



Modelagem matemática para o estudo e implementação de procedimentos algorítmicos

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

Agamenon Clemente de Moraes Júnior
UFRN – agamenondemora@gmail.com

Alexandre Reche e Silva
UFRN – alereche@gmail.com

Resumo: Este artigo apresenta uma visão panorâmica sobre o estado atual da linha de pesquisa sobre Modelagem matemática na geração de material pré-composicional. Os subprojetos, distribuídos em eixos temáticos, têm na modelagem um grande guarda-chuva, sob o qual realizam investigações matemáticas voltadas ao desenvolvimento e automação de recursos para geração de material pré-composicional. São listadas também as etapas da abordagem. Finalmente, são apresentados os pontos positivos e negativos dessa abordagem já percebidos na pesquisa e apontam-se perspectivas para a continuação do trabalho.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Sistema Schillinger de Composição Musical. Material pré-composicional.

Mathematical Modeling Approach for Developing Pre-compositional Materials

Abstract: This article presents an overview about the current state of research on the development of pre-compositional material through mathematical modeling. Subprojects divided into themes, have in modeling a large umbrella under which are held mathematical investigations focused on the development and automation capabilities for generating pre-compositional material. Also we list the steps of the approach. Finally, the paper presents the strengths and weaknesses of this approach already perceived in the research and points out perspectives for further work.

Keywords: Mathematical modeling. Schillinger System of Musical Composition. Pre-compositional material.

O interesse pela pesquisa descrita neste trabalho surgiu da constatação (SILVA: 2010) de que parte significativa da literatura relacionada à Composição Musical é focada na apresentação de materiais e técnicas. Chega-se a essa conclusão a partir da revisão de obras significativas na área, citadas em seu trabalho, como também de obras que apontam para "áreas vizinhas" (p. 12). Por causa dessa percepção, decidiu-se investigar o processo composicional, apontando como vantagens disso "o refinamento da prática" e "a pedagogia de composição" (p. 13). Ademais, o autor citado propôs um modelo voltado ao acompanhamento do processo composicional. O modelo está organizado nas instâncias Idéias, Princípios, Metas, Técnicas e Materiais que são conectadas pela instância dos Resultados. Percursos por esse modelo combinam incursões top-down (inicia no plano mais alto do planejamento) e botton-up (decisões locais).

O autor ainda destacou o Sistema Schillinger de Composição Musical (SSCM) dentre exceções ao problema da restrição ao estudo de materiais e técnicas. Arden (2012) corrobora, assinalando que o SSCM é "uma tentativa ambiciosa de prover uma teoria completa de composição musical". (p. 21) Ele é constituído de 2 tomos, divididos em 12 livros que tratam de diversas subáreas da composição (ritmo, escalas, melodia, harmonia etc.). O SSCM permite o planejamento de uma estrutura composicional bem como a usinagem de recursos para a sua implementação.

No intuito de localizar a abordagem sistemática da musicologia de Schillinger, iniciou-se uma revisão de literatura sobre a utilização de procedimentos de caráter algorítmico. Em relação ao próprio SSCM, foram revisados os livros referentes a ritmo, escalas, melodia, recursos geométricos e a articulação dessas frentes com o processo composicional, propriamente dito. Adams (1976) trata de contorno (principalmente melódico). Cope (1997) agrupa os recursos utilizados em Composição Algorítmica em dois grupos: "os recursos matemáticos" (p. 195) e "os recursos musicais" (p. 197). Diz-Jerez (2000) apresenta um conjunto de modelos matemáticos para composição. Puig (2005) aponta o uso de sistemas dinâmicos não-lineares em composição. Sampaio (2009) sugere a automação do processamento de contornos através do software GOIABA. Rankin (2012) propõem um modelo computacional para composição utilizando o SSCM. Jones (2013) apresenta um assistente algorítmico para composição também baseado no SSCM.

1. Interpretação computacional do Sistema Schillinger de Composição Musical

Dentre as frentes composicionais que utilizam recursos matemáticos, escolhemos trabalhar com aritmética e elementos de geometria e álgebra. Isso permite, dentre outras vantagens, uma aproximação mais rápida de alunos que não possuem domínio de demais recursos matemáticos.

O uso dessa matemática trivial também se baseia no teor das operações abordadas no SSCM. Schillinger constrói praticamente toda uma obra com esses recursos, e a combinação dos mesmos, com a intenção de gerar continuidade e coerência.

A primeira forma de geração de material, e que servirá para desenvolver várias aplicações subsequentes durante toda a obra, é o conceito de sincronização. "Essa técnica sincroniza dois (ou mais) geradores, cada um com sua frequência. O grupo rítmico resultante é o conjunto dos pulsos dos geradores, durante o período total de defasagem." (SILVA: 2010, p. 62)

Um dos recursos utilizados na geração de variação é a aplicação de coeficientes de recorrência sobre notas, durações, motivos etc. SILVA sugere uma extensão da sincronização, aplicada a outros elementos musicais. Esse procedimento permite manipular matematicamente demais elementos musicais, bastando que estes sejam parametrizados.

O SSCM foi escrito por Joseph Schillinger na década de 1940, fruto de um intenso trabalho pedagógico, após sua imigração da Rússia para os Estados Unidos da América. Reiteramos que um dos diferenciais do SSCM é a intenção de dar ênfase à composição propriamente dita, ao invés de técnicas isoladas (SCHILLINGER: 2004, p. xi-xxi). A metodologia geral do SSCM baseia-se na aplicação dos conceitos encontrados em sua *Teoria do Ritmo* (Livro I) a outros elementos musicais. Resultados eram produzidos “manualmente”, fruto de um empenho metuculoso. Hoje, temos a possibilidade de utilizar recursos de informática a fim de automatizar tais esforços (sem contar a viabilidade de interagir instantaneamente com os resultados, reprocessando-os tantas vezes quanto for necessário). Advém daí a proposição de uma interpretação computacional do SSCM.

Dentre alguns dos programas já existentes que podem ser inseridos na categoria proposta, o Symbolic Composer e o OpenMusic apresentam desvantagens por serem proprietários e não oferecerem versões para o sistema operacional Linux (preferido pela equipe, da qual fazem parte os autores, pelo fato de não ser proprietário, disponibilizar código fonte, ser compartilhado com interessados no mundo todo e beneficiar pessoas que não tem acesso econômico à tecnologia proprietária, oferecendo, assim, uma outra alternativa que não a apropriação ilegal de programas).

Dentre as realizações alcançadas com base em resultados parciais obtidos nesta pesquisa, pode-se citar o J-Syncker, um assistente para geração de material pré-composicional. O J-Syncker (SILVA, BEZERRA e GAGLIANO: 2013) vem implementando técnicas estudadas no SSCM. Ele possui uma interface gráfica, semelhante a uma calculadora, que permite o manuseio e obtenção de resultados que podem, ainda, ser exportados como arquivos MIDI e encaminhados diretamente para o editor de partituras MuseScore. A calculadora é programada na linguagem de programação Java, o que permite portabilidade entre sistemas operacionais, permitindo que usuários de outros sistemas operacionais também o utilizem. O J-Syncker tem sido utilizado na elaboração de material pré-composicional, automatizando várias etapas de usinagem de materiais, permitindo que o compositor possa dedicar mais tempo ao planejamento composicional e a testes de resultados – o que de outra forma poderia demandar uma reserva considerável de tempo. Atualmente, a calculadora implementa várias operações do SSCM constantes no livro sobre ritmo e, parcialmente,

aquelas dos livros sobre escalas e melodia. Além disso, J-Syncker estende os recursos do SSCM através de um conjunto de operações de manipulação de listas. A Figura 2 apresenta a interface atual do J-Syncker.



Figura 2: Interface atual do J-Syncker.

Um outro produto resultado da pesquisa é o software PD-Syncker "que consiste em uma biblioteca de objetos, programada em PD-Extended, com funções específicas do SSCM." (SOBRINHA, DANTAS e SILVA: 2013, p.1) "Tanto o PD-Syncker quanto J-Syncker possuem a função didática de dar apoio às aulas da disciplina Oficina de Composição, ministrada na Universidade Federal do Rio Grande do Norte." (SOBRINHA, DANTAS e SILVA: 2013, p. 3) O seu funcionamento real-time permite intencionar, quando da sua expansão, que o mesmo seja utilizado por compositores de música eletroacústica em performances ao vivo.

Com fins de divulgação, os resultados parciais da pesquisa e os produtos gerados foram publicados em congressos, tanto da área de Música quanto de Ciência da Computação.

3. Expandindo abordagens do SSCM através de ferramentas matemáticas

À parte da interpretação computacional do SSCM, conduz-se uma extensão da abordagem de Schillinger em técnicas não implementadas computacionalmente mas utilizadas de forma manual, por assim dizer. Uma delas é o uso de funções recursivas. Essa frente de trabalho

(...) propõe um processo de geração de material pré-composicional que se dá através do uso combinado de funções matemáticas recursivas e do conceito de interferência do Sistema Schillinger de Composição Musical. Parte-se da escolha do conjunto de classe de alturas, passando pelas elaborações rítmica e fraseológica de um trecho musical. (MORAIS JÚNIOR e SILVA: 2012, p. 62)

Uma outra frente de trabalho, iniciada em 2012, "descreve etapas para geração de conjuntos numéricos que quantifiquem parâmetros musicais, utilizando para isso parcelamento e sincronização, juntamente com funções algébricas." (MORAIS JÚNIOR e SILVA: 2013, p. 1)

2. Modelagem matemática como um guarda-chuva para o estudo e implementação computacional de procedimentos algorítmicos, do SSCM e de extensões do SSCM.

A abordagem proposta doravante pela pesquisa, pretende utilizar a modelagem matemática como um procedimento fundamental. Nesse procedimento, primeiramente, elenca-se os elementos musicais a serem manipulados. Em seguida, quantifica-se cada um dos elementos elencados. Essa quantificação é organizada na forma de listas numéricas.

Na figura 3 vê-se as quantidades de um elemento musical como listas de valores. Os elementos dessas listas são associadas um a um em uma lista de notas que, por sua vez, compõe um "tema". Nota-se que demais elementos globais são associados diretamente ao "tema". (Essa associação é reversível, sendo possível operar sobre um determinado elemento, em separado.)

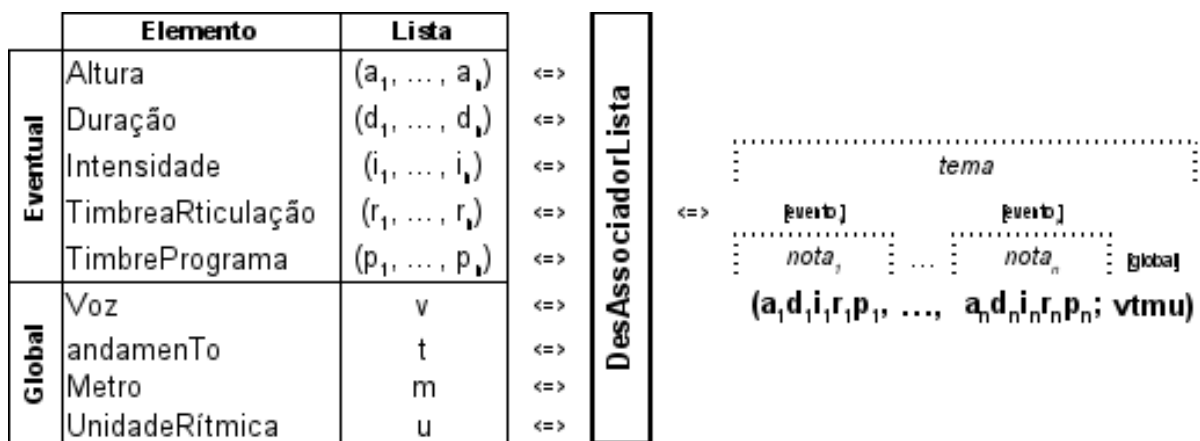


Figura 3: Quantidades de um elemento musical como listas de valores.

A partir daí, realiza-se operações de diversos tipos sobre essas listas: operações aritméticas de multiplicação, exponenciação, produto notável de listas e fatoração e parcelamento de quantidades; operações próprias de listas, como apensação (*append*), permutação geral e rotação (permutação cíclica de unidades ou de ataques); operações próprias ao SSCM, como sincronização, coeficiente de recorrência, aplicação de contornos (a alturas) e distribuição de eventos de uma frase entre vozes. Ainda é possível se calcular o

complemento rítmico (os ataques que faltam para se preencher o total de unidades de um ritmo dado) e aferir a complexidade de um ritmo informado (também utilizando-se para isso, Inteligência Artificial).

Dessa forma, circunscreve-se um vasto (e expansível) rol de operações sobre essas listas, visando geração e variação de material pré-composicional. Uma nova categorização de operações com listas é mostrada na Figura 4.

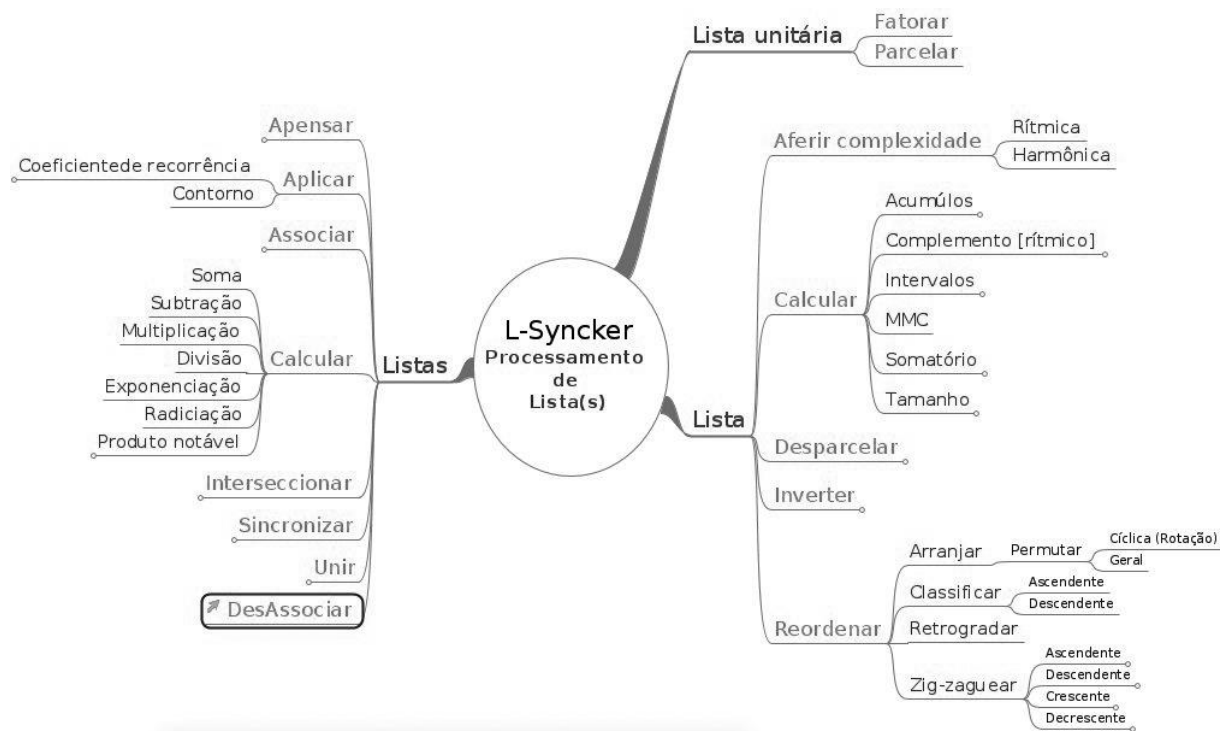


Figura 4: Nova categorização de operação com listas

A princípio, dando respaldo estratégico para a prática e pedagogia composicionais, essa biblioteca de operações de processamento de listas dará luz à próxima linhagem de aplicativos.

4. Considerações finais

Temos notado a presença de poucos estudos que contemplem equilibradamente entes do campo interdisciplinar Composição Musical, Matemática e Ciência da Computação. Das referências levantadas, há sempre uma tendência de o assunto proposto por uma dessas três áreas sobrecarregar o entendimento das outras envolvidas. Por isso, temos investido em abordagens composicionais, matemática computacionais simples e extensíveis. Dessa forma, podemos alcançar estudantes e estudiosos delas pertencentes.



Logo no início das atividades do grupo de pesquisa, surgiu a necessidade de organização dos conhecimentos adquiridos, tanto para que fosse possível realizar um melhor acompanhamento das atividades quanto para planejar os desenvolvimentos futuros. Nesse sentido, a modelagem matemática se mostrou o guarda-chuva apropriado para abarcar todo esse conjunto e delimitar o escopo das novas atividades.

Como perspectivas a médio prazo, os trabalhos da pesquisa apontam para a elaboração de novos procedimentos que atualmente estão sendo chamados de Instrumentação numérica e Aferição de complexidade harmônica. A instrumentação numérica consiste na utilização de representações e operações próprias do sistema binário para assistir na escolha de possibilidades envolvidas na instrumentação de um material pré-composicional. Alguns resultados didáticos já foram obtidos em sala de aula, durante exercícios da disciplina Oficina de Composição. Temos em andamento o teste de aplicação da instrumentação binária na composição de repertório constituído por uma obra camerística e uma composição eletroacústica. O relatório da pesquisa, testes e resultados obtidos deverão fazer parte de um material futuro, cuja publicação está prevista para o segundo semestre de 2014.

Referências:

ADAMS, Charles R. Melodic contour topology. **Ethnomusicology**, Vol. 20, No. 2 (May, 1976), p. 179-215. University of Illinois Press. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/851015>>. Acesso em: 28 mar. 2014.

ARDEN, Jeremy. **Focussing the Musical Imagination**: exploring in composition the ideas and techniques of Joseph Schillinger. Phd Thesis. The Department of Music, City University, London, 1996. Disponível em: <<http://www.januszpodrazik.com/downloads/Schillinger.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2014.

BENTES SOBRINHA, Maria Dulce Picanco; DANTAS, Victor Vitoriano; SILVA, Alexandre Reche e. **PD-Syncker**: uma biblioteca de objetos baseados nas técnicas do sistema schillinger de composição musical (sscm). Recife: UNESP, 2013. Disponível em: <<http://www.portalpet.feis.unesp.br/media/grupos/pet-informatica-recife/atividades/xviii-enapet-recife-pe/artigos/PD-SYNCKER%20UMA%20BIBLIOTECA%20DE%20OBJETOS%20BASEADOS%20NAS%20T%C3%89CNICAS%20DO%20SISTEMA%20SCHILLINGER%20DE%20COMPOSI%C3%87%C3%83O%20MUSICAL%20%28SSCM%29.pdf>>. Acessado em: 28 mar. 2014.

COPE, David. **Techniques of the contemporary composer**. New York: Schirmer Cengage, c1997.

DIZ-JEREZ, Gustavo. **Algorithmic music**: using mathematical models in music composition. [s. l.] 2000. 284. Thesis (Doctor of Musical Arts). Manhattan School of Music.



JONES, Barry. **The Composer Algorithm Assistant: Based on Schillinger System of Musical Composition.** [s. l.] 2013. 123 f. Thesis (Doctor in Professional Studies on Computing). Pace University.

MORAIS JÚNIOR, Agamenon C.; SILVA, Alexandre Reche e. Funções recursivas e resultantes de interferências aplicadas à geração de material pré-composicional. In: CONGRESSO DA ANPPOM, 22., 2012, João Pessoa. **Produção de conhecimento na área de música.** João Pessoa: [s. n.], 2012. p. 1072-1079

MORAIS JÚNIOR, Agamenon C.; SILVA, Alexandre Reche e. Uso de ferramentas matemáticas expandindo técnicas do Sistema Schillinger de Composição Musical com vistas à elaboração de material pré-composicional. In: CONGRESSO DA ANPPOM, 23., 2013, Natal. **Produção de conhecimento científico, artístico, tecnológico e filosófico na área de música: perspectivas e desafios atuais.** Natal: [s. n.], 2013. p. 1-8

RANKIN, Matthew. **A Computer Model for the Schillinger System of Musical Composition.** 2012. Australian National University, 2012.

SAMPAIO, Marcos S; KRÖGER, Pedro. **Goiaba:** a software to process. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPOSIÇÃO MUSICAL, 12., 2009, Recife. [s. n.], 2009. p. 1 – 4.

SCHILLINGER, Joseph. **The Schillinger System of Musical Composition.** Harwich Port: Clock & Rose: 2004. v1.

SILVA, Alexandre Reche e. **Propondo um modelo para acompanhamento do processo Composicional.** Ictus - Periódico do PPGMUS/UFBA, Salvador, v. 11, n. 1, p. 10 - 28, 2010.

SILVA, Alexandre Reche e; BEZERRA, Giuliana; GAGLIANO, Gabriel. A. **J-Syncker, versão beta (0.7.1)**, aplicativo para geração de material pré-composicional baseado em uma interpretação computacional do “Sistema Schillinger de Composição Musical”, 2013. Disponível em <<http://j-syncker.weebly.com/>>. Acessado em: 28 mar. 2014.