

Comparação de contornos intervalares como parâmetro para medição de similaridade

Carlos de Lemos Almada (UFRJ)

Resumo: Inserido em uma pesquisa abrangente, voltada para aplicações analíticas e composicionais dos princípios schonberguianos da variação progressiva e da *Grundgestalt*, este artigo apresenta a elaboração de um algoritmo destinado ao cálculo do coeficiente de similaridade de uma determinada variação, a partir da forma referencial que lhe dá origem, levando-se em conta apenas o domínio intervalar. O conceito de classe de contorno (MORRIS, 1987), bem como alguns de seus desdobramentos, são centrais para a implementação desse algoritmo.

Palavras-chave: Classe de contorno. Contornos intervalares. Variação progressiva. *Grundgestalt*. Similaridade melódica.

Comparison of Intervallic Contours as a Parameter for Measurement of Similarity

Abstract: As a part of a broader project research, focused on the analytical and compositional applications of the Schoenbergian principles of developing variation and *Grundgestalt*, this paper presents the elaboration of an algorithm for the calculation of the similarity coefficient of a given variation related to a referential form from which is originated, considering only the intervallic domain. The concept of contour class (MORRIS, 1987) and some of its other related issues are central to the implementation of this algorithm.

Keywords: Contour class. Intervallic contours. Developing variation. *Grundgestalt*. Melodical similarity.

Este artigo integra-se ao estágio atual de um projeto de pesquisa dedicado ao estudo sistemático de aplicações dos princípios de variação progressiva (originalmente *developing variation*) e *Grundgestalt*, ambos elaborados por Arnold Schoenberg.¹ Nesta fase, que se segue ao estabelecimento de terminologia, simbologia e recursos gráficos destinados à elaboração de um modelo analítico (ALMADA, 2012b), são desenvolvidas ferramentas específicas visando a implementação do Sistema-Gr de composição musical (ALMADA, 2013) a partir dos pressupostos teóricos acima mencionados. Uma de tais ferramentas é o programa computacional GENEMUS que, essencialmente, gerencia a produção de variações a partir de uma dada ideia musical básica (a *Grundgestalt*).²

Um dos módulos integrantes de tal programa destina-se à comparação de contornos entre abstrações das configurações intervalares da forma matriz e das inúmeras formas

ALMADA, Carlos de L. Comparação de contornos intervalares como parâmetro de medição de similaridade. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE TEORIA E ANÁLISE MUSICAL, 3., 2013, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ECA-USP, 2013.

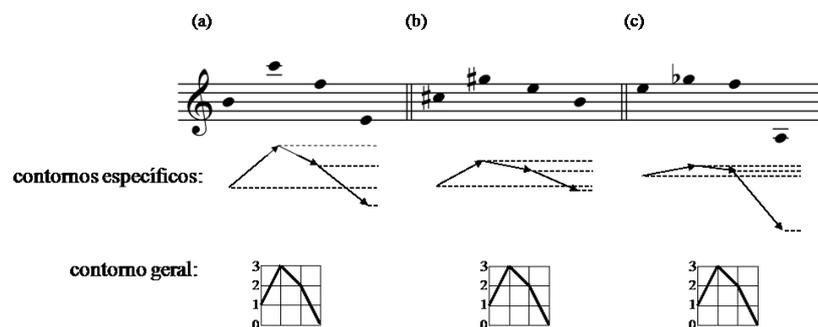
¹ Para detalhes sobre conceituação de tais princípios, bem como sobre as motivações para a criação do projeto, ver ALMADA (2012a).

² A apresentação e o detalhamento do GENEMUS são tratados em um artigo atualmente em preparação.

variantes que, a partir dela, possam ser produzidas, visando estabelecer, da maneira mais precisa possível, suas relações de similaridade. Isto é realizado por intermédio de um algoritmo especialmente desenvolvido para tal finalidade, a partir do conceito de “classes de contorno” (*contour-classes*), criado por Robert Morris (1987). O presente artigo tem justamente como objetivo principal descrever seu emprego no processo de elaboração do módulo de cálculo de similaridade entre contornos intervalares.

Classes de contorno

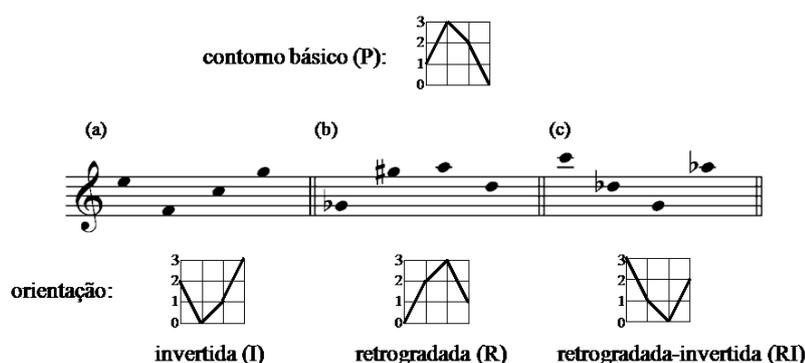
Um dos mais importantes conceitos introduzidos por Morris em seu influente livro *Composition with pitch-classes* (MORRIS, 1987) diz respeito ao princípio de classes de contorno. Analogamente ao que se observa na relação entre as doze classes de alturas e sua exaustiva organização, realizada por Allen Forte (1973), em um número finito de classes de conjuntos (*pitch-set classes*) com três a nove elementos componentes, as classes de contorno representam a generalização de todas as possíveis sequências melódico-intervalares (considerando-se determinadas cardinalidades) em um número reduzido de possibilidades. Uma classe de contorno, portanto, identifica tão-somente a topografia básica de um segmento ordenado de intervalos melódicos, desconsiderando as diferenças entre suas quantidades. Assim, as três sequências apresentadas no Ex.1 são de mesma classe de contorno, a despeito de suas evidentes diferenças superficiais. O que leva a tal constatação é o fato de que todos os casos poderiam ser descritos da mesma maneira genérica, numa sucessão de três etapas intervalares: “(1ª) movimento ascendente, alcançando o ponto máximo do contorno; (2ª) movimento descendente, alcançando um ponto intermediário entre aqueles estabelecidos na etapa anterior; (3ª) novo movimento descendente, alcançando o ponto mínimo”. É o fato de compartilharem tal “narrativa” que permite dizer que os três casos possuem o mesmo contorno geral ou, em outros termos, que eles pertencem à mesma classe de contorno, ainda que seus respectivos contornos específicos mostrem-se consideravelmente distintos.



A percepção de relações de semelhança e contraste entre duas sequências melódicas é fortemente associada às configurações de seus contornos intervalares, o que é há séculos intuitivamente conhecido e aproveitado pelos compositores, especialmente em processos

de variação. Recentemente, pesquisas ligadas ao campo da cognição musical, baseadas em estudos empíricos, têm constatado que a capacidade de reconhecimento e retenção na memória de contornos melódicos faz parte do processamento mental tanto de músicos quanto de não músicos (SOLOBODA, 1986: 183-185) e até mesmo de recém-nascidos (ibid.: 198-199).³

A partir de tais considerações, tornou-se lógico para os propósitos desta pesquisa adotar a conformidade de classes de contorno como o critério primordial para o estabelecimento de similaridade entre sequências intervalares de mesma cardinalidade. Entretanto, embora seja inicialmente necessário para tal fim constatar que dois trechos melódicos pertencem (ou não) à mesma classe de contorno, isso não é suficiente para a determinação precisa de seu grau de parentesco. Uma classe de contorno, por definição, abrange não apenas todas as possíveis configurações intervalares superficiais que porventura compartilhem a mesma orientação (como as apresentadas no Ex.1), como também aquelas que são invariantes sob operações de inversão, retrogradação e retrogradação invertida (Ex.2).



Ex. 2 – Outras possibilidades de orientação da classe de contorno do Ex.1

Tendo como base as classes de contorno que formam a tipologia proposta por Morris (1987: 32) e com o acréscimo de suas quatro orientações (P, I, R e RI, quando é o caso),⁴ chega-se ao esquema exaustivo de possibilidades apresentado na Fig.1. Como se observa, são apenas catalogadas as classes com cardinalidade menor ou igual a 4. Compreensivelmente, ultrapassar tal limite inviabilizaria a listagem de novas alternativas, considerando-se a proliferação de combinações resultante, em progressão geométrica.⁵

³ Ver também DOWLING (1978) para um interessante e esclarecedor estudo sobre a importância do contorno para o reconhecimento de padrões melódicos.

⁴ As classes 2-1, 3-1, 4-1, 4-3, 4-7 e 4-8 apresentam apenas duas orientações (P e I), o que se deve à simetria de suas configurações internas. Nestes casos ocorre a assim chamada invariância-RI (*RI-invariance*).

⁵ Mais precisamente, o número total de orientações (n) possíveis para classes de contorno com cardinalidade c é obtido a partir da aplicação da fórmula: $n = c!$ Assim: para $c = 1 \rightarrow n = 1$; $c = 2 \rightarrow n = 2$; $c = 3 \rightarrow n = 6$; $c = 4 \rightarrow n = 24$; $c = 5 \rightarrow n = 120$; $c = 6 \rightarrow n = 720$; $c = 7 \rightarrow n = 5040$ etc.

cardinalidade	classe de contorno	orientações			
		P	I	R	RI
2	2-1	 <01>	 <10>		
3	3-1	 <012>	 <210>		
	3-2	 <021>	 <201>	 <120>	 <102>
4	4-1	 <0123>	 <3210>		
	4-2	 <0132>	 <3201>	 <2310>	 <1023>
	4-3	 <0213>	 <3120>		
	4-4	 <0231>	 <3102>	 <1320>	 <2013>
	4-5	 <0312>	 <3021>	 <2130>	 <1203>

Fig. 1 – Classes de contornos com cardinalidades 2, 3 e 4 e suas orientações específicas

Consequentemente, contornos melódicos com cardinalidade maior ou igual a cinco elementos (o que é equivalente a uma sequência de quatro intervalos) só poderão ser avaliados pelo modelo comparativo se “quebrados” em grupos menores, o que consiste na solução ótima encontrada para o problema. O Ex.3 apresenta algumas possibilidades de segmentação de uma sequência de seis elementos (cinco intervalos).

(a) contorno original (c = 6)



(b) 4+2



(c) 3+3



(d) 2+4 (etc.)



classes de contorno: <2013> 4-4 (RI) <10> 2-1 (I) <201> 3-2 (I) <120> 3-2 (R) <10> 2-1 (I) <1230> 4-6 (R)
(orientações):

Ex. 3 – Possíveis segmentações para um contorno intervalar com cardinalidade além do limite estabelecido

Comparação de similaridade

O módulo do programa destinado ao reconhecimento da relação de semelhança entre duas sequências intervalares de mesma cardinalidade (mais especificamente, a forma referencial e uma de suas variantes) abrange duas sub-rotinas que atuam em série, identificadas por suas respectivas funções: a primeira delas (SR_1) determina as classes de contorno das formas envolvidas, o que serve de base para a segunda etapa (SR_2), que reconhece suas orientações específicas. Os dados obtidos possibilitam a adequada comparação entre ambos os contornos e, subsequentemente, o cálculo do *coeficiente de similaridade* (C_s) da forma variante, cujo valor é retornado como *output* (Fig.2).

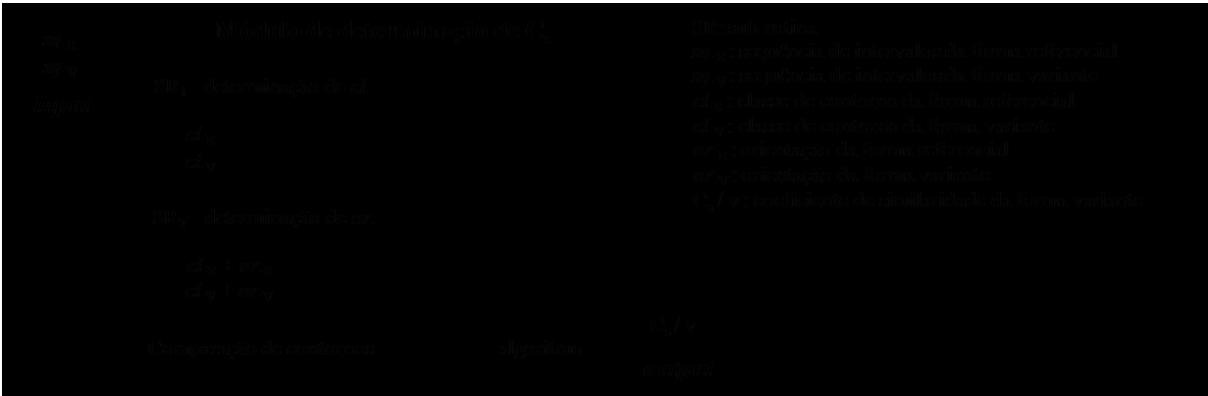
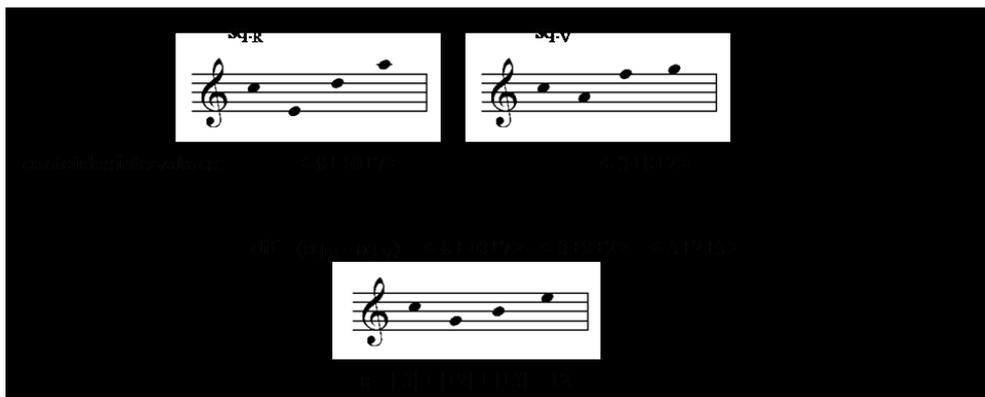


Fig. 2 – Esquema gráfico do módulo para determinação do C_s de uma forma variante

Consistindo num dos mais importantes conceitos elaborados na presente pesquisa, o coeficiente de similaridade é uma grandeza que mede o grau de parentesco entre duas formas abstratas, tomando uma delas como referencial, a partir de sua relação com a origem considerada (a *Grundgestalt*). Apresenta-se como um valor numérico centesimal, limitado entre 1,00 (relação de identidade) e 0,00 (contraste absoluto), e resulta, basicamente, da aplicação da fórmula: $C_{s/V} = C_{s/R} - p$, onde $C_{s/V}$ é o coeficiente de similaridade da forma variante, $C_{s/R}$ é o coeficiente de similaridade da forma referencial (por definição, igual a 1,00) e p é o conjunto total de penalidades correspondentes ao grau de

diferenciação entre ambas as formas. Portanto, a determinação precisa desta última variável corresponde ao cerne de todo o processo do cálculo, para o qual foi elaborado o algoritmo.

O valor de p depende, por sua vez, de uma série de circunstâncias contextuais. A primeira delas consiste na diferença das quantidades intervalares das sequências consideradas, resultando no vetor *dif*, que corresponde, grosso modo, ao desvio da forma variante em relação à referencial (Ex.4).⁶ A soma dos valores absolutos das entradas do vetor *dif* (s) torna-se um parâmetro quantitativo decisivo para a aplicação do algoritmo para cálculo das penalidades, como será adiante apresentado.



Ex. 4 – Diferença de conteúdos entre duas sequências intervalares – determinação do vetor *dif* e de s

Outro elemento influente na construção do algoritmo é o *padrão direcional* (*pd*), que consiste na configuração de movimentos ascendentes e descendentes de uma dada sequência (neste caso, não são consideradas as quantidades em semitons). É interessante constatar que formas provenientes de diferentes classes de contorno podem apresentar idêntico *pd*, como mostra o Ex.5.

	(a)	(b)	(c)
cl. (or):	4-2 (RI)	4-4 (RI)	4-6 (I)
pd	<-++>	<-++>	<-++>

Ex. 5 – Sequências intervalares de classes de contorno distintas com mesmo padrão direcional

A conjunção de tais elementos propicia enfim a adequada implementação do algoritmo, cujo fluxograma é apresentado na Fig.3.

⁶ Os valores numéricos das sequências são relacionados às quantidades de semitons de seus intervalos; os sinais positivos e negativos indicam, respectivamente, movimentos ascendentes e descendentes.

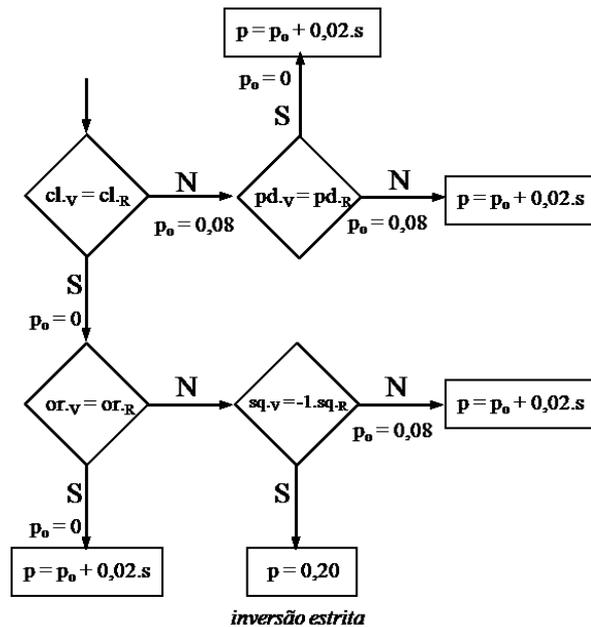


Fig. 3 – Fluxograma do algoritmo de cálculo de penalidades para a determinação do C_s/v

Como se observa, p é uma grandeza acumulativa que depende das condições vigentes. Excetuando-se apenas um caso, seu valor final é igual à soma das penalidades parciais (p_0) com o produto da variável s pela constante 0,02 (determinada por meios empíricos). A única exceção corresponde ao caso de inversão estrita, cuja penalidade é afixada (também empiricamente) em 0,20. Este ajuste busca capturar a intuição de que sequências intervalares simetricamente espelhadas (ou seja, idênticas em conteúdo, porém com padrões direcionais opostos) são percebidas como consideravelmente semelhantes.

Por fim, o Ex.6 apresenta os resultados da aplicação do módulo de cálculo do coeficiente de similaridade para algumas variantes produzidas a partir de uma mesma sequência intervalar referencial.

Ex. 6 – Cálculo do C_s de cinco variantes a partir de uma dada sequência intervalar referencial

Conclusões

O módulo de cálculo do coeficiente de similaridade entre formas abstratas intervalares – atualmente em fase de testes dentro do programa GENEMUS – tem se mostrado eficaz e consideravelmente consistente e robusto, o que não descarta a possibilidade de que ajustes eventuais possam ainda ser realizados (especialmente relacionados às constantes atualmente estabelecidas), visando seu contínuo aperfeiçoamento.

Outro módulo análogo no programa é destinado ao cálculo da similaridade entre formas abstratas rítmicas, com a adoção de estratégias semelhantes àquelas aqui apresentadas. Contudo, a inexistência no domínio das durações de um conceito básico como o de classe de contorno obrigou a criação de novos critérios para a elaboração do algoritmo correspondente, a serem comentados e detalhados em um futuro artigo.

Referências

- ALMADA, Carlos de L. O Sistema-Gr de composição musical baseada nos princípios de variação progressiva e *Grundgestalt*. *Música e Linguagem*, Vitória, vol. 2, n. 1, p.1-16, 2013.
- _____. Aplicações composicionais de um modelo analítico para variação progressiva e *Grundgestalt*. *Opus*, Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2012a.
- _____. Um modelo analítico para variação progressiva e *Grundgestalt*. In: XXII ENCONTRO ANUAL DA ANPPOM, 2012. João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: UFRN, 2012b.
- DOWLING, W. Jay. Scales and contour: Two components of a theory of memory for melodies. *Psychological Review*, vol.85, no.4, p.341-354, 1978.
- FORTE, Allen. *The structure of atonal music*. New Haven: Yale University Press, 1973.
- MORRIS, Robert D. *Composition with pitch-classes: A theory of compositional design*. New Haven: Yale University Press, 1987.
- SLOBODA, John A. *The musical mind: the cognitive psychology of music*. Nova Iorque: Oxford University Press, 1986.

.....

Carlos Almada é professor adjunto da Escola de Música da UFRJ, atuando como docente nos níveis de Graduação e Pós-Graduação. É doutor e mestre em Música pela UNIRIO, ambos os cursos com pesquisas voltadas para análises estruturais da *Primeira Sinfonia de Câmara* op. 9, de Arnold Schoenberg. É compositor, com diversas obras apresentadas em edições da Bienal de Música Brasileira Contemporânea, bem como registradas em CDs pela gravadora Ethos Brasil. Atua também na música popular como arranjador, com inúmeros trabalhos gravados recentemente. É autor dos livros *Arranjo* (Editora da Unicamp, 2001), *A estrutura do choro* (Da Fonseca, 2006) e *Harmonia funcional* (Editora da Unicamp, 2009), bem como coautor de uma série de 12 livros sobre música popular brasileira, publicados entre 1998 e 2010 pela editora americana MelBay. calmada@globocom