

***Quattro Pezzi per Orchestra* de Scelsi sob a ótica da Análise Musical Assistida por Computador**

Ivan Eiji Simurra¹⁻², Igor Leão Maia², Jônatas Manzolli¹⁻²

¹Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora – NICS/UNICAMP
Rua da Reitoria, 165 – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” – CEP: 13 083 – 872 –
Campinas – São Paulo - Brasil

²Instituto de Artes – UNICAMP
Rua Elis Regina, 50 – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” – CEP: 13 083 – 854 –
Campinas – São Paulo – Brasil

{ieysimurra,igorleaomaia,jotamanzo}@gmail.com

Abstract. *We present a collaborative work in music analysis between music score and computational support with the use of audio descriptors. This methodology was used to analyze the first movement of Giacinto Scelsi's Quattro Pezzi per Orchestra. We aim to identify and to evaluate the brightness level by the relevance of the choice of musical instruments and music dynamics.*

Resumo. *Apresentamos o trabalho colaborativo de análise musical entre a partitura e o suporte computacional, com a utilização de descritores de áudio. Esta metodologia foi utilizada para analisar o primeiro movimento das Quattro Pezzi per Orchestra, de Giacinto Scelsi. Nosso objetivo foi identificar e avaliar o índice de percepção de “brilho sonoro” pela relevância da escolha de determinados instrumentos musicais e intensidades sonoras.*

1. Introdução

O trabalho de análise realizado diretamente pela partitura musical disponibiliza resultados consideráveis por ressaltar aspectos estéticos e conceituais do planejamento particular do compositor. Contudo, muitas vezes, a análise realizada somente pela partitura pode não ser suficiente para a compreensão macro e microestrutural do universo timbrístico. Uma das possibilidades de expansão das ferramentas de análise musical são os modelos e os suportes computacionais os quais analisam e descrevem as características do comportamento do espectro de frequência de um sinal sonoro. Essas ferramentas são denominadas como descritores de áudio.

O compositor italiano Giacinto Scelsi desenvolveu seu projeto composicional com o objetivo de extrapolar as particularidades da notação simbólica, de uma partitura, face a complexidade timbrística de uma única nota musical. Scelsi explora as mudanças de instrumento ou mesmo os diversos modos de ataque e técnicas de execução instrumental de forma a ressaltarem diferentes aspectos do comportamento do espectro de frequência de uma única nota musical. A sua obra *Quattro Pezzi per Orchestra* desenvolve-se, predominantemente, por intermédio deste projeto composicional. A quantidade de instrumentos de metais e a intensidade sonora, resultando em sonoridades mais “brilhantes”, estabelece pilares estruturantes da forma musical do primeiro movimento das *Quattro Pezzi per Orchestra*. Para enfatizar ainda mais esses momentos,

o compositor altera a percepção do timbre desses pilares ao empregar técnicas instrumentais específicas de cada instrumento, como *tremolo* nas cordas ou com a utilização de *sordinas*, nos metais. A motivação principal da análise do primeiro movimento das *Quattro Pezzi per Orchestra* é realizar um trabalho colaborativo entre a partitura e o suporte computacional, com o uso dos descritores de áudio, para identificar aspectos os quais manipulam a percepção de brilho timbrístico.

As próximas duas seções deste artigo apresentam, respectivamente, os descritores de áudio utilizados para a realização das análises musicais (seção 2) e a metodologia do trabalho de pesquisa (seção 3). As seções subsequentes descrevem os resultados obtidos (seção 4); as análises e considerações a partir dos resultados (seção 5); as discussões e conclusões (seção 6) e os futuros trabalhos (seção 7).

2. Descritores de Áudio

Os recentes métodos de análise e composição com suporte computacional, possibilitam a extração de vários parâmetros ou curvas os quais descrevem características sonoras a partir do espectro de frequências. Muitos desses modelos computacionais focam a “recuperação da informação musical” ou simplesmente MIR (“*Music Information Retrieval*”) [BYRD; FINGERHUT, 2009]. Utilizou-se dois descritores os quais relacionam-se com a região do espectro de frequência na qual concentra-se a maior quantidade de magnitude, denominado centroide espectral [Theodoridis & Koutrumbas, 2009]. Utilizou-se, ainda, uma medida psicoacústica relativa à percepção de intensidade sonora, denominada loudness, como definida em Thiede (1999).

3. Metodologia

A primeira etapa do processo de análise se concentrou em segmentar a gravação sonora do primeiro movimento das *Quattro Pezzi per Orchestra* em curtos e distintos arquivos de áudio. A gravação utilizada foi a comercialmente disponibilizada pela gravadora ACCORD¹ e possui os seguintes parâmetros: 16 Bits, 44.110 Hz. Para realizar a segmentação sonora, utilizou-se o software Audacity². Como suporte para a segmentação do áudio, utilizou-se a partitura original da obra³. Desta forma, foi possível parear os elementos simbólicos encontrados na partitura com os segmentos de áudio. Uma análise inicial da partitura demonstra que há distintos agrupamentos de alturas, articulações e inflexões microtonais. A demarcação desses pontos guiou a segmentação sonora como por exemplo: o “ataque” ou a entrada de um instrumento musical específico, o comportamento dinâmico das intensidades musicais e os diversos modos de articulação e técnicas instrumentais. Cada segmento sonoro do áudio foi relacionado aos parâmetros e as alterações supracitadas. No total, definiu-se 36 segmentos apresentados a seguir:

segmentação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
partitura	cps.: 01 - 02	Cps.: 2 - 5	Cps.: 5 - 7	Cps.: 7 - 8	Cps.: 8 - 10	Cps.: 10 - 11	Cps.: 11 - 12	Cps.: 12 - 12	Cps.: 12 - 12	Cps.: 12 - 12	Cps.: 12 - 13	Cps.: 13 - 13	Cps.: 13 - 13	Cps.: 13 - 13	Cps.: 13 - 14	Cps.: 14 - 17	Cps.: 17 - 18	Cps.: 18 - 19
segmentação	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
partitura	Cps.: 19 - 19	Cps.: 19 - 19	Cps.: 20 - 20	Cps.: 20 - 20	Cps.: 21 - 21	Cps.: 21 - 22	Cps.: 22 - 25	Cps.: 25 - 27	Cps.: 27 - 28	Cps.: 28 - 30	Cps.: 30 - 31	Cps.: 31 - 31	Cps.: 31 - 32	Cps.: 32 - 33	Cps.: 34 - 35	Cps.: 36 - 37	Cps.: 37 - 38	Cps.: 38 - 39

Figura 1: Tabela com os trinta e seis segmentos sonoros.

¹ Para mais informações, ver <http://www.discogs.com/Giacinto-Scelsi-Quattro-Pezzi-Per-Orchestra-Anahit-Uaxuctum/release/997365>. Data de Acesso: 18/08/2013

² AUDACITY – Disponível em: <http://audacity.sourceforge.net/>. Data de Acesso: 18/08/2013.

³ SCELSEI, G. – *Quattro Pezzi per Orchestra* – Editions Salabert, Paris.

Definida a segmentação, considerou-se a análise a partir da partitura, concentrando-se no efetivo instrumental e nas dinâmicas musicais simbólicas, em cada segmento sonoro. A etapa conseguinte concentrou-se em extrair as informações estatísticas adquiridas por intermédio dos descritores de áudio. Utilizou-se o software Sonic Visualizer⁴ para a extração das informações de centroide espectral. Para a extração das informações em Loudness, utilizou-se a biblioteca de funções PDescriptors⁵, dentro do ambiente virtual PureData (PD)⁶. O nosso objetivo é verificar se há elementos de similaridade, continuidade ou contrastes sonoros entre os segmentos sonoros, a partir das relações entre as análises realizadas pela partitura e pela gravação sonora.

4. Análise dos Resultados

A Figura, a seguir, apresenta a quantidade de instrumentos musicais, eixo “y”, de cada naipe orquestral (representados pelas seguintes marcações: “losango” para madeiras; “quadrado” para metais; “triângulo” para a percussão e; “círculo” para as cordas):

	01 - 02	2 - 5	5 - 7	7 - 8	8 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 12	12 - 12i	12 - 12ii	12 - 13	13 - 13i	13 - 13ii	13 - 14	14 - 17	17 - 18	18 - 19	
Madeiras	1	2	5	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	4	
Metais	4	4	4	2	3	3	7	1	7	1	7	1	7	1	7	2	4	
Percussão	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
Cordas	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	
	19 - 19i	19 - 19ii	20 - 20i	20 - 20ii	21 - 21i	21 - 21ii	22 - 22i	22 - 22ii	27 - 28	28 - 30	30 - 31	31 - 31i	31 - 31ii	32 - 33	34 - 35	36 - 37	37 - 38	38 - 39
Madeiras	1	5	6	1	6	1	2	0	2	6	4	6	3	0	0	0	0	0
Metais	3	3	4	4	7	6	1	2	2	8	0	8	0	1	2	2	1	1
Percussão	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
Cordas	3	3	3	0	3	3	2	4	4	4	1	0	0	1	3	2	2	1

Figura 2: Quantidade de instrumentos musicais de cada segmento sonoro.

Os próximos resultados foram coletados a partir dos descritores de áudio. A Figura, a seguir, apresenta os dados, normalizados, de centroide espectral e de Loudness da segmentação sonora:

segmentos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
centroide (Hz)	0.34785712	0.44136515	0.36047192	0.31836814	0.45767115	0.34944385	0.62688535	0.30726179	0.54086188	0.36730159	0.58313855	0.34609559	0.55876356	0.29104819	0.36750641	0.3764105	0.47268559	0.52187897
segmentos	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
centroide (Hz)	0.36097053	0.4463619	0.27384556	0.48370948	0.29113298	0.5517754	0.46391169	0.53254867	0.71804034	0.79422375	0.49778165	1	0.33460863	0.2634158	0.38694772	0.30984691	0.45319374	0.9210829
segmentos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
loudness	0.00313684	0.01190119	0.07179823	0.02563249	0.01952623	0.05840593	0.21843591	0.18668157	0.49080343	0.28365203	1	0.29216705	0.55290746	0.2809107	0.07312896	0.0010294	0.00400929	0.04318734
segmentos	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
loudness	0.19051251	0.41980759	0.67831384	0.9619547	0.37110079	0.0341872	0.00357582	0.00059206	0.20452122	0.27276019	0.46759304	0.42997902	0.02302404	0.00158393	0.00123186	0.00106637	0.00018943	4.35546-05

Figura 3: Tabelas do comportamento da Centroide Espectral (acima) e Loudness (abaixo) de cada segmento sonoro.

5. Análise

Pelos resultados obtidos a partir da metodologia desenvolvida neste trabalho de pesquisa, há uma proeminente relação dos dados extraídos a partir da gravação sonora com algumas características simbólicas, a partir da análise da partitura. É possível definir três agrupamentos distintos de segmentos sonoros. Estes agrupamentos distinguem os principais comportamentos das medidas e parâmetros utilizados nesse trabalho de análise, tanto no domínio das análises via descritores de áudio quanto nas análises simbólicas, pela partitura musical: Grupo I (segmentos 07 a 15, Cps.: 11 – 12 até Cps.: 13 – 14); Grupo II (segmentos 18 a 24, Cps.: 18 – 19 até Cps.: 21 – 22) e Grupo III (segmentos 27 a 30, Cps.: 27 – 28 até Cps.: 31 – 31).

⁴ SONIC VISUALIZER. Disponível em: www.sonicvisualiser.org. Data de acesso: 16 de agosto de 2013.

⁵ MONTEIRO, A. PDescriptors. Disponível em <https://sites.google.com/site/pdescriptors/>. Data de acesso: 16 de agosto de 2013.

⁶ PureData. Disponível em: www.puredata.org. Data de acesso: 16 de agosto de 2013.

6. Discussão e Conclusão

Apresentamos um estudo sobre o uso de descritores de áudio na análise de obras musicais, via gravação sonora, à qual possa ser relacionada também com o trabalho de análise musical a partir da sua representação simbólica, a partitura musical.

O principal aspecto desenvolvido neste trabalho concentrou-se na análise timbrística, à qual relaciona-se com a percepção do “brilho” de um som. Tomando por base toda trajetória do trabalho de análise, podemos comprovar duas características marcantes acerca da análise da percepção de brilho ou Centroide Espectral do som: a) a presença de instrumentos de metais e b) a percepção de intensidade sonora ou Loudness. Na obra de Scelsi, percebe-se momentos de alto índice de “brilho sonoro” mesmo com o âmbito restrito à uma altura musical. Os três agrupamentos mais proeminentes, a partir dos descritores utilizados, compartilham as mesmas características musicais: as dinâmicas musicais com maior intensidade e a técnica instrumental de *tremolo* ou *frullato*. Tais modos de ataque instrumental adicionam uma maior quantidade de ruído, aumentando os índices de centroide espectral. O projeto composicional de Scelsi ressalta aspectos os quais não estão evidenciados somente no âmbito da partitura. A análise, via descritores de áudio, demonstrou a complexidade informacional de uma única uma nota musical.

7. Projeções

Realizamos outras medidas com novos descritores de áudio para extrair aspectos relacionados com distribuição estatística da energia do espectro a partir de bandas de frequência relacionadas com as classes de alturas musicais. Além disso, realizamos outras análises concentrando-se em outros dados adquiridos por intermédio da partitura musical. Estes resultados serão abordados em publicações futuras.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio da FAPESP à bolsa de doutorado, processo: 2011/23972-2, à bolsa de mestrado, processo: 2011/16715-3 e ao CNPq aos projetos no. 477343/2010-4 e no. 304064/2010-6.

Referências Bibliográficas

- Byrd, D.; Fingerhut, M. (2002) “The History of ISMIR – A Short Happy Tale”. D-lib Magazine, Vol. 8, No. 11, 2002.
- Elezovic, I. (2007) “Scelsi’s Approach to The Third Dimension in “Quattro Pezzi (su Una nota Sola). Dissertation. University of Illinois.”
- Peeters, G. (2004) “A Large Set of Audio Features for Sound Description (Similarity and Classification)” in the CUIDADO Project, CUIDADO I.S.T. Project Report.
- Reish, G. N. (2006) “Una nota sola: Giacinto Scelsi and the genesis of music on a single note”. Journal of Musicological Research, 25: 149 – 186.
- Theodoridis, S.; Koutroumbas. (2009) “Pattern Recognition”. Academic press, Third Edition. 967 pgs.
- Thiede, T. (1999). “Perceptual Audio Quality Assessment using a Non-Linear Filter Bank”. Vom Fachbereich Elektrotechnik der Technischen Universität. Berlin zur Erlangung des akademischen Grades. genehmigte Dissertation.