

## **A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.010-010>

### **Ednilson José Toledo Lázzari**

Doutorando em Musicologia na USP; Mestrado em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC (2004); Pós-graduação com especialização em Composição pela Faculdade Carlos Gomes (2000); Pós-graduação com especialização em Linguagem e Estruturação Musical pela Faculdade Carlos Gomes (1999); Graduação em Composição e Regência pela Faculdade de Artes Alcântara Machado - FAAM (1992).

Título: Doutorando em Música na Universidade de São Paulo (USP)

E-mail: [ednilsonlazzari@gmail.com](mailto:ednilsonlazzari@gmail.com)

LATTES: <https://lattes.cnpq.br/1911358400461360>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7796-6758>

### **Amilcar Zani Netto**

Professor Titular aposentado do Departamento de Música da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, aonde ocupou cargo de chefia no biênio 2010-2011. Inscrito desde 2015 no Programa "Professor Senior", é pianista, professor e pesquisador, possuindo também graduação em

Arquitetura pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Como pianista, sua formação inclui estudos com Helena Costa no Porto, Portugal e com Conrad Hansen em Hamburgo, Alemanha. Obteve graus de Mestre, Doutor e Livre-Docente em Música na Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Professor e orientador nos cursos de Graduação e Pos-Graduação da mesma Instituição, realizou diversos pós-doutorados, especificamente na Biblioteca do Congresso em Washington, D.C., Estados Unidos. Seus estudos e pesquisas focalizam o Romantismo em Robert Schumann, e a produção da Segunda Escola de Viena, com ênfase na Coleção Clara e Edward Steuermann. Dedicada especial atenção à pesquisa, estudo, divulgação e apresentações inéditas da música para piano a quatro mãos de obras de música de câmara transcritas por diversos compositores para esta formação.

Título: Doutor em Música

Vínculo: Universidade de São Paulo (USP)

E-mail: [amilcarzani@gmail.com](mailto:amilcarzani@gmail.com)

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4027335725395380>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9112-5444>

### **RESUMO**

O estudo tem como objetivo utilizar três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva na classificação das distâncias e agrupamentos dos acordes diatônicos nas tonalidades maior e menor, levando em consideração as quatro escalas tonais (Jônio, Eólio, Menor Harmônica e Menor Melódica), das vinte e quatro tonalidades, também levando em consideração as quatro escalas tonais, das quarenta e oito séries do Concerto para Violino de Alban Berg e de alguns conjuntos representantes de escalas na teoria musical. Os métodos empregados são: o Modelo de Contraste, que pondera as características comuns e distintas entre os objetos comparados (Tversky 1977); o Alinhamento Estrutural, que classifica as similaridades através da distinção entre dois tipos de diferenças e dois tipos de comunalidades (Gentner; Markman 1995, 1997; Goldstone 1994; Markman; Gentner 1990, 1993a, 1993b, 1993c, 1996); e a Transformação, que avalia as similaridades através do número de operações necessárias para transformar um objeto em outro (Chater; Hahn 1997; Hahn; Chater; Richardson 2003; Hahn; Richardson; Chater 2001).

**Palavras-chave:** Similaridades, Distâncias, Agrupamentos.



## 1 INTRODUÇÃO

Uma das questões importantes da psicologia é investigar como as pessoas julgam as similaridades para se tentar entender o funcionamento de diversos processos cognitivos, tais como a categorização. De acordo com a visão de similaridade, quando surgem novos itens, suas características são comparadas com as características já armazenadas de outros itens ou de um protótipo representante da categoria (por exemplo, Goldstone 1994b; Hampton 1995; Nosofsky 1986; Reed 1972; Rosch 1975; Rosch; Mervis 1975; Smith; Medin 1981). Nas situações de escolha, decisões podem ser tomadas baseadas nas similaridades com situações anteriores (por exemplo, Kahneman; Tversky 1984; Lindemann; Markman 1996; Markman; Medin 1995; Medin; Goldstone; Markman 1995; Slovic; Macphillamy 1974; Smith; Osherson 1989; Tversky 1972). Nas situações de resolução de problemas, novos problemas podem ser resolvidos usando procedimentos utilizados em problemas anteriores (por exemplo, Bassok 1990; Gick; Holyoak 1980; Novick 1990; Ross 1987, 1989). Três métodos desenvolvidos na psicologia cognitiva que tentam prever e explicar como as pessoas fazem julgamentos de similaridades são o Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação.

Os psicólogos que formularam métodos para se tentar entender como as pessoas fazem julgamentos de similaridades ressaltam que essas teorias devem ser testadas em vários domínios do conhecimento humano para que sejam avaliadas sua eficácia quanto ao que se propõem. Hahn, Chater e Richardson (2003, p.26), por exemplo, “recomendam a abordagem transformacional para estudos mais aprofundados e sugerem que o desenvolvimento de modelos transformacionais de similaridade mais detalhados pode valer a pena”. Mais à frente, ainda, Hahn, Chater e Richardson (2003, p.28), comentam que “uma teoria geral não pode ser restrita a demonstrações em qualquer contexto único. Consequentemente, futuras pesquisas também devem buscar aplicar a abordagem transformacional em diferentes domínios”. Para Hodgetts, Hahn e Chater (2009, p.76), “para ser útil como uma explicação cognitiva, uma abordagem transformacional como o RD precisa ser validada em uma ampla gama de domínios”<sup>1</sup>. Para Hahn, Richardson e Chater (2001, p.398), “outra área potencialmente interessante é aplicar a abordagem em diferentes domínios, particularmente aqueles que parecem precisar de representações estruturadas onde o RD possa ser utilizado de uma forma simples”. Segundo Markman e Gentner (1993c, p.464), “o mecanismo que determina a similaridade psicológica é um processo natural e aparentemente sem esforço que pode operar em uma ampla gama de tipos de estímulos”. Ponto de vista semelhante pode ser encontrado também em Gentner e Markman (1994, p.157). Sendo assim, este artigo se propõe a aplicar os três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva nas classificações das distâncias e agrupamentos dos acordes diatônicos em ambas tonalidades maior e menor, levando em consideração as quatro escalas tonais, das vinte e quatro tonalidades maiores e menores, também levando em consideração as quatro escalas tonais, das

---

<sup>1</sup> RD é a abreviação de *Representational Distortion*, que é um dos nomes dados em inglês ao modelo de transformação.

quarenta e oito séries do Concerto para Violino de Alban Berg e de alguns conjuntos representantes de escalas.

## 2 MÉTODOS EMPREGADOS

Tversky (1977) propôs que as similaridades entre os objetos fossem classificadas de acordo com um princípio de ponderação de suas características comuns e distintas que ele chamou de **Modelo de Contraste**. O Modelo de Contraste é baseado em uma equação de três argumentos que mede a similaridade entre os objetos A e B, expresso por  $S(A, B)$ , da seguinte forma:

$$S(A, B) = \theta f(A \cap B) - \alpha f(A - B) - \beta f(B - A)$$

$(A \cap B)$  significa as características compartilhadas por A e B (ver fig.1)

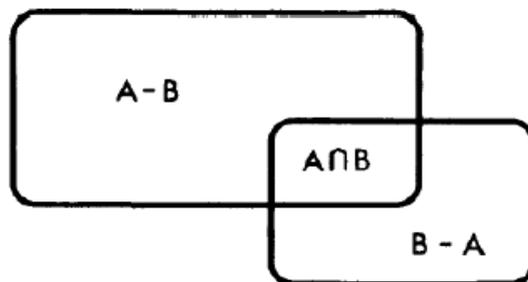
$(A - B)$  significa as características de A que B não possui

$(B - A)$  significa as características de B que A não possui

$\theta, \alpha, \beta$  são parâmetros que representam as respectivas características comuns e distintas

$f$  é uma medida de saliência das características

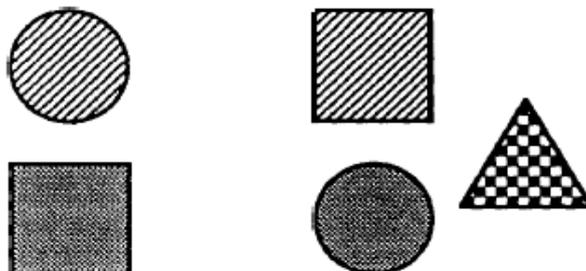
Figura 1 (Tversky 1977, p. 330, fig.1):  $(A \cap B)$  significa as características compartilhadas por A e B;  $(A - B)$  significa as características de A que B não possui;  $(B - A)$  significa as características de B que A não possui.



O **Alinhamento Estrutural** (Markman; Gentner 1990, 1993a, 1993b, 1993c, 1996; Gentner; Makman 1995, 1997; Goldstone 1994) classifica as similaridades entre os objetos através da distinção entre dois tipos de diferenças chamados de diferenças alinháveis e não alinháveis (Markman; Gentner 1993a), e dois tipos de comunalidades chamados de correspondências no lugar (MIP, *Match in Place*) e fora do lugar (MOP, *Match out Place*) (Goldstone 1994). As diferenças alinháveis são aqueles atributos ou características que dois objetos têm de diferentes, mas que correspondem através de alguma relação. As diferenças não alinháveis são aqueles atributos ou características que só um objeto tem e o outro não, ou seja, que não correspondem relacionamente. Por exemplo, se as duas configurações (esquerda e direita) da fig.2 são correspondidas com base na relação "acima", o fato de haver um círculo no topo de uma imagem e um quadrado no topo da outra

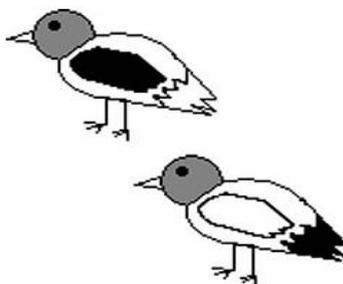
é considerado uma diferença alinhável porque são elementos diferentes baseados na mesma relação. O mesmo pode ser dito sobre a relação "abaixo" entre o quadrado e o círculo inferiores. Por outro lado, o triângulo do lado direito, que não corresponde a nada do lado esquerdo, é uma diferença não alinhável porque não há elemento correspondente.

Figura 2 (Markman; Gentner 1993a, p. 683, fig.1): exemplo de diferenças alinháveis e não alinháveis.



A correspondência no lugar (*Match in Place*, MIP) é uma característica compartilhada pelos objetos comparados que está exatamente no mesmo lugar, ou seja, conforme a fig.3, a cor cinza das cabeças dos pássaros está no mesmo lugar, ou seja, nas cabeças, um MIP, enquanto que a cor preta da asa e da cauda é uma correspondência fora do lugar, ou seja, um MOP (*Match out Place*).

Figura 3: (Hodgetts; Hahn; Chater 2009, p. 63, fig.1): exemplo de MIP e MOP.



Segundo Hahn, Richardson e Chater (2001, p.393), Chater e Hahn (1997) se basearam em um ramo da matemática chamado de Teoria da Complexidade de Kolmogorov para medir as transformações que avaliam as similaridades psicológicas (Li; Vitányi 1997). De acordo com essa teoria, a complexidade de uma representação é medida pelo comprimento do programa de computador que distorce uma representação em outra. As representações que podem ser geradas pelos programas mais curtos são simples e aquelas que são geradas por programas mais longos são complexas (Chater 1999). Por conseguinte, a Teoria da Complexidade de Kolmogorov serve como uma medida de similaridade. O grau em que duas representações são similares é determinado por quantas instruções devem ser seguidas para transformar uma representação em outra.

O método de **transformação**, portanto, avalia as similaridades através do número de operações necessárias para transformar um objeto em outro. No caso das duas sequências XOOO e OXOO, para

transformar a primeira na segunda, basta deslocar o X uma posição para a direita. No caso das duas sequências XOOO e OOXO, para transformar a primeira na segunda, além de deslocar o X uma posição para a direita, é necessário inverter a ordem. Assim, as duas sequências do primeiro exemplo são mais similares do que as duas sequências do segundo exemplo porque foi necessária apenas uma operação para transformar uma na outra. As operações geralmente utilizadas no processo de transformação são reversão, deleção, inserção, espelhamento e mudança de fase (ver Imai 1977).

## 2.1 ASSIMETRIA NAS AVALIAÇÕES DE SIMILARIDADES: PONTO REFERENCIAL VERSUS PONTO NÃO REFERENCIAL

Segundo Rosch (1975), alguns objetos têm status psicológico diferenciado na percepção. Estes são chamados de pontos de referência e são protótipos em relação aos quais os outros membros do conjunto são comparados e avaliados. Rosch demonstrou em seu artigo *Cognitive Reference Points*, de 1975, que cores, linhas horizontais, verticais e diagonais, e números múltiplos de 10 podem exercer papéis de pontos de referência. Cores referenciais como o vermelho era protótipo em relação ao qual as outras cores quando comparadas eram menos vermelhas ou não vermelhas. As linhas horizontais, verticais e diagonais eram protótipos em relação às quais os outros tipos de linhas eram comparados. Os números múltiplos de 10 eram protótipos em relação aos quais os outros números também eram comparados. Esses pontos referenciais são aqueles que os pontos não referenciais são vistos ‘em relação à’.

Trabalhos empíricos têm sido realizados sobre os pontos de referência ou protótipos em uma variedade de domínios, incluindo objetos visuais, cores, números, faces e descrições de personalidades. Essas investigações têm mostrado que os pontos de referência cognitivos recebem prioridade no processamento, são mais estáveis na memória e têm um papel especial nas descrições linguísticas. Os estudos de Rosch e Mervis (1975), por exemplo, demonstraram que os membros mais protótipos das categorias “são aqueles que carregam maior semelhança de família com outros membros de sua própria categoria e os que têm menos sobreposição com outras categorias” (Rosch; Mervis 1975, p.598-599). Seus experimentos “tentaram fornecer um princípio estrutural para a formação dos protótipos” (Rosch; Mervis 1975, p. 600). De acordo com os autores (Rosch; Mervis 1975, p.573), “seis experimentos exploraram a hipótese de que os membros das categorias que são considerados mais protótipos são aqueles com mais atributos em comum com outros membros da categoria e menos atributos em comum com outras categorias”. Segundo Krumhansl (1978, p.448), o status diferenciado desses pontos de referência é devido a eles serem centrais ou terem um número maior de características em comum com os outros membros do conjunto.

Rosch (1975) também demonstrou a existência de **assimetria** nos julgamentos de similaridades e distâncias entre os pontos referenciais e não referenciais. Ela concluiu em seus experimentos

empíricos que os estímulos não referenciais eram julgados mais similares aos estímulos referenciais do que o contrário, ou seja, a distância psicológica entre um elemento ‘a’ e um elemento ‘b’ não era a mesma que na ordem inversa, ou seja, entre ‘b’ e ‘a’. No caso dos experimentos de similaridades entre números, os indivíduos diziam que “103 é virtualmente 100” e não o contrário. No experimento entre lugares referenciais e não referenciais, as distâncias eram assimétricas variando de acordo com qual dos dois estímulos era colocado no ponto fixo. Ela aplicou uma tarefa na qual os sujeitos colocavam um estímulo no espaço físico para indicar sua distância psicológica a partir de um segundo estímulo fixo em uma determinada posição. Ela considerou que a distância era menor quando a posição fixa continha um estímulo referencial do que quando continha um estímulo não referencial. Assim, Rosch concluiu que estímulos não referenciais eram julgados mais similares aos estímulos referenciais do que o contrário. Na sentença onde ‘a’ é ‘b’, o protótipo estava sempre na segunda posição havendo assimetria na relação entre os pontos referenciais e não referenciais, isto é, a distância entre ‘a’ e ‘b’ era diferente da distância entre ‘b’ e ‘a’. Para Tversky (1977), a assimetria é explicada pela saliência dos objetos:

Os julgamentos de similaridades podem ser considerados como extensões das afirmações de similaridades, isto é, afirmações sob a forma ‘a é como b’. Tal declaração é direcional; tem um sujeito ‘a’ e um referente ‘b’, e isto não é equivalente em geral ao inverso da declaração de similaridade de que ‘b é como a’. De fato, a escolha do sujeito e do referente depende, pelo menos em parte, da saliência relativa dos objetos. Nós tendemos a selecionar os estímulos mais salientes, ou protótipos, como referentes, e os estímulos menos salientes ou variantes (mutáveis), como sujeitos. Nós dizemos “o retrato lembra a pessoa” em vez de “a pessoa lembra o retrato”. Nós dizemos “o filho lembra o pai” em vez de “o pai lembra o filho”. Nós dizemos “uma elipse é como um círculo” em vez de “um círculo é como uma elipse”, e dizemos “a Coreia do Norte é como a China Vermelha” e não “a China Vermelha é como a Coreia do Norte” (Tversky 1977, p.328, tradução própria) <sup>2</sup>.

Para Tversky (1977, p.333), há simetria na similaridade sempre que os objetos sob consideração são igualmente salientes,  $f(A) = f(B)$ , ou a tarefa não é direcional,  $\alpha = \beta$ . Observe exemplos dos dois tipos de julgamentos dados por Tversky (1977, p.333):

- 1) avalie o grau em que ‘a’ e ‘b’ são similares
- 2) avalie o grau em que ‘a’ é similar à ‘b’.

Em (1), a tarefa é formulada de uma maneira não direcional, portanto, a similaridade entre ‘a’ e ‘b’ é igual à similaridade entre ‘b’ e ‘a’. Em (2), a tarefa é direcional, portanto, a similaridade entre ‘a’ e ‘b’ pode ser diferente da similaridade entre ‘b’ e ‘a’, ou seja, assimétrica. Se a similaridade entre

<sup>2</sup> Segundo Tversky (1977, p.328-329), a direcionalidade e a assimetria nas relações de similaridades são particularmente perceptíveis nos símiles e metáforas. Dizemos que “os turcos lutam como tigres” e não “os tigres lutam como turcos”, visto que é o tigre que é famoso por seu espírito de luta, ele que é usado como referente e não como sujeito. O poeta escreve “o meu amor é tão profundo quanto o oceano” e não “o oceano é tão profundo quanto o meu amor”, já que é o oceano que simboliza a profundidade. Algumas vezes, ambas as direções são usadas, mas elas transmitem significados diferentes. “Um homem é como uma árvore” significa que o homem tem raízes. “Uma árvore é como o homem significa que a árvore tem uma história de vida. “A vida é como uma peça de teatro” significa que as pessoas têm papéis. “Uma peça é como a vida” significa que a peça pode capturar elementos essenciais da vida.

‘a’ e ‘b’ é interpretada como o grau em que ‘a’ é similar a ‘b’, então ‘a’ é o sujeito da comparação e ‘b’ é o referente. Nessa tarefa se foca naturalmente no sujeito, por isso, suas características são mais ponderadas do que as do referente. Consequentemente, a similaridade é mais reduzida pelas características distintas do sujeito do que do referente. Como exemplo de Tversky e Gati (2004 [1978], p.81), um trem de brinquedo é mais similar ao trem real porque muitas características do trem de brinquedo estão incluídas no trem real. Por outro lado, o trem real não é tão similar ao trem de brinquedo porque muitas das características do trem real não estão incluídas no trem de brinquedo. Assim, de acordo com a hipótese de foco de Tversky (1977, p.333), a assimetria é determinada pela saliência do estímulo ou do protótipo, de modo que os estímulos menos salientes são mais similares aos estímulos mais salientes e não vice-versa, ou seja,  $S(A, B) > S(B, A)$  sempre que  $f(B) > f(A)$  (Tversky 1977, p.388). A similaridade de (a, b) é maior do que a similaridade de (b, a) sempre que as características de ‘b’ são mais salientes do que as características de ‘a’ ou sempre que ‘b’ é mais proeminente do que ‘a’, ou seja,  $S(A, B) = S(B, A)$  se  $f(A - B) = f(B - A)$  ou  $\alpha = \beta$  (Tvesky; Gati 2004 [1978], p.81).

Em Tversky e Gati (2004 [1978], p.82), a hipótese de assimetria direcional, derivada do modelo de contraste, foi testada usando estímulos semânticos (países) e perceptivos (figuras). Os dois estudos empregaram essencialmente o mesmo design. Foram usados pares de estímulos que diferiam em saliência para testar a presença de assimetria na escolha de declarações de similaridades e em avaliações diretas de similaridades. Segundo Tversky e Gati (2004 [1978], p.85), os estudos utilizando países e figuras revelaram a presença de assimetrias sistemáticas e significativas nos julgamentos de similaridades. Os resultados apoiam a teoria baseada no modelo de contraste e na hipótese de foco, de acordo com os quais, as características do sujeito são mais ponderadas do que as características do referente. Posteriormente, Sadalla, Burroughs e Staplin (1980, p.516 e 526) também encontraram assimetrias em seus experimentos com estímulos espaciais, ou seja, entre lugares referenciais e não referenciais: “visto que um ponto de referência é considerado como um lugar que define a posição de outros lugares adjacentes, conclui-se que outros lugares devem ser vistos facilmente ‘em relação à’ um ponto de referência do que vice-versa” (Sadalla; Burroughs; Staplin 1980, p.517). Ou seja, os lugares adjacentes foram julgados mais próximos aos lugares referenciais do que o contrário. Características assimétricas também foram encontradas por Tversky e Hutchinson (1986, p.4), onde eles estudaram as relações entre vizinhos mais próximos a partir de cem conjuntos de dados de similaridades. Foi considerado que ‘i’ era o vizinho mais próximo de ‘j’, mas ‘j’ não era o vizinho mais próximo de ‘i’. Similarmente, um contexto tonal atribui à uma nota, acorde e à própria tonalidade central em si, o status de ponto de referência em relação ao qual as outras notas, acordes e tonalidades são vistos “em relação à”. Segundo Krumhansl e Cuddy (2010, p.81):

Apesar do princípio comum dos pontos de referência, as hierarquias tonais parecem ser únicas na música. Nenhuma analogia aparece, por exemplo, na linguagem ou em outros domínios perceptivos. Isto levanta a possibilidade de que as hierarquias tonais são especialmente importantes na música porque a maioria dos ouvintes (aqueles sem ouvido absoluto, a capacidade de nomear notas) processa a música relativamente. Em outras palavras, as notas musicais não têm qualidades inerentes que são invariantes em contextos diferentes. Em vez disso, os pitches são ouvidos no contexto e relacionados aos outros neste contexto. A hierarquia tonal fornece um quadro estável para estabelecer essas relações (tradução própria) <sup>3</sup>.

Assimetrias também foram encontradas em um estudo anterior de Krumhansl (1979) onde houve diferenças nos julgamentos de pares de notas musicais de acordo com a ordem de apresentação aos ouvintes e essas diferenças foram atribuídas à hierarquia manifestada pelo contexto tonal. As sequências de duas notas que terminavam em uma nota estável foram preferidas pelos ouvintes em vez das que terminavam em uma nota instável. Esses efeitos de ordem temporal foram encontrados quando uma das notas-teste era componente da tríade tônica e a outra era cromática em relação à tonalidade estabelecida e, conseqüentemente, menos estável <sup>4</sup>. A assimetria era menor quando as notas ocupavam posições similares na hierarquia tonal. Assim, é possível considerar relações assimétricas nas distâncias entre os elementos musicais também. Uma nota, um acorde ou uma tonalidade ‘a’ pode ser proximamente relacionado a uma nota, acorde ou tonalidade ‘b’, mas o contrário não é verdadeiro, isto é, a distância entre ‘a’ e ‘b’ é diferente da distância entre ‘b’ e ‘a’, dependendo do ponto referencial ou mais saliente que, neste caso, é determinado pela tonalidade. A tonalidade central determina os pontos referenciais e não referenciais nas comparações de similaridades e distâncias entre quaisquer elementos musicais que ocorrem dentro de um contexto tonal.

Segundo Rosch (1975, p.546): “as pessoas na vida cotidiana podem muito bem navegar através dessas distâncias como se fossem assimétricas. Se o uso de pontos referenciais é uma estratégia cognitiva geral, ele deve ser aplicável em muitos domínios da atividade humana”. Em nosso caso, à música. Os estudos de Krumhansl (1979), Krumhansl e Kessler (1982), Krumhansl *et al.* (1982) e Bharucha e Krumhansl (1983), por exemplo, propuseram “que as notas e acordes estáveis também

---

<sup>3</sup> Segundo Krumhansl e Kessler (1982, p.363), “de acordo com esta visão, há certos membros das categorias naturais que funcionam como pontos de referência cognitivos, ou protótipos, para a categoria como um todo. Esses elementos são descritos como os mais representativos da categoria, em relação aos quais todos os outros membros da categoria são vistos. Krumhansl (1979) notou a aplicabilidade dessa descrição aos pitches mais estruturalmente estáveis no sistema tonal da música”.

<sup>4</sup> A técnica da nota-teste foi desenvolvida inicialmente por Krumhansl e Shepard (1979) para estudar as relações hierárquicas de similaridade e distância entre as notas musicais em experimentos perceptivos através das avaliações dos ouvintes. Neste estudo, eles estabeleceram um contexto tonal maior a partir da escala de Dó ascendente e descendente e em seguida apresentaram uma nota-teste de cada vez da escala cromática para os ouvintes classificarem em uma escala de sete pontos quão bem cada uma se encaixava no contexto tonal (1 = muito mal a 7 = muito bem). As classificações depois foram interpretadas como uma medida da hierarquia, similaridade e distância entre as notas-testes e as tonalidades induzidas obtendo a seguinte classificação: em primeiro lugar, as notas do acorde tônica, depois as outras notas diatônicas e, por último, as notas cromáticas fora da escala. Posteriormente, Krumhansl e Kessler (1982) ampliaram esse estudo aplicando a técnica da nota-teste em diversos contextos tonais utilizando escalas, acordes e cadências em tonalidades maiores e menores. Um dos principais objetivos dos autores neste experimento era obter uma medida de hierarquia, similaridade e distância entre as notas da escala cromática em relação às tonalidades maior e menor que pudesse ser usada para classificar as distâncias entre as tonalidades.

funcionam como pontos de referência cognitivos, e que a percepção dos eventos melódicos e harmônicos em relação aos eventos de referência é um componente crucial da percepção da coerência na música” (Bharucha; Krumhansl 1983, p.93).

Sugerimos que os pontos de referência cognitivos não funcionem apenas similarmente na música, mas que eles são muito importantes. Isto é porque a música não fornece notas de referência fixas exceto quando determinadas pela música em si. Assim, ao contrário de outros domínios em que os pontos de referência cognitivos são definidos independentemente da categoria (vermelho é perceptivamente vermelho se ele é pensado ou não em termos de categoria das cores), a função de uma nota depende inteiramente do contexto musical. Outra maneira de expressar isto é que para muitos ouvintes o processamento relacional (pitch relativo) predomina sobre o pitch absoluto (pitches que têm rótulos independentes do contexto). No nível geral, a importância dos pontos de referência cognitivos não são meramente que eles existem, mas também que eles guiam a percepção da música, memória, pensamento e entendimento (Krumhansl; Cuddy 2010, p.53, tradução própria).

Na visão de assimetria do método do alinhamento estrutural, em uma afirmação "X é como Y", o domínio Y é chamado de base e o domínio X é chamado de alvo. As comparações são feitas do alvo em relação à base, assim, ter o item mais sistemático e mais coerente como base maximiza a quantidade de informações que podem ser mapeadas sobre o alvo. O elemento mais informativo é sempre a base.

Na teoria da transformação há assimetria quando as representações diferem em complexidade. O objeto mais complexo e mais rico é o referencial. Suponha que um sujeito tem razoável conhecimento sobre a China, mas muito pouco sobre a Coreia. Transformar a representação da China na representação da Coreia necessitaria um programa razoavelmente curto (que simplesmente delete grandes quantidades de informação sobre a China que não sejam relevantes para a Coreia), enquanto o programa que faz o contrário seria mais complexo, visto que a mínima informação sobre a Coreia não tem quase que nenhuma serventia para construir a representação complexa da China. Assim, transformar a representação da China na representação da Coreia deve ser mais complexo do que transformar a representação da Coreia na representação da China, ou seja,  $K(\text{China/Coreia})$  deve ser maior do que  $K(\text{Coreia/China})$ .

### **3 APLICAÇÃO DO MODELO DE CONTRASTE, ALINHAMENTO ESTRUTURAL E TRANSFORMAÇÃO AOS ACORDES DIATÔNICOS DERIVADOS DAS QUATRO ESCALAS TONAIIS**

Os três métodos de similaridades desenvolvidos na psicologia são aplicados aos acordes diatônicos nas tonalidades maior e menor levando em consideração as quatro escalas tonais: Jônio, Eólio, Menor Harmônica e Menor Melódica. Neste estudo, a tonalidade maior é derivada exclusivamente do modo Jônio e a tonalidade menor é derivada das três formas da escala menor. De acordo com Forte (1974 [1962], p.12), “essas alterações dos graus 6 e 7 da escala [menor] são tão comuns que não as consideramos como alterações cromáticas genuínas. Elas foram assimiladas como

parte da escala menor diatônica”. Para Piston (1987, p.43), “no período da prática harmônica comum, a música no modo menor raramente é limitada a um tipo de modo menor”. Para Harrison (1994, p.18),

Basta dizer aqui que, embora existam de fato três escalas menores, nomeamos as peças não de acordo com essas escalas, mas de acordo com o modo das escalas. Mais simplesmente, não falamos - como fez um infeliz ex-aluno meu - de uma "sinfonia em C menor harmônica" ou de uma "sonata em A menor melódica". A dualidade maior e menor é um fenômeno de ordem superior à sua manifestação na composição e na teoria elementar (tradução própria).

O mesmo foi dito por Ian Guest (2006, vol.1, p.117), para ele “não é comum música feita apenas em menor harmônica ou menor melódica, essa classificação só cabe as escalas” e Almir Chediak (1986, vol. 1, p.84) declarou que tonalidade “é um sistema de sons baseado nas escalas maior, menor harmônica, menor melódica e menor natural”. Segundo Almada (2009, p.167), da mesma forma, “a tonalidade menor pode ser expressa em três escalas diferentes: natural, harmônica e melódica”. Motte (1998, p.68) e Gauldin (2004, p.39) declararam que o modo menor é uma coleção de nove notas para ser usada em qualquer composição em tonalidade menor, e para Roig-Francolí (2011, p.400), e Kostka e Payne (2009, p.59-60), todas as notas das três escalas menores são diatônicas na tonalidade menor. David Temperley (2018, p.18-23) chamou o conjunto de nove notas derivado das três escalas menores de *supermode*. Em “*Nineteenth-century Harmonic Theory*”, Bernstein (2002, p.788-789), menciona que Simon Sechter (1788-1867) funde as três versões da escala menor em uma em seu “*Die Grundsätze der Musikalischen Komposition*”, de 1853. Mais à frente, Bernstein (2002, p.792) cita que Mayrberger também considerou as três formas da escala menor em apenas uma. No mesmo artigo, Bernstein (2002, p.803) afirma que “Sechter [1853] e Schoenberg [1978] consideravam o modo menor em termos de suas três formas: harmônica, melódica e natural”. Com apoio desses argumentos, este estudo faz as avaliações de similaridades, distâncias e agrupamentos entre os acordes diatônicos levando em consideração as quatro escalas tonais como representantes das tonalidades maiores e menores.

Foram comparadas todas as tétrades diatônicas das tonalidades maior e menor com suas respectivas tétrades tônica (C7M e Am7)<sup>5</sup>. Na fig.4 veem-se os vetores do modelo de contraste, alinhamento estrutural e transformação resultantes da comparação de todas as tétrades diatônicas com a tônica C7M. As notas pretas conectadas por setas pretas indicam as notas em comum, as notas vermelhas conectadas por setas vermelhas indicam as notas diferentes que estão sobre o mesmo grau intervalar (referentes apenas aos graus e não à qualidade maior, menor, aumentado e diminuto) e as notas vermelhas dentro de um quadrado sem setas correspondem às notas diatônicas diferentes que não encontram correspondência no outro acorde.

---

<sup>5</sup> As notas, acordes e tonalidades neste artigo são cifrados com as letras do alfabeto. As notas são referidas como A, B, C, D, E F e G. Acordes e tonalidades maiores: A, B, C etc.; acordes e tonalidades menores: Am, Bm, Cm, etc. (7M) significa que o acorde tem sétima maior, (7) significa que acorde tem sétima menor, (#5) significa que o acorde é aumentado, (ø) significa que o acorde é meio-diminuto e (°) significa que o acorde é diminuto.

No **modelo de contraste** (C), a relação de **C7M** consigo mesmo tem o maior vetor (4 – 0 – 0 = 4) porque todas as notas são correspondentes. Na comparação entre **C7M e Dm7**, há 1 nota em comum, 3 notas diferentes de C7M em relação à Dm7 e 3 notas diferentes de Dm7 em relação à C7M, resultando na equação  $1 - 3 - 3 = -5$ . Na comparação entre **C7M e Em7**, há 3 notas em comum, 1 nota diferente de C7M em relação à Em7 e 1 nota diferente de Em7 em relação à C7M, resultando na equação  $3 - 1 - 1 = 1$ . Na comparação entre **C7M e F7M**, há 2 notas em comum, 2 notas diferentes de C7M em relação à F7M e 2 notas diferentes de F7M em relação à C7M, resultando na equação  $2 - 2 - 2 = -2$ . Na comparação entre **C7M e G7**, há 2 notas em comum, 2 notas diferentes de C7M em relação à G7 e 2 notas diferentes de G7 em relação à C7M, resultando na equação  $2 - 2 - 2 = -2$ . Na comparação entre **C7M e Am7**, há 3 notas em comum, 1 nota diferente de C7M em relação à Am7 e 1 nota diferente de Am7 em relação à C7M, resultando na equação  $3 - 1 - 1 = 1$ . Na comparação entre **C7M e Bø**, há 1 nota em comum, 3 notas diferentes de C7M em relação à Bø e 3 notas diferentes de Bø em relação à C7M, resultando na equação  $1 - 3 - 3 = -5$ .

Há duas considerações a serem feitas em relação ao método do **alinhamento estrutural**. Uma diz respeito a ordem dos quatro números dentro dos vetores: correspondências no lugar (MIPS), correspondências fora do lugar (MOPS), diferenças alinháveis e diferenças não alinháveis. O alinhamento estrutural, em verdade, não menciona como os vetores de comparação são construídos diretamente, sendo assim, essa escolha foi baseada em seus relatos indiretos. A ordenação MIPS, MOPS, diferenças alinháveis e diferenças não alinháveis dentro do vetor de quatro números vem de uma hierarquia onde, obviamente, as comunalidades ficam em primeiro lugar porque são mais importantes para as similaridades (Tversky 1977; Krumhansl 1978; Sjoberg 1972) e as diferenças alinháveis são mais importantes do que as diferenças não alinháveis por estarem mais intimamente relacionadas às comunalidades (Gentner; Markman 1994, 1997; Markman; Gentner 1993a, 1996, 2000) <sup>6</sup>. Assim sendo, a ordenação dos quatro números dentro dos vetores do alinhamento estrutural neste estudo é determinada pela sigla **IOAN**, que representa, respectivamente, a sequência: **M**IPS, **M**OPS, Diferenças **A**linháveis e Diferenças **N**ão Alinháveis. A outra consideração diz respeito à uma restrição ou axioma do método do alinhamento estrutural chamado de mapeamento um-para-um (Gentner 1983, 1989). De acordo com o mapeamento um-para-um, cada característica, atributo, relação ou objeto em um domínio ou representação só pode ser colocado em correspondência com no

<sup>6</sup> Há vários artigos que sugerem que as diferenças alinháveis são mais importantes para as similaridades do que as diferenças não alinháveis. Por exemplo, para Gentner e Markman (1997, p.50), “assim como as comunalidades ganham importância quando fazem parte de um sistema de correspondência, o mesmo acontece com as diferenças. Ou seja, as diferenças alinháveis são mais salientes do que as diferenças não alinháveis. Intuitivamente, este foco nas diferenças alinháveis faz sentido, pois leva a um foco nas diferenças que são relevantes para a estrutura causal ou objetivo comum que abrange as situações” (ver também Kahneman; Tversky 1984; Lindemann; Markman 1996; Markman; Medin 1995; Slovic; Macphillamy 1974).

máximo uma característica, atributo, relação ou objeto do outro domínio ou representação. Por exemplo, se o círculo superior da configuração esquerda da fig.2 é correspondido com o quadrado superior da configuração direita porque ambos estão no topo da imagem, o mesmo círculo superior esquerdo não pode ser correspondido com o círculo inferior direito porque um elemento em uma imagem só pode ser mapeado em um único elemento da outra imagem. O mapeamento muitos-para-um ocorre quando dois ou mais elementos de uma cena são colocados em correspondência com um único elemento da outra cena. Os mapeamentos muitos-para-um são inconsistentes porque, em muitos domínios, uma interpretação coerente da relação entre duas cenas não pode ser formulada se uma parte de uma cena tiver duas correspondências concorrentes na outra cena (Marr; Poggio 1979). No caso das comparações entre elementos musicais, a restrição do mapeamento um-para-um significa que uma nota de um acorde só pode ser correspondida com uma única nota do outro acorde, uma nota de uma escala só pode ser correspondida com uma única nota da outra escala, uma nota de uma tonalidade só pode ser correspondida com uma única nota da outra tonalidade, e assim por diante na comparação entre quaisquer elementos musicais.

No método do **alinhamento estrutural** (A), a relação de **C7M** consigo mesmo tem o maior vetor (4000) porque todas as notas são correspondentes. Na comparação entre **C7M e Dm7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 1 correspondência fora do lugar (MOP), 2 diferenças alinháveis e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0122**<sup>7</sup>. Na comparação entre **C7M e Em7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 3 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0302**. Na comparação entre **C7M e F7M**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 2 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 4 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0204**. Na comparação entre **C7M e G7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 2 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 4 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0204**. Na comparação entre **C7M e Am7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 3 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0302**. Na comparação entre **C7M e Bø**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 1 correspondência fora do lugar (MOP), 2 diferenças alinháveis e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0122**.

Da mesma forma, o método da transformação não menciona como seus vetores de comparação são construídos diretamente, sendo assim, a ordem dos vetores de quatro números também foi

<sup>7</sup> As correspondências no lugar e fora do lugar aqui são consideradas em termos de grau intervalar, ou seja, do posicionamento da nota dentro da escala. Isso significa que a nota Dó que é a fundamental do acorde de C e a sétima menor do acorde de Dm é uma correspondência fora do lugar porque está em outra posição intervalar (ver comparação entre C7M e Dm7 na fig.4).

construída pelos autores deste estudo. No método de **transformação**, o parâmetro das comunalidades vem em primeiro lugar por ser o mais importante nas avaliações de similaridades. Em segundo lugar, aparecem as transformações em si por se tratarem de notas diferentes, mas que correspondem por estarem sobre o mesmo grau intervalar. Em terceiro lugar está o parâmetro da subtração que é ponderado antes da adição porque, segundo Hahn, Richardson e Chater (2001, p.398), quando se trata de representações, as deleções “tendem a ser menos dispendiosas do que as inserções, porque as deleções necessitam apenas de uma especificação suficiente para identificar o componente a ser deletado, enquanto que as inserções necessitam de uma especificação completa do componente a ser adicionado”. Assim sendo, a ordenação dos quatro números dentro dos vetores no método de transformação neste artigo é determinada pela sigla **CTSA**, que representa, respectivamente, a sequência: **Comunalidades, Transformações, Subtrações e Adições**.

No método de **transformação** (T), a relação de **C7M** consigo mesmo tem o maior vetor (4000) porque todas as notas são correspondentes (fig.4). Na comparação entre **C7M e Dm7**, há 1 nota em comum, 2 transformações, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **1211**. Na comparação entre **C7M e Em7**, há 3 notas em comum, nenhuma transformação, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **3011**. Na comparação entre **C7M e F7M**, há 2 notas em comum, nenhuma transformação, 2 subtrações e 2 adições, resultando no vetor **2022**. Na comparação entre **C7M e G7**, há 2 notas em comum, nenhuma transformação, 2 subtrações e 2 adições, resultando no vetor **2022**. Na comparação entre **C7M e Am7**, há 3 notas em comum, nenhuma transformação, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **3011**. Na comparação entre **C7M e Bø**, há 1 nota em comum, 2 transformações, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **1211**.

Figura 4: comparação entre todas as tétrades diatônicas com a tétrede de C7M.

<p>C: 4 - 0 - 0 = 4</p> <p>A: 4000</p> <p>T: 4000    <b>C7M/C7M</b></p>	<p>C: 1 - 3 - 3 = -5</p> <p>A: 0122</p> <p>T: 1211    <b>C7M/Dm7</b></p>
<p>C: 3 - 1 - 1 = 1</p> <p>A: 0302</p> <p>T: 3011    <b>C7M/Em7</b></p>	<p>C: 2 - 2 - 2 = -2</p> <p>A: 0204</p> <p>T: 2022    <b>C7M/F7M</b></p>
<p>C: 2 - 2 - 2 = -2</p> <p>A: 0204</p> <p>T: 2022    <b>C7M/G7</b></p>	<p>C: 3 - 1 - 1 = 1</p> <p>A: 0302</p> <p>T: 3011    <b>C7M/Am7</b></p>
<p>C: 1 - 3 - 3 = -5</p> <p>A: 0122</p> <p>T: 1211    <b>C7M/Bø</b></p>	

Observa-se na tab.1 que todos os métodos obtêm a mesma ordem classificatória nas avaliações de similaridades, distâncias e agrupamentos dos acordes diatônicos em relação à tônica C7M. No modelo de contraste, alinhamento estrutural e transformação, quanto maior o vetor das comunicações, mais similares e mais próximos são os acordes envolvidos na comparação. Observe a ordem

decrecente dos vetores do modelo de contraste: 4, 1, -2 e -5. O número de comunalidades vai diminuindo, portanto, as similaridades também. No método do alinhamento estrutural, as comunalidades também vão diminuindo como pode ser visto pelos dois primeiros números de cada vetor: 40, 03, 02 e 01, que representam as comunalidades no lugar e fora do lugar, respectivamente. Os outros dois números indicam diferenças que serão importantes em outras classificações de similaridades. No método da transformação, as comunalidades também vão diminuindo, como pode ser visto pelo primeiro número de cada vetor: 4, 3, 2 e 1, que representam as comunalidades. Os outros três números representam as diferenças que também serão importantes em outras classificações de similaridades. Assim sendo, Am7 e Em7 (nível 2) são os acordes mais similares e mais próximos de C7M com os vetores mais altos (C: 1 / A: 0302 / T: 3011, respectivamente). Em seguida estão os acordes F7M e G7 que são igualmente distantes de C7M no nível 3 com vetores intermediários (C: -2 / A: 0204 / T: 2022). Dm7 e Bø (nível 4) são os acordes mais distantes e, portanto, mais diferentes de C7M com os menores vetores (C: -5 / A: 0122 / T: 1211).

Tabela 1: comparação entre os três modelos de similaridades em relação ao acorde de C7M.

Nível	Contraste	Vetor	Alinhamento	Vetor	Transformação	Vetor
1	C7M	4	C7M	4000	C7M	4000
2	Am7 Em7	1	Am7 Em7	0302	Am7 Em7	3011
3	F7M G7	-2	F7M G7	0204	F7M G7	2022
4	Dm7 Bø7	-5	Dm7 Bø7	0122	Dm7 Bø7	1211

Na fig.5 veem-se os vetores resultantes do modelo de contraste, alinhamento estrutural e transformação na comparação de todas as tétrades derivadas das três escalas menores com a tônica Am7.

No **modelo de contraste** (C), a relação de **Am7** consigo mesmo tem o maior vetor (4 - 0 - 0 = 4) porque todas as notas são correspondentes (fig.5). Na comparação entre **Am7 e Bø**, há 1 nota em comum, 3 notas diferentes de Am7 em relação à Bø e 3 notas diferentes de Bø em relação à Am7, resultando na equação  $1 - 3 - 3 = -5$ . Na comparação entre **Am7 e Bm7**, há 1 nota em comum, 3 notas diferentes de Am7 em relação à Bm7 e 3 notas diferentes de Bm7 em relação à Am7, resultando na equação  $1 - 3 - 3 = -5$ . Na comparação entre **Am7 e C7M**, há 3 notas em comum, 1 nota diferente de Am7 em relação à C7M e 1 nota diferente de C7M em relação à Am7, resultando na equação  $3 - 1 - 1 = 1$ . Na comparação entre **Am7 e C<sub>#5</sub><sup>7M</sup>**, há 2 notas em comum, 2 notas diferentes de Am7 em relação à C<sub>#5</sub><sup>7M</sup> e 2 notas diferentes de C<sub>#5</sub><sup>7M</sup> em relação à Am7, resultando na equação  $2 - 2 - 2 = -2$ . Na comparação entre **Am7 e Dm7**, há 2 notas em comum, 2 notas diferentes de Am7 em relação à Dm7 e 2 notas diferentes de Dm7 em relação à Am7, resultando na equação  $2 - 2 - 2 = -2$ . Na comparação entre **Am7 e D7**, há 2 notas em comum, 2 notas diferentes de Am7 em relação à D7 e 2 notas diferentes

de D7 em relação à Am7, resultando na equação  $2 - 2 - 2 = -2$ . Na comparação entre **Am7 e Em7**, há 2 notas em comum, 2 notas diferentes de Am7 em relação à Em7 e 2 notas diferentes de Em7 em relação à Am7, resultando na equação  $2 - 2 - 2 = -2$ . Na comparação entre **Am7 e E7**, há 1 nota em comum, 3 notas diferentes de Am7 em relação à E7 e 3 notas diferentes de E7 em relação à Am7, resultando na equação  $1 - 3 - 3 = -5$ . Na comparação entre **Am7 e F7M**, há 3 notas em comum, 1 nota diferente de Am7 em relação à F7M e 1 nota diferente de F7M em relação à Am7, resultando na equação  $3 - 1 - 1 = 1$ . Na comparação entre **Am7 e F#ø**, há 3 notas em comum, 1 nota diferente de Am7 em relação à F#ø e 1 nota diferente de F#ø em relação à Am7, resultando na equação  $3 - 1 - 1 = 1$ . Na comparação entre **Am7 e G7**, há 1 nota em comum, 3 notas diferentes de Am7 em relação à G7 e 3 notas diferentes de G7 em relação à Am7, resultando na equação  $1 - 3 - 3 = -5$ . Na comparação entre **Am7 e G#ø**, não há nenhuma nota em comum, há 4 notas diferentes de Am7 em relação à G#ø e 4 notas diferentes de G#ø em relação à Am7, resultando na equação  $0 - 4 - 4 = -8$ . Na comparação entre **Am7 e G#º**, não há nenhuma nota em comum, há 4 notas diferentes de Am7 em relação à G#º e 4 notas diferentes de G#º em relação à Am7, resultando na equação  $0 - 4 - 4 = -8$ .

No método do **alinhamento estrutural** (A), a relação de **Am7** consigo mesmo tem o maior vetor (4000) porque todas as notas são correspondentes. Na comparação entre **Am7 e Bø**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 1 correspondência fora do lugar (MOP), 2 diferenças alinháveis e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0122**. Na comparação entre **Am7 e Bm7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 1 correspondência fora do lugar (MOP), 2 diferenças alinháveis e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0122**. Na comparação entre **Am7 e C7M**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 3 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0302**. Na comparação entre **Am7 e C#7M**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 2 correspondências fora do lugar (MOP), 1 diferença alinhável e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0212**. Na comparação entre **Am7 e Dm7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 2 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 4 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0204**. Na comparação entre **Am7 e D7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 2 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 4 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0204**. Na comparação entre **Am7 e Em7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 2 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 4 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0204**. Na comparação entre **Am7 e E7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 1 correspondência fora do lugar (MOP), 2

diferenças alinháveis e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0122**. Na comparação entre **Am7 e F7M**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 3 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0302**. Na comparação entre **Am7 e F#0**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 3 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0302**. Na comparação entre **Am7 e G7**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 1 correspondência fora do lugar (MOP), 2 diferenças alinháveis e 2 diferenças não alinháveis, resultando no vetor **0122**. Na comparação entre **Am7 e G#0**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), nenhuma correspondência fora do lugar (MOP), há 4 diferenças alinháveis e nenhuma diferença não alinhável, resultando no vetor **0040**. Na comparação entre **Am7 e G#º**, não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), nenhuma correspondência fora do lugar (MOP), há 4 diferenças alinháveis e nenhuma diferença não alinhável, resultando no vetor **0040**.

No método de **transformação** (T), a relação de **Am7** consigo mesmo tem o maior vetor (4000) porque todas as notas são correspondentes. Na comparação entre **Am7 e B0**, há 1 nota em comum, duas transformações, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **1211**. Na comparação entre **Am7 e Bm7**, há 1 nota em comum, duas transformações, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **1211**. Na comparação entre **Am7 e C7M**, há 3 notas em comum, nenhuma transformação, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **3011**. Na comparação entre **Am7 e C#7M**, há 2 notas em comum, 1 transformação, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **2111**. Na comparação entre **Am7 e Dm7**, há 2 notas em comum, nenhuma transformação, 2 subtrações e 2 adições, resultando no vetor **2022**. Na comparação entre **Am7 e D7**, há 2 notas em comum, nenhuma transformação, 2 subtrações e 2 adições, resultando no vetor **2022**. Na comparação entre **Am7 e Em7**, há 2 notas em comum, nenhuma transformação, 2 subtrações e 2 adições, resultando no vetor **2022**. Na comparação entre **Am7 e E7**, há 1 nota em comum, 2 transformações, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **1211**. Na comparação entre **Am7 e F7M**, há 3 notas em comum, nenhuma transformação, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **3011**. Na comparação entre **Am7 e F#0**, há 3 notas em comum, nenhuma transformação, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **3011**. Na comparação entre **Am7 e G7**, há 1 nota em comum, 2 transformações, 1 subtração e 1 adição, resultando no vetor **1211**. Na comparação entre **Am7 e G#0**, não há nenhuma nota em comum, há 4 transformações, nenhuma subtração e nenhuma adição, resultando no vetor **0400**. Na comparação entre **Am7 e G#º**, não há nenhuma nota em comum, há 4 transformações, nenhuma subtração e nenhuma adição, resultando no vetor **0400**.

Figura 5: comparação entre todas as tétrades diatônicas com a tétrede de Am7.

<p>A C E G</p> <p>↑ ↓    ↑ ↓    ↑ ↓    ↑ ↓</p> <p>A C E G</p> <p>C: 4 - 0 - 0 = 4</p> <p>A: 4000</p> <p>T: 4000    <b>Am7/Am7</b></p>	
<p>A C E G</p> <p>↘ ↘ ↘</p> <p>B D F A</p> <p>C: 1 - 3 - 3 = -5</p> <p>A: 0122</p> <p>T: 1211    <b>Am7/Bø</b></p>	<p>A C E G</p> <p>↘ ↘ ↘</p> <p>B D F# A</p> <p>C: 1 - 3 - 3 = -5</p> <p>A: 0122</p> <p>T: 1211    <b>Am7/Bm7</b></p>
<p>A C E G</p> <p>↗ ↗ ↗</p> <p>C E G B</p> <p>C: 3 - 1 - 1 = 1</p> <p>A: 0302</p> <p>T: 3011    <b>Am7/C7M</b></p>	<p>A C E G</p> <p>↗ ↗ ↕</p> <p>C E G# B</p> <p>C: 2 - 2 - 2 = -2</p> <p>A: 0212</p> <p>T: 2111    <b>Am7/C<sup>7M</sup><sub>#5</sub></b></p>
<p>A C E G</p> <p>↘ ↘ ↘</p> <p>D F A C</p> <p>C: 2 - 2 - 2 = -2</p> <p>A: 0204</p> <p>T: 2022    <b>Am7/Dm7</b></p>	<p>A C E G</p> <p>↘ ↘ ↘</p> <p>D F# A C</p> <p>C: 2 - 2 - 2 = -2</p> <p>A: 0204</p> <p>T: 2022    <b>Am7/D7</b></p>

<p>C: <math>2 - 2 - 2 = -2</math>  A: 0204  T: 2022 <b>Am7/Em7</b></p>	<p>C: <math>1 - 3 - 3 = -5</math>  A: 0122  T: 1211 <b>Am7/E7</b></p>
<p>C: <math>3 - 1 - 1 = 1</math>  A: 0302  T: 3011 <b>Am7/F7M</b></p>	<p>C: <math>3 - 1 - 1 = 1</math>  A: 0302  T: 3011 <b>Am7/F#o</b></p>
<p>C: <math>1 - 3 - 3 = -5</math>  A: 0122  T: 1211 <b>Am7/G7</b></p>	<p>C: <math>0 - 4 - 4 = -8</math>  A: 0040  T: 0400 <b>Am7/G#o</b></p>
<p>C: <math>0 - 4 - 4 = -8</math>  A: 0040  T: 0400 <b>Am7/G#o</b></p>	

Observa-se na tab.2, que embora seja possível organizar as similaridades, distâncias e agrupamentos de todas as tétrades diatônicas da tonalidade de Am na mesma ordem nos três métodos, há uma diferença em um dos níveis intermediários. Os acordes que aparecem no nível 3 do modelo de contraste se dividem em dois grupos no alinhamento estrutural e na transformação. Os métodos do alinhamento estrutural e transformação têm o mesmo resultado classificatório em todos os níveis. Cabe dizer que o modelo de contraste foi tomado como exemplo de resultados classificatórios porque o seu

método de avaliação de similaridades é bastante claro:  $S(A, B) = \theta f(A \cap B) - \alpha f(A - B) - \beta f(B - A)$ , enquanto os vetores de quatro números dos outros dois métodos foram criados pelos próprios autores deste estudo.

Para a classificação de similaridades, primeiro avalia-se o número de comunalidades e, caso seja necessário, em caso de empate, avalia-se o número de diferenças. Isto ocorre nos níveis 3 e 4 dos métodos do alinhamento estrutural e transformação. Observa-se que os acordes do nível 3 do modelo de contraste se dividem em dois grupos nos métodos do alinhamento estrutural e transformação. Os quatro acordes que aparecem destacados nos níveis 3 e 4 do alinhamento e da transformação possuem o mesmo número de comunalidades (02 e 2, respectivamente), sendo assim, o que os diferenciam e os classificam como terceiro e quarto lugar são as diferenças.  $C_{\#5}^{7M}$  tem 3 diferenças (3#) em relação ao acorde Am7, e D7, Dm7 e Em7 têm 4 diferenças (4#) em relação à Am7.

Tabela 2: comparação entre os três modelos de similaridades em relação ao acorde de Am7.

Nível	Contraste	Vetor	Nível	Alinhamento	Vetor	Nível	Transformação	Vetor
1	Am7	4	1	Am7	4000	1	Am7	4000
2	C7M F7M F#ø7	1	2	C7M F7M F#ø7	0302	2	C7M F7M F#ø7	3011
3	$C_{\#5}^{7M}$ D7 Dm7 Em7	-2	3	$C_{\#5}^{7M}$	0212 (3#)	3	$C_{\#5}^{7M}$	2111 (3#)
			4	D7 Dm7 Em7	0204 (4#)	4	D7 Dm7 Em7	2022 (4#)
4	E7 G7 Bm7 Bø7	-5	5	E7 G7 Bm7 Bø7	0122	5	E7 G7 Bm7 Bø7	1211
5	G#°7 G#ø7	-8	6	G#°7 G#ø7	0040	6	G#°7 G#ø7	0400

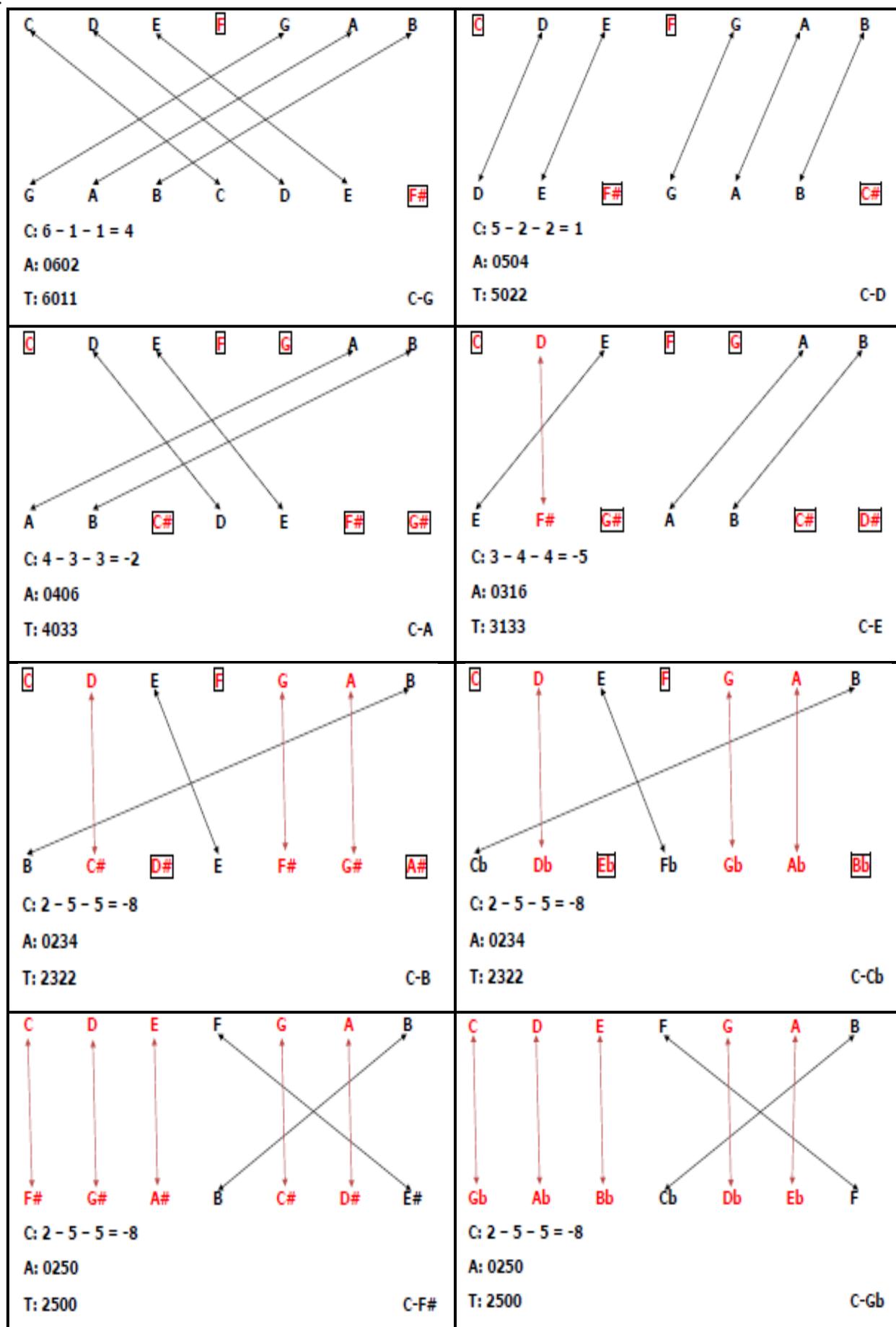
#### 4 APLICAÇÃO DO MODELO DE CONTRASTE, ALINHAMENTO ESTRUTURAL E TRANSFORMAÇÃO ÀS TONALIDADES MAIORES E MENORES DERIVADAS DAS QUATRO ESCALAS TONAIIS

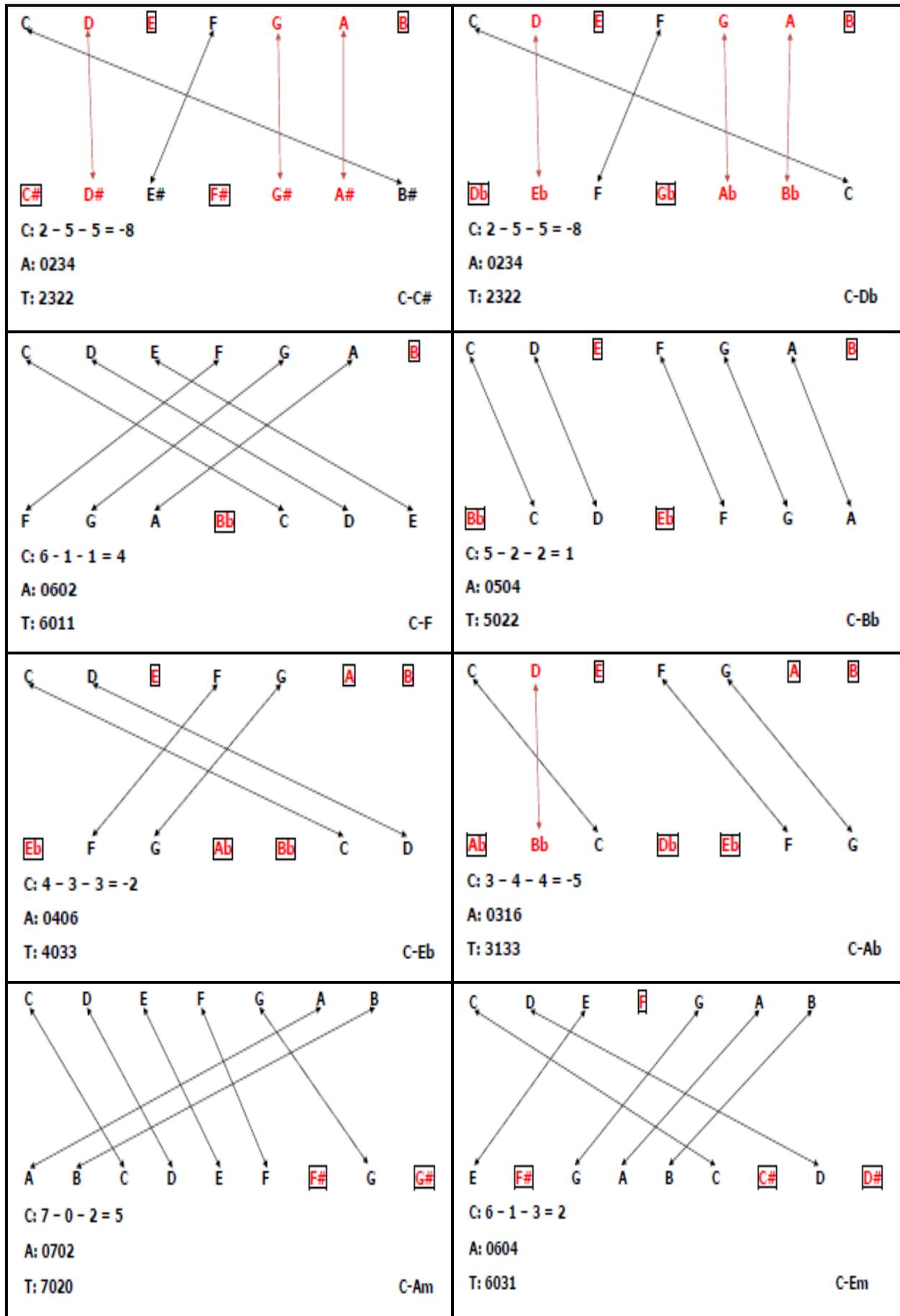
As distâncias e agrupamentos das tonalidades foram obtidos através dos mesmos métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva. As tonalidades envolvidas nos processos de comparação são aquelas que aparecem no círculo de quintas, conforme exposto por Schoenberg (2001, p.230). Observa-se que as únicas tonalidades que aparecem de forma enarmônica são aquelas destacadas em um triângulo amarelo na fig.6.





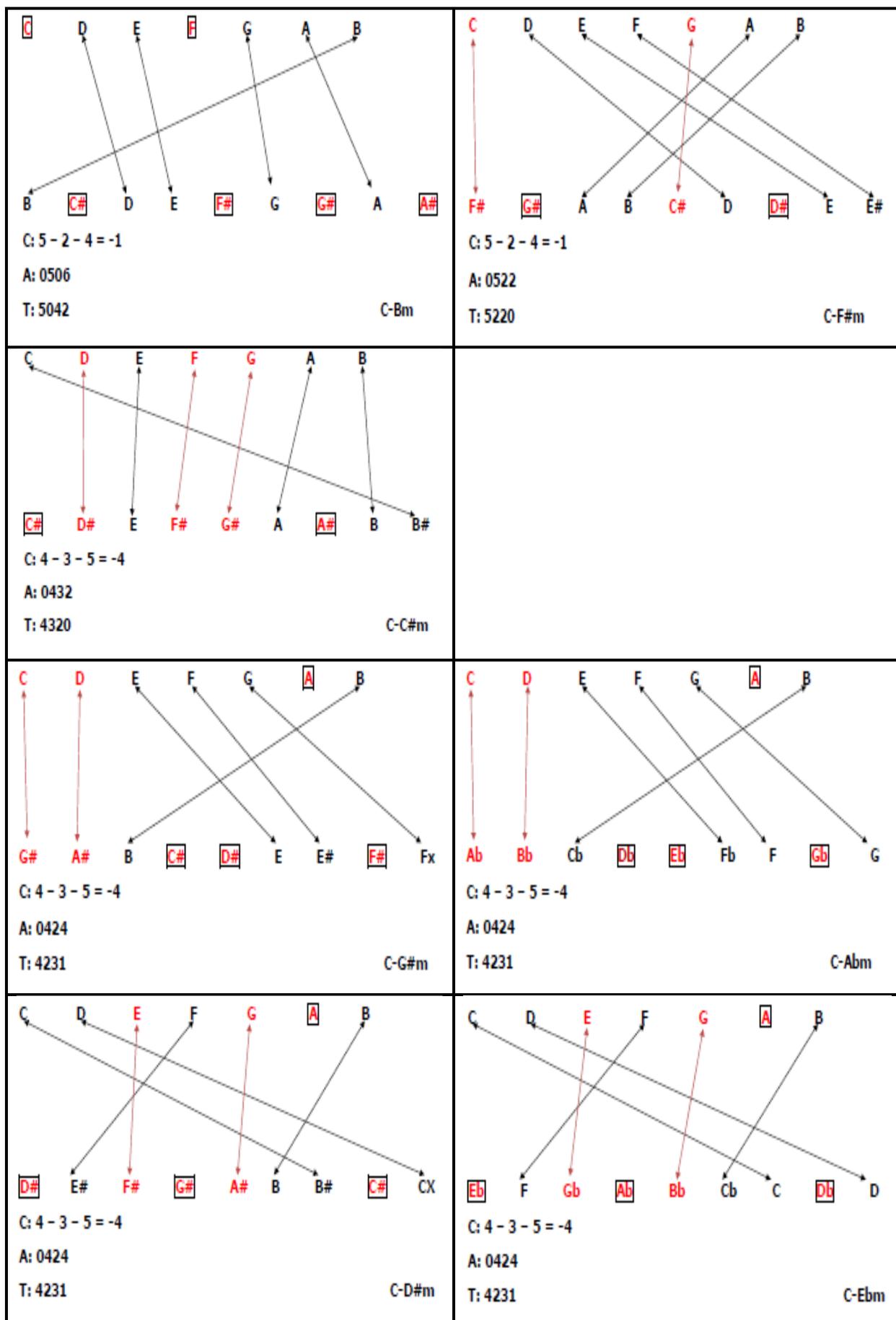
Figura 7: comparação de todas as tonalidades maiores e menores derivadas das quatro escalas tonais com a tonalidade de C.





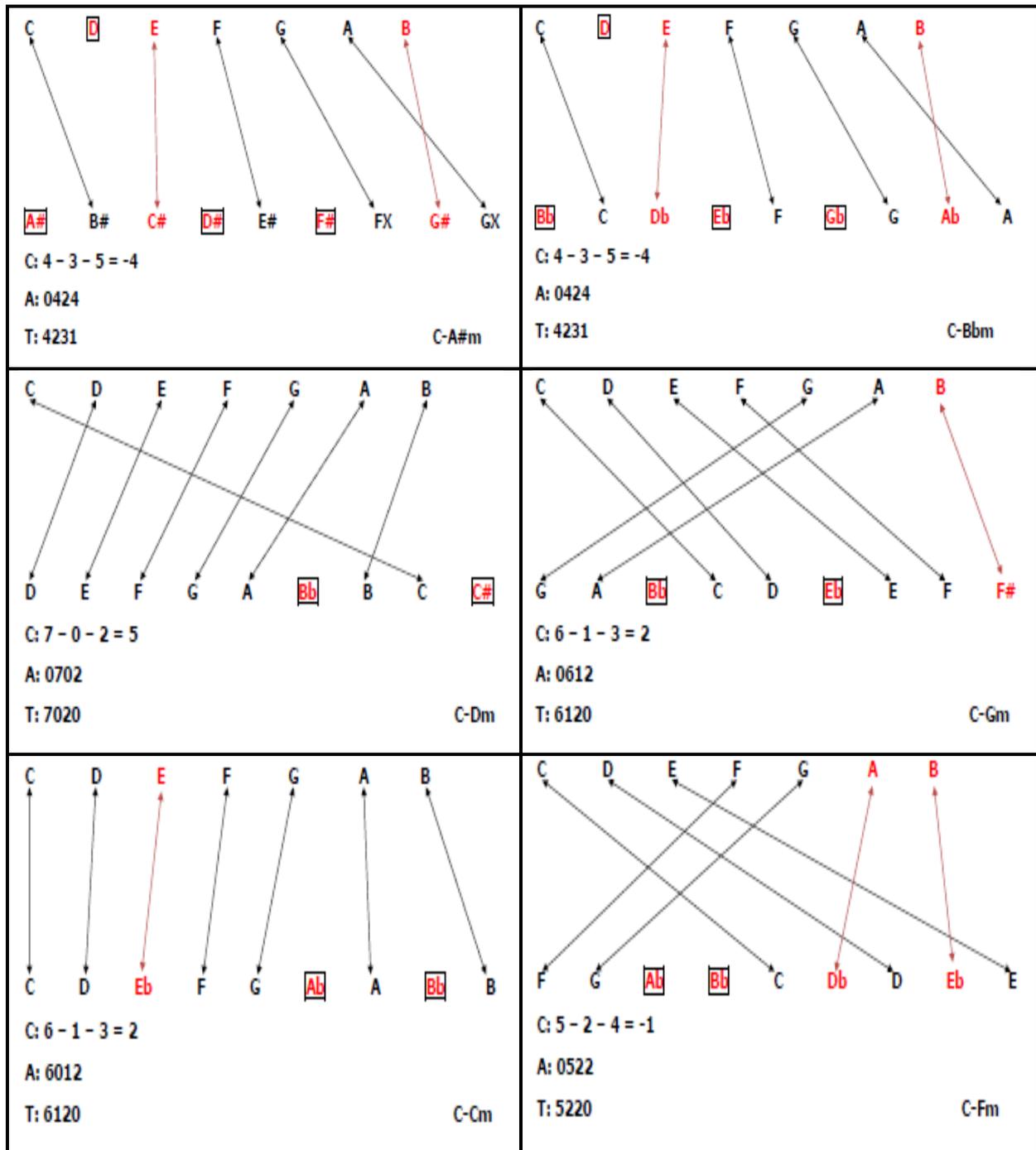
### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

*A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação*



### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

*A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação*

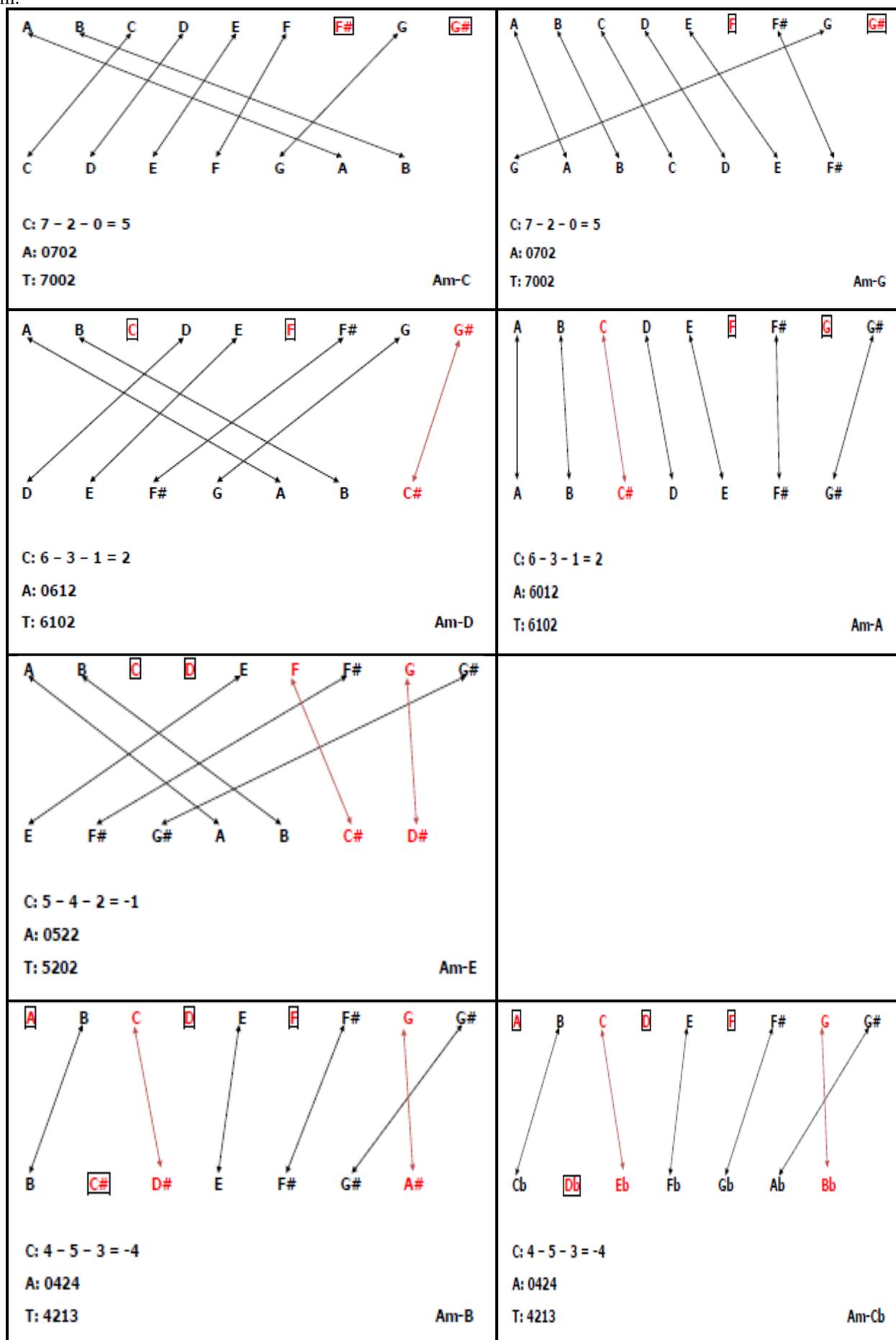


### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

*A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação*

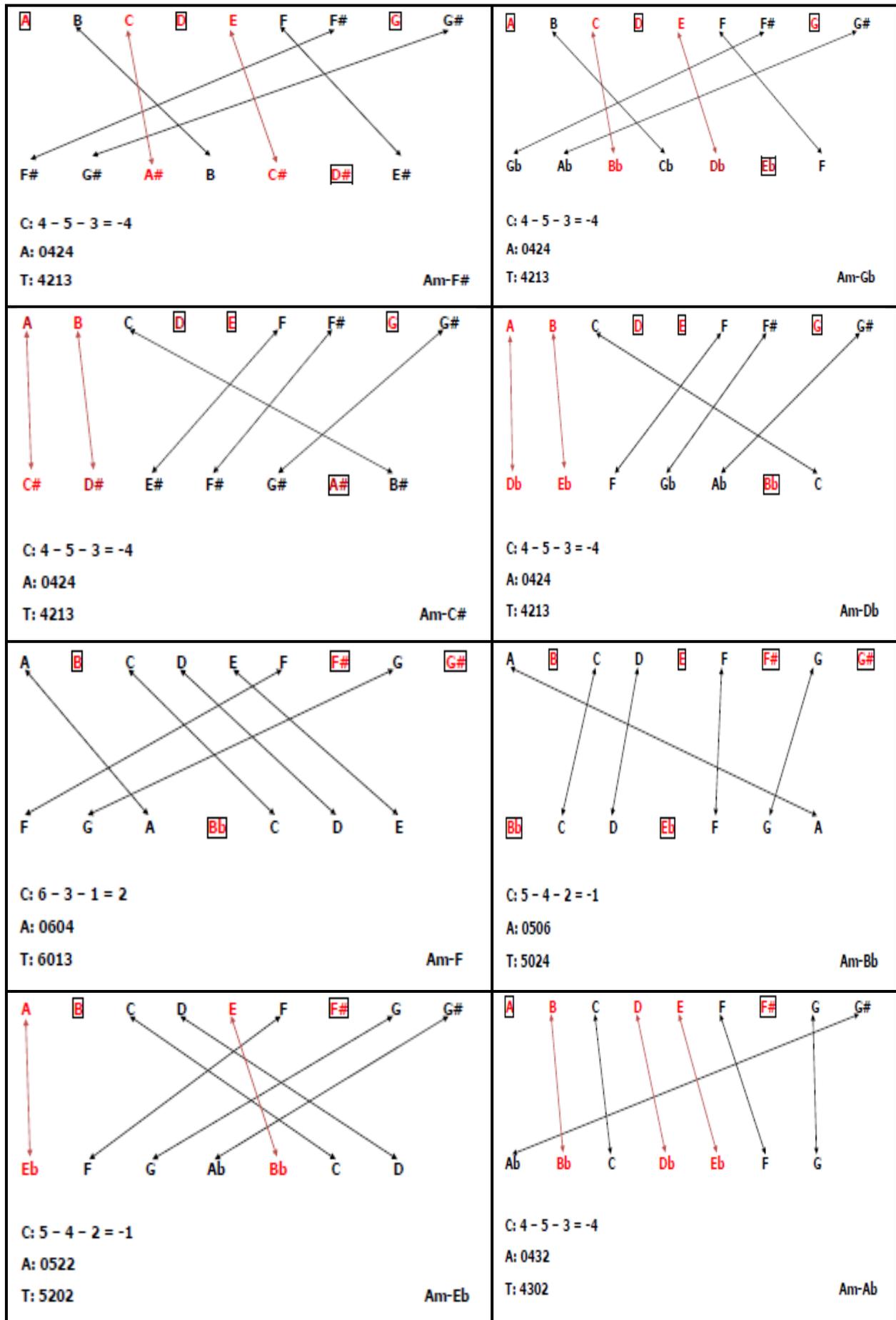


Figura 8: comparação de todas as tonalidades maiores e menores derivadas das quatro escalas tonais com a tonalidade de Am.



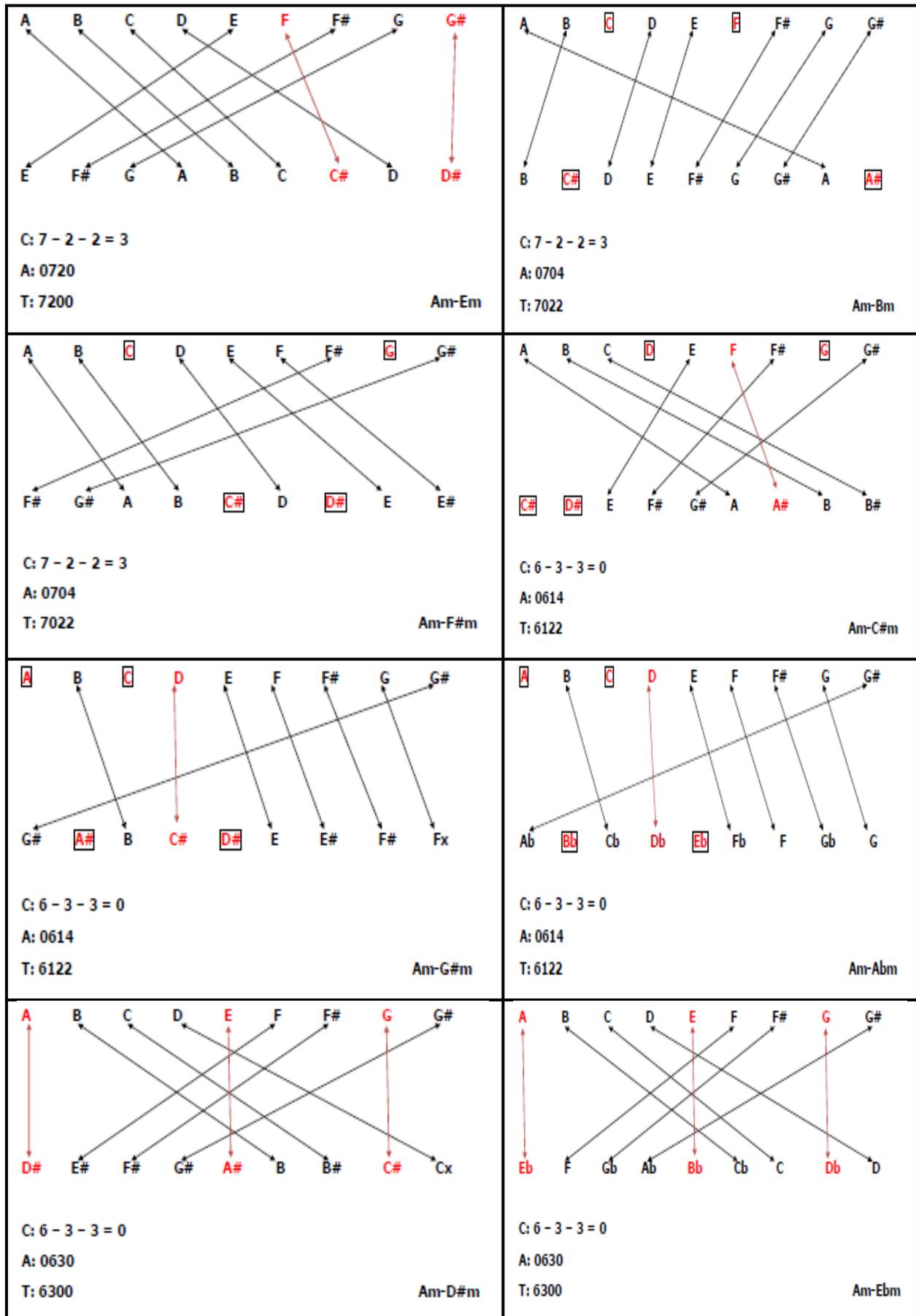
### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

*A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação*



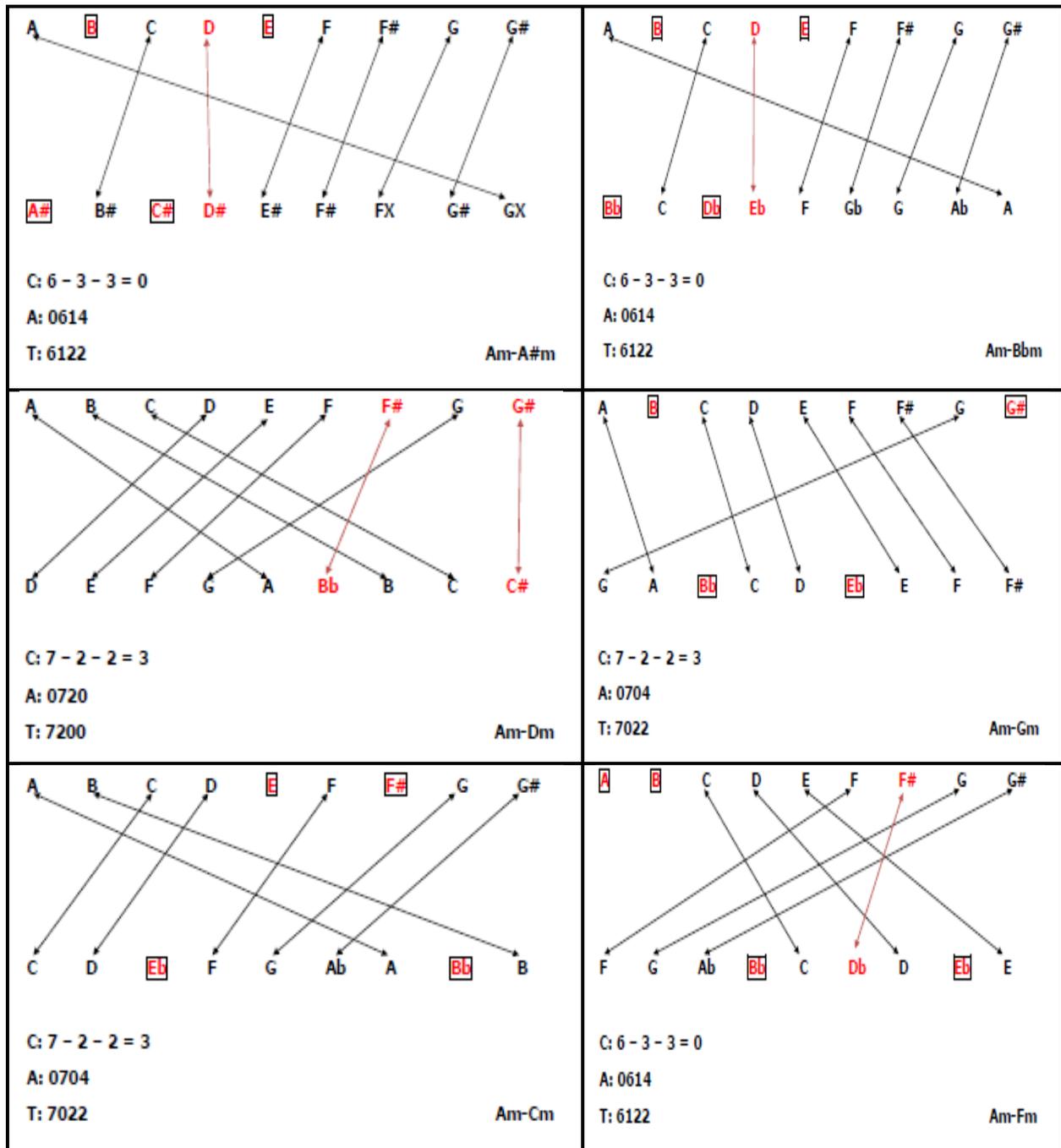
### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

*A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação*



### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

A classificação das distâncias e agrupamentos de diversos elementos musicais através de três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva: Modelo de Contraste, Alinhamento Estrutural e Transformação



A tab.3 mostra a classificação das similaridades, distâncias e agrupamentos entre todas as tonalidades maiores e menores em relação à tonalidade de C levando em consideração as quatro escalas tonais. A maneira de classificação é a mesma usada para os acordes. Primeiro, avalia-se as comunicações, se houver empate, observa-se as diferenças. Por exemplo, no modelo de contraste aparecem as tonalidades de Cm, Gm e Em empatadas em terceiro lugar com vetor  $(6 - 1 - 3 = 2)$ , mas no alinhamento estrutural e na transformação, elas aparecem divididas em dois grupos, terceiro lugar (Cm e Gm) e quarto lugar (Em), respectivamente. Observa-se que as três tonalidades aparecem com 6 comunicações no alinhamento estrutural e na transformação (os dois primeiros números dos vetores do método do alinhamento estrutural representam as comunicações no lugar e fora do lugar, respectivamente; e o primeiro número dos vetores do método de transformação representa as

### Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches

comunalidades), mas Cm e Gm tem 3 diferenças (3#) em relação à C e Em tem 4 diferenças (4#). As diferenças, nesses casos, são os quesitos classificatórios. O que chama a atenção nesse caso são as communalidades no lugar do alinhamento estrutural, algo que não acontece no modelo de contraste nem na transformação. A tonalidade de Cm tem suas 6 communalidades como correspondências no lugar (MIPS) e a tonalidade de Gm tem suas 6 communalidades como correspondências fora do lugar (MOPS). Nesse quesito, a tonalidade de Cm pode assumir a primeira posição na lista classificatória, pois nenhuma outra tonalidade apresenta communalidades no lugar. Nesse sentido, o alinhamento estrutural explica porque C e Cm são consideradas a mesma tonalidade no período clássico e romântico, ou seja, a mudança de C para Cm ou vice-versa não era considerada modulação, mas apenas uma mudança de modo. Piston (1987, p.231-232) considerou que as tonalidades maiores e menores paralelas (ou homônimas) são praticamente idênticas e que a composição clássica dos séculos XVIII e XIX tenderam “a considerar os dois modos como simplesmente dois aspectos de uma mesma tonalidade” (também discutido em Krumhansl e Kessler 1982, p.339). Para Piston (1987, p.62), “a mudança de modo de maior para menor, ou vice-versa, não afeta a tonalidade [...] e é um dos meios de variação mais importantes”. Segundo Krumhansl e Kessler (1982, p.338-339):

Adicionalmente, há uma ligação próxima entre as tonalidades maior e menor construídas sobre a mesma tônica que é chamada de menor paralela. Isso é verdade embora suas armaduras difiram em termos de três sustenidos ou bemóis. Por exemplo, C (sem sustenidos ou bemóis) tem Cm (com três bemóis) como sua menor paralela. Apesar da diferença nas armaduras de clave, essas tonalidades compartilham a maioria das notas estruturalmente estáveis – a fundamental, quarto e quinto graus da escala – bem como o sétimo, sensível nas formas harmônica e melódica ascendente. Possivelmente, ainda mais importante é o fato de que elas também compartilham o acorde V, dominante essencial que prepara a tônica de qualquer uma das tonalidades paralelas (tradução própria).

Para Schoenberg (2004, p.74; 1999 [1969], p.52)<sup>8</sup>, “na música clássica o maior e o menor são frequentemente permutados sem grandes explicações; uma passagem em menor segue-se outra em maior, e vice-versa, sem qualquer elemento harmônico de conexão”. De acordo com Schoenberg (2001, p.303-304, p.318; 1978, p.207-208, p.219), o que permite o intercâmbio entre as tonalidades homônimas é a dominante em comum, ou seja, depois de uma dominante pode vir tanto uma tônica maior quanto uma tônica menor: “uma dominante pode introduzir uma tríade maior ou menor, e pode ser a dominante de uma região maior ou menor. A possibilidade de permutação entre maior e menor está ancorada na força da dominante” (Schoenberg 2004, p.73, 1999 [1969], p.51). Ideia que também fez parte do pensamento de Piston (1987, p.63) ao dizer que a dominante procede para a tônica maior ou menor com igual facilidade (também em Piston 1987, p.233). Para Dubovsky *et al.* (2018, p.330),

---

<sup>8</sup> A primeira referência é da edição em português, Funções Estruturais da Harmonia de 2004. A segunda referência é da edição em inglês *Structural Functions of Harmony* de 1999 [1969]. O mesmo se aplicará às referências de outras citações de Schoenberg no decorrer do texto: edição em português e edição em inglês, ou vice-versa. Vale ressaltar que as edições de 1954, 1969 e 1999 do *Structural Functions of Harmony* são idênticas em relação aos números de páginas dados como referência.

a interação entre os modos maior e menor teve como consequência o próprio enriquecimento de ambos os modos. No início do século XIX, compositores como Schubert começaram a saturar suas peças em maior com elementos do menor a tal ponto que as vinte e quatro tonalidades maiores e menores parecem ter se fundido em apenas doze chamadas de maior-menor. Segundo Smith (1986, p.112, rodapé 23),

Um corolário desse status essencial é que podemos distinguir apenas doze, e não vinte e quatro tonalidades - visto que existem apenas doze sensíveis possíveis e, portanto, apenas doze acordes V possíveis. Assim, os modos maior e menor devem ser considerados funcionalmente como cores diferentes de uma mesma tonalidade, e não como tonalidades diferentes – como de fato são tratados pela maioria dos compositores do século XIX na maior parte do tempo (tradução própria).

Sem dúvida alguma, a dualidade maior-menor é abundante no período da prática comum do séc. XVIII e início do séc. XIX. Conforme descrito por Schenker (1954, p.86-87):

Propriamente falando, acho que qualquer composição se move em um sistema maior-menor. Uma composição em C, por exemplo, deve ser entendida como em C maior-menor ( $C \frac{\text{maior}}{\text{menor}}$ ); pois um C maior puro, sem qualquer ingrediente de C menor, ou, vice-versa, um C menor puro, sem qualquer componente de C maior, dificilmente ocorre na realidade (tradução própria).

Esse pensamento também foi expresso por Ottman (1992 [1961], p.200) ao dizer que “às vezes, diz-se que uma passagem de música está em modo misto quando inclui estruturas harmônicas de ambos os modos maior e menor, e também por Dubovsky *et al.* (2018, p.330), ao escrever que “todas as complexidades que caracterizaram a interação do maior com o menor formaram o sistema maior-menor, recebendo os próprios modos a denominação de maior-menor ou menor-maior, dependendo se são conduzidos pela tônica maior ou menor”. Smith (1981, p.158) também considerava “os modos, especialmente o maior e o menor, como cores diferentes da mesma tonalidade, em vez de tonalidades separadas; existem, portanto, apenas 12 tonalidades distinguíveis”. Para Ratner (1962, p.249), também, “é possível alternar os modos mantendo o mesmo centro tonal. As implicações do intercâmbio de modos para a música dos séculos XVIII e XIX são tremendas. Tanto a estrutura harmônica quanto a cor harmônica estão envolvidas”. De acordo com Gauldin (2004, p.502),

Os modos maior e menor foram claramente delineados nas composições tonais do período barroco (1670-1750). Um movimento ou uma peça inteira de música exibia conclusão tonal começando e terminando na mesma tonalidade e no mesmo modo, embora fossem possíveis modulações internas. Compositores posteriores começaram a borrar os modos introduzindo passagens na tonalidade paralela maior ou menor. Essa técnica, conhecida como troca modal, foi frequentemente empregada por Beethoven e Schubert durante as primeiras décadas do século XIX. O uso da troca modal aumentou ao longo desse século a ponto de, em alguns casos, ser difícil dizer se uma passagem estava em um modo maior ou menor (tradução própria).

Até mesmo para Rameau (1971 [1722], p.162-163), cerca de duzentos anos antes desses autores, as tonalidades paralelas significavam apenas uma mudança de modo sobre a mesma fundamental e não uma mudança de tonalidade:

Observe que não separamos o termo modo do termo tonalidade quando uma mudança entre maior e menor é encontrada sobre a mesma nota tônica, pois podemos mudar o modo de maior para menor ou de menor para maior sem alterar a nota tônica principal do modo. Por exemplo, quando passamos de um tema alegre para um triste, ou de um triste para um alegre, como ocorre na maioria das Chaconnes ou Passacaglias [...] podemos dizer que a tonalidade não muda, mesmo que o modo mude. Se a nota Dó for a tônica do modo maior, então também é a tônica do menor (Rameau 1971 [1722], p.162-163, tradução própria) <sup>9</sup>.

Outra diferenciação entre a classificação do modelo de contraste e dos outros dois, alinhamento estrutural e transformação, é possível ver na tonalidade de C#m em relação à tonalidade protótipo ou referencial de C. No modelo de contraste, a tonalidade C#m aparece em sétimo lugar juntamente com outras tonalidades como pode ser visto na tab. 4, no entanto, no alinhamento estrutural e transformação, ela pode ser colocada entre a sétima e oitava posição como indica a seta, pois seus vetores 0432 e 4320 no alinhamento estrutural e transformação, respectivamente, que possuem 4 comunalidades e 5 diferenças, desloca a tonalidade de C#m que aparece na nona posição. A tonalidade C#m foi colocada na nona posição porque, como já dito anteriormente, o modelo de contraste fornece o exemplo classificatório para os outros dois métodos.

Tabela 3: resultado dos três métodos de avaliação de similaridades em relação à tonalidade de C.

Nível	Contraste C	Vetor	Nível	Alinhamento C IOAN	Vetor	Nível	Transformação C CTSA	Vetor
1	Am Dm	7 - 0 - 2 = 5	1	Am Dm	0702 (2#) 0702 (2#)	1	Am Dm	7020 (2#) 7020 (2#)
2	G F	6 - 1 - 1 = 4	2	G F	0602 (2#) 0602 (2#)	2	G F	6011 (2#) 6011 (2#)
3	Cm Gm Em	6 - 1 - 3 = 2	3	<b>Cm</b> Gm	<b>6012 (3#)</b> 0612 (3#)	3	Cm Gm	6120 (3#) 6120 (3#)
			4	Em	0604 (4#)	4	Em	6031 (4#)
4	D Bb	5 - 2 - 2 = 1	5	D Bb	0504 (4#) 0504 (4#)	5	D Bb	5022 (4#) 5022 (4#)
5	F#m Fm Bm	5 - 2 - 4 = -1	6	F#m Fm	0522 (4#) 0522 (4#)	6	F#m Fm	5220 (4#) 5220 (4#)
			7	Bm	0506 (6#)	7	Bm	5042 (6#)
6	A Eb	4 - 3 - 3 = -2	8	A Eb	0406 (6#) 0406 (6#)	8	A Eb	4033 (6#) 4033 (6#)
7	C#m G#m (Abm) D#m (Ebm) A#m (Bbm)	4 - 3 - 5 = -4	9	<b>C#m</b>	<b>0432 (5#)</b>	9	<b>C#m</b>	<b>4320 (5#)</b>
			10	G#m (Abm) D#m (Ebm) A#m (Bbm)	0424 (6#) 0424 (6#) 0424 (6#)	10	G#m (Abm) D#m (Ebm) A#m (Bbm)	4231 (6#) 4231 (6#) 4231 (6#)
8	E Ab	3 - 4 - 4 = -5	11	E Ab	0316 (7#) 0316 (7#)	11	E Ab	3133 (7#) 3133 (7#)
9	F# (Gb) B (Cb) C# (Db)	2 - 5 - 5 = -8	12	F# (Gb)	0250 (5#)	12	F# (Gb)	2500 (5#)
			13	B (Cb) C# (Db)	0234 (7#) 0234 (7#)	13	B (Cb) C# (Db)	2322 (7#) 2322 (7#)

<sup>9</sup> Observa-se aqui que Rameau chama a nota fundamental de “nota tônica”. Este estudo, no entanto, diferencia esses dois termos. “Fundamental” se refere à primeira nota de uma escala ou o baixo fundamental de um acorde, enquanto “tônica” se refere ao acorde de primeiro grau de uma tonalidade.



A tab.4 mostra a classificação de similaridades, distâncias e agrupamentos entre todas as tonalidades maiores e menores em relação à tonalidade de Am levando em consideração as quatro escalas tonais. Os mesmos comentários anteriores sobre as tonalidades paralelas ou homônimas de C e Cm ocorrem aqui em relação às tonalidades de Am e A. A tonalidade de A tem suas 6 comunalidades como correspondências no lugar (MIPS) e a tonalidade de D tem suas 6 comunalidades como correspondências fora do lugar (MOPS). Nesse quesito, a tonalidade de A pode assumir a primeira posição na lista classificatória, pois nenhuma outra tonalidade apresenta comunalidades no lugar.

Tal como ocorreu com a tonalidade de C#m em relação à tonalidade de C no modelo de contraste, a tonalidade de D#m (Ebm) aparece em quarto lugar juntamente com outras tonalidades como pode ser visto na tab.4, no entanto, no alinhamento estrutural e na transformação, ela pode ser colocada entre a quarta e quinta posição como indica a seta, pois seus vetores 0630 no alinhamento estrutural e 6300 na transformação, que possuem 6 comunalidades e 3 diferenças (3#), desloca a tonalidade D#m (Ebm) da sexta posição.

Tabela 4: resultado dos três métodos de avaliação de similaridades em relação à tonalidade de Am.

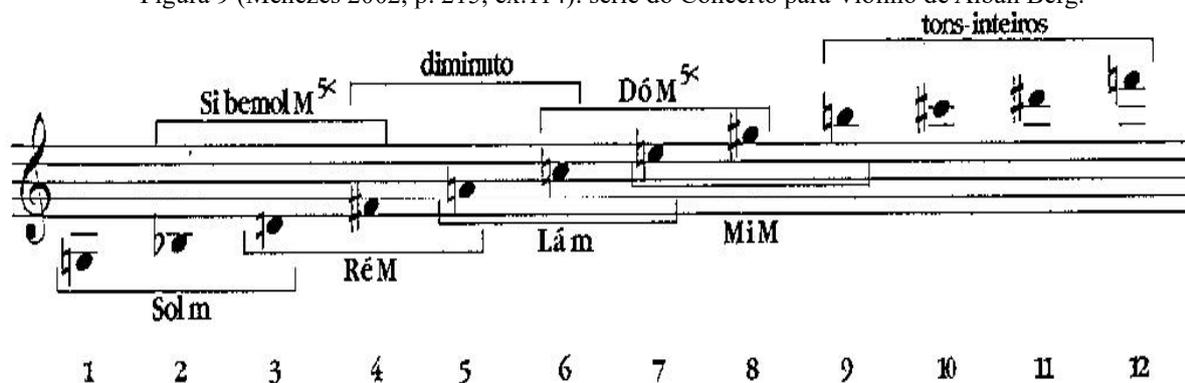
Nível	Contraste Am	Vetor	Nível	Alinhamento Am IOAN	Vetor	Nível	Transformação Am CTSA	Vetor
1	C G	$7 - 2 - 0 = 5$	1	C G	0702 (2#) 0702 (2#)	1	C G	7002 (2#) 7002 (2#)
2	Em Dm Bm F#m Cm Gm	$7 - 2 - 2 = 3$	2	Em Dm	0720 (2#) 0720 (2#)	2	Em Dm	7200 (2#) 7200 (2#)
			3	Bm F#m Cm Gm	0704 (4#) 0704 (4#) 0704 (4#) 0704 (4#)	3	Bm F#m Cm Gm	7022 (4#) 7022 (4#) 7022 (4#) 7022 (4#)
			4	D A	0612 (3#) <b>6012 (3#)</b>	4	D A	6102 (3#) 6102 (3#)
			5	F	0604 (4#)	5	F	6013 (4#)
4	D#m (Ebm) C#m G#m (Abm) A#m (Bbm) Fm	$6 - 3 - 3 = 0$	6	<b>D#m (Ebm)</b>	<b>0630 (3#)</b>	6	<b>D#m (Ebm)</b>	<b>6300 (3#)</b>
			7	C#m G#m (Abm) A#m (Bbm) Fm	0614 (5#) 0614 (5#) 0614 (5#) 0614 (5#)	7	C#m G#m (Abm) A#m (Bbm) Fm	6122 (5#) 6122 (5#) 6122 (5#) 6122 (5#)
			8	E Eb	0522 (4#) 0522 (4#)	8	E Eb	5202 (4#) 5202 (4#)
5	E Eb Bb	$5 - 4 - 2 = -1$	9	Bb	0506 (6#)	9	Bb	5024 (6#)
			10	Ab	0432 (5#)	10	Ab	4302 (5#)
6	Ab B (Cb) F# (Gb) C# (Db)	$4 - 5 - 3 = -4$	11	B (Cb) F# (Gb) C# (Db)	0424 (6#) 0424 (6#) 0424 (6#)	11	B (Cb) F# (Gb) C# (Db)	4213 (6#) 4213 (6#) 4213 (6#)

## 5 APLICAÇÃO DO MODELO DE CONTRASTE, ALINHAMENTO ESTRUTURAL E TRANSFORMAÇÃO ÀS 48 SÉRIES DO CONCERTO PARA VIOLINO DE ALBAN BERG

As 48 séries do Concerto para Violino de Alban Berg (1935) também foram classificadas através dos três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva. Menezes (2002, p.214) demonstra que a série original desse concerto é baseada em tríades, contendo os quatro

tipos de acordes básicos: maior, menor, aumentado e diminuto (fig.9). A parte final contém um fragmento da escala de tons inteiros.

Figura 9 (Menezes 2002, p. 215, ex.114): série do Concerto para Violino de Alban Berg.



A tab.5 mostra as 48 séries do Concerto para Violino de Alban Berg, ou seja, as 12 transposições da série original, as 12 transposições da inversão, do retrógrado e do retrógrado da inversão. As transposições das 4 séries principais são numeradas de 0 a 11.

Tabela 5: 48 séries do Concerto para Violino de Alban Berg.

	I0	I3	I7	I11	I2	I5	I9	I1	I4	I6	I8	I10	
O0	G	Bb	D	F#	A	C	E	G#	B	C#	D#	F	R0
O9	E	G	B	D#	F#	A	C#	F	G#	Bb	C	D	R9
O5	C	Eb	G	B	D	F	A	Db	E	F#	Ab	Bb	R5
O1	Ab	B	Eb	G	Bb	Db	F	A	C	D	E	F#	R1
O10	F	G#	C	E	G	Bb	D	F#	A	B	C#	D#	R10
O7	D	F	A	C#	E	G	B	D#	F#	G#	Bb	C	R7
O3	Bb	Db	F	A	C	Eb	G	B	D	E	F#	Ab	R3
O11	F#	A	Db	F	Ab	B	Eb	G	Bb	C	D	E	R11
O8	Eb	F#	Bb	D	F	G#	C	E	G	A	B	C#	R8
O6	C#	E	Ab	C	Eb	F#	Bb	D	F	G	A	B	R6
O4	B	D	F#	Bb	Db	E	Ab	C	Eb	F	G	A	R4
O2	A	C	E	Ab	B	D	F#	Bb	Db	Eb	F	G	R2
	RI0	RI3	RI7	RI11	RI2	RI5	RI9	RI1	RI4	RI6	RI8	RI10	

A fig.10 mostra as comparações com mais alta avaliação de similaridades em relação à série original (O0). As notas pretas conectadas por setas pretas indicam as notas em comum em posições diferentes, as notas vermelhas conectadas por setas vermelhas indicam as notas em comum na mesma posição. Como pode-se ver na tab.6, todas as séries foram classificadas em apenas quatro grupos, sendo assim, apenas um exemplo de cada grupo será descrito nos próximos parágrafos.

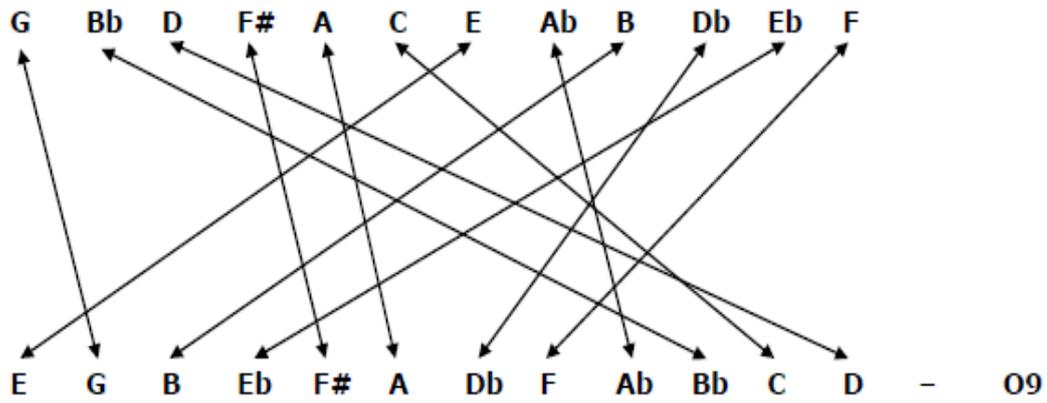
De acordo com o **modelo de contraste (C)**, na comparação entre **O0 e O9**, há 12 notas em comum, nenhuma nota diferente de O0 em relação à O9 e nenhuma nota diferente de O9 em relação à

O0, resultando na equação  $12 - 0 - 0 = 12$ . Na comparação entre **O0 e RI3**, há 12 notas em comum, nenhuma nota diferente de O0 em relação à RI3 e nenhuma nota diferente de RI3 em relação à O0, resultando na equação  $12 - 0 - 0 = 12$ . Na comparação entre **O0 e I0**, há 12 notas em comum, nenhuma nota diferente de O0 em relação à I0 e nenhuma nota diferente de I0 em relação à O0, resultando na equação  $12 - 0 - 0 = 12$ . Na comparação entre **O0 e R2**, há 12 notas em comum, nenhuma nota diferente de O0 em relação à R2 e nenhuma nota diferente de R2 em relação à O0, resultando na equação  $12 - 0 - 0 = 12$ . Observa-se na figura 11 que o modelo de contraste obtém o mesmo resultado em todas as comparações. Isso vale para todas as transposições da série original, todas as regressões, inversões e retrógrados da inversão.

No método do **alinhamento estrutural (A)**, na comparação entre **O0 e O9** não há nenhuma correspondência no lugar (MIP), há 12 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e nenhuma diferença não alinhável, resultando no vetor  $0/12/00$ . Na comparação entre **O0 e RI3** há 4 correspondências no lugar (MIP), 8 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e nenhuma diferença não alinhável, resultando no vetor  $4/8/00$ . Na comparação entre **O0 e I0** há 2 correspondências no lugar (MIP), 10 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e nenhuma diferença não alinhável, resultando no vetor  $2/10/00$ . Na comparação entre **O0 e R2** há 1 correspondência no lugar (MIP), 11 correspondências fora do lugar (MOP), nenhuma diferença alinhável e nenhuma diferença não alinhável, resultando no vetor  $1/11/00$ .

No método da **transformação (T)**, na comparação entre **O0 e O9** há 12 comunalidades, nenhuma transformação, nenhuma subtração e nenhuma adição, resultando no vetor  $12/000$ . Na comparação entre **O0 e RI3** há 12 comunalidades, nenhuma transformação, nenhuma subtração e nenhuma adição, resultando no vetor  $12/000$ . Na comparação entre **O0 e I0** há 12 comunalidades, nenhuma transformação, nenhuma subtração e nenhuma adição, resultando no vetor  $12/000$ . Na comparação entre **O0 e R2** há 12 comunalidades, nenhuma transformação, nenhuma subtração e nenhuma adição, resultando no vetor  $12/000$ . Observa-se na figura 11 que o método de transformação também obtém o mesmo resultado em todas as comparações de similaridades (12/000), tal qual o modelo de contraste.

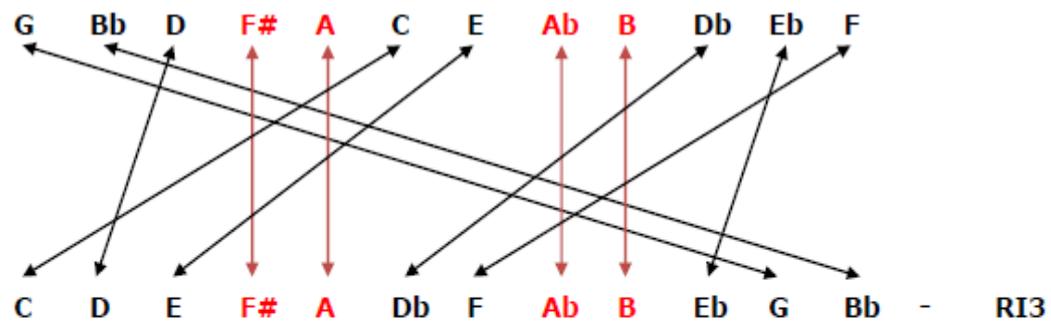
Figura 10: similaridades entre as séries que aparecem na tabela 6.



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 0/12/00

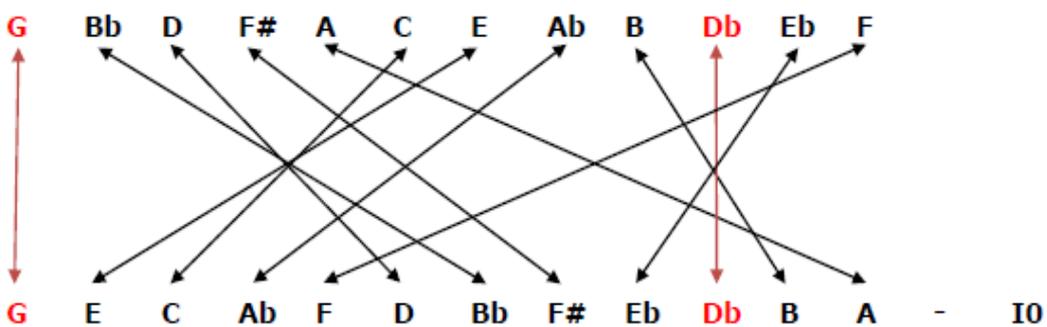
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 4/8/00

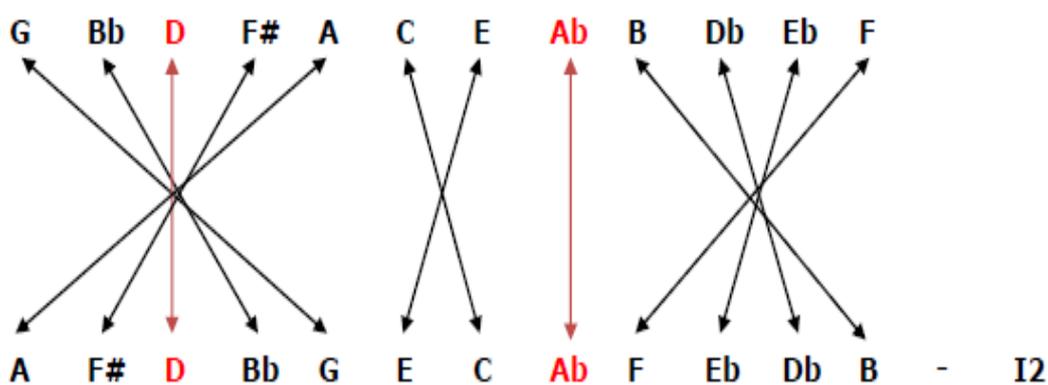
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

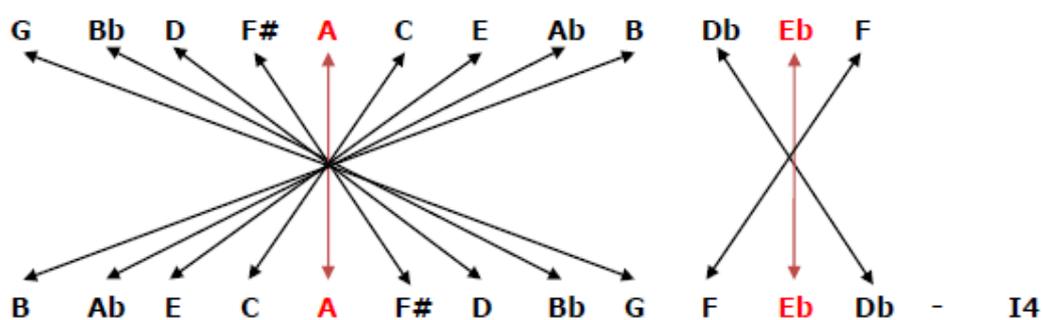
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

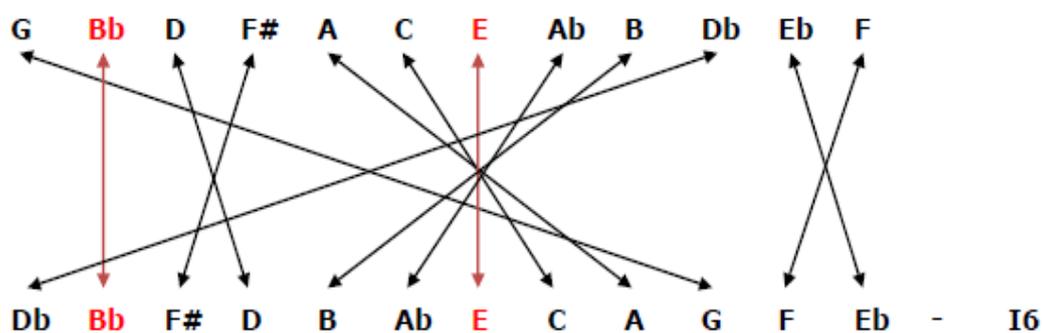
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

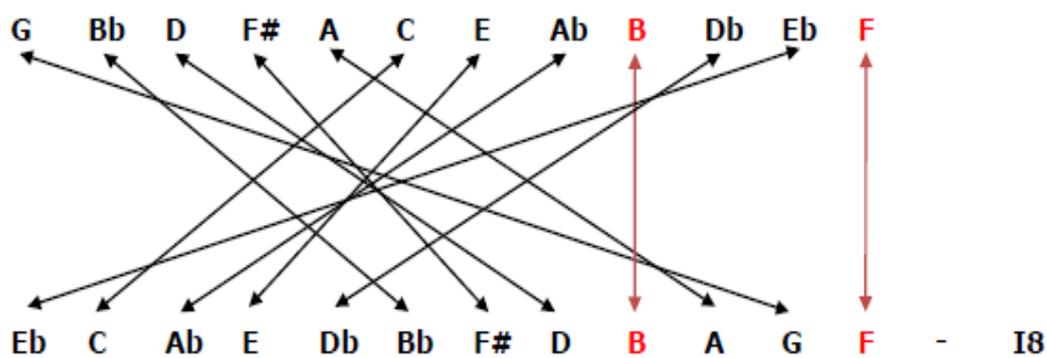
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

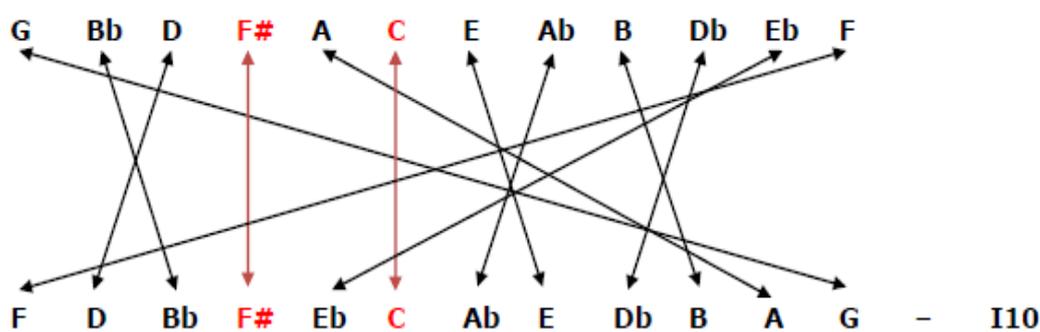
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

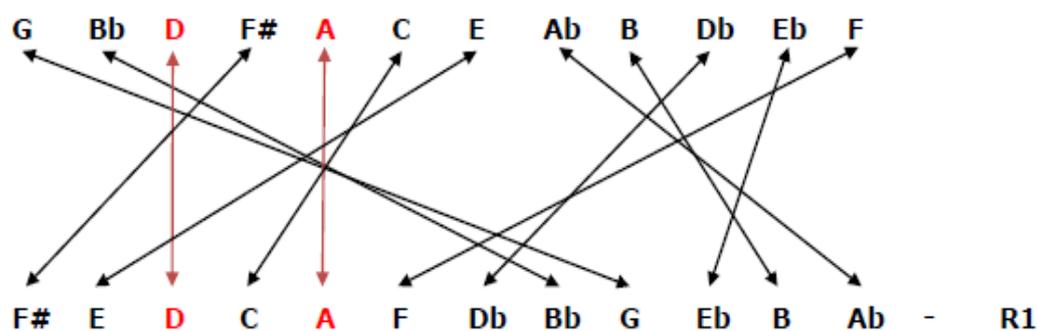
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

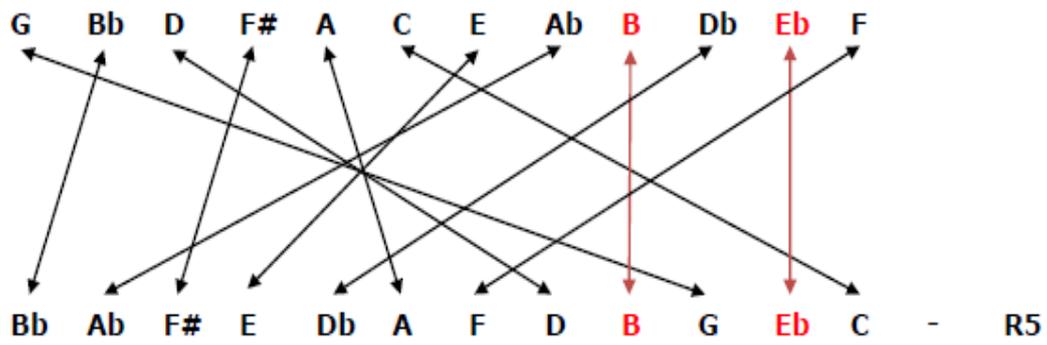
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

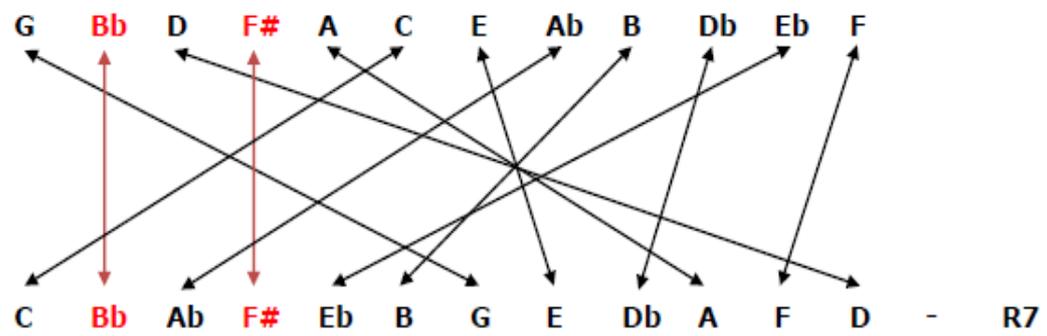
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

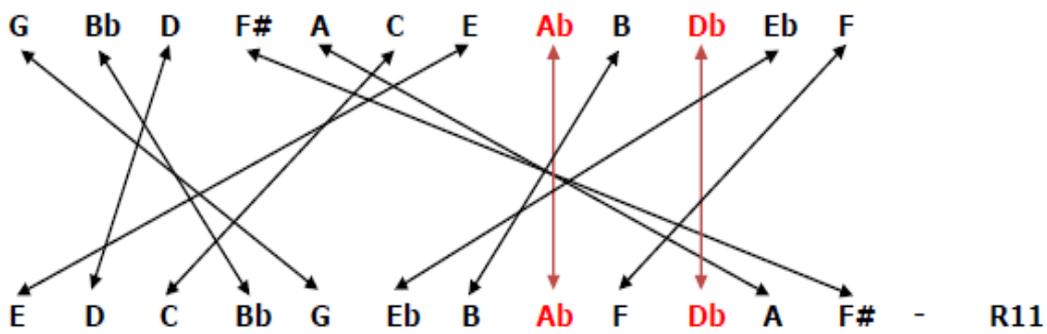
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

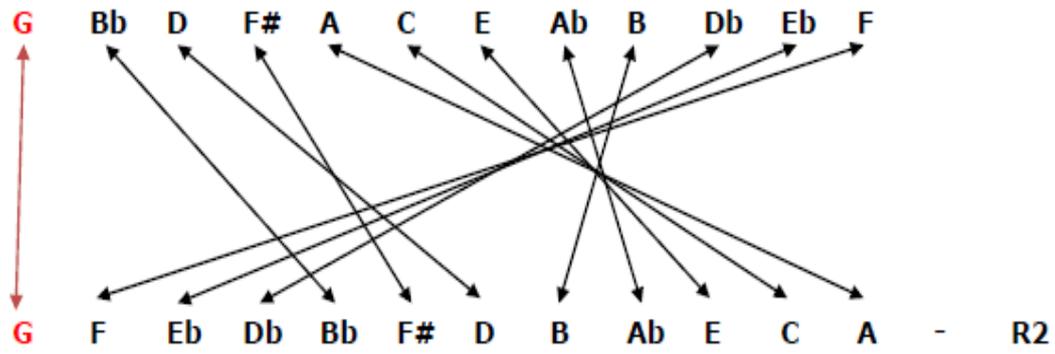
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

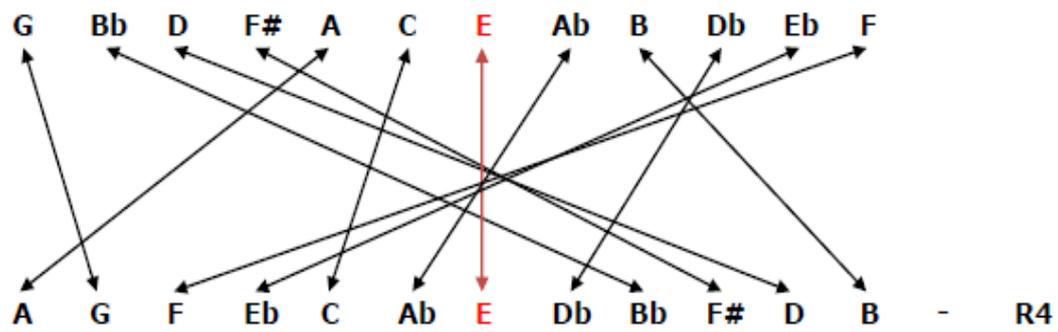
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 1/11/00

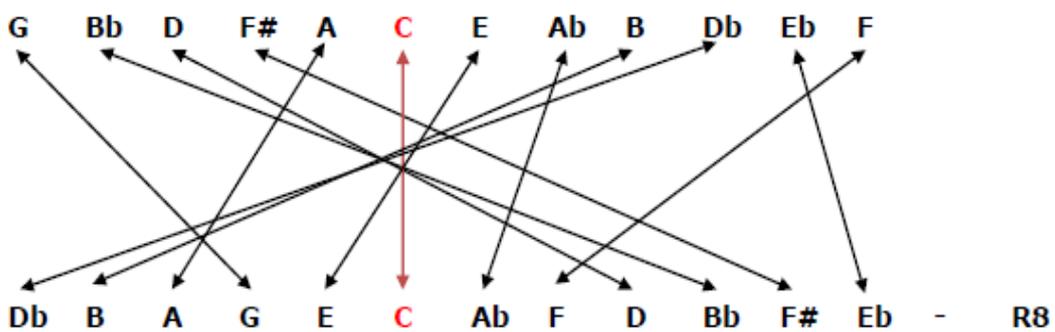
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 1/11/00

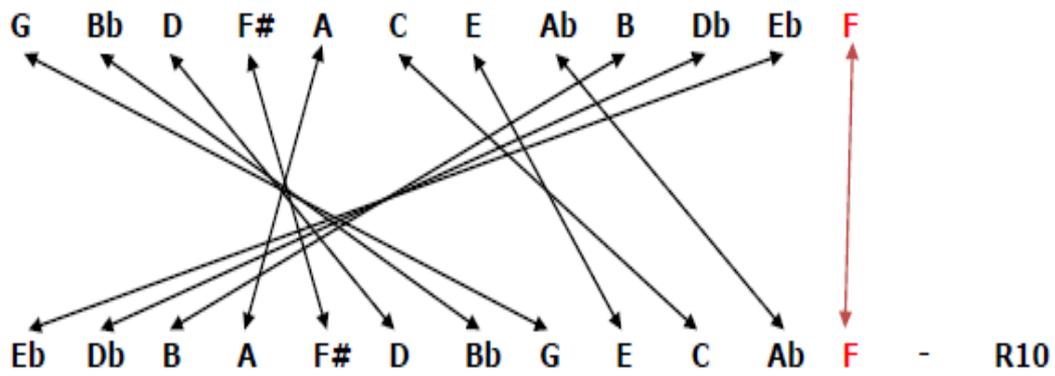
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 1/11/00

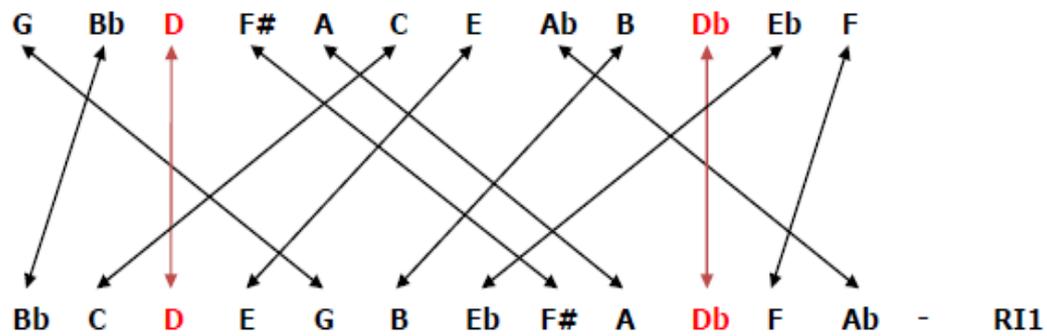
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 1/11/00

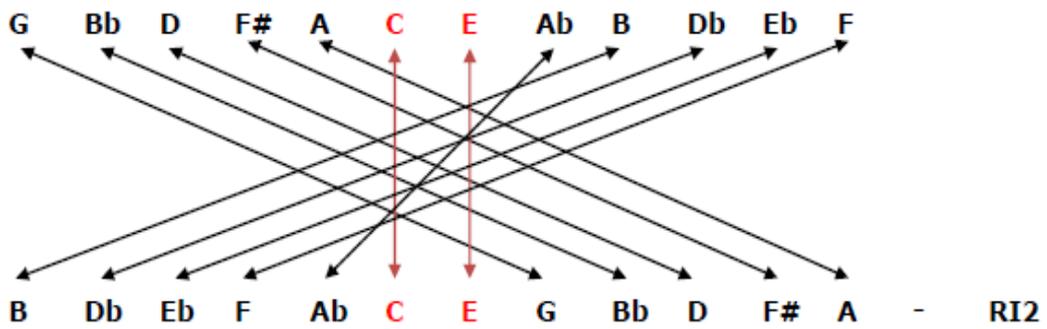
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

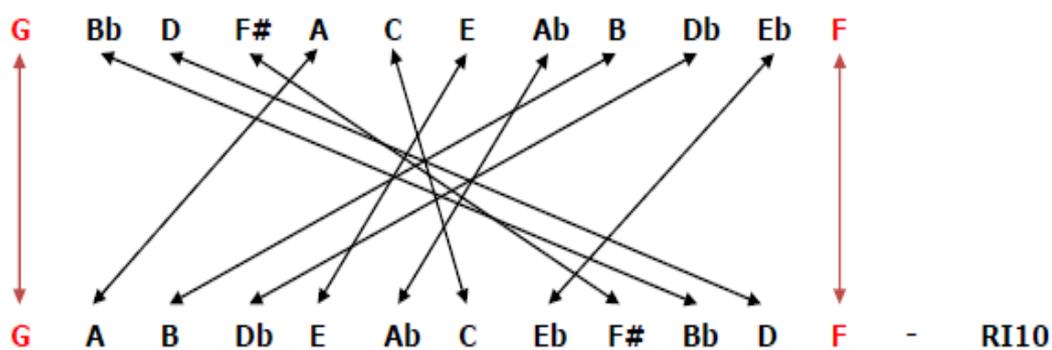
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

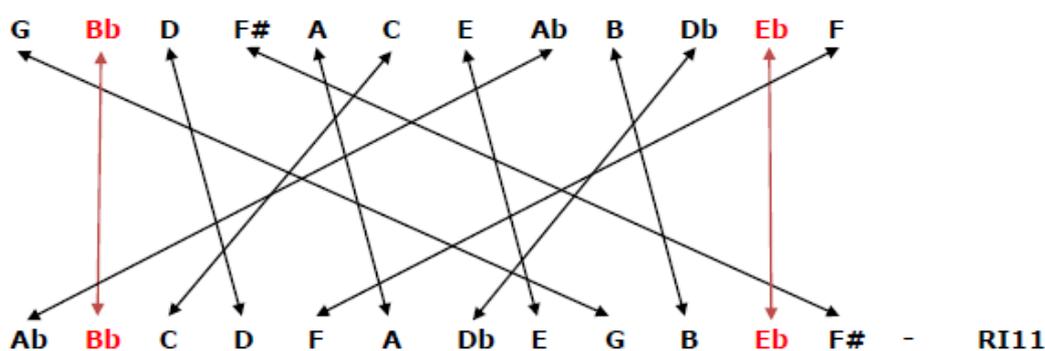
T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

T: 12/000



C: 12 - 0 - 0 = 12

A: 2/10/00

T: 12/000

Observa-se que o único método que obtêm resultados diferenciados e, portanto, tem utilidade na classificação das similaridades, distâncias e agrupamentos das séries dodecafônicas é o alinhamento estrutural (tab.6). O modelo de contraste e a transformação não obtêm resultados diferenciados e significativos que permitam uma classificação de similaridades, distâncias e agrupamentos das séries por conterem, exatamente, os mesmos vetores em seus respectivos métodos. As coincidências de posicionamentos de algumas notas das séries fazem sentido apenas para o alinhamento estrutural, pois os parâmetros correspondências no lugar e fora do lugar (MIPS e MOPS) fazem toda a diferença.

Baseado na maneira usada nos métodos de classificação de similaridades em que as comunicações são os primeiros parâmetros a serem considerados e depois, se houver empate, são considerados os parâmetros das diferenças, observa-se na tab.6 que RI3 é a série mais similar e mais próxima do original (O0) com o vetor 4/8/00. Em segundo lugar aparecem as séries com vetor 2/10/00. Em terceiro lugar estão as séries com vetor 1/11/00. As séries mais dissimilares e, portanto, mais distantes do original (O0) são as que possuem o vetor 0/12/00. Isso inclui todas as transposições da

série original e as séries restantes que não obtiveram valores diferenciados e significativos de similaridades.

Tabela 6: classificação das similaridades, distâncias e agrupamentos de todas as 48 séries do Concerto para Violino de Alban Berg em comparação com a série original.

1	2	3	4
4/8/00	2/10/00	1/11/00	0/12/00
RI3	I0		<b>Todas as séries originais</b>
	I2		<b>Todas as outras séries</b>
	I4		
	I6		
	I8		
	I10		
	R1	R2	
	R5	R4	
	R7	R8	
	R11	R10	
	RI1		
	RI2		
	RI10		
	RI11		

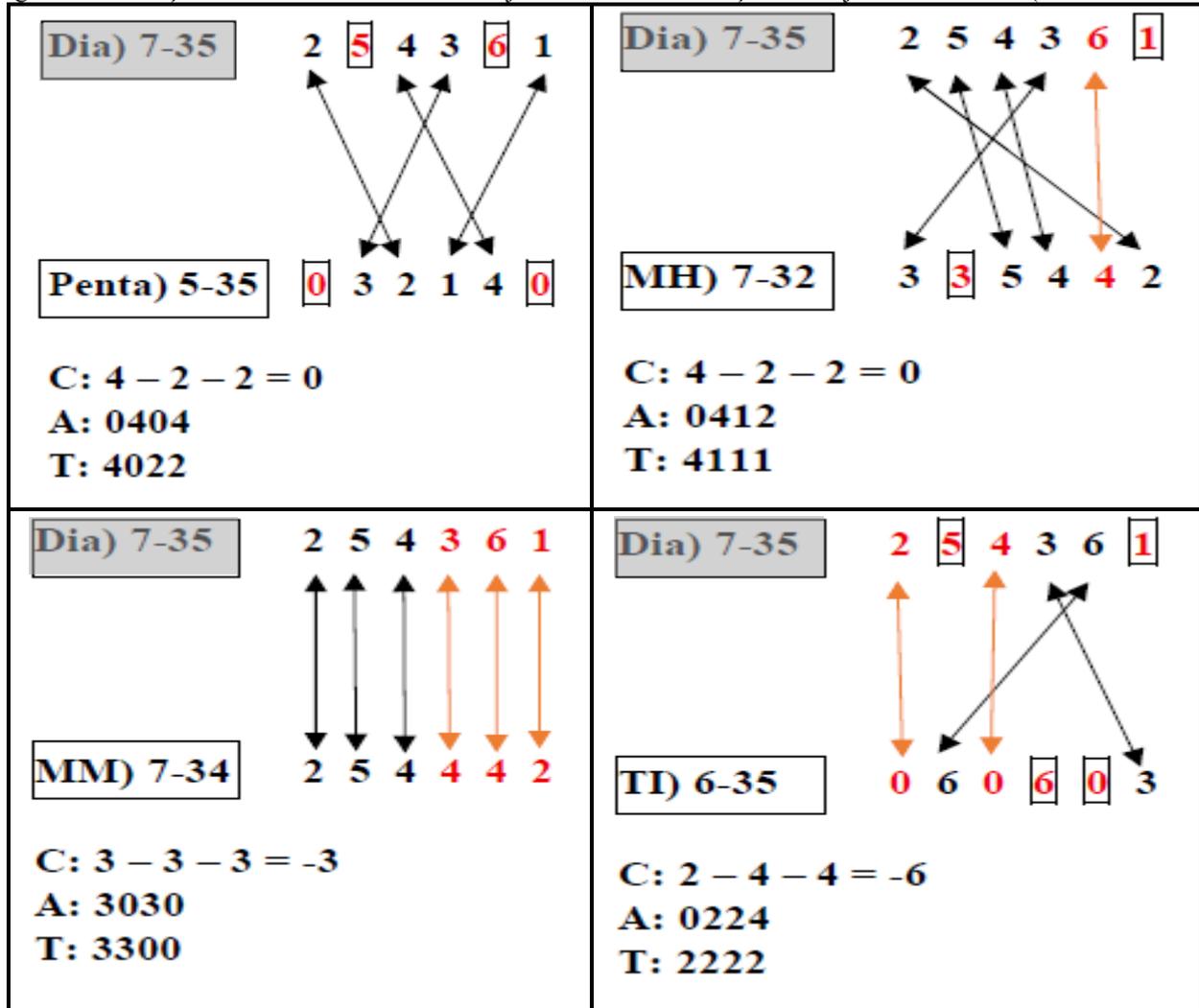
## 6 APLICAÇÃO DO MODELO DE CONTRASTE, ALINHAMENTO ESTRUTURAL E TRANSFORMAÇÃO A ALGUNS CONJUNTOS REPRESENTANTES DE ESCALAS

Os conjuntos escolhidos para comparação são aqueles que se referem às escalas diatônica (7-35), pentatônica (5-35), menor harmônica (7-32), menor melódica (7-34), tons inteiros (6-35), hexafônica (6-20), dominante diminuta (8-28) e Scriabin (6-34). O conjunto-escala protótipo ou referencial é o conjunto diatônico (7-35) a partir do qual todos os outros conjuntos-escalas são comparados (tab.7). Tal como acontece em Forte (1973, p.46-60), as similaridades foram classificadas de acordo com os vetores intervalares dos *set-classes* em vez de baseadas em conjuntos ou notas. As notas pretas conectadas por setas pretas indicam os vetores intervalares em comum, estejam eles na mesma posição ou não. As notas vermelhas conectadas por setas vermelhas indicam vetores diferentes, mas que estão sob a mesma relação de posicionamento dentro dos vetores. As notas vermelhas dentro de um quadrado indicam vetores diferentes que não encontram correspondência no outro conjunto. Os vetores do modelo de contraste (C), alinhamento estrutural (A) e transformação são expostos na fig.11.

Tabela 7: conjuntos-escalas sob consideração.

Set-classes (conjuntos)	Notas	Vetores
<b>Diatônica 7-35 (013568A)</b>	<b>C C# D# E F# G# A#</b>	<b>254361</b>
Pentatônica 5-35 (02479)	C D E G A	032140
Menor harmônica 7-32 (0134689)	C C# D# E F# G# A	335442
Menor melódica 7-34 (013468A)	C C# D# E F# G# A#	254442
Tons inteiros 6-35 (02468A)	C D E F# G# A#	060603
Hexafônica 6-20 (014589)	C C# E F G# A	303630
Domdim 8-28 (0134679A)	C C# D# E F# G A A#	448444
Scriabin 6-34 (013579)	C C# D# F G A	142422

Figura 11: avaliação de similaridades entre os conjuntos-escalas em relação ao conjunto-escala 7-35 (escala diatônica).



<p><b>Dia) 7-35</b></p> <p><b>2</b> 5 4 3 6 1</p> <p><b>Hex) 6-20</b></p> <p>3 0 3 6 <b>3</b> 0</p> <p><b>C: 2 - 4 - 4 = -6</b>  <b>A: 0232</b>  <b>T: 2311</b></p>	<p><b>Dia) 7-35</b></p> <p><b>2</b> 5 4 3 6 1</p> <p><b>Do) 8-28</b></p> <p>4 4 <b>8</b> 4 4 4</p> <p><b>C: 1 - 5 - 5 = -9</b>  <b>A: 0142</b>  <b>T: 1411</b></p>
<p><b>Dia) 7-35</b></p> <p>2 5 4 <b>3</b> 6 1</p> <p><b>Scr) 6-34</b></p> <p>1 4 2 4 2 <b>2</b></p> <p><b>C: 3 - 3 - 3 = -3</b>  <b>A: 0322</b>  <b>T: 3211</b></p>	

Baseado nas comparações dos vetores intervalares, observa-se na tab.8 que o **modelo de contraste** separa os conjuntos representantes de escalas em quatro grupos. Os conjuntos-escalas mais similares ao conjunto-escala 7-35 (diatônica) são 7-32 (menor harmônica) e 5-35 (pentatônica) com vetor (4 - 2 - 2 = 0). Em segundo lugar aparecem os conjuntos-escalas 7-34 (menor melódica) e 6-34 (Scriabin) com vetor (3 - 3 - 3 = -3). Em terceiro lugar aparecem os conjuntos-escalas 6-20 (hexafônica) e 6-35 (tons inteiros) com vetor (2 - 4 - 4 = -6) e em quarto e último lugar aparece o conjunto-escala 8-28 (dominante diminuta) com vetor (1 - 5 - 5 = -9).

No método do **alinhamento estrutural**, é possível alinhar seus resultados com a mesma ordenação do modelo de contraste. Para isso, basta considerar primeiramente o número de comunalidades e depois o número de diferenças, tal qual como foi feito desde o início deste estudo em todos os métodos e comparações. Assim, os conjuntos-escalas 7-32 e 5-35 aparecem em primeiro e segundo lugares, respectivamente, porque há 4 comunalidades, mas o que os diferenciam é o número de diferenças. O conjunto-escala 7-32 tem 3 diferenças (3#) e o conjunto-escala 5-35 tem 4 diferenças (4#). O mesmo acontece com os conjuntos-escalas 7-34 e 6-34 que aparecem em terceiro e quarto lugares, respectivamente. Ambos possuem 3 comunalidades, mas é o número de diferenças que os

classifica. O conjunto-escala 7-34 tem 3 diferenças (3#) e o conjunto-escala 6-34 tem 4 diferenças (4#). Os conjuntos-escalas 6-20 e 6-35 aparecem em quinto e sexto lugares, respectivamente, porque ambos possuem 2 comunalidades, mas o conjunto-escala 6-20 tem 5 diferenças (5#) e o conjunto-escala 6-35 tem 6 diferenças (6#). O último lugar pertence ao conjunto-escala 8-28 com 1 comunalidade e 6 diferenças (6#).

No método da **transformação** é possível igualar a mesma ordenação do modelo de contraste com alguns desdobramentos, tal como aconteceu com o método do alinhamento estrutural. Os conjuntos-escalas 7-32 e 5-35 que aparecem empatados em primeiro lugar no modelo de contraste aparecem divididos em dois níveis no método de transformação, níveis 1 e 2, respectivamente. Os conjuntos-escalas 7-34 e 6-34 que aparecem empatados em segundo lugar no modelo de contraste aparecem divididos em dois níveis no método de transformação, níveis 3 e 4, respectivamente. Os conjuntos-escalas 6-20 e 6-35 que aparecem empatados em terceiro lugar no modelo de contraste aparecem divididos em dois níveis no método de transformação, níveis 5 e 6, respectivamente. O conjunto-escala 8-28 que aparece em quarto e último lugar no modelo de contraste também aparece em último lugar no método de transformação, no entanto, em sétimo lugar.

No método da **transformação**, a classificação de similaridades dos conjuntos-escalas também é feita primeiramente a partir do número de comunalidades e em seguida pelo número de diferenças. Por exemplo, os conjuntos-escalas 7-32 e 5-35, que aparecem em primeiro e segundo lugares, respectivamente, possuem 4 vetores intervalares em comum, mas se diferenciam pelo número de diferenças. O conjunto-escala 7-32 tem 3 diferenças (3#) e o conjunto-escala 5-35 tem 4 diferenças (4#). Isto os classifica em primeiro e segundo lugares, respectivamente. Os conjuntos-escalas 7-34 (menor melódica) e 6-34 (Scriabin) possuem 3 vetores intervalares em comum, mas se diferenciam pelo número de diferenças, o conjunto-escala 7-34 tem 3 diferenças (3#) e o conjunto-escala 6-34 tem 4 diferenças (4#). Isto os classifica em terceiro e quarto lugares, respectivamente. Os conjuntos-escalas 6-20 (hexafônica) e 6-35 (tons inteiros) possuem 2 vetores intervalares em comum, mas se diferenciam pelo número de diferenças, o conjunto-escala 6-20 tem 5 diferenças (5#) e o conjunto-escala 6-35 tem 6 diferenças (6#). Isto os classifica em quinto e sexto lugares, respectivamente. O conjunto-escala 9-28 (domdim) aparece em sétimo e último lugar porque possui apenas 1 vetor intervalar em comum e 6 diferenças (6#).

Tabela 8: similaridades entre vetores intervalares dos conjuntos-escalas.

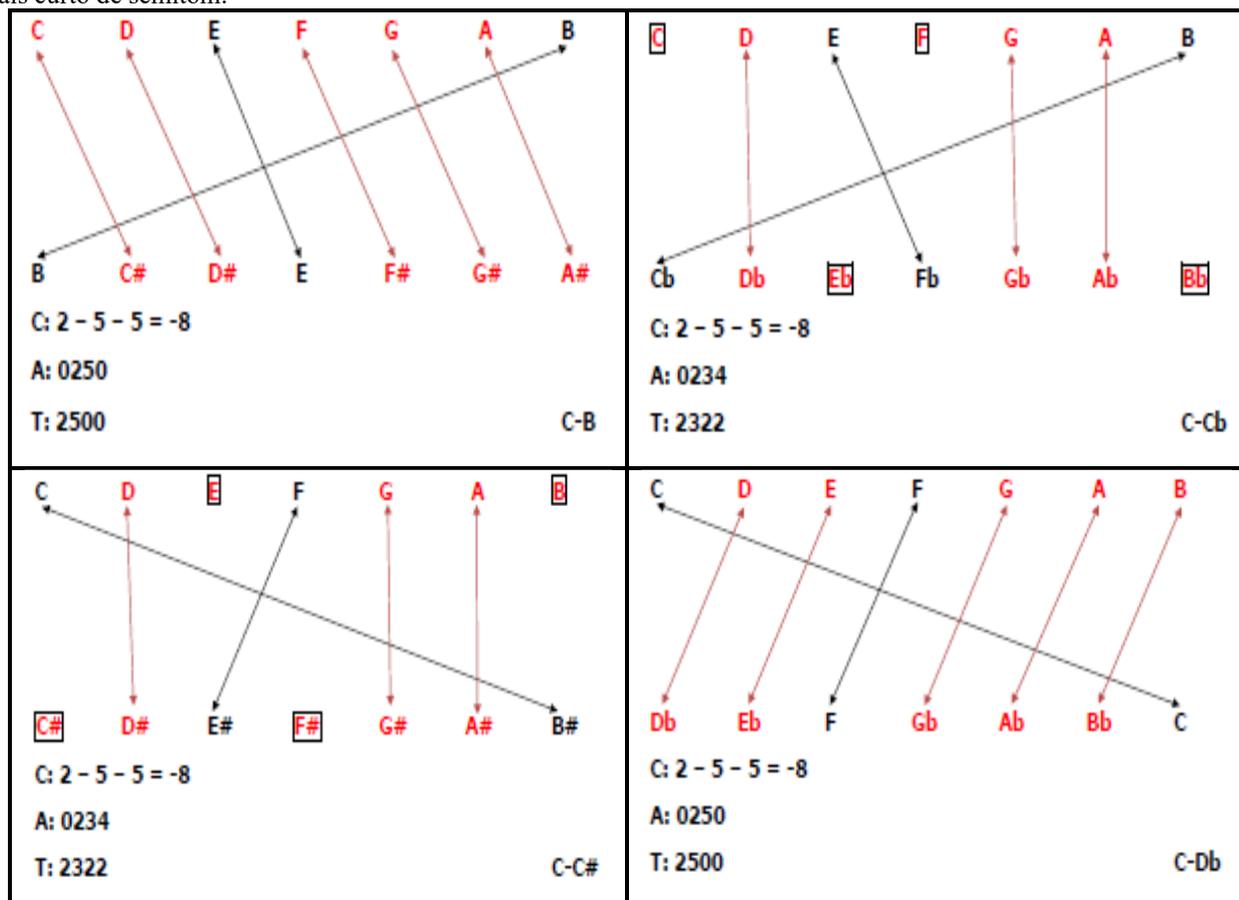
Nível	Conjuntos	Contraste 7-35 (dia)	Nível	Alinhamento 7-35 (dia)	Nível	Transformação 7-35 (dia)
1	7-32 (MH)	4 - 2 - 2 = 0	1	0412 (3#)	1	4111 (3#)
	5-35 (Penta)		2	0404 (4#)	2	4022 (4#)
2	7-34 (MM)	3 - 3 - 3 = -3	3	<b>3030 (3#)</b>	3	3300 (3#)
	6-34 (Scr)		4	0322 (4#)	4	3211 (4#)
3	6-20 (Hex)	2 - 4 - 4 = -6	5	0232 (5#)	5	2311 (5#)
	6-35 (TI)		6	0224 (6#)	6	2222 (6#)
4	8-28 (domdim)	1 - 5 - 5 = -9	7	0142 (6#)	7	1411 (6#)

## 7 CONCLUSÃO

Os três métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva se mostraram muito úteis na classificação das distâncias e agrupamentos dos diversos elementos musicais. As relações de similaridades e proximidades entre os acordes diatônicos derivados das quatro escalas tonais e o acordeônico C7M precisou apenas da avaliação das comunalidades para se definir sua ordem classificatória. No entanto, as relações de similaridades e proximidades entre os acordes diatônicos derivados das quatro escalas tonais e o acordeônico Am7 precisou, primeiramente, avaliar o número de comunalidades e depois o número de diferenças para se definir sua ordem classificatória. O mesmo ocorreu na avaliação de similaridades, distâncias e agrupamentos das tonalidades maiores e menores em relação às tonalidades protótipos ou referenciais de C e Am. Ao definir o modelo de contraste como exemplo a ser seguido pelos outros métodos confrontamos algumas disparidades nos casos da tonalidade de C#m em relação à tonalidade de C e D#m (Ebm) em relação à tonalidade de Am. Em todos os outros casos foi possível adequar as similaridades, distâncias e agrupamentos de todas as tonalidades com o modelo de contraste. Quanto às séries do Concerto para Violino de Alban Berg, observa-se que foi possível a divisão em quatro grupos diferentes. O único método psicológico útil na classificação de similaridades, distâncias e agrupamentos das séries dodecafônicas foi o alinhamento estrutural porque não há resultados diferenciados e significativos nos métodos do modelo de contraste e transformação. Os parâmetros correspondências no lugar e fora do lugar (MIPS e MOPS) fizeram toda diferença na classificação. Os conjuntos representantes de escalas também submeteram os resultados do alinhamento estrutural e transformação aos resultados obtidos no modelo de contraste, no entanto, sem nenhum tipo de confronto ou disparidade entre eles, a não ser a divisão dos grupos em dois, tal como aconteceu com as categorias anteriores: acordes e tonalidades. Vale lembrar que os vetores de quatro números e sua ordenação foram elaborados pelos autores deste artigo, sendo possível, obviamente, que se crie outros vetores e outras ordenações dos mesmos, incluindo, novos métodos de conexão entre os elementos musicais. Por exemplo, em vez de conectar as diferenças alinháveis do método do alinhamento estrutural baseado no mesmo grau intervalar, elas poderiam ser conectadas baseado na condução de vozes parcimoniosa por semitom, no entanto, isto foi tentado como opção para este estudo, mas os resultados não foram adequados para o temperamento igual, ou seja, os

acordes e tonalidades enarmônicas obtinham resultados classificatórios diferenciados. Observa-se na fig.12 que as tonalidades enarmônicas C-B/C-Cb e C-C#/C-Db obtêm resultados diferenciados nos métodos do alinhamento estrutural e transformação quando as notas diferentes são conectas pelo caminho mais curto de semitom. Este é um dos motivos pelos quais o modelo de contraste foi tomado como exemplo para a classificação dos outros métodos, ele não obtêm resultados diferenciados quando elementos enarmônicos são comparados.

Figura 12: exemplo de comparações de similaridades entre tonalidades enarmônicas utilizando as conexões pelo caminho mais curto de semitom.



Sugere-se agora novas pesquisas que apliquem os métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva nas classificações das distâncias e agrupamentos de outros elementos musicais, tais como outros acordes, outras escalas, outras séries dodecafônicas, outros conjuntos e até mesmo objetos sonoros, desde que, a eles, possam ser atribuídos características comparáveis. Por fim, o principal objetivo desta pesquisa foi sugerir os métodos de avaliação de similaridades desenvolvidos na psicologia cognitiva nas formações teóricas e práticas da música, o que, de certa forma, é um dos principais objetivos da interdisciplinaridade, ou seja, buscar interações e soluções em diferentes áreas do conhecimento.



## REFERÊNCIAS

- Almada, Carlos. 2009. *Harmonia Funcional*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Bassok, Miriam. 1990. Transfer of Domain-Specific Problem-Solving Procedures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, v.16, p. 522-533.
- Bernstein, David W. 2002. Nineteenth-Century Harmonic Theory: the Austro-German Legacy. In: Christensen, Thomas (Ed.). *The Cambridge History of Western Music Theory*, p. 778-811. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bharucha, Jamshed; Krumhansl, Carol Lynne. 1983. The Representation of Harmonic Structure in Music: Hierarchies of Stability as a Function of Context. *Cognition*, v. 13, p. 63-102.
- Chater, Nick. 1999. The Search for Simplicity: A Fundamental Cognitive Principle? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 52A, n. 2, p. 273-302.
- Chater, Nick; Hahn, Ulrike. 1997. Representational Distortion, Similarity and the Universal Law of Generalization. *Proceedings of the Interdisciplinary Workshop on Similarity and Categorization*, p. 31-36. University of Edinburg.
- Chediak, Almir. 1986. *Harmonia e Improvisação* (2 volumes). Rio de Janeiro: Lumiar.
- Christensen, Thomas (Ed.). 2002. *The Cambridge Western Music Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dubovsky, I; Evceiev, S.; Spossobin, I; Sokolov, V. 2018 [1937]. *Manual de Harmonia*. Tradução de Silvio Merhy da 4ª Edição [1955]. Goiás/Alto Paraíso: Fênix – Projeto Editorial.
- Forte, Allen. 1973. *The Structure of Atonal Music*. Yale University Press.
- Forte, Allen. 1974 [1962]. *Tonal Harmony in Concept and Practice*. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gauldin, Robert. 2004. *Harmonic Practice in Tonal Music*. 2ª edição. New York: W. W. Norton.
- Gentner, Dedre. 1983. Structure-Mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, v. 7, p. 155-170.
- Gentner, Dedre. 1989. The Mechanisms of Analogical Learning. In: S. Vosniadou A. Ortony (Eds.). *Similarity and Analogical Reasoning*, p. 199-241. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gentner, Dedre; Markman, Arthur B. 1994. Structural Alignment in Comparison: No Difference Without Similarity. *Psychological Science*, v. 5, p. 152-158.
- Gentner, Dedre; Markman, Arthur B. 1995. Similarity is Like Analogy: Structural Alignment in Comparison. In: C. Cacciari (Ed.). *Similarity*, p. 111-147. Brussels: BROPEL.
- Gentner, Dedre; Markman, Arthur B. 1997. Structure Mapping in Analogy and Similarity. *American Psychological Association*, v. 52, n. 1, p. 45-56.
- Gick, Mary L.; Holyoak, Keith J. 1980. Analogical Problem-Solving. *Cognitive Psychology*, v. 12, p. 306-355.



Goldstone, Robert L. 1994. Similarity, Interactive-Activation and Mapping. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, v. 20, n. 1, p. 3-28.

Goldstone, Robert L. 1994b. The Role of Similarity in Categorization: Providing a groundwork. *Cognition*, v. 52, p. 125–157.

Guest, Ian. 2006. *Harmonia* (2 volumes): método prático. Rio de Janeiro: Lumiar.

Hahn, Ulrike; Chater, Nick; Richardson, Lucy B. 2003. Similarity as Transformation. *Cognition*, v. 87, p. 1-32.

Hahn, Ulrike; Richardson, Lucy B. C.; Chater, Nick. 2001. Similarity: A Transformational Approach. In Johanna D. Moore, Keith Stenning (Eds.). *Proceedings of the 23rd annual conference of the cognitive science society*. Mahwah, NJ: Erlbaum, p. 393-398.

Hampton, James A. 1995. Testing the Prototype Theory of Concepts. *Journal of Memory and Language*, v. 34, p. 686–708.

Harrison, Daniel. 1994. *Harmonic Function in Chromatic Music: A Renewed Dualist Theory and an Account of its Precedents*. Chicago: The University of Chicago.

Hodgetts, Carl J.; Hahn, Ulrike; Chater, Nick. 2009. Transformation and Alignment in Similarity. *Cognition*, v. 113, p. 62-79.

Imai, Shiro. 1977. Pattern Similarity and Cognitive Transformations. *Acta Psychologica*, v. 41, p. 433-447.

Kahneman, Daniel; Tversky, Amos. 1984. Choices, Values, and Frames. *American Psychologist*, v. 39, p. 341-350.

Kostka, Stefan; Payne, Dorothy. 2009. *Tonal Harmony: with an Introduction to Twentieth-Century Music*. Sixth Edition. New York: MacGraw-Hill Higher Education.

Krumhansl, Carol Lynne. 1978. Concerning the Applicability of Geometric Models to Similarity Data: The Interrelationship Between Similarity and Spatial Density. *Psychological Review*, v. 85, n. 5, p. 445-463.

Krumhansl, Carol Lynne. 1979. The Psychological Representation of Musical Pitch in a Tonal Context. *Cognitive Psychology*, v. 11, p. 346-374.

Krumhansl, Carol Lynne; Bharucha, Jamshed J.; Kessler, Edward J. 1982. Perceived Harmonic Structure of Chords in Three Related Musical Keys. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 8, n. 1, p. 24-36.

Krumhansl, Carol Lynne; Cuddy, Lola L. 2010. A theory of Tonal Hierarchies in Music. In: M. R. Jones, Richard R. Fry and Arthur N. Popper (Eds.). *Music Perception, Springer Handbook of Auditory Research*, v. 36, p. 51-87. New York: Springer.

Krumhansl, Carol Lynne; Kessler, Edward J. 1982. Tracing the Dynamic Changes in Perceived Tonal Organization in a Spatial Representation of Musical Keys. *Psychological Review*, v. 89, n. 4, p. 334-368.



Krumhansl, Carol Lynne; Shepard, Roger N. 1979. Quantification of the Hierarchy of Tonal Functions within a Diatonic Context. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 5, n. 4, p. 579-594.

Li, Ming; Vitányi, Paul. 1997. *An Introduction to Kolmogorov Complexity and its Applications*. 2<sup>a</sup> edition. New York: Springer-Verlag.

Lindemann, Patricia G.; Markman, Arthur B. 1996. Alignability and Attribute Importance in Choice. In: G. Cottrell (Ed.). *Proceedings of the Eighteenth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, p. 358-363. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Markman, Arthur B.; Gentner, Dedre. 1990. Analogical Mapping During Similarity Judgments. *Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, p. 38-44. Cambridge, MA.

Markman, Arthur B.; Gentner, Dedre. 1993a). All Differences are not Created Equal: A Structural Alignment View of Similarity. *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, p. 682-686.

Markman, Arthur B.; Gentner, Dedre. 1993b. Splitting the Differences: A Structural Alignment View of Similarity. *Journal of Memory Language*, v. 32, p. 517-535.

Markman, Arthur B.; Gentner, Dedre. 1993c. Structural Alignment During Similarity Comparisons. *Cognitive Psychology*, v. 25, p. 431-467.

Markman, Arthur B.; Gentner, Dedre. 1996. Commonalities and Differences in Similarity Comparisons. *Memory & Cognition*, v. 24, n. 2, p. 235-249.

Markman, Arthur B.; Gentner, Dedre. 2000. Structure Mapping in the Comparison Process. *American Journal of Psychology*, v. 113, n. 4, p. 501-538.

Markman, Arthur B.; Medin, Douglas L. 1995. Similarity and Alignment in Choice. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, v. 63, p. 117-130.

Marr, David; Poggio, Tomaso A. 1979. A Computational Theory of Human Stereo Vision. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 204, p. 301-328.

Medin, Douglas L.; Goldstone, Robert L.; Markman, Arthur B. 1995. Comparison and Choice: Relations Between Similarity Processing and Decision Processing. *Psychonomic Bulletin and Review*, v. 2, p. 1-19.

Menezes, Flo. 2002. *Apoteose de Schoenberg*. São Paulo: Ateliê Editorial.

Motte, Diether de la. 1998. *Armonia*. Tradução de Luis Romano Haces. Barcelona: Idea Musical.

Nosofsky, Robert M. 1986. Attention, Similarity and the Identification-Categorization Relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 115, p. 39-57.

Novick, Laura R. 1990. Representational Transfer in Problem Solving. *Psychological Science*, v. 1, p. 128-132.

Ottman, Robert W. 1992 [1961]. *Advanced Harmony: Theory and Practice*. Fourth Edition. USA: Prentice-hall.



- Piston, Walter. 1987. *Harmony*. 5<sup>a</sup> Edition. New York: W. W. Norton & Company.
- Rameau, Jean Philippe. 1971 [1722]. *Treatise on Harmony*. Tradução de Philip Gosset. New York: Dover.
- Ratner, Leonard G. 1962. *Harmony: Structure and Style*. New York: McGraw-Hill.
- Reed, Stephen K. 1972. Pattern Recognition and Categorization. *Cognitive Psychology*, v. 3, p. 382-407.
- Roig-Francolí, Miguel A. 2011. *Harmony in Context*. 2<sup>a</sup> edition. New York: McGraw-Hill.
- Rosch, Eleanor. 1975. Cognitive Reference Points. *Cognitive Psychology*, v. 7, n. 4, p. 532-547.
- Rosch, Eleanor. 1978. Principles of Categorization. In: Rosch E, Lloyd BB (Eds.). *Cognition and Categorization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rosch, Eleanor; Mervis, Carolyn B. 1975. Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Categories. *Cognitive Psychology*, v. 7, p. 573-605.
- Ross, Brian H. 1987. Thus is Like That: The Use of Earlier Problems and the Separation of Similarity Effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 13, p. 629-639.
- Ross, Brian H. 1989. Distinguishing Types of Superficial Similarities: Different Effects on the Access and Use of Earlier Examples. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 15, p. 456-468.
- Sadalla, Edward K.; Burroughs, W. Jeffrey; Staplin, Lorin J. 1980. Reference Points in Spatial Cognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*. v. 6, n. 5, p. 516-528.
- Schenker, Heinrich. 1954 [1906]. *Harmony*. Edited and annotated by Oswald Jonas. Translated by Elisabeth Mann Borgese. Chicago: The University of Chicago Press.
- Schoenberg, Arnold. 1954. *Structural Functions of Harmony*. Ed. Humphrey Searle. New York: W. W. Norton & Company – Inc.
- Schoenberg, Arnold. 1978. *Theory of Harmony*. Tradução para o Inglês de Roy E. Carter. London: Faber & Faber.
- Schoenberg, Arnold. 1999 [1969]. *Structural Functions of Harmony*. England: Faber and Faber.
- Schoenberg, Arnold. 2001. *Harmonia*. Tradução de Marden Maluf. São Paulo: UNESP.
- Schoenberg, Arnold. 2004. *Funções Estruturais da Harmonia*. Tradução de Eduardo Seincman. São Paulo: Via Lettera.
- Sechter, Simon. 1853. *Die Grunsätze der Musikalischen Composition*. 3 Vols. Leipzig: Breitkopf und Härtel. First volume edited and translated by Carl Christian Muller as *The correct order of fundamental harmonies: a treatise on fundamental basses, and their inversions and substitute*. New York: W. A. Pond, 1871. 12<sup>th</sup> ed., 1912.
- Sjoberg, L. 1972. A Cognitive Theory of Similarity. *Goteborg Psychological Reports*, v. 2, n. 10.



- Slovic, Paul; Macphillamy, Douglas. 1974. Dimensional Commensurability and Cue Utilization in Comparative Judgment. *Organizational Behavior and Human Performance*, v. 11, p. 172-194.
- Smith, Charles J. 1981. Prolongations and Progressions as Musical Syntax. *Music Theory: Special Topics*, p. 139-74.
- Smith, Charles J. 1986. The Functional Extravagance of Chromatic Chords. *Music Theory Spectrum*, v. 8, p. 94-139.
- Smith, Edward E.; Medin, Douglas L. 1981. *Concepts and Categories*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Smith, Edward E.; Osherson, Daniel N. 1989. Similarity and Decision Making. In: S. Vosniadou Ortony (Eds.). *Similarity and Analogical Reasoning*, p. 60-75. New York: Cambridge University Press.
- Temperley, David. 2018. *The Musical Language of Rock*. New York: Oxford University Press.
- Tversky, Amos. 1972. Elimination by Aspects: A Theory of Choice. *Psychological Review*, v. 70, p. 281-299.
- Tversky, Amos. 1977. Features of Similarity. *Psychological Review*, v. 84, n. 4, p. 327-352.
- Tversky, Amos; Gati, Itamar. 2004 [1978]. Studies of Similarity. In: Eldar Shafir (Eds.). *Preference, Belief, and Similarity: Selected Writings*, p.75-95. Massachusetts: The MIT Press.
- Tversky, Amos; Hutchinson, J. Wesley. 1986. Nearest Neighbor Analysis of Psychological Spaces. *Psychological Review*, v. 93, p. 3-22.