



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Divisão de Pesquisa



PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC/CNPq-FA- UEM

1. TÍTULO DO PROJETO: Um Jardim Cibernético em Shambhala: criação de um ambiente virtual sonoro-musical meditativo automático e infinito, sintetizado algoritmicamente via computador.	
2. INÍCIO: 01/08/2019	3. TÉRMINO: 31/07/2020
4. EQUIPE EXECUTORA:	
a) Nome do Acadêmico: <i>Francisco Alves de Oliveira</i>	
b) Nome do Orientador: <i>Prof. Dr. Marcus Alessi Bittencourt</i>	
c) Nome do Co-Orientador (se houver): -----	

Resumo.

Este projeto de pesquisa tem o objetivo de criar uma peça de software original capaz de gerar de maneira algorítmica e automática uma obra musical de paisagem sonora para ser projetada de maneira ininterrupta em espaços destinados a meditação e experiência estética, tais como galerias de arte, museus, espaços públicos, e espaços de prática de artes marciais meditativas em geral como Tai-Chi-Chuan e Yoga. Este projeto se justifica na medida em que se integra de maneira expressiva nas atividades de pesquisa, ensino, extensão e criação artística do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) do Departamento de Música da UEM, além de contribuir para a pesquisa na área da criação musical por meio de automação algorítmica computacional. A metodologia utilizada na pesquisa incluirá o levantamento, estudo e fichamento do material bibliográfico para a sua fundamentação, incluindo o conceito de paisagem sonora, as técnicas e paradigmas contemporâneos de composição musical, a programação computacional de áudio, sampling e síntese sonora digital, os ambientes de programação de áudio Pure Data e RTcmix, e metodologias computacionais musicais algorítmicas para a composição musical automatizada. A partir destes estudos serão desenvolvidos um sistema musical e compostos materiais musicais apropriados para o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado, e será desenvolvida uma orquestra de instrumentos musicais virtuais digitais utilizando-se dos estudos de base previamente realizados de síntese e sampling. Após estas tarefas, será programado um software no ambiente de programação visual Pure Data capaz de gerar automaticamente e ininterruptamente uma obra musical de paisagem sonora nos moldes vislumbrados, e este software será implantado como uma instalação sonora temporária em uma das galerias do Museu Dinâmico Interdisciplinar (MUDI) da UEM. Ao final, esta pesquisa será formalizada com a preparação de um artigo científico e todo o material bibliográfico, computacional e de criação musical produzido será ainda acrescentado ao site de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM.

Introdução.

Este projeto de pesquisa de iniciação científica tem como objetivo criar, por meio de um algoritmo computacional original a ser projetado e construído especialmente para este fim, uma obra musical de paisagem sonora para ser projetada de maneira ininterrupta em espaços destinados a meditação e experiência estética. A ideia aqui é que a paisagem sonoro-musical a ser criada seja gerada em tempo real por meio de uma peça algorítmica de software operando de maneira automática e ininterruptamente contínua.

É interessante destacar que a fascinação da humanidade com instrumentos musicais automáticos é milenar e o interesse em procedimentos algorítmicos para criar música é ao menos centenário. Historicamente, há uma longa linhagem milenar de instrumentos-esculturas construídos para serem tocados de maneira automática pela ação de elementos atmosféricos, geralmente o vento ou a água. Como exemplos destes instrumentos, há desde os *tintinnabulum* da Roma antiga – que eram sinos suspensos para serem tocados pelo vento, colocados em jardins e átrios de casas para afastar espíritos ruins (JOHNS, 1982:67-68) – até os sinos-de-vento, aparatos comuns por exemplo a milênios no sudoeste da Ásia, nos quais lâminas de metal, vidro ou bambu, cada uma soando uma nota musical específica quando percutida, são colocadas dependuradas para serem tocadas pela ação do vento (WESTCOTT, 1970: 13). Outro exemplo arcaico de instrumento automático tocado pelos elementos atmosféricos é a harpa eólia, um instrumento automático constituído por cordas esticadas ao vento e por ele tocadas, inventado e conhecido por várias culturas humanas desde a antiguidade e que foi descrito pelo polímata alemão Athanasius Kircher (1602-1680) em seu livro "*Phonurgia Nova*", de 1673 (HANKINS & SILVERMAN, 1995: 89). A ação da água também é um elemento bastante utilizado para acionar instrumentos musicais automáticos; um exemplo elegante disto é o *suikinkutsu*, ou "caverna do koto aquático", que é um componente de jardins japoneses originado no período Edo (1603-1867) e que consiste em um vaso enterrado de borco sob uma pequena fonte de água que, ao gotejar pelo interior daquele vaso, produz sonoridades delicadas de altura definida que ressoam pelo dispositivo (BREWER, 2007: 229). Aliás, é curioso sublinhar que um modelo computacional automatizado dos *suikinkutsu* foi desenvolvido por Gregory Brewer (ver BREWER, 2007), visando o contexto de um jardim japonês virtual, desenvolvido como tese de mestrado na Austrália (BREWER, 2009). Para dar também um exemplo moderno de instrumento-escultura tocado pela ação da água, há o órgão marítimo em Zadar, Croácia, criado pelo arquiteto croata Nikola Bašić (n. 1946), que é uma construção fixa à beira-mar que gera sons musicais automaticamente a partir do movimento das marés (STAMAC, 2005).

A automatização do próprio processo de escrita composicional musical também foi uma preocupação presente na mente de vários pesquisadores ao longo da história. Típicos exemplos históricos do uso de algoritmos para a geração automática de música a partir de operações de sorte são os *Musikalisches Würfelspiel* (jogos musicais de dados) populares na Europa germânica do século XVIII, jogos em que fragmentos musicais pré-compostos eram ordenados segundo escolhas realizadas a partir dos resultados de jogadas de dados. Dois dos primeiros exemplos deste tipo de jogo são o "*Der allezeit fertige Menuetten- und Polonaisencomponist*" ("O Sempre-Pronto Compositor de Minuetos e Polonaises"), criado pelo alemão (e notório teórico musical discípulo de J. S. Bach) Johann Philipp Kirnberger (1721-1783) em 1757 (ver COPE, 1996:2), e o "*Table pour composer des minuets et des Trios à l'infinie; avec deux dez à jouer*" ("Diagrama para compor minuetos e trios infinitamente através do jogo de dois dados"), projetado em torno de 1780 pelo austríaco Maximilian Stadler (1748-1833) (ver NIERHAUS, 2009: 36). O uso contemporâneo de algoritmos computacionais para criar música teve como um de seus pioneiros o grego Iannis Xenakis (1922-2001), que descreveu a aplicação de princípios estocásticos e cadeias de Markov na composição musical em seu livro "*Musiques Formelles*" de 1963 (XENAKIS,

1992). Desde então, houveram numerosos exemplos de pesquisas de técnicas algorítmicas para geração automática de música, aplicando-se variadas técnicas como o uso de gramáticas gerativas, de algoritmos genéticos, da teoria do caos, de autômatos celulares e de redes neurais, dentre outros métodos, além do uso de aplicativos de inteligência artificial (ver NIERHAUS, 2009). Neste sentido, várias estratégias para se desenvolver inteligências musicais artificiais são descritas no importante livro *"Experiments in Musical Intelligence"*, de David Cope (COPE, 1996). Um exemplo de composição musical algorítmica projetada para ser gerada em tempo real e de maneira contínua durante um período indeterminado de tempo (sendo assim uma peça virtualmente "infinita") é a *Lexikon-Sonate*, para *Disklavier* (um piano acústico da Yamaha controlável via protocolo computacional midi), composta por Karlheinz Essl em 1994 (ESSL, 1995). Essl tem inclusive dedicado uma boa parte de suas preocupações composicionais para este tipo contínuo de composição auto-gerável em tempo real, como fica claro nas listagens de suas composições deste tipo em seu website pessoal (<http://www.essl.at/software.html>).

Considerando-se todo este contexto, este projeto de pesquisa pretende fazer uso do ambiente gráfico de programação Pure Data (PUCKETTE, 1997) – que serve para processamento em tempo real de áudio e vídeo –, aliado à linguagem de programação computacional musical RTcmix (GARTON & TOPPER, 1997), para projetar e construir uma peça de software capaz de produzir algorítmicamente e de maneira automática uma composição musical contínua (ou seja, virtualmente infinita) e de expressão delicada e pacífica, apropriada para servir como peça de paisagem sonora para ser projetada em ambientes utilizados para meditação e experiencição estética, tais como galerias de arte, museus, espaços públicos e espaços de prática de artes marciais meditativas em geral, como Tai-Chi-Chuan e Yoga. Esta proposta de um ambiente perene (em tese infinito) e imersivo para a escuta se insere também na problemática criativa da paisagem sonora, um termo criado pelo canadense Murray Schaefer para designar "tecnicamente, qualquer porção do ambiente sonoro considerado como um campo de estudos, se referindo tanto a ambientes reais como a construções abstratas tais como composições musicais e montagens de gravações sonoras, particularmente quando consideradas como um ambiente" (SCHAFER, 1994:274). O nome vislumbrado para a obra musical resultante desta pesquisa, "Um Jardim Cibernético em Shambhala", leva em consideração o perfil algorítmico e caráter automático do projeto. Segundo o pesquisador inglês Gregory Bateson (1904-1980), a Cibernética é "um ramo da matemática que lida com problemas de controle, recursividade e informação" (BATESON, 1979: 227); assim, esta palavra é aqui utilizada como adjetivo para caracterizar um algoritmo computacional capaz de manejar automaticamente material musical e de se regular automaticamente, retroalimentando-se em direção a algum estado homeostático, ou seja, um estado de equilíbrio. Já a menção a *"Shambhala"*, diz respeito a um reino legendário da mitologia tibetana, considerado uma fonte de sabedoria e cultura, um lugar de paz e prosperidade, uma sociedade modelo, populada por habitantes gentis, sábios e compassivos (TRUNGPA, 1988: 25).

Justificativas.

Este projeto de Iniciação Científica se integra de maneira expressiva nas atividades de pesquisa, ensino, extensão e criação artística do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) do Departamento de Música da UEM, criado em 2006 e cadastrado no diretório de grupos de pesquisa do CNPq, que desempenha papel fundamental nas pesquisas da linha de pesquisa "Processos e Práticas de Construção e Expressão Musicais" do Programa de Pós-Graduação em Música da UEM (PMU). Somando-se às atividades de pesquisa do LAPPSO e do PMU, este estudo ajudará com os esforços de produção de material bibliográfico do

laboratório, acrescentando os fichamentos, resumos, escritos, softwares e criações artísticas originais produzidos pela pesquisa ao website de documentação do LAPPSO. Além de contribuir em geral para a pesquisa na área da criação musical por meio de automação algorítmica computacional, a peça musical de paisagem sonora criada pelo projeto será pertinente para ser projetada em ambientes utilizados para meditação e experiência estética, tais como galerias de arte, museus, espaços públicos e espaços de prática de artes marciais meditativas em geral, como Tai-Chi-Chuan e Yoga. Como demonstração e aplicação prática efetiva da paisagem sonora criada, também pretende-se implantá-la como uma instalação sonora temporária em alguma das galerias do Museu Dinâmico Interdisciplinar (MUDI) da UEM;

Objetivos.

Objetivo Geral:

Criar uma peça de software original capaz de gerar de maneira algorítmica e automática uma obra musical de paisagem sonora para ser projetada de maneira ininterrupta em espaços destinados a meditação e experiência estética.

Objetivos Específicos:

1. estudar métodos de composição musical algorítmica de maneira especialmente relacionada ao conceito de paisagem sonora;
2. estudar métodos de sampling e de síntese de áudio digital, incluindo a modelagem física e a waveguide synthesis;
3. estudar as linguagens computacionais de programação de áudio Pure Data e RTemix;
4. desenvolver um sistema musical e com este compor material musical apropriado para o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado para este projeto;
5. desenvolver uma orquestra de instrumentos musicais virtuais digitais por meio das técnicas estudadas de sampling e síntese;
6. programar um software no ambiente de programação Pure Data capaz de gerar automaticamente e ininterruptamente uma obra musical de paisagem sonora segundo o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado para este projeto e agenciando todos os demais componentes estudados e desenvolvidos;
7. implantar o software criado por esta pesquisa como uma instalação sonora temporária em uma das galerias do Museu Dinâmico Interdisciplinar (MUDI) da UEM;
8. escrever um artigo científico formalizando as pesquisas realizadas;
9. acrescentar todo material bibliográfico, computacional e criativo produzido pela pesquisa no website de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM.

Metodologia.

Esta pesquisa se iniciará com o levantamento, estudo e fichamento do material bibliográfico que fundamenta: a) o conceito de paisagem sonora (SCHAFER, 1994) e as técnicas e paradigmas contemporâneos de composição musical (WISHART, 1996; ROADS, 2015); b) a programação computacional de áudio digital (BOULANGER & LAZZARINI, 2011) e a síntese sonora digital (RUSS, 2004; PEJROLO & METCALFE, 2017;), incluindo suas vertentes de modelagem física (COOK, 1997) e de waveguide synthesis (VÄLIMÄKI, LAURSON & ERKUT, 2003; GABRIELLI, VÄLIMÄKI et al., 2013), além da técnica de sampling (RUSS, 2004); c) os ambientes de programação de áudio Pure Data (PUCKETTE, 2007; FARNELL, 2010) e RTcmix (SOMMERFELDT, 2016); d) a composição algorítmica por meio de computadores (NIERHAUS, 2009; RECK MIRANDA, 2001; XENAKIS, 1992; ROADS, 2015); e) os métodos de modelagem para composição musical automática (COPE, 1996) e alguns exemplos de implementação disto (BREWER, 2007 e 2009; ESSL, 1995). Após esta pesquisa bibliográfica de base, serão desenvolvidos um sistema musical (guiando-se por WISHART, 1996 e por ROADS, 2015) e com este sistema serão compostos materiais musicais apropriados para o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado para este projeto. Após esta etapa, para implementar sonoramente os materiais musicais criados, será desenvolvida uma orquestra de instrumentos musicais virtuais digitais utilizando-se dos estudos de base previamente realizados de programação computacional de áudio, de ambientes de programação de áudio e de sampling e síntese digital sonora. Com esta orquestra virtual desenvolvida, será então criado um software no ambiente de programação Pure Data capaz de gerar automaticamente e ininterruptamente uma obra musical de paisagem sonora segundo o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado para este projeto e agenciando todos os demais componentes estudados e desenvolvidos. Após o desenvolvimento desta peça de software, pretende-se também implantá-la como uma instalação sonora temporária em uma das galerias do Museu Dinâmico Interdisciplinar (MUDI) da UEM. Os elementos tecnológicos para realizar esta pesquisa, dentre hardware e software, estão todos disponíveis no Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) do Departamento de Música da UEM e seu Programa de Pós-Graduação em Música (PMU). O projeto finaliza-se com a formalização da pesquisa realizada em formato de artigo científico, o que incluirá ainda a transferência dos materiais bibliográficos, computacionais e criativos gerados pela pesquisa para o website de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora da UEM.

Plano de trabalho individual, detalhando as atividades específicas a serem desenvolvidas pelo acadêmico no período de 01/08/2019 a 31/07/2020.

- Etapa 1: levantamento, estudo e fichamento do material bibliográfico que fundamenta a pesquisa, incluindo o conceito de paisagem sonora, as técnicas e paradigmas contemporâneos de composição musical, a programação computacional de áudio, sampling e síntese sonora digital, os ambientes de programação de áudio Pure Data e RTcmix, e metodologias computacionais musicais algorítmicas para composição musical automatizada;
- Etapa 2: desenvolvimento de um sistema musical e composição de material musical apropriados para o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado;
- Etapa 3: desenvolvimento de uma orquestra de instrumentos musicais virtuais digitais utilizando-se dos estudos de base previamente realizados de programação computacional de áudio, de ambientes de programação de áudio e de sampling e síntese digital sonora.

- Etapa 4: programação de um software no ambiente de programação Pure Data capaz de gerar automaticamente e ininterruptamente uma obra musical de paisagem sonora segundo o tipo de expressão musical meditativa vislumbrado;
- Etapa 5: implantação do software criado como uma instalação sonora temporária em uma das galerias do Museu Dinâmico Interdisciplinar (MUDI) da UEM;
- Etapa 6: formalização da pesquisa realizada em formato de artigo científico;
- Etapa 7: transferência dos materiais bibliográficos gerados pela pesquisa para o website de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM.

Cronograma de execução abrangendo o período de 1/08/2019 a 31/07/2020.**

**Cronograma de execução												
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	Assinalar o mês em que a atividade será executada											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Etapa 1 (ver acima)	X	X	X	X	X							
Etapa 2 (ver acima)				X	X	X						
Etapa 3 (ver acima)					X	X	X					
Etapa 4 (ver acima)						X	X	X	X			
Etapa 5 (ver acima)										X	X	
Etapa 6 (ver acima)										X	X	X
Etapa 7 (ver acima)												X

Referências.

- BATESON, Gregory. *Mind and Nature: A Necessary Unity*. New York: E. P. Dutton, 1979.
- BOULANGER, Richard & LAZZARINI, Victor. *The Audio Programming Book*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2011.
- BREWER, Scott. Creating a virtual suikinkutsu. In: *The 13th International Conference on Auditory Display*, Montreal, Canada, p. 229-233, 2007.
- BREWER, Scott. *The Modular Garden: towards real-time synthesis of Japanese garden soundscapes*. 2009. Tese (Masters by Research) – School of Architecture and Design, RMIT University, Melbourne, Australia.
- COOK, Perry R.. Physically Informed Sonic Modeling (PhISM): Synthesis of Percussive Sounds. *Computer Music Journal*, Vol. 21, No. 3 (Autumn, 1997), pp. 38-49, 1997.
- COPE, David. *Experiments in Musical Intelligence*. Madison, Wisconsin: A-R Editions, Inc., 1996.
- ESSL, Karlheinz. Lexikon-Sonate. An Interactive Realtime Composition for Computer-Controlled Piano. In: *Proceedings of the "II SBC&M - 2nd Brazilian Symposium on Computer Music"*. Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS, p. 95-106, 1995.
- FARNELL, Andy. *Designing Sound*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2010.
- GABRIELLI, Leonardo; VÄLIMÄKI, Vesa; HENRI, Penttinen; QUARTINI, Stefano; BILBAO, Stefan. A digital waveguide based approach for Clavinet modeling and synthesis. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* 2013(1)(June), 2013.

- GARTON, Brad; TOPPER, Dave. RTcmix - Using CMIX in Real Time. *Proceedings, International Computer Music Conference, vol. 1997*. San Francisco: International Computer Music Association, pp. 224-227, 1997.
- HANKINS, T. L. & SILVERMAN, R. J.. *Instruments and the Imagination*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995.
- JOHNS, Catherine. *Sex or Symbol?: Erotic Images of Greece and Rome*. London: Britsh Museum Publications Ltd., 1982.
- NIERHAUS, Gerhard. *Algorithmic Composition: Paradigms of Automated Music Generation*. Germany: Springer-Verlag/Wien, 2009.
- PEJROLO, Andrea & METCALFE, Scott B.. *Creating sounds from scratch: a practical guide to music synthesis for producers and composers*. New York: Oxford University Press, 2017.
- PUCKETTE, Miller. Pure Data. *Proceedings, International Computer Music Conference, vol. 1997*. San Francisco: International Computer Music Association, pp. 224-227, 1997.
- PUCKETTE, Miller. *The Theory and Technique of Electronic Music*. Singapore: World Scientific Press, 2007.
- RECK MIRANDA, Eduardo. *Composing Music with Computers*. Burlington, MA: Focal Press, 2001.
- ROADS, Curtis. *Composing Electronic Music: A New Aesthetic*. New York: Oxford University Press, 2015.
- RUSS, Martin. *Sound Synthesis and Sampling*. Burlington, MA: Focal Press, 2004.
- SCHAFER, Murray. *The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world*. Rochester, Vermont: Destiny Books, 1994.
- SOMMERFELDT, Jerod. *Computer Music Composition with RTcmix*. USA: edição do autor, 2016.
- STAMAC, Ivan. Acoustical and Musical Solution to Wave-Driven Sea Organ in Zadar. *Proceedings of the 2nd Congress of Alps-Adria Acoustics Association and 1st Congress of Acoustical Society of Croacia*, p. 203-206, 2005.
- TRUNGPA, Chögyam. *Shambhala: The Sacred Path of the Warrior*. Boston & London: Shambhala, 1988.
- VÄLIMÄKI, Vesa; LAURSON, Mikael; ERKUT, Cumhur. Commuted Waveguide Synthesis of the Clavichord. *Computer Music Journal* 27(1) (March 2003), p. 71-82, 2003.
- WESTCOTT, Wendell. *Bells and Their Music*. New York: G. P. Putnam's Sons, 1970.
- WISHART, Trevor. *On Sonic Art*. Reading (UK): Harwood Academic Publishers, 1996.
- XENAKIS, Iannis. *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition* (second, revised English edition, with additional material translated by Sharon Kanach. Harmonologia Series No. 6). Stuyvesant, NY: Pendragon Press, 1992.

Maringá, 15 de Abril de 2019