cort Lippe) e pelo domínio básico do autor com este instrumento. Sendo o piano a fonte sonora inicial, a aumentação foi feita através de processamento digital, no software Max/MSP. Nisto foram utilizados uma série de mecanismos a nível de implementação que nos permitiram *samplar* o som do piano em tempo real, e, a partir disto, re-sintetizar o som

para a criação de novos sons, todos eles com base e origem no som original do piano. A partir desta re-síntese foram desenvolvidos mecanismos para criar e manipular estes sons de modo a terem diferentes timbres, tons, envolventes de amplitude e padrões rítmicos. Houve uma preocupação a nível harmónico, fazendo com que as relações entre a re-síntese e os sons originais se estabelecessem sempre por metades ou dobros e respectivas potências. A criação destes sons surge de forma autónoma, dependendo apenas de uma fonte sonora e, da existência de som a vir dessa fonte. Ou seja, para que existam, é necessário que o instrumentista toque no piano. Após a criação destes mecanismos que nos permitem criar e ouvir novos sons a partir do piano importou criar variação e diferentes momentos para este piano aumentado.

O mecanismo utilizado para isto foi, tendo em base a linguagem, história e princípios da performance em música electrónica, a mesa de mistura. Ao termos diferentes fontes sonoras, canais, todos eles com mecanismos diferentes de re-síntese da fonte sonora original, uma forma de criar variação é a utilização da mesa de modo a gerir estas diferentes fontes em momentos diferentes. A partir disto foi necessário pensar o controlo da mesa, já que, um dos focos deste trabalho incide precisamente na questão do controlo nos instrumentos aumentados. Para isto foi necessário detectar de uma forma o mais exacta possível aquilo que o performer toca. A partir do uso de descritores áudio e, estabelecendo uma lógica e sequência de movimentos para o instrumento, foi possível interpretar a diferença de amplitudes na performance, de modo a introduzirem uma mudança na mesa de mistura, alterando, assim, os canais que se ouvem e o seu volume sonoro. Assim, todo o processo passa pelo *input* do instrumentista com o piano, quer enquanto fonte sonora, quer enquanto agente no controlo da música e respectivas variações.

5.1 Satisfação dos Objectivos

O principal objectivo nesta dissertação era o de encontrar maneiras de produzir música de electrónica, contornando os aspectos negativos associados à performance com computador portátil, e com a utilização de meios acústicos. Queriamos dissociar o computador da noção de instrumento e introduzir uma alternativa em que o processamento digital existe mas o som era produzido, fundamentalmente, pelo piano acústico. Isto foi feito pela criação de mecanismos de interacção entre o instrumentista e o instrumento, e entre o instrumento e computador.

Podemos dizer que, num primeiro nível, os objectivos foram cumpridos. Nas gravações feitas e no processo de performance foi possível, pelo instrumento, conseguir produzir música com a linguagem estética desejada e, com uma variedade a nível de sons produzidos que vão para além da reprodução imediata daqueles associados tradicionalmente ao piano. Assim, no aspecto de aumentação, há de facto uma expansão sonora daquilo que o piano nos oferece. Também se conseguiu estabelecer um diálogo entre o instrumento e o instrumentista, na medida em que está patente uma acção-reacção de ambas as partes.

A nível de apresentação foi também possível eliminar, visualmente, a presença do computador e de elementos alheios ao piano. Ao colocar as colunas atrás do piano e usar as mesmas para influênciar a ressonância sonora do mesmo, pudemos ter a sensação do som a sair pelo Piano, sendo audível a diferença de ressonância aquando do uso do pedal no Piano. Isto permitiu que o instrumento aumentado, vivesse, de facto, por si.

Em aspectos mais intrinsecamente ligados à implementação, e nomeadamente, à interação, a nível básico foi conseguido o pretendido, ou seja, haver mudanças e utilizar a mesa de mistura como veículo para isso, e o input do instrumento como veículo de controlo da mesa. Ainda assim há uma sensação de insuficiência no que toca a alguma repetitividade e fraca adaptabilidade. Os sons conseguidos através do instrumento aumentado são bastante satisfatórios e adequam-se à linguagem procurada, mas, ainda que variem com o diferente input que recebem, o processo excessivo de manipulação no processo de re-síntese define-os de forma tal que parece haver pouca variação nos mesmos, nomeadamente quando falamos dos sons mais graves. O facto do ritmo e padrões pré-estabelecidos pouco variarem ao longo da peça também pode criar alguma monotonia, e, consequentemente, previsibilidade no instrumento, à medida que o tempo passa. Possíveis soluções poderiam passar por criar outros padrões rítmicos e envolventes de amplitude, que seriam introduzidos em diferentes partes, reagindo a diferentes mecanismos a nível de interacção.

Isto surge também das implicações das próprias limitações do instrumento, cujo input sonoro, apesar de variar no tom, não varia em muitas outras características sonoras (as que são próprias do piano). Outra das limitações é também o facto da interacção passar fundamentalmente pela loudness do input sonoro. Ainda que esta decisão tenha surgido em função de outros descritores, como afinação, ou detecção de ataques, serem pouco fidedignos, uma maior expansão do instrumento poderia levar a novas soluções em que o controlo seria maior e incidiria sobre mais aspectos do Piano aumentado. Podemos assim considerar que há

um cumprimento dos objectivos a um nível prioritário, mas que, há ainda muito espaço e possibilidades de expansão no instrumento aumentado, tanto a nível de controlo e interação como de mecanismos de manipulação sonora.

5.2 Trabalho Futuro

A um nível imediato percebemos que há ainda trabalho que pode ser desenvolvido naquilo que é, de facto, a aumentação instrumento. Para além da expansão dos mecanismos de manipulação, que, a partir do protótipo desenvolvido, seria apenas uma questão de aumentar as possibilidades, canais da mesa, etc. importa essencialmente perceber como desenvolver novos mecanismos de interação. Para isto seria necessário um estudo mais aprofundado do Piano, um redesenhamento do sistema, e ou, muito provavelmente a aplicação de outros sistemas exteriores ao piano em si.

Apesar desta possibilidade ir contra o princípio de a interacção acontecer exclusivamente pelo piano, seria uma possibilidade que acrescentaria mais ao instrumento a nível de dinâmica e imprevisibilidade. Possiveis implementações poderiam passar por utilizar sistemas nos pedais, ou em outras partes do piano que pudessem, de algum modo, transmitir mensagens ao computador e respectivo sistema. Outras hipóteses poderiam passar por sensores e sistemas capazes de uma aprendizagem de gestos e que os reconhecessem de modo a desencadear novas reacções.

Uma ideia também possível, para desenvolvimentos fururos, seria a aplicar os mesmos princípios de funcionamento e processamento digital mas a instrumentos diferentes, implicando, portanto um estudo do próprio instrumento e uma adaptação na linguagem. Uma outra possibilidade, mais ousada, seria a de criar um sistema capaz de reconhecer, até um certo ponto, as propriedades acústicas do instrumento e, por um conjunto de regras estabelecidas ser capaz de se adaptar automaticamente, podendo criar a partir de si mesmo diferentes instrumentos aumentados.

Como trabalho futuro existe também a possibilidade de expandir o instrumento e a forma como está desenhado de modo a poder enquadrar-se sozinho num contexto de concerto.

Para isto seria necessário repensa-lo a nível de estrutura e da forma como age ao longo do tempo. Seria necessário também um controlo mais imediato de certos mecanismos e, uma melhor gestão dos recursos sonoros, para que não fossem logo dados todos a conhecer nos primeiros minutos de apresentação. Nesta gestão enquadrar-se-iam mecanismos associados ao tempo e ao ritmo, e a possibilidade de introduzir novos mecanismos de re-síntese sonora, de modo a que pudesse haver uma renovação de sons, ao longo do tempo, mantendo a possibilidade de revisitar os anteriores. Isto também implicaria provavelmente, como já foi referido, um repensar dos mecanismos de interacção do Piano Aumentado.

5.3 Notas finais

Para concluir gostaria apenas de destacar o quão gratificante foi este processo a nível de aprendizagem e crescimento académico. Foi uma oportunidade de ficar a conhecer melhor um instrumento, novas linguagens na música electrónica e, de trabalhar de forma diferente a música, orientado para um aspecto de improvisação e processamento em tempo real, como reacção a essa improvisação. Foi também um importante projecto pessoal com o qual estou satisfeito não só por o ter completado, mas também pelos resultados obtidos, que, à partida para este trabalho, não passavam de uma especulação. Espera-se com este trabalho não só ter ido de encontro às questões que procurava, mas deixar outras em aberto, na esperança do trabalho futuro e da criação de novos instrumentos e linguagens na exploração da música electrónica e electroacústica. Com isto e, por fim, quero deixar também a minha intensão de partilhar este trabalho, para que outros possam pegar nele e criar novas coisas, adaptar, aplicar a outros instrumentos, ou simplesmente apreciar. Foi uma oportunidade e uma experiência positiva e gratificante e espero poder continuar a trabalhar nestas áreas, no sentido de abrir novas portas na exploração da música e das suas formas de expressão.

6. Referências

Bellona, J. (2015). MIXER.* AUDIO MAX/MSP PACKAGE. Retrieved June 20, 2016, from http://jpbellona.com/work/mixer-maxmsp-package/.

Bongers, B. (2000). Physical Interfaces in the Electronic Arts Interaction Theory and Interfacing Techniques for Real-time Performance. *Trends in Gestural Control of Music*, *2000*(January), 41–70. Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.4997&rep=rep1&type=pdf

Bowers, J., & Haas, A. (2014). Hybrid Resonant Assemblages: Rethinking Instruments, Touch and Performance in New Interfaces for Musical Expression. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, 7–12. Retrieved from http://www.nime.org/proceedings/2014/nime2014_438.pdf

Cage, J. (1937). *The Future of Music: Credo*. *Silence: Lectures and Writings by John Cage*. University Press of New England/ Wesleyan University Press.

Cage, J. (1979). *Empty Words: Writings "73-78"* (1st ed.). Middletown.

Cascone, K. (2000). The Aesthetics of Failure: "Post-Digital" Tendencies in contemporary Computer Music. *Computer Music Journal*, *24*.

Cascone, K. (2003). Grain, Sequence, System: Three Levels of Reception in the Performance of Laptop Music. *Contemporary Music Review*, *22*(4), 101–104. doi:10.1080/0749446032000156900

Collins, N. (2003). Generative Music and Laptop Performance. *Contemporary Music Review*. doi:10.1080/0749446032000156919

Collis, A. (2008). Sounds of the System: the Emancipation of Noise in the Music of Carsten Nicolai. *Organised Sound*, *15*.

Driscoll, J., & Rogalsky, M. (2004). David Tudor's "Rainforest": An Evolving Exploration of Resonance. *Leonardo Music Journal*, *14*(980039), 25–30. doi:10.1162/0961121043067415

Drummond, J. (2009). Understanding Interactive Systems. *Organised Sound*, *14*(2), 124–133. doi:10.1017/S1355771809000235

Harker, A. J. (2012). AHarker Externals. Retrieved June 20, 2016, from http://www.alexanderjharker.co.uk/Software.html

Hobman, J. (2011). Instrumentality in Electronic Music, (February). Retrieved from http://eprints.hud.ac.uk/13038/1/jhobmanfinalthesis.pdf

Jordà, S. (2005). *Digital Lutherie Crafting musical computers for new musics ' performance and improvisation*. *Departament de Tecnologia*. Universitat Pompeu Fabra, Barcelona. Retrieved from http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=19509

Lippe, C. (1994). Real-Time Granular Sampling Using the IRCAM Signal Processing Workstation. *Contemporary Music Review*, (10), 149–156.

Lippe, C. (1997). Music for Piano and Computer: {A} Description. *Information Processing Society of Japan SIG Notes*, *97*(2), 33–38.

Lippe, C. (2014). Musings on the Status of Electronic Music Today. *40th International Computer Music Conference (ICMC) and 11th Sound and Music Computing (SMC) Conference*, (September), 37–40.

Lucier, A. (1969). *I Am Sitting In A Room*. Lovely Music, Ltd.

Mckinney, C., Val, A. P., & Collins, N. (2013). Liveness in Network Music Performance.

McLean, A. (2003). ANGRY - usr/bin/bash as a performance tool. *Cream*, (15).

McPherson, A. P., & Kim, Y. (2010). Augmenting the Acoustic Piano with Electromagnetic String Actuation and Continuous Key Position Sensing. *Signal Processing*, (Nime), 217–222. doi:10.1002/acs.1056

Mcpherson, A. P., & Kim, Y. E. (2012). The Problem of the Second Performer: Building a Community Around an Augmented Piano. *Computer Music Journal*, *36*(4), 10–27. doi:10.1162/COMJ_a_00149

Nicolai, C. (2005). Inserting Silence: Interview with C. Nicolai, (September).

Noto, A., & Sakamoto, R. (2005). *Insen*. Raster Noton.

Puckette, M. (1988). The Patcher. In *Proceedings of the 1988 International Computer Music Conference*. San Francisco.

Puckette, M. (1991a). Combining Event and Signal Processing in the Max Graphical Programming Environment. *Computer Music Journal*, (15), 68–77.

Puckette, M. (1991b). Something digital. *Computer Music Journal*, (15), 65–69.

Rebelo, P. (2007). Instrumental Parasites : Interfacing the Fragile and the Robust.

Rowe, R. (1992). Interactive Music Systems: Machine Listening and Composing. *Computer Music Journal*, *17*(Puckette 1991), 76. doi:10.2307/3680548

Schaeffer, P. (1966). *Traité des Objects Musicaux*. Editions du Seuil.

Stockhausen, K. (1955). *"Actualia," Die Reihe 5*. Universal Edition A. G. Wien.

Strickland, E. (2000). Minimalism--Origins.

Stuart, C. (2003). The Object of Performance: Aural Performativity in Contemporary Laptop Music. *Contemporary Music Review*, *22*(4), 59–65. doi:10.1080/0749446032000156955

Walstijn, M. van, & Rebelo, P. (2005). the Prosthetic Conga: Towards an Actively Controlled Hybrid Musical Instrument. *International Computer Music Conference 2005*, 1–4. Retrieved from papers3://publication/uuid/C9E663D6-0126-4362-BCA0-8DF1E91455FA

Winkler, T. (1998). Composing Interactive Music: Techniques and Ideas Using Max. *Cambridge, MA: The MIT Press*.

Anexo A

A. Registos do protótipo

Ao longo do processo de implementação do protótipo foram feitos registos áudio. Todos os registos aqui mencionados são possíveis de encontrar numa pasta do Google Drive, no seguinte endereço: goo.gl/GSkhei

A.1 1º Registo

Este registo corresponde à primeira fase da implementação, descrita no respectivo capítulo. A fonte original de áudio é de um instrumento virtual, e o processamento, em Max/MSP encontra-se ainda a um nível primário em que ainda não foram aplicadas envolventes de amplitude, filtros, ou padrões rítmicos, limitando-se a um processo de *sampling* em tempo real e re-síntese. Pode ser encontrado na pasta com o nome de ficheiro “registo1”.

A.2 2º Registo

Este registo corresponde à segunda fase da implementação, descrita no respectivo capítulo. A fonte original de áudio aqui ainda é de um instrumento virtual, e o processamento, em Max/MSP já se encontra num nível em que foram aplicadas envolventes de amplitude,

filtros, e padrões rítmicos, embora ainda não estejam implementados os processos de interacção nem os diferentes movimentos da peça. Pode ser encontrado na pasta com o nome de ficheiro "registo2".

A.3 3º Registo

Neste registo podemos ouvir o protótipo também na segunda fase da implementação, à semelhança do registo anterior, mas já com a mesma aplicada no Piano acústico. Igualmente, ainda não temos implementados os processos de interacção nem os diferentes movimentos da peça. Pode ser encontrado na pasta com o nome de ficheiro "registo3".

A.4 4º Registo

Neste registo podemos ouvir o protótipo na terceira fase da implementação, já com todos os mecanismos funcionais, daqui para o registo da Peça final houve apenas ajustes finos na mistura e alguns mecanismos de manipulação sonora. Poder ser encontrado na pasta com o nome de ficheiro "registo4".

A.5 Peça final

Para a peça final foi feito um registo audiovisual. O vídeo que regista a performance publica encontra-se na pasta com o nome "Apresentacao_Sonoscopia".

A.6 Implementação em software

Por fim encontramos na pasta "Max" o ficheiro relativo ao protótipo final , assim como um ficheiro relativo aos presets da mesa de mistura, e os *externals* e *packages* utilizados.