UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE LETRAS E ARTES
ESCOLA DE MÚSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA

ANDRÉ CODEÇO DOS SANTOS

A TEORIA DO DOMÍNIO SONORO

RIO DE JANEIRO
2019

André Codeço dos Santos

A TEORIA DO DOMÍNIO SONORO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Música (PPGM), Escola de Música, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Música.

Orientador: Prof. Dr. Liduino José Pitombeira de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Mathias Motta

Co-orientador: Prof. Dr. Robert Peck

Rio de Janeiro

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE LETRAS E ARTES
ESCOLA DE MÚSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA

André Codeço dos Santos

A TEORIA DO DOMÍNIO SONORO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Música, Escola de Música, Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Música.

Aprovada em 13 de dezembro de 2019

Dr. Liduino José Pitombeira de Oliveira (UFRJ)

Dr. Pauxy Gentil Nunes Filho (UFRJ)

Dr. Carlos de Lemos Almada (UFRJ)

Dr. Carlos Eduardo Mathias Motta (UFF)

Dr. Robert William Peck (Louisiana State University)

À Rita Codeço, Carlos Roberto Alves dos Santos (*in memoriam*), Renato Marinho, Rebeca Codeço e Rachel Codeço. Vocês são porto seguro em mares agitados dentro de mim. À vocês, dedico este trabalho.

"Quando o coração sangrou atrás do feroz carrossel, no último suspiro, então,
acenei em sua direção. Você me viu, você me ouviu".
André Codeço, trecho da canção "Eu te vi".

AGRADECIMENTOS

À minha família, Renato, Rita, Rebeca e Rachel, pelo apoio incondicional nas horas escuras que vivi. Ao meu orientador, Prof. Dr. Liduino Pitombeira, pela orientação concisa e impecável, pelos conselhos, pelas portas que me abriu, pela paciência e por compartilhar comigo seu conhecimento. Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Carlos Mathias Motta, pelas preciosas contribuições e direções nesta pesquisa. Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Robert Peck, pelas brilhantes pontuações e inserções nesta pesquisa e por dar forma e liberdade às minhas ideias. Ao Prof. Dr. Pauxy Gentil-Nunes, pelas colaborações precisas em todas as fases desta pesquisa. À comissão Fulbright, pela oportunidade única a mim concedida, pela confiança depositada e por acreditar na presente pesquisa. Ao Prof. Dr. Antônio Jardim, pelos inesquecíveis debates das manhãs de terça e pelas ideias férteis. Aos professores do PPGM-UFRJ, pelo conhecimento compartilhado. Ao Dr. Pedro Monteiro, pela amizade, pelo cuidado, por ser uma voz guia quando meus olhos ousaram fechar. À Dra. Denise Tinoco Bedim e ao Dr. Felipe Magalhães, por assumirem o desafio de me reabilitar e por fazerem dessa tarefa uma missão de vida. Aos amigos Thamara Zitalena, Talyta Zitalena, Marianna Galeão, Kamilla Andrade, Ruan Pimentel, Felipe Lopes e Eliane Dias, pela amizade traduzida em sons, preces, companhia e lágrimas nos dias felizes e nos tristes. À Beth Villela, pelo suporte eficiente e pelo carinho em todas as horas. À Deus, por tornar poesia um pobre rabisco e por insistir em me fazer permanecer poesia.

RESUMO

CODEÇO, André. **A Teoria do Domínio Sonoro**. 2019, 339 f. Tese (Doutorado em música). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.

A presente pesquisa tem por objetivo principal estabelecer a Teoria do Domínio Sonoro (doravante TDS), que está situada na esfera da Teoria e Análise Musical, aproximando principalmente os campos da Música e da Matemática. A TDS é efetivada a partir: a) da aplicação da abordagem do tempo emergente e não emergente (SMOLIN, 2013) em música; b) da apropriação das instâncias organizadoras do discurso musical advindas do *Pensamento Sincrético* (HALAC, 2013); c) da apropriação da temporalidade revelada nos conceitos *fora do tempo/dentro do tempo* (XENAKIS, 1990); e, d) da proposta de modelos matemáticos descritivos que condensam todas as concepções envolvidas na teoria. Nesse sentido, o domínio sonoro é um espaço tridimensional que abarca entidades musicais em níveis distintos de temporalidade. A TDS busca identificar e descrever os movimentos das entidades constituídas na superfície desse espaço tridimensional a partir do viés pragmático sobre o tempo em música e dos mecanismos matemáticos analíticos. Surgem os conceitos originais e centrais de *Perturbação* e *Tempo Sonoro* que perpassam toda a teoria e são diretamente refletidos nos mecanismos analíticos originais chamados de *Índice de Perturbação* e *Função Textura*. Outros conceitos e mecanismos subsidiários também foram criados a partir desses conceitos basilares. Paralelamente, as operações de transformação das entidades existentes na superfície foram algebricamente descritas em três categorias básicas de transformação (TOUSSAINT, 2013): *Expansão*, *Substituição* e *Retração*, e verificadas a partir de um mecanismo chamado *Análise Intravetorial*. A coesão da teoria foi testada a partir da aplicação de seus mecanismos matemáticos descritivos e seus respectivos grafismos em três análises distintas e na aplicação desses dados em modelagem sistêmica. As análises realizadas revelaram que a TDS se estabeleceu a partir de sua própria linguagem descritiva e grafismo naturais de seu próprio discurso narrativo. Dessa maneira, seus meios operacionais originais promulgaram relações entre apreensão e descrição de padrões musicais captáveis e reveláveis de forma singular pela TDS. Os dados extraídos das análises apontaram para a validação da teoria e para sua conexão com abordagens similares. Portanto, a TDS ficou estabelecida a partir de sua rigidez estrutural filosófica e da coesão de seus mecanismos analíticos e composicionais.

Palavras-chave: Teoria da música. Domínio sonoro. Análise musical. Composição musical. Modelagem sistêmica.

ABSTRACT

CODEÇO, André. **The Theory of Sonic Domain**. 2019, 339 f. Tese (Doutorado em música). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019

This research aims to establish the Sonic Domain Theory (henceforth, SDT), which is located in the sphere of Music Theory and Analysis, approaching mainly the fields of Music and Mathematics. The sound domain theory is based on: a) application of the emerging and non-emerging time approach (SMOLIN, 2013) in music; b) by the appropriation of the organizing instances of the musical discourse from the Syncretic Thinking (HALAC, 2013); c) the appropriation of the temporality revealed in concepts *out of time/in time* (XENAKIS, 1990); and d) the proposal of descriptive mathematical models that condense all conceptions applied in theory. In this sense, the sonic domain is a tridimensional space that encompasses musical entities at different levels of temporality. The SDT seeks to identify and describe the movements of entities on the surface of the tridimensional space by the pragmatic view about time in music and the analytical mathematical mechanisms. The original and central concepts of *Perturbation* e and *Sonic Time* that permeates throughout the theory emerge and are directly reflected in the original analytical mechanisms used in the *Perturbation Index* and *Texture Function*. Other subsidiary concepts and mechanisms were also created from these basic concepts. At the same time, transformation operations on the surface were algebraically described in three basic transformation categories (TOUSSAINT, 2013): *Expansion*, *Substitution*, and *Retraction*, and verified by an analytical mechanism called *Intravectorial Analysis*. The theory's cohesion was tested by applying its descriptive mathematical mechanisms and their respective graphs in three distinct analyses and by applying these data to systemic modeling. The analyses revealed that the SDT was established from its own descriptive language and graphics natural to its own narrative discourse. In this way, its original operational means promulgated relations between apprehension and description of musical patterns captured and revealed in a unique way by TDS. The data extracted from the analyzes pointed to the validation of the theory and its connection with similar approaches. Therefore, TDS was established based on its philosophical structural rigidity and the cohesion of its analytical and compositional mechanisms.

Keywords: Music Theory. Sonic Domain. Musical Analysis. Musical Composition. Systemic Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Construção de relação de causalidade pela ordenação temporal de eventos assimétricos. 47

Figura 2: Representação de um trecho simétrico ou palindrômico, com objetos sonoros no tempo, indicando a bi-direcionalidade do tempo. 66

Figura 3: Exemplo de ciclo completo de *pecalização*, demonstrando a passagem do estado inacessível para o estado fora do tempo, em três níveis de produção. No primeiro nível estão os PECs a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1 e g_1. No segundo nível estão os PECs a2 e b2. No terceiro nível está o PEC*a*. 79

Figura 4: Exemplo de vetorização aplicada aos PECs a_2 *e* b_2. Os PECs vetorizados estão na coluna do meio. 81

Figura 5: Apresentação do PEC*a* na fase dentro do tempo, após passar pela função ordenadora. Salientamos que o PEC*a* da primeira coluna não está vetorizado e representa apenas um dos níveis semânticos aplicáveis ao PEC no ato da pecalização. 82

Figura 6: Paleta de alturas do sistema Arezzo. 88

Figura 7: Trecho produzido com o mapeamento de vogais do sistema Arezzo..... 88

Figura 8: Mapeamento de vogais a figuras rítmicas 88

Figura 9: Sistema que modifica classes de alturas e durações. 90

Figura 10: Tipos de sistemas (PITOMBEIRA, 2018)..... 90

Figura 11: Bússola intertextual de Mesquita (2018) 94

Figura 12: Genealogia da modelagem sistêmica inspirado em Pitombeira (2013, p. 113)... 100

Figura 13: Exemplo de análise sob as perspectivas dos contornos e das classes de notas. Na parte superior são identificados os contornos e na parte inferior as classes de conjuntos. 101

Figura 14: Ciclo da modelagem sistêmica. Partindo do original (linha superior), seleciona-se o parâmetro (segunda linha), realiza-se a análise (terceira linha) e generalizam-se as relações, chegando-se ao modelo sistêmico. 102

Figura 15: Demonstração das camadas distintas (fases ordenada e não ordenada) do espaço tridimensional incluindo a pecalização, a função ordenadora e as características básicas de cada uma..... 105

Figura 16: Demonstração das fases distintas da superfície abstrata em camadas superpostas. 106

Figura 17: Parâmetros fundamentais não conjugados..... 108

Figura 18: Relação de abstração entre os gráficos e a partitura. 112
Figura 19: Representação dos eventos como unidades de distância num eixo temporal unidimensional e sua transição para um eixo bidimensional. 113
Figura 20: Representação dos índices de perturbação em um gráfico bidimensional. Os eventos estão plotados no eixo *y* e os *beats*, em segundos, no eixo *x*. 115
Figura 21: Representação gráfica das Velocidades de Perturbação. 117
Figura 22: Representação gráfica do fator de perturbação, juntamente com os pontos Vp_1, Vp_2, Vp_3 e os fatores de perturbação Kp_1 e Kp_2. 118
Figura 23: Representação gráfica do fator de perturbação e suas relações com as mudanças de configurações rítmicas. 119
Figura 24: Possibilidades de representação gráfica dos pontos de distorção através de gráficos em três dimensões e através de curvas de nível. Gráficos produzidos no pelo presente autor no aplicativo Geogebra 124
Figura 25: Representação gráfica dos pontos de distorção em duas dimensões. No primeiro gráfico, observa-se a perturbação das distorções através das mudanças de inclinação das linhas pretas. No segundo gráfico, observamos a variação de área a partir da relação espaço comprimido/tempo. 125
Figura 26: Representação de quatro curvas intervalares: a primeira curva é um intervalo ascendente de 11 semitons; a segunda é um intervalo de 5 semitons também ascendente; a terceira é um intervalo de 7 semitons descendente; e, a última curva é um intervalo de 1 semitom descendente. 126
Figura 27: Representação gráfica da de todas as curvas intervalares na mesma faixa de domínio. As curvas no sentido positivo do eixo *y* simbolizam os intervalos de até doze semitons ascendentes. As curvas no sentido negativo do eixo *y* simbolizam os intervalos de até doze semitons descendentes. 127
Figura 28: Curvas intervalares do primeiro compasso de *Syrinx*, de Debussy. Os intervalos ascendentes estão descritos no sentido positivo do eixo *x* e os descendentes estão plotados no sentido negativo do eixo *x*. 128
Figura 29: Exposição de um ponto P$_1$ em coordenadas polares. 132
Figura 30: Exposição de um dos termos da função textura no círculo. Está retratada uma situação hipotética onde nenhuma nota da região A é tocada, e nenhuma nota da região B é tocada. Angulos de 90º em ambos os casos foram alcançados. 134

Figura 31: Exposição do segundo termo da função textura que quantifica a compressão da textura, no segundo quadrante do círculo. Está retratada uma situação hipotética onde uma configuração mais rarefeita é produzida. 135
Figura 32: Exposição do terceiro termo da função textura que quantifica a confluência e a divergência textural, nos primeiro e quarto quadrantes do semicírculo. Está retratada uma situação hipotética onde uma configuração mais confluente é produzida. 139
Figura 33: Função textura aplicada em três parâmetros. O primeiro círculo é relativo ao parâmetro cor. O primeiro quadrante revela o nível da região B e o terceiro quadrante revela os níveis da região A. O segundo quadrante do segundo círculo revela os níveis de compressão textural. O semicírculo formado pelos primeiros e quarto quadrantes no segundo círculo revelam as relações de confluência e divergência rítmica. Concepção original do presente autor. 140
Figura 34: Estrutura da matriz PEC. 141
Figura 35: O PEC*d* pode ser entendido como sendo formado pela união dos PECs *a*, *b* e *c*. Ou, o acorde contendo as notas E, G e C pode ser entendido como PEC*d*. 144
Figura 36: PECs *a*, *b* e *c* no trecho da parte do violoncelo, do *Op. 11, I - Mäßige Achtel*, de Webern 145
Figura 37: Exposição de um trecho de *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern, utilizando a notação de Forte (2013) e Straus (2004), da Teoria dos Contornos e a do Domínio Sonoro. 149
Figura 38: Exemplo de extração dos intravetores $\boldsymbol{u}$ e $\boldsymbol{u}_1$ dos PEC*a* e PEC*b*. 154
Figura 39: Intravetores $\boldsymbol{u}$ e $\boldsymbol{u}_1$ representados como funções de primeiro grau em um gráfico bidimensional, por intermédio de um segmento de reta. 154
Figura 40: Exemplo de um trecho onde o nível de perturbação é nulo. 156
Figura 41: Gráfico Interação Multilinear apresentando as componentes altura, temporal e dinâmica, dos primeiros 8 compassos de *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor. 158
Figura 42: Gráfico Interação Linear apresentando o componente temporal nos primeiros 2 compassos de *Syrinx*, de Debussy. Existem 7 índices de perturbação expostos e não há pausas. Concepção original do presente autor. 160
Figura 43: Gráfico Interação Linear apresentando a componente altura nos primeiros 2 compassos de *Syrinx*, de Debussy. Existem 14 notas sendo executadas alternadamente, sem nenhuma pausa. Concepção original do presente autor. 161

Figura 44: Gráfico Interação Linear exibindo a ocorrência dos gestos *a*, *a*', *b* e *d* em *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor. 162

Figura 45: Possível realização gráfica dos índices de perturbação considerando os gestos intervalares *a*, *a*', *b* e *d* em *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor. 163

Figura 46: Gráfico interação multilinear apresentando as componentes altura, temporal e dinâmica, nos dois primeiros compassos de *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor. 164

Figura 47: Gráfico interação multilinear apresentando os gestos texturais *a*, *a*' e *a*'' na seção A de *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor..... 165

Figura 48: Gráfico interação multilinear apresentando os PEC*a*, PEC*a*', PEC*a*'' e PEC*a*''' em *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor. 167

Figura 49: Exemplo de conversão de uma estrutura rítmica de 16 pulsos (Clave son) em uma de 12 pulsos (Fume-fume). No caso, são empregadas onze operações de edição: sete substituições e quatro exclusões. Os círculos pretos indicam pontos de ataque (TOUSSAINT, 2013, p. 254). 168

Figura 50: No primeiro gráfico tem-se o intravetor $\boldsymbol{u}$ como uma função $\boldsymbol{f(x)}$. No segundo gráfico, temos o intravetor $\boldsymbol{v}$ como a função $\boldsymbol{g(x)}$. Como se pode ver, $\boldsymbol{f(x)} = \boldsymbol{g(x)}$... 185

Figura 51: Exposição do vetor $\boldsymbol{u}$ como $\boldsymbol{f(x)}$ e do vetor $\boldsymbol{v}$ como $\boldsymbol{g(x)}$. Como podemos ver, $\boldsymbol{f(x)} = -\boldsymbol{g(x)}$. 186

Figura 52: O gráfico expõe o intravetor $\boldsymbol{u}$ = [3, -5] como uma semirreta contida em $\boldsymbol{f(x)}$ e o vetor $\boldsymbol{v}$ = [-5, 3] como um semirreta contida em $\boldsymbol{g(x)}$. Como podemos ver, $\boldsymbol{fx} \neq \boldsymbol{g(x)}$, porém, $\|\boldsymbol{u}\| = \boldsymbol{v}$. 190

Figura 53: O gráfico expõe a área dos triângulos formados pelos pontos DEB e EAC, e as normas dos intravetores $\boldsymbol{u}$ e $\boldsymbol{v}$ evidenciando a relação $\|\boldsymbol{u}\| = \boldsymbol{v}$..... 191

Figura 54: No gráfico o intravetor $\boldsymbol{u}$ é apresentado como uma semirreta pertencente a $\boldsymbol{f(x)}$ e, analogamente, o intravetor $\boldsymbol{v}$, em relação a $\boldsymbol{g(x)}$. As relações evidenciadas são $\boldsymbol{f(x)} \neq \boldsymbol{g(x)}$ e $\boldsymbol{u} \neq \boldsymbol{v}$. 195

Figura 55: Redistribuição temporal em operação de realocação positiva e negativa mantendo a equivalência temporal entre as duas configurações rítmicas. 197

Figura 56: No gráfico o intravetor $\boldsymbol{u}$ é apresentado como uma semirreta pertencente a $\boldsymbol{f(x)}$ e, analogamente, o intravetor $\boldsymbol{v}$, é apresentado em suas duas configurações gráficas possíveis,

como semirretas pertencentes a $\boldsymbol{g}(\boldsymbol{x})$ e $\boldsymbol{h}(\boldsymbol{x})$. As relações evidenciadas são $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}) \neq \boldsymbol{g}(\boldsymbol{x}) \neq \boldsymbol{h}(\boldsymbol{x})$ e $\boldsymbol{u} \neq \boldsymbol{v}$. 198

Figura 57: Três exemplos de operações externas e internas entre os PEC*a* e PEC*b*. 202

Figura 58: Operações internas ocorrendo nos componentes altura dos PECs a e *b*. Tomando a primeira metade do componente altura do PEC*a*, o subgrupo [0 2 4], ocorre uma (S)T_2^+ que o leva até [2 4 6]. A segunda metade do componente altura do PEC*a*, o subgrupo [7 10 5] passa por uma (S)*R* que o leva até [5 10 7]. 203

Figura 59: Possíveis transformações aplicáveis à trajetória [4 7] – [6 5]. Na figura da esquerda, a sequência de operações é realizada em duas partes: uma (S)T_2^+ aplicada aos dois elementos e uma (S)T_4^- aplicada apenas no segundo elemento. Na figura da direita, as operações são realizadas em quatro passos: uma (S)*I*, em seguida uma (S)T_2^+ e, por fim, outra (S)T_2^+ aplicada ao segundo componente. 204

Figura 60: Representação do componente altura [6 1 8] no círculo das alturas. 206

Figura 61: Representação do componente altura [10 5 0] no círculo modular das classes de alturas, uma T_{4+} de [6 1 8], revelando a similaridade de ordenação entre o componente original e o transposto. 207

Figura 62: A esquerda, estão expostos os ciclos intervalares. A direita, os eixos de simetria utilizados por Straus (2013, p. 177, 119). 208

Figura **63**: No primeiro círculo, temos a representação do componente altura [6 1 8]. No segundo, temos sua inversão [6 11 5] (em negrito) revelando a relação espelhada, ou a reflexão, em relação ao componente original (linhas pontilhadas). 209

Figura 64: Exemplo de reflexão da operação de substituição por inversão em ambos os eixos *x* e *y*. 211

Figura 65: Exemplos de círculos de altura com inversões. Em ambas colunas estão expostas inversões com reflexões totais em torno do eixo que se inicia com no ponto correspondente ao primeiro elemento do componente. 211

Figura 66: Exemplos de círculos de altura com transposições. Na primeira coluna estão expostas as transposições que não revelam reflexão. Na segunda coluna, estão expostas as reflexões que revelam reflexões parciais. 212

Figura 67: Exemplos de círculos de altura com transposições. Na primeira coluna estão expostas as transposições que não revelam reflexão. Na segunda coluna, estão expostas as reflexões que revelam reflexões parciais. 214

Figura 68: Operações de substituição por rotação revelando a dessemelhança entre os círculos originais e os rotacionados. 215

Figura 69: A superposição dos círculos originais e rotacionados dá forma a um círculo fechado e de forma única. 215

Figura 70: No exemplo mais acima temos uma realocação positiva Re_3^+. No exemplo mais abaixo temos uma realocação negativa Re_3^-. 219

Figura 71: Exemplos de círculos de alturas notados com componentes contendo entre 7 a 16 elementos. A relação exposta é: quanto mais elementos compondo os componentes, mais complexidade é inferida e, assim, mais difícil se torna observar a característica de ordem e direção no círculo das alturas. 221

Figura 72: Exemplo de aplicação do componente temporal e do componente dinâmica em um círculo, organizando as figuras e instâncias de intensidade em ordem crescente. 222

Figura 73: Realocações (S)Re_3^+ e (S)Re_2^- entre os PECs a_1/a_2 e a_3 em *Syrinx*, de Debussy. 231

Figura 74: O primeiro círculo corresponde ao componente altura pa_2 (PECa_2); o segundo círculo corresponde ao componente altura pa_3 (PECa_3); o círculo do meio corresponde a primeira operação de realocação ((S)Re$_3^+$) entre os PECs a_2 e a_3. O círculo mais inferior corresponde a segunda realocação ((S)Re$_2^-$) entre os mesmos componentes. 232

Figura 75: Exposição dos intravetores $\boldsymbol{u}$, $\boldsymbol{v}$ e $\boldsymbol{b}$, respectivamente relativos aos PECs a_1, a_2 a_3 revelando coesão intervalar interna do PEC*a*, em *Syrinx*, de Debussy. 233

Figura 76: Exposição dos intravetores $\boldsymbol{u}a_1$ e $\boldsymbol{u}b$, respectivamente relativos aos PECs a_1 e b revelando operações de expansão e de inversão entre eles, em *Syrinx*, de Debussy. 235

Figura 77: Círculo das alturas expondo a operação de inversão entre os PECs a_1 e b. As linhas escuras expõem a trajetória intervalar do PECa_1 e as linhas vermelhas expõem a trajetória do PECb. A linha pontilhada em vermelho corta os dois desenhos revelando a reflexão natural das operações de substituição por inversão. 235

Figura 78: Operações de substituição por transposição (S)T_3^- e (S)T_1^-, internas aos intravetores $\boldsymbol{u}a_1$ e $\boldsymbol{u}c_1$, em *Syrinx*, de Debussy. 237

Figura 79: Exposição das relações encontradas entre os PECa_1, PECc_1 e seus intravetores, baseado em *Syrinx*, de Debussy. 238

Figura 80: Exposição das direções intervalares reveladas pela análise intravetorial nos PECs c_1 e c_2, encontrados em *Syrinx*, de Debussy. 239

Figura 81: Padrão gestual gradualmente derivado nos PECs c_1, c_2 e c_3 encontrados em *Syrinx*, de Debussy. 240

Figura 82: Exposição da operação de realocação (S)Re_4^+ envolvendo os componentes tc_2 e tc_3. Os dois últimos elementos de tc_2 são repetidos em tc_3. 240

Figura 83: Exposição dos componentes altura *pc₁* e *pd₁*, e seus respectivos intravetores. ... 242
Figura 84: Exposição das relações de transposição e retrogradação internas ao componente *pd₁* e de seu intravetor em *Syrinx*, de Debussy. ... 242
Figura 85: Exposição dos PECs *d₂* e *d₃*, seus intravetores e a semelhança entre os primeiras notas de seus componentes altura, em *Syrinx*, de Debussy. ... 245
Figura 86: Representação dos componentes altura *pa₁*, *pa₂*, *pa₃*, *pb*, *pc₂*, *pc₂*, *pc₃*, *pd₁*, *pd₂*, *dp₃* e suas transformações, encontrados na primeira seção de *Syrinx*, de Debussy, através do círculo das alturas. ... 246
Figura 87: Gráfico INTML da seção A (c.1-8) de Syrinx, de Debussy. ... 249
Figura 88: PECs *a₁*, *a₂*, *a₃*, *b*, *c₁*, *c₂* e *d₁* em *Syrinx*, de Debussy, expostos no gráfico INTML. ... 250
Figura 89: Exposição dos índices de perturbação encontrados nos PECs *a* e *b* encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL. ... 251
Figura 90: Exposição das alturas dos PECs *a* e *b* encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL ... 252
Figura 91: Exposição dos índices de perturbação encontrados nos PECs *a* e *c* encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL. ... 254
Figura 92: Exposição das alturas dos PECs *a* (c.3) e *c* (c.4) encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL. ... 255
Figura 93: Exposição dos componentes temporal dos PECs *a₁ e c₁* (c.4) e do PEC*d* (c.6-8), encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL ... 255
Figura 94: Exposição das alturas dos PECs *a* (c.3) e *d* (c.5-8) encontrados em Syrinx, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL. ... 256
Figura 95: Recorrência do gesto exposto pelo PEC*a₁* em toda seção A de *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTML. ... 258
Figura 96: Agregados melódicos de 12 notas com seis células (COGAN E ESCOT, 1976, p. 253). ... 260
Figura 97: Transferências das células 1 do cello para as simultaneidades do piano (COGAN E ESCOT, 1976, p. 253). ... 260
Figura 98: Exposição do PEC*a₁*, no círculo das alturas encontrado no III movimento do *Op. 11*, de Webern. ... 261
Figura 99: Exposição do PEC*a₁*' e do ponto de distorção 1 (PD*₁*), presente no PEC*b₁*, através do gráfico INTML, encontrados no no III movimento do *Op. 11*, de Webern. ... 262

Figura 100: Exposição dos Ip_1, Ip_2, Vp_1, Vp_2 e Kp_1 relativos ao PECa1', encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 264

Figura 101: Componente altura do PECa_1', apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do Op. 11, de Webern. 265

Figura 102: Exposição do PECa_2 e do ponto de distorção 2 (PD$_1$) presente no PECb_2, através do gráfico INTML, encontrados no no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 266

Figura 103: Exposição dos Ip_1, Ip_2, Vp_1, Vp_2 e Kp_1 relativos ao PECa_2', encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 266

Figura 104: Componente altura do PECa_2, apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 267

Figura 105: Exposição do PECb_3', do ponto de distorção 3 (PD$_3$) nele presente e do PECa_3, através do gráfico INTML, encontrados no no III movimento do *Op. 11*, de Webern.. 268

Figura 106: Componente altura do PECa_3, apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 268

Figura 107: Evolução dos PECs a_1, a_1', a_2 e a_3, apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 270

Figura 108: Evolução dos pontos de distorção PD$_1$, PD$_2$ e PD$_3$ através dos índices de perturbação, apresentados no gráfico INTML, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern. 271

Figura 109: Função textura exibindo a configuração Tx_1, encontrada no c.1 do VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass. 276

Figura 110: Função textura exibindo a configuração Tx_1, Tx_2, Tx_3 e Tx_4, encontradas no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass. 277

Figura 111: Função textura exibindo a configuração Tx_5 (secção B) e Tx_6 (seção C), encontradas no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass. 278

Figura 112: Exemplo de diferentes perturbações internas pertencentes ao mesmo jogo particional [2 12] encontradas no VI movimento do String Quartet n.03, de Philip Glass. No primeiro exemplo, estão plotadas as configurações rítmicas encontradas no c.14. No segundo, as configurações encontradas nos c.16-17. 280

Figura 113: Perturbação textural provocada pela alternância entre os jogos particionais [3 1], [2 1^2] e [3 1] encontrada no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass. ... 281

Figura 114: Exposição das configurações texturais Tx_1, Tx_2, Tx_3 e Tx_4 Tx_5, Tx_6, Tx_5', Tx_7 e Tx_7' encontradas no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass. 282

Figura 115: Planejamento composicional inicial do *I movimento – Broken Mirrors* de *Four Lights for Shadows*, de Codeço. 296
Figura 116: Planejamento composicional inicial do *II movimento – Trancendence Tears*, de *Four Lights for Shadows*, de Codeço. 297
Figura 117: Planejamento composicional inicial do *III movimento – Revelation*, de *Four Lights for Shadows*, de Codeço. 298
Figura 118: Planejamento composicional inicial do I*V movimento – Eternal Beyond*, de *Four Lights for Shadows*, de Codeço. 299

LISTA DE EXEMPLOS

Exemplo 1: Eventos A e B fora do tempo. Tanto a formalização AB quanto BA é possível. 64

Exemplo 2: Aplicação do sistema de time-points (BABBITT, 1962): a) série de alturas, com representação numérica; b) pontos de ataque (time-points) de um esquema métrico, entendidos como distância mínima isomórfico, correspondente ao semitom; 3) aplicação da mesma série em um exemplo temporal, onde os ataques correspondem ao ponto de tempo correspondente ao número da série. 69

Exemplo 3: Trecho produzido com o mapeamento de alturas e ritmos a vogais do poema de Virgílio. 88

Exemplo 4: Trecho produzido a partir do sistema Part. 93

Exemplo 5: Exemplo de graus de perturbação considerando apenas durações. No excerto de baixo, o Prelúdio II, de Bach, como exemplo de superfície pouco perturbada por conta da semelhança entre as durações. No excerto da direita, *Op. 11*, de Webern, com maior grau de perturbação por conta da dissemelhança entre as durações. 111

Exemplo 6: Trecho musical exemplificando possíveis PECs. 141

Exemplo 7: Exposição de um trecho de Op. 11 (I - Mäßige Achtel), de Webern, utilizando a notação das classes de alturas proposta por Straus (2004). 148

Exemplo 8: Exposição de um trecho de *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern, utilizando a notação da Teoria dos Contornos. 148

Exemplo 9: Trecho do *Prelúdio* da *Suíte I*, de J. S. Bach, para violoncelo solo. 155

Exemplo 10: Exposição do PEC*a* em diferentes transformações. O PEC*a*' representa uma operação de transformação por expansão e o PEC*a*'' representa uma operação de transformação por realocamento. 171

Exemplo 11: PEC*a* e PEC*a*' concebidos e apresentados separadamente. O PEC(A) é formado pela união literal dos PEC*a* e PEC*a*' 172

Exemplo 12: Exemplo de dilação entre os PEC*a* e PEC*a*', com aumento de elementos, em *Syrinx*, de Debussy. 174

Exemplo 13: Excerto de *Feuillet d'Album*, *Op. 45 n. 1*, de Scriabin. Exemplo de expansão por dilatação entre os PEC*a* e PEC*a* sem acréscimo de elementos. 175

Exemplo 14: No exemplo, os PEC*a* e o PEC*a*' estão sobrepostos configurando a operação sobreposição desfasada. 179

Exemplo 15: PEC*a* e o PEC*a*' estão sobrepostos configurando a operação de justaposição 179

Exemplo 16: Exemplo de sobreposição por justaposição na *Fugue XII* (*Das wohltemperierte Klavier I*) de J. S. Bach. 180
Exemplo 17: Exposição das relações de expansão vertical externa e expansão horizontal interna entre as operações de sobreposição por justaposição e por defasagem. 181
Exemplo 18: Duas linhas de classes de notas relacionadas por transposição, no *Quarteto de Cordas nº 4*, de Schoenberg (STRAUS, 2013, p. 41). 182
Exemplo 19: Exemplo de transposição entre os PEC*a* e PEC*b*. 184
Exemplo 20: Exemplo de inversão entre os PEC*a* e PEC(A). 186
Exemplo 21: Exposição da operação de substituição por retrogradação no componente temporal do PEC*a*. 187
Exemplo 22: Exposição da operação de substituição por retrogradação do PEC*a* em relação ao PEC(A). 188
Exemplo 23: Exposição da operação de substituição por rotação do PEC*a* em relação ao PEC(A). 193
Exemplo 24: No primeiro exemplo, é exibido o PEC*a* que sofre operação de substituição por realocação positiva (Re_2^+) gerando o PEC*a*'. No segundo exemplo, o PEC*a* passa por realocação negativa (Re_2^-) gerando o PEC*a*'. 196
Exemplo 25: Exemplos de retração total e retração parcial. 200
Exemplo 26: Representação das frases I*a*, I*b*, II*a*, II*b*, seus relativos compassos e relação com os PECs. (COGAN e POZZI, 1976, p. 142). 226
Exemplo 27 – PEC*a* e suas primeiras derivações em *Syrinx*, de Debussy. 227
Exemplo 28: Exposição dos PECs c_2 e c_3, relacionando-os com os PECs d_1' e d_2, em *Syrinx*, de Debussy. 244
Exemplo 29: Exposição das configurações texturais Tx_1, Tx_2, Tx_3 e Tx_4, nas secções A e B no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass. 274
Exemplo 30: Exposição das configurações recorrentes nas secções B e C, encontradas no VI movimento do String Quartet n.3, de Philip Glass. 279
Exemplo 31: PECa_1 (esquerda) e PECa_2 (direita) relacionando-se por (S)T_0 nos componentes temporal, e por (S)T_2^- nos componentes altura, em *Blindness,* de Codeço. 288
Exemplo 32: Transformações entre PECa_1 (na parte superior) e o PECb_1 (parte inferior), em *Blindness*, de Codeço. 289
Exemplo 33: Transformações entre PECa_1 (na parte superior) e o PECb_1 (parte inferior), em *Blindness*, de Codeço. 290

Exemplo 34: Transformações externas e internas entre PEC*a*$_1$ (na parte superior) e o PEC*c*$_1$ (parte inferior), em *Blindness*, de Codeço. 292
Exemplo 35: Transformações externas entre PEC*a*$_1$ e o PEC*c*$_2$ e transformações internas entre o PEC*a*$_1$, PEC*c*$_1$ e PEC*c*$_2$, em *Blindness*, de Codeço. 292
Exemplo 36: Exposição do PEC*d*$_1$ como repetição literal do PEC*c*$_1$, em *Blindness*, de Codeço. 294

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sistema *Part*..... 91
Quadro 2: Panejamento composicional a partir do sistema *Part*..... 92
Quadro 3: Proporções revisionárias de Bloom com seus tropos retóricos e defesas psíquicas associadas e ampliação para o campo musical por Korsyn (LIMA, 2011, p. 52)..... 97
Quadro 4: Registro dos componentes constituintes do PEC..... 142
Quadro 5: Quadro comparativo entre as características da notação de classes de altura (espaço modular, *p-space*), de contornos (espaço de contorno, *c-space*) e do PEC (espaço intervalar, *pc-space*)..... 150
Quadro 6: Categorias básicas, suas operações e suas abreviações. 169
Quadro 7: Exposição dos intravetores $\boldsymbol{v}$, $\boldsymbol{k}$ e $\boldsymbol{w}$, a partir dos componentes rotacionados e a estrutura intravetorial algébrica implícita. 194
Quadro 8: Relação entre os intravetores, suas normas e os gráficos bidimensionais e as operações de transformação..... 201
Quadro 9: Exposição das correspondências entre as operações de substituição por transposição, inversão, retrogradação e rotação no círculo das alturas e suas respectivas relações advindas na análise intravetorial. 216
Quadro 10: Estrutura formal de *Syrinx*, de Debussy..... 226
Quadro 11: Relações de transformação e relações intravetoriais entre os PECa_1 e todos os demais PECs. A tabela 1 relaciona o PECa_1 com os PECs a_2 e a_3..... 248
Quadro 12: Estrutura formal do III movimento do *Op. 11*, de Webern..... 261
Quadro 13: Estrutura formal do VI movimento "*Closing*", no *String Quartet n.03*, de Philip Glass. 274
Quadro 14: Conexões entre *Syrinx*, de Debussy e *Blindness,* de Codeço..... 284
Quadro 15: Quadro comparativo das estruturações internas com o uso dos PECs em *Syrinx*, de Debussy e *Blindness,* de Codeço..... 286
Quadro 16: Quadro expositivo das relações (entre os PECs) encontradas em *Syrinx*, de Debussy, aplicadas em *Blindness,* de Codeço. que serão analisadas. 287

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de valoração para (μi) 123

Tabela 2: Valores para o fator de correção *k* quando *p*(*n*) é 5. Neste caso, *n* = 4. 138

Tabela 3: Exemplo de aplicação intravetorial. Utilizamos cores diferenciadas para auxiliar na exposição das operações. 152

Tabela 4: Tabela apresentando os cálculos realizados para a obtenção dos intravetores $\boldsymbol{u}$ e $\boldsymbol{v}$, relativos aos componente altura dos PEC*a* e PEC*a*'..... 173

Tabela 5: Tabela apresentando os cálculos realizados para a obtenção dos intravetores ($\boldsymbol{u}$, $\boldsymbol{r}$, $\boldsymbol{k}$) ∈ PECa e ($\boldsymbol{v}$, $\boldsymbol{s}$, $\boldsymbol{t}$) ∈ PECa' e a diferença temporal entre eles. 177

Tabela 6: Cálculo para obtenção dos intravetores $\boldsymbol{v}$, $\boldsymbol{s}$ e $\boldsymbol{k}$, a partir dos intravetores $\boldsymbol{u}$, $\boldsymbol{w}$ e $\boldsymbol{z}$. 192

Tabela 7: Aplicação da operação de realocação positiva sobre o PECa. A cor em vermelho indica o componente sobre o qual incidirá a operação. 197

Tabela 8: Aplicação da operação de realocação negativa sobre o PEC*a*. A cor em vermelho indica o componente sobre o qual incidirá a operação. 197

Tabela 9: Exemplo de afastamento proporcional natural à operação de substituição por rotação entre o componente original e suas rotações. Os sinais – e + indicam o nível de afastamento em relação ao componente original..... 214

Tabela 10: Relações de transformação e relações intravetoriais entre os PECa_1 e PECa_2.... 229

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Equação que descreve o Índice de Perturbação, onde *m* simboliza o coeficiente angular da reta r_n. 114

Equação 2: Equação que descreve a velocidade de Perturbação, onde x_n representa a função que descreve a trajetória entre os pontos Ip_n e Ip_{n+1}. Clássica expressão de cálculo da derivada de uma função. 117

Equação 3: Equação que descreve o Fator de Perturbação. Trata-se da clássica definição da integral definida. 118

Equação 4: Equação que descreve a Densidade Dinâmica. Concepção original do presente autor..... 122

Equação 5: Expressão que representa Função Textura, em coordenadas polares. Concepção original do presente autor. 132

Equação 6: Fórmula criada por Hardy e Ramanujan para o cálculo de p(n). 136

Equação 7: Terceiro termo na função textura igualdado a zero. Procedimento para normalização dos resultados. 137

Equação 8: Resolução de parte do terceiro termo na função textura, onde $n = 4$ tem $p(n) = 5$. 137

Equação 9: Parte final do cálculo usado para encontrar o valor do fator de correção *k*. 138

Equação 10: Formulação matemática que revelará intravetores relativos a um PEC retrogradado. 192

Equação 11: O somatório dos elementos dos componentes temporais de c_1 e d_1 são diferentes. 241

Equação 12: O somatório dos elementos dos componentes temporais de t_1 e t_2 são diferentes. 243

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 32

2 FUNDAMENTOS E EXPANSÃO 39

2.1 METRIFICAÇÃO E DESMETRIFICAÇÃO DO TEMPO 41

2.2 RENASCIMENTO DO TEMPO: O TEMPO EMERGENTE/NÃO-EMERGENTE 55

2.3 FORA DO TEMPO, DENTRO DO TEMPO E TEMPORAL 63

2.4 PONTO DE ATAQUE 68

2.5 TEMPO E ESPAÇO SONORO 70

2.6 O PENSAMENTO SINCRÉTICO 73

2.6.1 PEC – Potencial Expressivo Compositivo 75

2.6.2 VIS – Vetor de Interação Sincrético 80

2.6.3 INT – Interação 81

2.6.4 Breve diálogo com os Protocolos Composicionais de Xenakis 83

2.7 MODELAGEM SISTÊMICA 86

2.7.1 Teoria dos Sistemas composicionais 86

2.7.2 Intertextualidade 93

2.7.3 Modelagem Sistêmica 97

3 A TEORIA DO DOMÍNIO SONORO 103

3.1 TOPOLOGIA DO DOMÍNIO SONORO: O ESPAÇO TRIDIMENSIONAL E A SUPERFÍCIE 104

3.1.1 Fase não ordenada 107

3.1.2 Função ordenadora 108

3.1.3 Fase ordenada 109

3.1.4 Perturbação 110

3.2 MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS NA TDS 112

3.2.1 Índices de Perturbação 114

3.2.2 Modelos subsidiários 116

3.2.2.1 Velocidade de Perturbação 116

3.2.2.2 Fator de Perturbação 118

3.2.2.3 Pontos de distorção (Densidade Dinâmica) 120

3.2.2.4 Curva Intervalar 126

3.3 PERTURBAÇÃO TEXTURAL – A FUNÇÃO TEXTURA 129
3.4 NOTAÇÃO MATRICIAL DO PEC 140
3.5 ANÁLISE INTRAVETORIAL 151
3.6 REALIZAÇÕES GRÁFICAS 156
3.6.1 INTL – Interação Linear 159
3.6.2 INTL – Interação Muiltilinear 164
3.7 DESCRIÇÃO ALGÉBRICA DERIVATIVA (DAD) 167
3.7.1 Expansão 170
3.7.2 Substituição 181
3.7.3 Retração 199
3.7.4 Operações externas e internas 201
3.7.5 Operações no círculo das alturas 205
4 APLICAÇÕES EM ANÁLISES 223
4.1 SYRINX 225
4.2 OP. 11: III – ÄUSSERST RUHIG 259
4.3 STRING QUARTET Nº 3 (‘MISHIMA’): VI – CLOSING 272
5 APLICAÇÕES EM COMPOSIÇÕES 284
5.1 BLINDNESS 284
5.2 FOUR LIGHTS FOR SHADOWS 295
6 CONCLUSÕES 300
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 304
8 GLOSSÁRIO 313
9 APÊNCIDE A – DOCUMENTOS 315
10 APÊNCIDE B – OBRAS COMPOSTAS PELO PRESENTE AUTOR DURANTE A PESQUISA 323
11 ANEXOS – PARTITURAS 344

1 INTRODUÇÃO

Algumas pesquisas têm se lançado, em profundo esforço, no intuito de compreender relações centrais em música, tais como: unidade/variação, forma/discurso/escuta, modelo/criação, tempo/espaço, dentre outras (BOULEZ, 2011; MENEZES, 1995, 1998b; MEYER, 1967, TAGG, 2011; LIGETI, 1960; KRAMER, 1988; HASTY, 1997; XENAKIS, 1990; dentre diversos outros)[1]. Nesse sentido, a linguagem matemática tem sido incorporada por diversos pesquisadores na produção do pensamento teórico musical (TYMOCZKO, 2011; YUST, 2009, 2015, 2015b, 2018; PECK, 2019; PITOMBEIRA, 2015, 2017; GENTIL-NUNES, 2009, 2017; ALMADA, 2012a, 2013b; TOUSSAINT, 2013; e diversos outros)[2].

Mariana Montiel e Robert Peck (2019) afirmam que

> "modelos matemáticos podem ser encontrados em todos os níveis de atividades musicais, desde análises teóricas até a composição ou produção sonora. A Teoria da Música moderna tem incorporado mais e mais o conteúdo da matemática moderna nas últimas décadas[3]" (MONTIEL e PECK, 2019, p. v).

Gareth Loy (2011), vai mais além e diz que música e matemática são disciplinas gêmeas e condiciona o entendimento mútuo entre elas ao propor que "conhecer música e não conhecer suas relações matemáticas, é como escutar uma melodia sem seu acompanhamento[4]" (LOY, 2011, p. xv). Obviamente, o que Loy está defendendo não é apenas que a música tem suas organizações e estruturas matemáticas, mas, que a linguagem matemática é um satisfatório instrumento descritor que pode auxiliar na revelação do entendimento sobre música.

David Wright (2000) segue no mesmo sentido e evoca duas condições intrínsecas as duas disciplinas.

> Tem sido observado que a matemática é a mais abstrata das ciências, a música a mais abstrata das artes. A matemática tenta entender a verdade lógica e conceitual e apreciar a beleza intrínseca de tal verdade. A música evoca estado de espírito e emoção por intermédio de alturas e rítmicos sem apelar para meios circunstanciais de provocação de tais reações humanas inatas[5]" (WRIGHT, 2000, p. ix).

---

[1] A lista de trabalhos que contemplam tais relações é vastíssima, impossível de ser elencada numa única frase. Nosso intuito é de revelar algumas dentre as inúmeras abordagens relativas à questão. No entanto, a subseção7, do presente trabalho, oferece uma lista que, longe de ser definitiva, é no entanto um pouco mais abrangente.

[2] Idem a nota 1.

[3] "*Mathematical models can be found for almost all levels of musical activities, from theoretical analysis to actual composition or sound production. Modern Music Theory has been incorporating more and more modern mathematical content during the last decades*" (MONTIEL e PECK, 2019, p. v).

[4] (...) "*to know music without its mathematics is like hearing a melody without accompaniment* "(LOY, 2011, p. xv)

[5] "*It has been observed that mathematics is the most abstract of the sciences, music the most abstract of the arts. Mathematics attempts to understand conceptual and logical truth and appreciates the intrinsic beauty of such. Music evokes mood and emotion by the audio medium of tones and rhythms without appealing to circumstantial means of eliciting such innate human reactions*" (WRIGHT, 2000, p. ix).

As abstrações da matemática e da música encontram um ponto em comum: a primeira reconhece padrões no universo e os descreve; a segunda engendra os princípios que instituem padrões, pois a música é, em sim, constituída de padrões. Se na linguagem matemática é a abstração que permite a modelagem de fenômenos do universo, na linguagem musical ela confere liberdade para organizar e perceber padrões constitutivos e estruturais. Pois, "enquanto a matemática é usada para explicar os padrões e ritmos do universo, a música nos proporciona o envolvimento com tais padrões[6]" (GARLAND e KAHN, 1995, p. 2).

Nesse sentido, a música está mais próxima da organização subjetiva de padrões e a matemática está mais próxima de uma possível linguagem que identifica padrões e os descreve. Diante da tarefa de não apenas compreender, mas também descrever música, o pensamento e a linguagem matemática se colocam como uma ferramenta decisiva. Assim, a crescente produção científica interconectando os dois campos é fruto da similaridade entre eles e da tentativa de compreensão profunda acerca da música. Contudo, ressalta-se que a relação entre os dois campos não é de que a música "pode ser reduzida a uma equação final. Pois, se assim fosse, seria possível programar um computador para criar e tocar música com o mesmo sentimento, expressão, intensidade e espontaneidade que um ser humano pode[7]" (GARLAND e KAHN, 1995, p. 24).

No entanto, a tarefa de aplicar a linguagem descritiva matemática "no contexto do entendimento profundo de música, também têm nos levado a problemas abertos interessantes na teoria musical matemática em si" (MONTIEL e PECK, 2019, p. v)[8], o que, na verdade, tem levado a grande produção científica relacionada ao assunto.

Diante de convergência natural e histórica entre música e matemática[9], seus limites, suas problematizações e seus distintos planos de atuação, a presente pesquisa se coloca ao lado de tantas outras na tentativa de descrever padrões essencialmente musicais através da linguagem matemática. Portanto, a presente pesquisa se justifica em duas vias: 1) na contribuição para a crescente produção científica que relaciona música e matemática no intuito de descrever e

---

[6] "*While mathematics is used to explain the patterns and rhythms of the universe, music helps us entrain with these patterns*" (GARLAND e KAHN, 1995, p. 2).

[7] "*This is not to say that all music can be reduced to some final mathematical equation. If this were so, it would be possible to program a computer to create an play music with the same feeling, expression, intensity, and spontaneity as can a human musician*" (GARLAND e KAHN, 1995, p. 4).

[8] Em campos como Álgebra, Análise Combinatorial, Geometria, Topologia, Trigonometria, dentre outros.

[9] Ver ABDOUNUR, 2015. Nessa mesma perspetiva, vale salientar a profunda conexão tradicional entre música e matemática nas artes liberais: Aritmética, Geometria, Astronomia e Música. É interessante observar que nessas quatro disciplinas, conhecidas como *Quadrivium*, a aritmética descreve o número, a geometria situa o número no plano, a astronomia situa o número no espaço e a música situa o número no tempo (MARTINEAU, 2010)

compreender os padrões musicais; e, 2) elaborar de soluções para as questões que têm surgido a partir da histórica produção na área.

Nossa hipótese é de que um entendimento singular a respeito do tempo como dimensão da realidade, e que pode ser aplicado no ambiente musical, revele mecanismos matemáticos originais e conhecidos que reconheçam e descrevam padrões musicais. A essa hipótese damos o nome de Teoria do Domínio Sonoro, e estabelecê-la constitui-se o objetivo central da presente pesquisa.

O conceito de tempo é questão recorrente e complexa ao longo do desenvolvimento do pensamento filosófico. A esse questionamento, apropriado por diversas culturas e áreas de conhecimento, inúmeras definições são apresentadas[10]. Em meio a tantas distintas abordagens, "todas as vezes que o tempo foi objeto de uma reflexão mais profunda, ele desconcertou os filósofos, que – em geral – nunca conseguiram dissociá-lo do movimento do mundo" (SCHOPKE, 2009, p. 12).

No entanto, o compositor Iannis Xenakis, em seu livro *Formalized Music* (1990), oferece uma compreensão acerca do tempo em música que é fundamental para o presente trabalho, dissolvendo todo elemento musical em dois estados: *fora do tempo* e *dentro do tempo*. Fica evidente que esses dois estados encerram o tempo musical como dependente do espaço, como que emergido dele, pois nesse sentido, o tempo só pode ser acessado a partir da atribuição de certos parâmetros aos elementos.

Já a ciência, mais precisamente a Física, pareceu satisfazer-se com a hipótese que o tempo seja relativo, a partir da revolução provocada pela teoria da relatividade geral de Albert Einstein, no início do século XX EINS. O tempo entendido como absoluto na mecânica newtoniana, perde lugar para o tempo que age entrelaçado ao espaço e, que pode ser distorcido pela gravidade. Assim, se a luz também se curva no tecido espaço temporal, se o tempo e espaço são relativos, é razoável crer que o tempo absoluto em si não seja real.

[10] A cultura Maia, por exemplo, designava o tempo, o sol e o dia com a mesma palavra: *khin*, sugerindo uma qualidade divina ao tempo. Já Platão, responsabilizando o tempo pela degradação do universo, o designava "como a imagem móvel da eternidade" (SCHOPKE, 2009, p.11) associando-o ao movimento. Em meio acordo com essa ideia, Aristóteles propõe que a temporalidade surge em forma de sucessão ao declarar que "Tempo é o número do movimento"[10]. Em Kant, "encontramos a definição de espaço e tempo como formas a priori da sensibilidade" (SCHOPKE, 2009, p.180) situando-os como intuições puras, retirando suas qualidades empíricas. Para Bergson, o produto da temporalidade também captada por seus aspectos de duração, é consciência e memória. Próximo a essa abordagem, Heidegger conceitua o tempo como característica intrínseca do *Dasein,* do ser que é capaz de existir e perceber existência.

Contudo, em 2013, o físico americano Lee Smolin e o filósofo brasileiro Roberto Mangabeira Unger[11] oferecem uma abordagem contrária e promulgam que apenas uma mudança pragmática poderia dar saída para as pesquisas em Física e Cosmologia quânticas. Em suma, de acordo com os autores: o tempo é real e não emergente do espaço (não contrariando o entrelaçamento tempo-espaço) o que equivale dizer que o universo é finito, o tempo se faz real no momento presente, que representa a sucessão vertical e horizontal de momentos compartilhados por todas as coisas que existem, e, por fim, não existem modelos matemáticos que encapsulem o tempo real[12]. As implicações operacionais para a Física são profundas e inúmeras; no entanto, esses três principais argumentos tangenciam a prática musical.

A partir da delimitação do referencial teórico-filosófico geral e o debate dos argumentos envolvidos, o presente trabalho se apropria dos conceitos de Lee Smolin (2013), Iannis Xenakis (1990), José Halac (2013), Rudolf Carnap (1995), Hans Riechenbach (1999) e outros e expõe uma teoria original acerca do tempo e espaço em música.

Contudo, não só o tempo e espaço musicais são alvos das investigações conduzidas. Atingem o centro da discussão: 1) a estruturação da *Teoria do Domínio Sonoro* (doravante TDS), ou seja, e exposição de suas bases teóricas e como estas confluem para a criação da teoria e de todos os seus mecanismos analíticos; e, 2) a validação de seus mecanismos analíticos e de sua capacidade de aplicação composicional.

Em relação às bases teóricas, para além das já apresentadas e que tratam da questão do tempo, o *Pensamento Sincrético* (HALAC, 2013) refere-se a organização dos materiais musicais e é uma abordagem basilar na concepção da Teoria do Domínio Sonoro. Halac condensa o processo de organização dos padrões musicais em três instâncias (*potencial expressivo compositivo* – PEC, *vetor interativo sincrético* – VIS e *interação* – INT). Resumidamente, o *Pensamento Sincrético* promove: a comunicação entre ideia e materialização, representação concreta da materialização; e, ativação de processos de desenvolvimento do material em si.

Os conceitos *dentro do tempo* e *fora do tempo* (XENAKIS, 1990) e o *Pensamento Sincrético* (HALAC, 2013), são conectados e juntos empregam valor ontológico às instâncias que ativam as fases distintas da superfície do espaço tridimensional do domínio sonoro.

A TDS é efetivada a partir:

---

[11] As ideias de Lee Smolin e Roberto Mangabeira estão expostas em dois livros: *Time Reborn* (2013) e *The Singular Universe and the Reality of Time* (2015). Os conceitos serão pormenorizados na subsubseção2.3, no capítulo II.

[12] As definições de tempo real, bem como a distinção entre tempo real e tempo imaginário serão feitas nas subseções 2.1 e 2.2).

a) da tomada de posição em relação ao tempo;

b) da instituição das instâncias organizadoras do discurso musical através da fusão entre o *Pensamento Sincrético* e os conceitos dentro do tempo/fora do tempo; e

c) da proposta de modelos (ou mecanismos) matemáticos descritivos que representam o movimento de eventos numa superfície finita, abstrata e dividida em duas fases distintas (não ordenada e ordenada), que condensa todas as concepções envolvidas na teoria. Nesse sentido, surgem conceitos originais ligados aos modelos matemáticos que são visíveis por meio de gráficos e descrição algébrica.

A validação ou não dos modelos matemáticos como ferramentas analíticas se dará pela análise exaustiva de três peças distintas. A aplicação composicional da TDS no que diz respeito ao planejamento composicional será realizada a partir da composição de duas obras originais, e uma delas, a partira da Modelam Sistêmica.

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos. O segundo capítulo promove a discussão centrada no recorte em distintas concepções de tempo tomando conceitos advindos da Filosofia (da ciência) e da Música[13] expondo as argumentações de Rudolf Carnap (1995), Hans Reichenbach (1999), Isaac Newton (1687), Albert Einstein (1905) e Stephen Hawking (1988, 2001). São debatidos os principais argumentos expondo os conceitos de tempo absoluto e o tempo relativo.

Em seguida, é apresentado o argumento pragmático de Smolin (2013) acerca do tempo, que vigora como uma das bases na formulação conceitual da TDS, e aplicações do tempo em música, a saber: os conceitos fora do tempo/dentro do tempo/atemporal (XENAKIS, 1990) e os pontos de ataque, de Milton Babbitt (1962). Nessa mesma subseção, apresentamos então o conceito original de tempo sonoro, resultante da confluência das abordagens previamente exibidas.

No capítulo seguinte, apresentamos a pormenorização do *Pensamento Sincrético* (HALAC, 2013) relacionando-o aos protocolos do processo composicional de Xenakis (1990).

Na última subseção do segundo capítulo, apresentamos uma revisão bibliográfica acerca da modelagem sistêmica apresentando duas teorias que a sustentam: a teoria dos sistemas composicionais (PITOMBEIRA, 2018) e a intertextualidade (KRISTEVA, 1967).

[13] O presente trabalho não tem por objetivo apresentar vasto painel histórico e conceitual a respeito das argumentações filosóficas sobre o tempo. O intuito aqui, é oferecer ao leitor um panorama razoável acerca do tema para que haja o diálogo com a postura filosófica adotada na TDS. Além disso, pretende-se evidenciar aplicações diretas destes conceitos em abordagens distintas em Música.

O terceiro capítulo é dedicado à exposição da TDS em si, a partir da elucidação das diferentes fases da superfície e do conceito de perturbação, da revelação seus modelos matemáticos principais e subsidiários, da exposição de suas realizações gráficas originais e da descrição algébrica das operações de transformação.

O principal mecanismo matemático analítico, o *índice de perturbação*, decorre diretamente do conceito de *perturbação*, que, por sua vez, está intrinsicamente ligado ao entendimento de *tempo sonoro*, conceito cunhado no segundo capítulo. A partir do índice de perturbação, outros quatro modelos são apresentados como mecanismos analíticos auxiliares subsidiários. As equações que definem tanto o mecanismo principal como os subsidiários, são bem conhecidas no campo da matemática. Nesse sentido, o único modelo matemático originalmente produzido na presente pesquisa é chamado de *função textura* e se relaciona com padrões musicais texturais.

Com relação à descrição algébrica proposta, esta tem sua gênese em dois fatores: a *notação matricial*, que é aplicada a uma das instâncias do *Pensamento Sincrético* que é apreendida na TDS, e na criação de um modelo de análise algébrica, chamado *análise intravetorial*. São criadas três categorias básicas de operações e cada uma delas é diluída em diversas outras. Essas categorias de operação de transformação visam condensar todos os tipos de desenvolvimentos possíveis aos padrões musicais no intuito de gerar, inclusive futuramente, meios para estabilização das aplicações algébricas em música.

O quarto capítulo é dedicado às análises das três obras elencadas, a saber: *Syrinx* (DEBUSSY, 1913), o *Op. 11*: *III – Äusserst Ruhig* (WEBERN, 1914), e o *String Quartet n.03* (‘*Mishima*’) (GLASS, 1985). Os mecanismos analíticos desenvolvidos são distribuídos entre as três análises no intuito de verificar suas aplicabilidades. Contudo, em *Syrinx* (Debussy) a análise será mais exaustiva por se tratar de um conjunto de mecanismos ativados. Assim, da análise de *Syrinx* será extraído um modelo sistêmico a ser empregado no planejamento composicional de uma obra original.

No capítulo cinco, são apresentados os planejamentos composicionais de *Blindness*, peça composta a partir da modelagem de *Syrinx*, e de *Four Lights for Shadows*, peça composta a partir das instâncias organizacionais do domínio sonoro.

Por fim, a título de informação, registra-se que a presente pesquisa foi desenvolvida em maior parte no Programa de Pós-Graduação em Música da UFRJ, sob orientação do Prof. Dr. Liduino Pitombeira e co-orientação do Prof. Dr. Carlos Mathias Motta, do departamento de Matemática da UFF (Universidade Federal Fluminense). A pesquisa foi premiada com a bolsa de estudos Fulbright DDR – Doctoral Dissertation Research Award, e durante 09 meses o

presente autor esteve em período de doutorado sanduíche na Louisiana State University, sob orientação do Prof. Dr. Robert Peck.

2 FUNDAMENTOS E EXPANSÃO

"O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por sua própria natureza, flui uniformemente sem nenhum relação com o exterior e se chama duração."
Newton, em Principia Mathematica, formalizando o tempo absoluto.

No presente capítulo lançaremos conceitos já existentes e que majoritariamente fundamentam a TDS. Também proporemos, em certo sentido, a expansão dos mesmos, pois a TDS opera a partir desses conceitos expandidos. Nesse sentido, o presente capítulo apresenta o lançamento, a explanação e ampliação de tais conceitos no intuito de conectá-los com as bases da TDS, que serão expostas no capítulo seguinte (capítulo 3).

A abordagem é seccionada em três eixos conceituais (que são tratados como subseções do presente capítulo): Tempo[14], o *Pensamento Sincrético* e a Modelagem Sistêmica. No contexto da TDS, tanto o Tempo (musical) quanto o *Pensamento Sincrético* são ressignificados de acordo com suas aplicações na teoria. Portanto, a TDS se apropria dessas ressignificações para lançar sua base estrutural, sobretudo no que diz respeito ao tempo em música (questão vital à teoria).

Sobre a questão do tempo, não almejamos a discussão exaustiva acerca do tempo à luz das várias abordagens filosóficas que perpassam os séculos[15]. Contudo, visto que uma das fundamentações básicas da teoria a se apresentar no presente trabalho se relaciona com um conceito de tempo, delinearemos nosso argumento arqueando tratamentos ao tema que convirjam ao núcleo da teoria proposta.

Delimitamos a discussão por apresentar e classificar análises a respeito do tempo de acordo com duas linhas de aplicação inoperantes se pareadas (não antagônicas, porém historicamente consequentes) no campo da Física, contudo, absorvidas de uma maneira ou outra pela prática musical.[16] A primeira linha é ligada à Mecânica Clássica, que tem seu apogeu em

[14] Aqui, o tempo como entidade constituinte da realidade em todas as suas manifestações.
[15] Tais como as abordagens dos pré-socráticos associadas à matéria do mundo, o tempo físico de Aristóteles, a *distentio animi* de Santo Agostinho, a substância única de Espinosa, ou ainda as visões originais de Bergson (duração, consciência e memória) e Heidegger. Para um maior aprofundamento sobre essas diversas abordagens ver Schöpke (2009).
[16] Além dos estudos de acústica (movimento harmônico simples, interferência de ondas e som tradicionalmente estudados de maneira profunda no segundo ciclo do curso superior de Física) apropriados pelos campos da música eletrônica, música eletroacústica, sonologia e psicoacústica, a própria visão cartesiana e determinística do espaço apresenta fortes conexões de pensamento entre a mecânica clássica e a música, especialmente a que se apoia em sistemas determinísticos (veremos mais sobre esse aspecto na subsubseção2.3, quando falarmos de Xenakis). Por outro lado, a mecânica quântica, que se apóia (para além de outros) fundamentalmente no *princípio da incerteza* e na *segunda lei da termodinâmica*, pode ser associada a uma produção musical de natureza mais aleatória e

Isaac Newton[17] (1643-1727) e que atribui ao tempo e ao espaço os conceitos de *absoluto (real)*.[18] A outra linha, que historicamente se desdobra a partir do rompimento das barreiras imposta pela primeira, está conectada tanto a Teoria da Relatividade Geral, que revela em suas bases a relatividade do tecido espaço-tempo, quanto à mecânica quântica, que toma para si (dentre outras prerrogativas) a segunda lei da termodinâmica[19], que, por sua vez, afirma a entropia caótica crescente de um sistema anunciando a irreversibilidade do tempo. Na verdade, esse é o conceito de *seta do tempo* definido por Hawking (2015, p. 181) como: "o aumento da desordem ou entropia com o tempo (...), algo que distingue o passado do futuro estabelecendo uma direção". Voltaremos a discutir sobre a seta do tempo na subseção 2.1.

Tanto a *Mecânica Clássica* quanto a *Mecânica Quântica* constituem-se a partir de definições que têm sido enrobustecidas ao longo dos anos seja pela ampla aceitação no meio acadêmico, seja por suas aplicações diversas. Não se trata, de maneira geral, de um embate que almeje a validação de uma em detrimento da outra. Na verdade, existem conjecturas reais na natureza onde uma é válida e outra não[20].

---

indeterminística, observada em obras compostas, por exemplo, a partir do uso de computadores e/ou sistemas alimentados por interações caóticas, dentre outros.

[17] Toda fundamentação teórica da mecânica clássica, das leis de gravitação universal e do cálculo diferencial e integral, é lançada com a publicação da obra *Principia Mathematica*, em 1687, pelo inglês, filósofo natural, astrônomo e cientista Isaac Newton.

[18] "Em *Principia Mathematica,* Newton introduziu o conceito de *tempo absoluto*, definindo-o da seguinte maneira: "O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si só e por própria natureza, flui uniformemente, sem relação com nenhuma coisa externa, e é também chamado de duração". Um dos objetivos da discussão sobre a medida do tempo foi tornar patente o fato de que o tempo físico é definido em termos de relógios, que são objetos concretos, sujeitos às leis físicas, como qualquer outro objeto". (NUSSENZVEIG, 1981, p. 38). "Foi esta concepção que levou Newton, nas *Principia Mathematica*, a formalizar a noção do "tempo absoluto" e universal: *O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por sua própria natureza, flui uniformemente sem nenhuma relação com o exterior e se chama duração*" (MOURÃO, 2005, p. 66).

[19] A entropia da termodinâmica não mede o aumento ou diminuição da complexidade dos sistemas, nem seu aumento ou diminuição de ordem. A segunda lei apenas afirma que calor não flui espontaneamente de um corpo a mais baixa temperatura para um corpo de mais alta, equivalentemente, que a energia que pode efetivamente ser transformada em trabalho, em um sistema fechado, nunca aumenta. Em outras palavras, a quantidade de entropia de qualquer sistema isolado, termodinamicamente, tende a incrementar-se com o tempo, até alcançar um valor máximo. "A entropia do Universo aumenta em todos os processos naturais". (SERWAY e JEWETT JR., 2014, p. 211).

[20] "No final do século XIX, a física parecia ter atingido seu ponto máximo de compreensão. As leis de Newton para a mecânica e para a gravitação, que vinham sendo aperfeiçoadas desde o século XVII, descreviam com grande precisão o comportamento dos corpos celestes e terrestres" (MARTINS e ROSA, 2014, p. 13, 20). As leis de Newton, entretanto, falham na precisão de movimentos e de fenômenos que ocorrem em algumas situações fora do equilíbrio termodinâmico, onde há trocas de calor, ou no campo microscópico, onde as distâncias entre as estruturas são da ordem de alguns nanômetros (um nanômetro corresponde à bilionésima parte do metro). Como é bem conhecido, a teoria quântica originou-se em 1900, com os estudos de Max Ludwig Planck (1858-1947) sobre a radiação do corpo negro. "A história das grandes transformações sofridas pela física e que culminaram na formulação da mecânica quântica na segunda metade da década de 1920 começou no primeiro ano do século, quando Max Planck logrou explicar, através de uma hipótese que a ele próprio repugnava, o espectro de radiação do corpo negro. Para maiores informações, ver Martins e Rosa, 2014 e Mourão, 2005.

Desta forma, os cinco primeiros subcapítulos são destinados à discussão a respeito do tempo: no primeiro subcapítulo (subseção 2.1) abordamos a questão da metrificação e desmetrificação do tempo, sob a perspectiva de Carnap (1995), Reichenbach (1956/1999), Schöpe (2009), Newton (1687), Einstein (1905), e Hawking (2015); no segundo subcapítulo (seção 2.2), tratamos das noções de tempo emergente e tempo não-emergente sob a perspectiva de Smolin (2013) e Mangabeira (2015); no terceiro subcapítulo (seção 2.3) examinaremos os conceitos *fora do tempo*/*dentro do tempo*/*atemporal* (XENAKIS, 1990); no quarto capítulo (seção 2.4) apresentaremos o emprego do tempo em música por Babbitt (1962) através dos pontos de ataque; e, finalmente, o terceiro subcapítulo (subseção 2.5) trata do tempo em música revelando o conceito de tempo musical emergente e apresentando os conceitos dentro *do tempo* e *fora do tempo* de Xenakis (1990).

2.1 Metrificação e desmetrificação do Tempo

Carnap[21] (1995), no livro *An Introduction to the Philosophy of Science*, inicia a discussão sobre a medição do tempo lançando o questionamento: "que tipo de operações de agrupamento podem ser usadas para combinar interlavos de tempo?[22]" (CARNAP, 1995, p. 78). A resposta para a questão, que fundamenta a abordagem do autor ao tema, é de que é impossível alterar a ocorrência (na ordem em que são ocorridos) de eventos temporais, mesmo que seja bem definida a duração (e o efeito causal) de cada um desses eventos. Desta forma, mesmo que dois eventos estejam unidos no tempo, ou seja, sequenciados, e os reconheçamos separadamente, é impossível reagrupà-los para além de seu acontecimento no próprio tempo, assim como é possível fazer com objetos no âmbito espacial. "O melhor que podemos fazer é representá-los numa escala conceitual[23]" (CARNAP, 1995, p. 78), afirma Carnap, deixando claro que a medição do tempo é a chave para compreender o tempo em termos físicos. Obviamente, sua postura aqui se alinha mais à do tempo absoluto do que à do tempo irreal[24] e parte de um esquema de medição da duração do evento, no tempo, que é baseado em três leis.

---

[21] Rudolf Carnap (1981–1970) foi um proeminente filósofo da ciência, alemão, defensor do positivismo lógico e fundador do logicismo e o formalismo relacionado à matemática e a aritmética. Viveu boa parte de sua vida nos Estados Unidos sendo contemporâneo de Reichenbach, e como professor de filosofia na Universidade de Chicago e na Universidade da Califórnia em Los Angeles. Na sua vasta obra, destacam-se "*Logische Syntax der Sprache*" (1943), "*Empiricism, Semantics, Ontology*" (1950) e "*Philosoplhical Foundations of Physics*" (1966).

[22] "*What sort of joining operation can be used for combining time intervals*"?

[23] "*The best we can do is to represent the two-time intervals on a conceptual scale*".

[24] Tempo irreal aqui está conectado a dois entendimentos: 1) ligado à falha revelada a partir da incompatibilidade comportamental das caraterísticas do espaço-tempo (relativos) quando inseridas como modelos para a gravidade quântica. Assim, existe um considerável número de teorias que promulga a inexistência do tempo, como por exemplo, aquelas ligadas à gravidade quântica em loop; 2) com as questões relacionadas à percepção do tempo

A *lei da adição*, a primeira das três, baseia-se nas possíveis condições de periodicidade de um processo: *fraca* ou *forte*. Periodicidade, pode ser entendida como "o ciclo total de fases diferentes que é repetida na mesma ordem cíclica[25]" (CARNAP, 1995, p. 80). Assim, a periodicidade fraca é marcada por uma sucessão de eventos que ocorrem num período de tempo, mas que não podem ser representadas conceitualmente por intervalos iguais tempo. É o caso, por exemplo, de uma pessoa que sai de casa várias vezes por dia. As saídas acontecem periodicamente, porém, em intervalos de tempo diferentes. Já a periodicidade forte pode ser exemplificada por um pêndulo, ou por um pulso métrico musical que não sofra alterações de andamento. Isso significa dizer que além desses eventos serem subsequentes e constantes, eles também ocorrem em medições de tempo regulares.

Carnap, então, afirma que a medição do tempo deve estar subjugada a um processo que tem a maior periodicidade forte possível. A questão, porém, é que "nós não podemos saber que um processo é periodicamente forte, a não ser que já tenhamos um método para determinar intervalos iguais de tempo" (CARNAP, 1995, p. 80). A saída apontada pelo autor é primeiro

> "(...) encontrar um processo (de medição) que tenha periodicidade fraca. Então, tomamos como nossa operação de adição, dois intervalos de tempo que são consecutivos no sentido de que um começa quando o outro termina, e afirmamos, como nossa lei de adição, que a duração do total de intervalos é a soma aritmética das durações dos dois intervalos componentes[26] (CARNAP, 1995, p. 81).

Em suma, a lei de adição postula que o acúmulo de intervalos de tempo no processo em questão, revela a periocidade necessária (da fraca para a forte) para a medição do tempo, ou seja, é explicitada a unidade de medição do tempo[27], que é "simplesmente a duração de cada período do processo selecionado[28]" (CARNAP, 1995, p. 81). Desta forma, fica estabelecida a segunda lei, a *lei da unidade*.

Existe uma forte conexão entre a primeira e a segunda lei apontadas por Carnap, pois a lei da unidade fixa os diferentes períodos escolhidos como unidade de tempo para além de suas distintas qualidades duracionais. Pois,

> "(...)alguém pode dizer: "o período *b* é muito maior do que o período *a*". Mas nós respondemos: "Nós não sabemos o que quer dizer 'maior'. Nós estamos tentando fixar

em si através de vieses filosóficos. Esta última está conectada com o que Hawking (2015, p. 244) chama de *tempo imaginário*.

[25] "*Sometimes periodic means that a local cycle of different phrases is repeated in the same cyclic order*".

[26] *"First, we find a process that is periodic in the weak sense. (...) Then we take as our joining operation two intervals of time that are consecutive in the sense that one begins just as the other ends, and we affirm, as our rule of additivity, that the length of the total interval is the arithmetical sum of the lengths of the two component intervals*."

[27] É importante dizer que, para Carnap, neste ponto ainda não pode haver conceitos como longo ou curto, pois "nós estamos tentando estabelecer regras para a medição do tempo para que possamos dar sentido ao tempo "longo"" (CARNAP, 1995, p. 81).

[28] (…) "it is simply the length of each period of the selected process" (…).

> regras para a medição do tempo para que seja possível dar significado ao termo 'maior'"[29]" (CARNAP, 1995, p. 81).

Em síntese, encontra-se um ciclo de repetições que tenham periodicidade forte, e, a despeito de suas diferenças de duração, são definidas unidades de medição. Assim, ao acumular (ou adicionar) unidades, torna-se possível medir o tempo, simplesmente ao "contar o número de vezes em que a unidade ocorre durante evento que estamos tentando medir[30]" (CARNAP, 1995, p. 82).

A terceira lei, a *lei da igualdade*, revela a singularidade da abordagem de Carnap. Ela diz que "ao comparar dois intervalos de tempo (os quais podem possivelmente estar largamente separados no tempo) são iguais se ambos contêm o mesmo número de períodos elementares do processo periódico[31]" (CARNAP, 1995, p. 82). Ou seja, a lei da igualdade compara a duração de eventos separados ou não no fluxo temporal e os agrupa por semelhança[32]. Desta maneira, além de ter condições de definir o que pode ser mais (ou menos) longo/curto temporalmente, o esquema de três leis proposto por Carnap propicia uma espécie de mapeamento do espaço intermediado pela mensuração temporal de blocos separados no próprio tempo.

Reichenbach (1956/1999), por sua vez[33], enquadra a metrificação (ou medição) do tempo proposta aos moldes de Carnap como uma propriedade quantitativa do mesmo. "Tais medidas dizem respeito à determinação de distâncias de durações iguais (...) e, também, à determinação de simultaneidade, ou seja, de valores iguais de tempo para pontos distantes espacialmente"[34]. (p. 19). Desta maneira, ao evidenciar a distinção entre as propriedades qualitativas e quantitativas do tempo, Reichenbach concentra sua análise sob o viés qualitativo ou topológico do tempo[35]. Pois, "elas são mais fundamentais, no sentido de que se mantêm

---

[29] "*Someone may object: "But period b took much longer than period a". We reply: "We do not know what you mean by 'longer'. We are trying to lay down rules for the measurement of time so that we will be able to give meaning to the term 'longer'*"".

[30] "*We simply count the number of times that our unit period occurs while the event we wish to measure is taking place*".

[31] "*It says that two-time intervals (which may possible be widely separated in time) are equal if both contain the same number of elementary periods of the periodic process*".

[32] É reconhecida aqui a semelhança dom a ideia aristotélica sobre o tempo. "Em Aristóteles, no entanto, a definição é bem mais simples, mais "física" (ou menos "metafísica"): (...) o tempo é a parte mensurável do movimento, aquilo que pode ser medido, numerado, contado" (SCHÖPKE, p. 102). Ver Schöpke, 2009, p. 86-115).

[34] "*Such measurements concern the determination of time distances of equal length, represented, for instance, by two consecutive hours; and, in addition, the determination of simultaneity, that is, of equal time values of spatially distant points*."

[35] Reichenbach não abandona nem tão pouco reduz as propriedades quantitativas do tempo. Segundo o autor, "as propriedades métricas do tempo foram desenvolvidas com grande detalhamento na Física Moderna – em particular, na Teoria da Relatividade de Einstein (...)" (REICHENBACH, 1999, p.19). Para mais informações, ver "Bericht

fixas independente dos procedimentos específicos de medição e permanecem imutáveis, ainda que as formas de medição do tempo variem[36]" (REICHENBACH, 1999, p. 20).

Neste ponto faz-se necessária uma elucidação. Reichenbach e Carnap nasceram no mesmo ano (1981), sendo que o Carnap faleceu em 1970 e Reichenbach em 1953. Apesar da diferença temporal entre suas mortes, os dois autores dialogam, ora confrontando-se ora convergindo suas abordagens, em outros campos tais quais: Probabilidade, Sociologia da Ciência, dentre outros (ver LEHER, 1993; RICHARDSON, 2000). O tempo, ou a medição do tempo em si, não parece compor as questões que historicamente conectam os dois autores. Ainda assim, os dois autores são contemporâneos entre si e configuram como expoentes de sua época no que diz respeito à filosofia da ciência.

Retornando à abordagem de Reichenbach, seis constatações condensam as propriedades qualitativas do tempo de acordo com sua abordagem[37]:

1) o tempo flui do passado para o futuro;

2) o presente, que divide o passado do futuro, é agora;

3) o passado nunca retorna;

4) não é possível mudar o passado, mas é possível mudar o futuro;

5) existem lembranças do passado, mas não do futuro, e;

6) o passado é determinado, o futuro é indeterminado.

Tais constatações estabelecem as relações de causalidade em relação ao tempo[38], isto é, mais do que a ordenação temporal dos eventos, existe um vínculo de dependência entre os eventos subsequentes. E, ainda, essa é a diferença, sob a ótica da causalidade temporal, entre a ordem e direção do tempo.

Assim sendo, Reichenbach sustenta que a direção do tempo é alimentada pela relação de causalidade, que, por sua vez, é assimétrica em condições diferentes[39]. A relação de assimetria de um processo não tem necessariamente ligação com a irreversibilidade do mesmo,

---

über eine Axiomatik der Einsteinschen Raum-Zeit-Lehre". Phy. Zeitshr., Bd. 22 (1921), p. 683-686; Axiomatizaton of the Theory of Relativity (Berkeley and Los Angeles, University of California Press, 1969); and Philosophie der Ram-Zeit-Lehre (Berlin and Leipzig, W. de Gruyer e Co., 1928; English edition published in 1957 by Dover publications, Inc., New York)

[36] "*They are more fundamental, in the way that they hold independently of specific procedures of measurement and remain unchanged even if the forms of measuring time are varied*".

[37] Alguém pode confrontar essas seis propriedades com teorias e tendências ideológicas mais modernas. No entanto, estamos construindo uma linha do tempo sobre o tempo que, mais a frente, revelará abordagens mais conteporâneas.

[38] "*An event A is casually connected with an event B if A is a cause of B, or B is a cause of A, or there exists an event C which is a cause of A and of B*" (REICHENBACH, 1999, p. 29).

[39] Para Reichenbach, além da assimetria, são necessárias a relação de conectividade e transitividade para gerar ordenação temporal. Para maiores informações, ver REICHENBACH, 1999, p.19-47).

bem como a relação de simetria não tem (ligação necessária) com a reversibilidade. O argumento se baseia na diferença entre ordem e duração. Uma linha reta[40], sem pontos (sem intervalos determinados e infinita) não possui direção, mas, ao plotarmos apenas pontos (sem nomeação específica e entendidos como eventos no tempo) com distâncias iguais ou não, fica implícito uma relação *à esquerda de* ou *à direita de*. Essa relação, apesar de assimétrica, não revela a ordenação temporal do processo justamente pela falta de outra relação: a de *maior que* e *menor que*. Ou seja, "temos nós decidido o que chamar de direita e o que chamar de esquerda, e vice-versa, nós não deveríamos notar qualquer diferença estrutural; ou seja, a relação *à esquerda de* tem as mesmas propriedades estruturais da relação *à direita de*"[41] (REICHENBACH, 1999, p. 26). Dessa maneira, seria impossível determinar traços de causalidade entre os eventos por não ser possível ordenar os eventos no tempo.

Porém,

> "É diferente no caso do continuum linear de números reais, positivos e negativos, que podemos plotar numa reta. Os números são governados pela relação *menor que*, que é assimétrica, transitiva e conectiva, como a relação *à esquerda de*; portanto, números tem uma ordenação. E, ainda, a relação *menor que* tem uma direção, e, portanto, é estruturalmente diferente (...) da relação *maior que*"[42] (REICHENBACH, 1999, p. 26).

Portanto, a concepção de tempo, segundo Reichenbach (1999), é traçada como "tendo não apenas ordem, mas também direção"[43] (p. 26) e necessariamente fruto de relações assimétricas de causalidade, pois a relação *depois de* é estruturalmente diferente da relação *antes de*[44]. Assim, a própria causalidade é definida em termos de direção do tempo[45].

No entanto, considerando a reversibilidade e irreversibilidade de um processo, as próprias relações causais podem consignar ao tempo uma bidirecionalidade. Essa questão fica evidente quando o Reichenbach (1999) define um processo reversível como sendo "uma imagem espelhada, no tempo, do processo original[46]" (p. 30), e, argumenta que mesmo esses processos apresentam relações simétricas com conexões causais. Essas conexões são definidas

---

[40] Não confundir reta com segmento de reta. Uma reta é um ente geométrico infinito em uma dimensão. Já o segmento de reta é a menor distância entre dois pontos e, portanto, um ente geométrico finito.
[41] "*Had we decided to call "right" and "left", and vice versa, we would not notice any structural difference; that is, the relation to the left has the same structural properties as the relation to the right*."
[42] "*It is different in the case of the linear continuum of negative and positive real numbers, which we can map on a straight line. The numbers are governed by the relation smaller than, which is asymmetrical, connected and transitive, like the relation to the left of; therefore, the numbers have an order. But in addition, the relation smaller than has a direction; that is, it is structurally different from its converse, the relation larger than*."
[43] "(…) *as having not only an order, but a direction*."
[44] Mais uma vez, é constatada a proximidade com o pensamento aristotélico acerca do tempo. Ver Shöpke, 2009, p. 86-115.
[45] Reichenbach discorre ainda sobre a causalidade em termos de processos reversíveis e processos irreversíveis.
[46] "(…) *the mirror image in time of the original process*."

como: “um evento A é causalmente conectado a um evento B se A é a causa de B ou se B é a causa de A, ou se existe um evento C que é a causa de A e B[47/48]” (REICHENBACH, 1999, p 30,). Ou seja, o processo se sustenta mecanicamente se tomado o tempo negativo[49].

Já “processos irreversíveis são, por exemplo, processos como os de mistura de gases ou líquidos e a perda de calor entre corpos de maior e de menor temperatura[50]” (REICHENBACH, 1999, p. 31). Processos dessa natureza são caracterizados pelo aumento da entropia[51], obedecendo à segunda lei da termodinâmica[52]. Mas não é correto afirmar que apenas os processos irreversíveis possuem relações assimétricas de causalidade, enquanto as relações simétricas pertencem apenas aos processos reversíveis. Pois, “processos irreversíveis por si só podem definir a direção do tempo, e os processos reversíveis revelarão ao menos uma ordem temporal, e assim, uma relação assimétrica de causalidade[53]” quando tomada uma direção, afirma Reichenbach (1999, p. 32). Desta maneira, apenas processos irreversíveis conferem unidirecionalidade ao tempo.

Tanto Carnap quanto Reichenbach consideram o tempo real[54], não o imaginário[55], e partem do pressuposto de que não apenas as equações matemáticas quantificam e descrevem suas propostas, mas também, de que estão lidando com fenômenos físicos da realidade. Ou seja, questões de percepção do tempo são levantadas em seus estudos, contudo, se não decodificadas matematicamente através de processos empíricos, são questões falsas[56].

No campo musical, a conexão com o tempo real se faz, a priori, no que é convencionado como partitura musical. Na verdade, a conexão se dá com qualquer forma de materialização escrita[57] do espaço musical que se dê no tempo, simplesmente por conta do

---

[47] “*An event A is casually connected with an event B if A is a cause of B, or B is a cause of A, or there exists an event c which is a cause of A and of B*.”

[48] A harmonia negativa é um bom exemplo musical de um processo reversível com relações simétricas de causalidade. Para maiores informações sobre harmonia negativa, ver Levy, (1985) A Theory of Harmony.

[49] Quando se adota um referencial, pode-se referir a um evento que ocorreu antes desse ponto usando o tempo negativo.

[50] “*Irreversible processes are process such as the mixing of gases or liquids and the passage of heat from bodies of higher to bodies of lower temperature*.”

[51] Segundo Reichenbach, entropia “é a tendência crescente do desaparecimento das diferenças existentes; e o processo reverso é excluído, pois representaria a diminuição de entropia” (RIECHENBACH, 1956, p. 31).

[52] Ver nota n. 12.

[53] (...) “*that the only irreversible process supply an asymmetrical relation of causality, while reversible process allegedly lead to a symmetrical casual relation*.”

[54] O tempo real é o tempo onde se pode distinguir entre passado e futuro, ou seja, é distinguível em todas as direções do espaço.

[55] “O tempo medido utilizando-se números imaginários” (HAWKING, 2015, p. 245).

[56] O positivismo lógico aceita como verdadeiras apenas afirmações estritamente lógicas passíveis de verificação empírica.

[57] Análises espectrais, análises particionais, partituras não convencionais, etc. A materialização pode ser proveniente da performance musical, da composição musical ou até da escuta musical. Contudo, poderia haver conflito no que diz respeito ao tratamento dos dados. Pois em coerência com as bases filosóficas dos autores

encapsulamento necessário (por convenções de medição do espaço em relação ao tempo) da porção de realidade que fornece os dados necessários para a análise empírica.

Uma das interpretações possíveis estabelece que uma partitura musical, em si, revela um processo irreversível que guarda relações assimétricas causais além de periodicidade, uma vez que a tentativa de reordenação de determinados trechos que a integram produziria uma nova partitura. Se através da proposição de Carnap associam-se figuras musicais[58] e unidades de medição do tempo como referencial no mapeamento do espaço musical, mediante a abordagem de Reichenbach evidenciam-se as relações causais assimétricas entre os eventos musicais que acabam por promover ordem e unidirecionalidade ao tempo musical[59]. Assim, por exemplo, na Figura 1, podemos observar a ordenação de um conjunto de figuras musicais, ou seja, de eventos musicais rítmicos, cada um com tempo específico e com uma tendência à desaceleração. A alteração da ordem de qualquer um desses eventos alteraria completamente o perfil de desaceleração do trecho uma vez que esta é causada por uma ordenação específica dos eventos. Para além das aplicações musicais (que serão estendidas na subseção 2.5), a definição de tempo e espaço absoluto de Newton, em certo sentido, dialoga com as propostas de Carnap e Reichenbach.

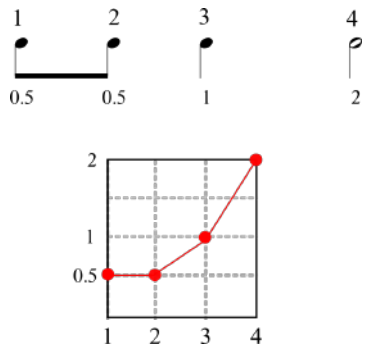


Figura 1: Construção de relação de causalidade pela ordenação temporal de eventos assimétricos.

elencados, os resultados são obtidos estritamente de maneira empírica. Assim, a priori, a partitura musical revela-se como tendo um maior índice de aplicabilidade para a proposta.

[58] Figuras de notas elencadas como pulso a partir da relação pré-determinada com o segundo (*s*).

[59] Contudo, algumas partituras podem apresentar processos simétricos. Por exemplo, na ocorrência de um *n* número de semínimas, todas com dinâmicas e articulações idênticas e bem definidas. Como ocorreria a falta da relação *menor que* e *maior que*, restaria apenas a relação *a direita de* e *a esquerda de*. Nesses casos, as relações *antes de* e *depois de*, apesar de estruturalmente diferentes como aponta Richenbach, não seriam alimentadas por uma assimetria necessária para que o processo se mantenha temporalmente unidirecional. É certo que uma ordem se revelaria, porém, a lei da igualdade definida por Carnap exporia falta de desigualdade entre os eventos no tempo. Assim, uma vez mais, a assimetria da relação *antes de* e *depois de*, necessária a processos causais irreversíveis, não se revelaria.

Deve-se a Isaac Newton[60] a primeira grande teoria unificadora da Física, na qual a natureza é composta de partículas indestrutíveis que se movem de acordo com leis matemáticas rigorosas, no espaço e no tempo, chamadas de leis do movimento[61].

A primeira lei, ou a *lei da inércia*, define o que se entende por referencial inercial, uma classe especial de referencias que descrevem as leis da natureza. A segunda lei é o princípio fundamental da dinâmica possibilitando, desta forma, determinar a evolução de um sistema dinâmico, quando conhecidas as leis de força que atuam sobre o sistema. A terceira lei estabelece relações de ação e reação promulgando que as forças que agem sobre um corpo têm origem em outros corpos, isto é, "uma força é apenas um aspecto de uma interação mútua entre dois corpos" (ANDRADE NETO, 1997, p. 18).

Portanto, tempo e espaço são conceitos fundamentais na descrição do movimento newtoniano, isto é, um corpo se move em relação a outro se ocupa posições diferentes em distintos instantes de tempo.

Contudo, para Newton, a relatividade fica restrita aos corpos e suas interações, e por isso a ideia de espaço é absoluto: um espaço "sem nenhuma relação com algo externo, que permanece sempre semelhante e imóvel" enquanto, "o relativo é certa medida ou dimensão móvel desse espaço, o qual nossos sentidos definem por sua situação relativamente aos corpos" (ANDRADE NETO, 1997, p. 18).

Se o espaço absoluto newtoniano é imóvel, inerente as interações entre os corpos, o tempo absoluto é

> (...) "verdadeiro e matemático, flui sempre igual por si mesmo e por sua natureza, sem relação com qualquer coisa externa, chamando-se com outro nome ('duração'), o tempo relativo, aparente e vulgar é certa medida sensível e externa de duração por meio do movimento (seja exato, seja desigual), a qual vulgarmente se usa em vez do tempo verdadeiro, como são a hora, o dia, o mês, o ano" (NEWTON, 1687 p. 156).

Por mais que seja intangível perceber o tempo e espaço absoluto[62/63] em nosso cotidiano, emergem, a partir destas formulações (tempo e espaço absolutos e relativos), direções

---

[60] Isaac Newton (1643-1727) nasceu em Londres e foi cientista, químico, físico, mecânico e matemático. Enunciou as Leis do Movimento, a Lei da Gravidade, descreveu os fenômenos óticos e desenvolveu o cálculo diferencial e integral.

[61] Em sua principal obra, *Principia Mathematica* (1687), Newton apresenta as três leis do movimento, a saber: 1) todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele; 2) A mudança de movimento é proporcional à força motriz impressa, e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime essa força, e; 3) A uma ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro sempre são iguais e se dirigem a partes contrárias.

[62] O que se apresenta aos nossos sentidos é o espaço e o tempo relativos, ou seja, o espaço e tempo absolutos não são empiricamente acessíveis. Assim, na prática "empregamos em vez dos lugares e movimentos absolutos os relativos, sem nenhum inconveniente na vida comum" (ANDRADE NETO, 1997, p.19).

[63] Smolin e Mangabeira (2013) abordam a questão do ponto de vista da Física Moderna. Para maiores informações, ver subsubseção2.2.

fundamentais acerca da lógica da natureza do tempo newtoniano. A leis do movimento de Newton, ao permitirem reversibilidade[64] ao sistema, negam invariavelmente a possibilidade de distinção de sentido numa sucessão de eventos em sentido inverso. Isso significa dizer que passado e futuro não são diferenciáveis, ou ainda, que a causalidade do processo pode retroagir naturalmente sem comprometer o engendramento dos eventos no fluxo temporal.

Como as equações que descrevem o movimento independem das condições iniciais[65], "é possível prever com absoluta acurácia o comportamento do sistema para todos os tempos, futuro e passado" (ANDRADE NETO, 1997, p. 19). Por isso, o determinismo[66] é uma consequência fundamental acerca da lógica temporal newtoniana. Um sistema físico pode ser observado por referenciais diferentes, ou seja, pode ser descrito de diferentes pontos de vista. E assim, se forem inerciais, serão equivalentes[67], pois o sistema inercial muda as condições iniciais que não alteram o fenômeno em sim.

Assim, o determinismo newtoniano,

> " (...) ou seja, o fato de que se conhecermos as forças que agem sobre um sistema, e um estado particular desse sistema, isto é, as posições e velocidades de todas as partículas que formam o sistema, então é possível, a priori, sabermos onde ele estará em qualquer tempo futuro bem como onde ele estava em qualquer tempo passado" (Op. Cit. p. 20).

Laplace, em *Essai philosophique sur les probabilities* (1825), define em termos claros o determinismo que seria absorvido pela Física do século XIX[68] ao dizer que:

> "Devemos então considerar o estado atual do universo como o efeito do seu estado anterior e como a causa daquilo que se segue. A inteligência que, num determinado instante, pudesse compreender todas as forças de que natureza é animada e a respectiva posição dos corpos que a compõem – se além disso fosse vasta o suficiente para submeter esses dados à análise – ela compreenderia na mesma fórmula os movimentos dos maiores corpos do universo e os dos átomos mais leves. Para tal

---

[64] "A segunda lei de movimento relaciona força e aceleração. Ela significa que, em cada instante, existe uma igualdade entre a força exercida sobre um corpo e a aceleração desse corpo, proporcional à massa. Matematicamente, a aceleração é definida como a derivada segunda da posição do corpo em relação ao tempo, ou seja, o tempo aparece ao quadrado na lei fundamental que dá a evolução dinâmica do sistema (...)" (ANDRADE NETO, 1997, p.19).

[65] A exata determinação das posições e das velocidades de um sistema dinâmico, dada em um tempo particular.

[66] "Historicamente a concepção determinista é muito antiga, sendo encontrada, por exemplo, nos filósofos atomistas gregos; ela foi fortalecida pela Mecânica Newtoniana. A teoria de Newton possibilitou representar matematicamente a evolução temporal de inúmeros sistemas e, então, prever estados futuros ou retrodizer estados passados destes sistemas" (SILVEIRA, 1993, p. 137).

[67] A primeira lei de Newton, ao promulgar que: "Um corpo permanece em repouso ou em movimento uniforme, exceto sob atuação de uma força" (THORNTON e MARION, 2014, p. 44), garante a equivalência na observação de fenômenos a partir de referenciais distintos e inerciais.

[68] "Com Lagrange, a causalidade (física) está na própria forma das equações, sem necessidade de interpretação geométrica do elemento *dt*, que fixa as condições de utilização. É nesse sentido que ele será tomado por toda a física teórica até a física quântica, como veremos adiante" (PATY, 2004, p. 467). Para maiores informações, ler Martins e Rosa (2014, p.13-20).

> inteligência nada seria incerto, e o futuro, bem como o passado, estariam presentes à sua visão[69]" (LAPLACE, 1825, p. 2).

Portanto, da teoria do movimento de Newton emergem as seguintes conclusões acerca da natureza do tempo na física clássica:

> 1) "O tempo é contínuo, ou seja, infinitamente divisível e flui uniformemente em todo o universo;
> 2) O tempo é absoluto no sentido de que todos os acontecimentos ocorrem num instante de tempo particular e cuja duração não depende do movimento relativo do observador. Nas palavras do próprio Newton: "Todos os movimentos podem acelerar-se e retardar-se, mas o fluxo do tempo absoluto não se pode mudar". O que vale dizer que o intervalo de tempo entre dois acontecimentos quaisquer deve ser igual em todos os referenciais.
> 3) O tempo é reversível, ou seja, não existe uma direção preferencial para o fluxo do tempo. Em outras palavras: não podemos distinguir passado e futuro" (ANDRADE NETO, 1997, p. 21).

Assim, fica evidenciado que a abordagem da física classicista à natureza do tempo se baseia na metrificação de um tempo e espaço absolutos, na invariância destes entes a despeito do referencial. Segundo Mourão (2005, p. 32) "os intervalos de tempo e espaço entre dois eventos quaisquer que fossem as condições de observação, seriam sempre os mesmos". É onde, por exemplo, se faz conexão com o esquema de três leis proposto por Carnap, onde mapeamento do espaço é intermediado pela mensuração temporal de blocos separados no próprio tempo. Para Reichenbach, no entanto, a mecânica newtoniana apresenta uma bi-direcionalidade do tempo, justamente por ser um processo reversível e determinando, além de manter características simétricas de causalidade.

O fato é que, tanto a concepção de causalidade quanto a de determinismo foram postas à prova, sobretudo no fim do século XIX e no início do século XX[70]. É com esse pano

---

[69] "*We ought then to consider the present state of the universe as the effect of its previous state and as the cause of that which is to follow. An intelligence that, at a given instant, could comprehend all the forces by which nature is animated and the respective situation of the beings that make it up, if moreover it were vast enough to submit these data to analysis, would encompass in the same formula the movements of the greatest bodies of the universe and those of the lightest atoms. For such an intelligence, nothing would be uncertain, and the future, like the past, would be open to its eyes*".

[70] "Ao mesmo tempo em que a física, clássica e relativística, tornava precisas essas noções, seus limites segundo nossas concepções apareceram em outros domínios. Uma primeira falha na significação e no alcance do determinismo no sentido usual apareceu com a consideração dos sistemas dinâmicos "não-lineares", deterministas, mas ao cabo de comportamento não-previsível, em razão da amplificação das pequenas diferenças nas condições iniciais. Veremos como a física pôde propor outras relações restritivas, além daquela do determinismo para uma trajetória, como aquela da estabilidade estrutural de uma família de trajetórias, que qualificam estritamente um sistema dinâmico dado". Das duas noções, foi sobretudo a primeira, a causalidade, que conheceu uma importante transformação com o conhecimento das ações físicas retardadas e não mais instantâneas, ocasionadas pela teoria eletromagnética, e da qual a teoria da relatividade restrita deveria fornecer as razões teóricas. Com efeito, a causalidade relativística impôs restrições às possibilidades de relações espaço-temporais para os acontecimentos físicos, com diversas implicações, que se tornam mais exigentes com a relatividade geral, a qual suscita a ideia de completude teórica" (PATY, 2004, p. 468).

de fundo que em 1905[71], o jovem Einstein publica o primeiro de uma série de cinco artigos que estabeleceriam a Relatividade Restrita e a Relatividade Geral[72]. Até então, o fato de que as condições iniciais não impetram diferenças nas medições do tempo e do espaço, tornando-os absolutos, consequentemente suportavam a ideia de simultaneidade. Isto é, dois eventos distintos seriam simultâneos para um mesmo observador inercial. Contudo,

> "(...) dizer que dois acontecimentos afastados de um observador são simultâneos só pode ter uma significação caso o observador tenha visto no mesmo instante esses eventos se produzirem. Mas se considerarmos um segundo observador se deslocando em relação ao primeiro e se dirigindo para o local onde ocorreu um desses eventos, a luz viajando a uma velocidade finita chegará primeiro. Isso significa dizer que para o segundo observador, os dois eventos não são simultâneos; portanto, a simultaneidade não pode ser um conceito absoluto valendo para todos. (...) Assim, se a simultaneidade não é um conceito absoluto, não pode existir espaço absoluto ou tempo absoluto (...) no conceito da cinemática newtoniana" (MOURÃO, 2005, p. 73).

Assim, no primeiro artigo publicado em 1905, o *Über einen die Erzeugung und Umwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Standpunkt,* Einstein postula não só a ampliação da aplicação de referenciais inerciais ou galileanos para todas as leis da física, mas também define que a velocidade da luz é constante, seja ela emitida por um corpo em repouso ou um corpo em movimento[73]. Essa última vai de encontro ao conceito de tempo e espaço absolutos, pois agora, a invariabilidade do processo repousa unicamente na velocidade da luz, isto é, independente da posição de quem observa e do corpo que emite luz, sua velocidade (a da luz) é constante. Desta forma, tempo e espaço deixam de ser absolutos e são restritamente relativos à velocidade da luz. Essa ideia se concretiza através da contração do espaço[74] e da

---

[71] No primeiro artigo, *Über einen die Erzeugung und Umwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Standpunkt* (Sobre um ponto de vista heurístico concernente à geração e transformação da luz) é formulada a lei do efeito fotoelétrico, fazendo uso da constante de Planck para definir o quantum de energia do fóton, uma partícula associada à luz. Sob vários aspectos esse trabalho ocupa um lugar de destaque na história da física". No segundo artigo, *Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen* (Sobre uma nova determinação das dimensões moleculares), é proposta a "determinação do tamanho exato de átomos a partir da difusão e da viscosidade em soluções diluídas de substâncias neutras" (STACHEL, 1998, p. 5).O terceiro artigo, *Über die von der molekulartheoretischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen* (Sobre o movimento de partículas suspensas em fluidos em repouso, como postulado pela teoria molecular do calor), trata do movimento Browniano. O quarto artigo, *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento) trata a eletrodinâmica dos corpos em movimento, usando uma modificação da teoria do espaço e tempo. No quinto artigo, *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* (A inércia de um corpo depende da sua energia?) Einstein propõe sua famosa equação $E=mc^2$.

[72] "Relatividade Restrita: Teoria de Einstein baseada na ideia de que as leis da ciência devem ser as mesmas para todos os observadores, independentemente de como estes estão se movendo, na ausência de fenômenos gravitacionais. Relatividade Geral: Ela assume o que postula a Relatividade Restrita e, ainda, explica a força da gravidade em termos de curvatura de um espaço-tempo quadridimensional" (HAWKING, 2015, p. 244).

[73] O primeiro postulado diz que: as leis da física são idênticas para todos os sistemas de referência inerciais. O segundo postulado diz que: a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vácuo é constante, independente de qualquer movimento da fonte.

[74] "Assim, na nossa vida diária, esse efeito de contração do espaço não existe, pois ele é extraordinariamente fraco, uma vez que as velocidades usuais são muito pequenas. As fracas velocidades nos reconduzem às equações de mudança de referências clássicas, utilizadas por Newton. Só a partir das grandes velocidades, superiores a 10% da

dilatação do tempo[75]. Significa dizer que, para alguém que observa o movimento de um objeto a 300.000 km/s, será possível notar que o objeto sofrerá uma contração em sua dimensão horizontal (a perpendicularidade será preservada, nesse caso), e para alguém que viaja na mesma velocidade, o próprio tempo passa mais devagar. Todavia, para além desses dois fenômenos, a própria simultaneidade é relativizada, pois "cada referencial possui o seu próprio tempo, de tal modo que a indicação de tempo só tem sentido quando se nomeia o referencial de comparação utilizado em sua medida" (MOURÃO, 2005, p. 91). Assim, a metrificação do tempo precisa ser balizada pelo referencial e não pelo modelo de medida.

Portanto, na relatividade restrita, fica estabelecido o caráter não absoluto do tempo além de sua associação com o espaço, e, daí o conceito de espaço-tempo principalmente em quatro dimensões: "um lugar de um espaço tridimensional acompanhado de um tempo unidimensional independente" (MOURÃO, 2005, p. 128). A estrutura espaço-tempo da relatividade restrita é plana ou equivalente a uma superfície plana, o que nos permite dizer que os "objetos materiais livres seguem trajetórias retilíneas com velocidades constantes" (MOURÃO, 2005, p. 129) (sob a concepção de que a velocidade da luz é invariante). O salto para a relatividade geral é a introdução da gravidade a esse espaço, que continua quadridimensional. Agora, ao considerar a massa dos objetos, a estrutura é deformada criando o campo gravitacional que, por sua vez, promove a curvatura da superfície. Como coloca Hawking (2015):

> "Uma consequência igualmente notável da relatividade é o modo como ela revolucionou nossas ideias a respeito do espaço e do tempo. Na teoria de Newton, se um pulso luminoso for enviado de um ponto a outro, diferentes observadores concordarão com o tempo do trajeto (uma vez que o tempo é absoluto), mas nem sempre concordarão quando a distância viajada pela luz (uma vez que o espaço não é absoluto. Como a velocidade da luz é apenas a distância que ela viajou dividia pelo tempo que levou, diferentes observadores mediriam velocidades distintas. Na relatividade, por outro lado, todos os observadores têm de concordar sobre a rapidez com que a luz viaja. No entanto, mesmo assim eles não concordarão sobre a distância que a luz viajou, de modo que devem agora discordar também acerca do tempo ela levou. (O tempo levado é a distância viajada pela luz – sobre a qual os observadores não concordam – dividida pela velocidade da luz – sobre a qual concordam)" (HAWKING, 2015, p. 34).

Se as leis do movimento de Newton puseram fim à ideia de posição absoluta ao fixar como absolutos tempo e espaço, a teoria da relatividade descarta o tempo absoluto. Agora, portanto, muito mais do que desconstruir o ideal de um tempo e um espaço separados e

velocidade da luz, os efeitos relativistas começam a ser detectáveis". Contudo "(...) essa contração não é uma ilusão" (MOURÃO, 2003, p. 83).

[75] "A dilatação do tempo foi comprovada experimentalmente, por exemplo, utilizando um relógio a bordo de um avião a jato, pois quando o avião retornava ao solo, o relógio apresentava um ligeiro atraso em relação ao relógio de referência que havia permanecido no solo". (MOURÃO, 2005, p. 84)

absolutos, ao uni-los tornando-os relativos tanto em relação ao referencial (relatividade restrita) quanto a massa dos objetos e a energia do universo (relatividade geral), os processos de metrificação desta nova estrutura[76] fazem ruir os processos de metrificação daquela outra que se dá no espaço euclidiano[77]. Isso, principalmente por conta da perda do domínio do referencial inercial absoluto para o referencial inercial relativo (e tudo o que esta mudança representa), o que garante dizer que esta é a grande dicotomia entre o movimento relativo newtoniano e o *einstaniano*. Apropriando-se da geometria necessária para descrever as distâncias nessa estrutura[78], as leis de medição do tempo de Carnap e descrição do tempo através de processos assimétricos de causalidade, podem, ao menos conceitualmente, ser aplicadas.

Contudo, Hawking (2015) retoma a questão da entropia ao relacioná-la com tempo de maneira paralela a de Reichenabch. Como entropia significa que em qualquer sistema fechado a desordem aumenta com tempo, estamos partindo, no tempo real[79], de um estado arrumado, governado, para outro que tende ao nível cada vez mais caótico. Essa transcorrência, o aumento da desordem com o passar do tempo, é que pode ser chamado de seta do tempo e inevitavelmente confere a unidirecionalidade ao tempo, citada por Reichenbach, fazendo distinção clara entre passado de futuro. Mas Hawking vai mais além quando diz que "a desordem aumenta com o tempo porque medimos o tempo na direção em que a desordem aumenta" (HAWKING, 2015, p. 184), e assim, atribui à própria entropia fator de medição do tempo. Esta é, portanto, uma importante constatação que acorrenta e faz o espaço-tempo correr em uma única direção, sugerindo que o caminho contrário resultaria numa violação às leis que regem a própria malha espaço-temporal a qual chamamos de realidade, em qualquer de seus níveis de percepção[80].

Hawking faz distinção entre três tipos de setas distintas: a termodinâmica, "a direção na qual a desordem aumenta" (HAWKING, 2015, p. 181); a psicológica, "a direção em que sentimos o tempo passar, a direção em que nos lembramos do futuro, mas não do passado" (HAWKING, 2015, p. 181); e a cosmológica, "a direção do tempo em que o universo está se

---

[76] A saber: a geometria tensorial.

[77] "Na escala terrestre, o espaço-tempo pode ser considerado como plano. Já na escala do sistema solar, a curvatura do espaço-tempo se torna evidente em diversos fenômenos que constituem a confirmação da teoria geral da relatividade: o exemplo mais notável é o desvio, pelo Sol, dos raios luminosos provenientes de uma estrela afastada" (MOURÃO, 2005, p.130).

[78] Em esferas, a menor distância entre dois pontos não é uma reta, mas sim uma geodésica, que é o círculo que passa pelos dois pontos da superfície da esfera que está centrado sobre o eixo da mesma. No caso do espaço inercial quadridimensional, a distância é dada pela fórmula $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - cdt^2$

[79] Hawking faz distinção entre tempo real e tempo imaginário no sentido de que no tempo imaginário, é possível ir do passado para o futuro sem nenhuma distinção, não importando a complexidade envolvida. Ver nota 54 e 55.

[80] As setas do tempo termodinâmica, psicológica e cosmológica. Para maiores informações, ler Hawking (2005, p.179-189).

expandindo, em vez de se contrair" (HAWKING, 2015, p. 181). A tese principal do autor é que as setas de tempo termodinâmica e psicológica atuam sempre na mesma direção. E, ainda, que deve haver setas de tempo cosmológica e termodinâmica bem definidas, mas que elas não apontarão na mesma direção em toda a história do universo. O modelo proposto pela singularidade[81] do Big Bang[82] abre margem para que o universo possa ter começado a partir de um estado completamente ordenado, o que define a setas do tempo termodinâmica e cosmológica numa mesma direção; como também a partir de um estado desordenado, o que levaria a entropia a se manter constante ou em diminuição. Desta maneira, a seta do tempo termodinâmica não estaria bem definida e concorreria em direção oposta a seta do tempo cosmológica.

Fica definido que o espaço-tempo possui, portanto, uma seta do tempo termodinâmica bem definida, que concorre com a seta do tempo cosmológica, ao arbitrar[83] que todo o universo iniciou e está evoluindo na direção do aumento da entropia. A questão, porém, é que o modelo prevê também a contração do universo num certo ponto de sua existência. A previsão abre a possibilidade da regressão do tempo, todavia, se a entropia mensurava o mover unidirecional do tempo no caso da expansão e definia a seta do tempo termodinâmica, na contração a entropia (teoricamente) nos levaria direto para o futuro antes mesmo do passado. A despeito das consequências científicas intangenciáveis, a condição sem-contorno[84] garante a continuidade da entropia mesmo durante a contração. Assim, a seta do tempo termodinâmica concorrerá sempre no mesmo sentido da seta do tempo cosmológica, assegurando que a entropia e o passar do tempo estão vinculados, e mais, que o tempo real é constituído em um processo de causalidade assimétrico e irreversível. Pois, retroceder no tempo significaria retroceder a entropia, que por sua vez significaria reverter a causalidade, o que simbolizaria (em termos) um processo simétrico. Portanto, a metrificação e a direcionalidade do tempo não estariam bem definidas.

O que se define, então, é que um objeto se move (ou repousa) num tempo que é relativo à posição e que (mesmo que não se perceba) o espaço a ele unido, o espaço-tempo, pode ser distorcido pela velocidade com a qual se move e pela massa e energia que o objeto

---

[81] "Ponto em que a curvatura do espaço-tempo se torna infinita". (HAWKING, 2005, p. 244)

[82] Teoria cosmológica dominante sobre o desenvolvimento inicial do universo, que, contudo, viola todas as leis conhecidas da ciência.

[83] Arbitrar no sentido de que a teoria do *Big Bang* representa um modelo de surgimento do universo, ainda não comprovado em sua totalidade. Contudo, é o principal e mais eficiente modelo de entendimento não só do início do universo, mas de seu estado atual e futuro, além de ser amplamente aceito pela comunidade científica especializada.

[84] "A ideia de que o universo é finito, mas não possui contorno no tempo imaginário". (HAWKING, 2005, p. 240).

oferece. Partindo desta asseveração, o espaço-tempo é estabelecido como uma malha onde os eventos carregam os efeitos da causalidade entrópica crescente, firmando a direcionalidade da seta do tempo (através da conformidade do sentido das setas do tempo termodinâmica e cosmológica e apesar da direção da seta do tempo psicológica, que trata do tempo imaginário) e distinguindo bem o passado do futuro por seus níveis de entropia.

Sendo assim, ao:

1) legitimar o espaço-tempo como uma só entidade não absoluta (em termos da física clássica) e acessível por *n* dimensões espaciais e uma temporal;

2) considerar as leis de medição do tempo de Carnap, adotando a entropia como unidade de medida de evolução do espaço-tempo;

3) assumir a relatividade geral como pressuposto na efetivação do espaço-tempo, e;

4) reconhecer a seta do tempo como sendo unidirecional, fruto da causalidade entrópica de um processo assimétrico, constitui-se uma concepção de tempo passado, tempo presente e tempo futuro que pode ser acessível por modelos matemáticos que descrevem com clareza esta concepção.

Contudo, permanece a questão da existência do tempo em si. Como Hawking aponta, "é difícil falar sobre a memória humana porque não sabemos com detalhes de como o cérebro funciona" (HAWKING, 2015, p. 183). Assim, Hawking considera essa questão conectada à seta do tempo psicológico (que será brevemente retomada na seção e é aquela relacionada com a maneira como percebemos o tempo), e, portanto, a existência (ou inexistência) do tempo nos moldes da percepção humana está para além dos campos da Física[85]/[86].

Sendo assim, passaremos a discutir a existência do tempo através dos conceitos de tempo emergente e não emergente.

2.2 Renascimento do tempo: o tempo emergente/não-emergente

A maior apropriação das ideias platônicas talvez se dê na Física, haja visto todo o conhecimento produzido pelos séculos a partir da tarefa de explicar o Universo por meio da linguagem matemática. Em *The Singular Universe and the Reality of Time* (2015), Lee

[85] Como por exemplo os campos de pesquisa ligados à Psicologia e a Filosofia.
[86] Ou, ligadas a campos da Física Quântica que predizem a inexistência do tempo, porém, trata-se de teorias ainda não comprovadas. Para a grande maioria dos físicos, a despeito das sólidas barreiras encontradas na união entre a mecânica quântica e a mecânica relativista, o tempo se comporta como uma dimensão da realidade.

Smolin[87] e Roberto Mangabeira[88], expõem essa ideia e a debatem propondo três argumentos: 1) o tempo é real, medido, irreversível[89] e uma entidade fundamental da natureza[90]; 2) as ferramentas matemáticas são limitadas no sentido de descrevê-lo, sobretudo no campo da Cosmologia; e, 3) existe apenas um universo de cada vez, o que exclui a possibilidade do multiverso[91]. Para Mangabeira, é evidente a necessidade de mudança de paradigma e é necessário que a

> "(...) concepção de um quadro imutável de leis naturais também deve ser derrubado se a ciência quiser avançar. Não podemos, no entanto, derrubá-lo dentro dos limites de um modo de pensar que trata o tempo como uma insubstancial extensão do espaço. Para levar a cabo esta reviravolta, faz-se necessário entender o tempo como fundamental, não emergente e inclusivo"[92] (UNGER, 2015, p. 163).

Nesse sentido, o tempo é apresentado como *não emergente,* "nada está fora dele, nem mesmo as leis da natureza"[93] (UNGER, 2015, p. 163). Em outras palavras, o tempo é algo que existe para além das abstrações matemáticas, "no sentido de que ele não é derivado de nada e, portanto, como a susceptibilidade do que é mudar, representa o aspecto mais fundamental da realidade natural"[94] (UNGER, 2015, p. 104). Ilya Prigogine[95] sinaliza concordância com a ideia ao procurar "provar como, num certo sentido, o tempo precede o universo; isto é, que o universo é resultado de uma instabilidade que sucedeu a uma situação que a precedeu; em síntese, o universo é o resultado de uma mudança de fase em larga escala" (PRIGOGINE, 1990, p. 37). A proposta não dissocia tempo de espaço, pelo contrário, apresenta-os como indissociáveis, contudo, afirmando a condição não emergente do tempo em relação ao espaço.

---

[87] Lee Smolin é um renomado físico teórico, autor, membro fundador e professor titular do Perimeter Institute for Theoretical Physics, no Canadá.

[88] Filósofo e teórico social brasileiro, por duas vezes foi ministro-chefe da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República do Brasil. Em 1971, tornou-se um dos mais jovens professores da Universidade Harvard.

[89] Como resultado da entropia crescente no universo.

[90] Essa afirmação traz grandes consequências para a Física. A grande maioria no meio científico entende o tempo como produto de outras relações, portanto, emergente. Ainda mais se comparada as atuais incompatibilidades entre a gravidade da relatividade e gravidade quântica.

[91] A teoria do multiverso nasce justamente da condição emergente do tempo. Por isso, considerar o tempo como não emergente, é negar a teoria do multiverso.

[92] "*the conception of an unchanging framework of natural laws must also be overturned if science is to advance. We cannot, however, overturn it within the limits of a way of thinking that treats time as an insubstantial extension of space. To carry out this overturning, we must come to understand time as fundamental, non-emergent, and inclusive*".

[93] *"(…) nothing is outside it, not even the laws of nature. Time is not emergent, although space may be*".

[94] "(…) *in the sense that it derives from nothing else and thus, as the susceptibility of what is to change, represents the most fundamental aspect of natural reality*".

[95] Ilya Prigogine foi um químico russo naturalizado belga que, por seus estudos em termodinâmica de processos irreversíveis com a formulação da teoria das estruturas dissipativas, recebeu o Nobel de Química de 1977. Autor de diversas obras consagradas no campo da filosofia da ciência, dentre elas: *From Being To Becoming* (1980), *Order out of Chaos: Man's new dialogue with nature* (1984), *The End of Certainty* (1997), entre outros.

Essa ideia se opõe ao conceito de tempo *emergente*, que o coloca como produto: 1) do pensamento (ou consciência) humano[96]; 2) produto do espaço[97], e; 3) do poder de sua descrição através de ferramentas matemáticas, ou seja, a questão relacionada aos processos matemáticos que descrevem as leis da natureza em função de um tempo que emerge de algum lugar (um dos argumentos fundamentais da abordagem de Unger, é que a representação por formulações matemáticas é a principal característica do tempo emergente). E se "as leis da natureza, que têm sido o objeto supremo da ciência, devem ser escritas na linguagem da matemática"[98] (UNGER, 2015, p. xii), anuncia-se, portanto, o problema com a modelagem matemática. "A ideia é que a matemática tem um mundo real de tempo-saturado[99] como sua questão, e que a partir de um ponto de vista faz abstrações do tempo e da particularidade fenomenológica"[100] (UNGER, 2015, p. 5). Pormenorizando a sentença anterior, os modelos matemáticos apresentam resultados exatos em sistemas isolados que operam em função do tempo emergente, contudo, falham por não encapsularem a multiformidade agente da natureza em função do tempo não remanescente. Numa escala universal, essa ideia está conectada ao que postula a relatividade geral quando vincula o comportamento do espaço-tempo à posição e velocidade do(s) observador(es). Ora, o que acontece num instante, em um momento, não é singular em todas as direções do espaço. Assim, o que observamos, ou seja, o espaço-tempo, assume uma única postura que é alinhada à posição e à velocidade que assumimos.

A proposta de Mangabeira, vai, portanto, de encontro ao argumento comum de que a Física deve se agarrar à ideia de si mesma como permanente fora do tempo[101]. Suas aplicações

---

[96] Produto de investigações baseadas em métodos diferentes dos das ciências exatas, por exemplo, as investigações filosóficas. Para Kant, a existência do tempo "diz respeito apenas ao homem, tendo um caráter subjetivo (embora não se deva entender por isso algo pessoal, individual, mas uma forma universal que está presente em todos os sujeitos empíricos. (...) não deixa de ser um produto de nossas faculdades mentais (...) mais exatamente pela ação da imaginação. Em suma, o tempo não existe em si, mas é ainda mais importante do que se existisse, pois ele diz respeito a toda a vida interior do espírito e ao próprio funcionamento da razão (...)" (SCHÖPKE, 2009, p. 169-170). Para Guyau, "o tempo em si não existe for a dos desejos e das lembranças" (Op. Cit., p. 214) e, ainda, para Bergson, "o tempo é memória, é a colagem dos instantes, assim como a duração interior é a colagem das lembranças. É um instante que não pode morrer, mas que se conserva num passado, que tem de existir em si, ou então seria apenas algo psicológico" (Op. Cit., p. 239). Portanto, o que se entende por tempo, até mesmo sua existência, provém das investigações filosóficas.

[97] O tempo emergente não é descolado do espaço, o que deflagraria uma violação ao tecido espaço-tempo da relatividade. Mas a emergência do tempo simplesmente deixa de conferir a ele o status primordial em relação ao espaço.

[98] "*The laws of nature, which it has been the supreme object of science to discern, are supposed to be written in the language of mathematics*".

[99] Tempo condicionado para os limites de suas formulações.

[100] "*Nothing, including the laws of nature, stands outside time. The third idea is that mathematics has this one real, time-drenched world as its subject matter, from a vantage point abstracting from both time and phenomenal particularity*".

[101] No sentido de que o método de descrição deixa bem estabelecido o fenômeno. No caso do tempo, para Unger, os métodos devem se adequar a um novo paradigma conceitual sobre o tempo.

lidarão com as fundações da Física. Contudo, pormenorizando e direcionando as consequências para a atmosfera do presente trabalho, a pergunta que se segue é: se o tempo não é uma ilusão, se é real e não emergente, se o tempo está para além do espaço, como descrever a realidade por intermédio de modelos matemáticos?

A contribuição de Smolin à discussão é anteriormente apresentada em *Time Reborn* (2013). O autor discorre sobre o momento atual e delicado das pesquisas em Cosmologia no que diz respeito ao confronto estabelecido entre as leis da Relatividade Geral e as leis da Mecânica Quântica. Segundo Smolin, é imprescindível que haja uma mudança pragmática nas bases teóricas da Física concernentes ao tempo, para que se crie novas possibilidades no campo. Para tal, a realidade do tempo e das limitações da descrição matemática devem ser consideradas. O problema reside no fato de que a irrealidade do tempo[102], ou seja, sua concepção como um conceito emergente é predominante, porque o paradigma Newtoniano é estendido para uma teoria completa do Universo. Pois as mesmas características que tornam esse paradigma um método eficaz para descrever a Física de pequenas partes do Universo (o que o autor chama de "fazer Física em uma caixa")[103], onde elas são eficazmente válidas, falham na sua aplicação para o Universo como um todo[104]. Portanto,

> "... para obter avanços na Cosmologia (e também a Física fundamental) precisamos de uma nova concepção de lei da natureza válida em escala cosmológica, o que evitaria as falácias, dilemas e paradoxos, e que poderia dar respostas ás perguntas que o antigo quadro (teórico) é incapacitado de dar" (SMOLIN, 2013, p. 240)[105].

São diversas as consequências para a Física, sobretudo na Física Quântica, se as ideias de Smolin forem aplicadas. Por exemplo:

1) considerar que o Universo é espacialmente finito, portanto remanescente, e que certos dados comuns extraídos dele são frequentemente probabilísticos e relativos, ao invés de considerar que o Universo seja espacialmente infinito e que predições probabilísticas não são operacionais por serem consequências numéricas de quantidades infinitas;

2) compreender o *Big Bang* como um salto explicado pela história do Universo antes dele, confrontando a reivindicação de que a singularidade inicial é o começo do tempo;

---

[102] Ver nota n.19.

[103] *Doing physics in a box*. (SMOLIN, 2013, p. 38).

[104] A Teoria do *Fine Tuning* tem relação com essa abordagem, pois a possibilidade de observação e descrição matemática do universo seria resultado de um fino ajuste do próprio universo. Para maiores informações ver www.finetune.physics.ox.ac.uk

[105] "*To make further progress in cosmology (and in fundamental physics as well), we need a new conception of a law of nature, valid on the cosmological scale, which avoids the fallacies, dilemmas, and paradoxes and answers the questions that the old framework cannot address*".

3) considerar o Universo como uma etapa numa sucessão de etapas na história do Universo[106], dentre outras.

As implicações no universo não quântico também são estruturais. Por exemplo:

1) considerar o espaço como emergente e aproximado;

2) considerar que as leis naturais evoluem no tempo e são explicadas por suas próprias histórias, ao invés de considerá-las como atemporais e inexplicáveis para além da seleção feita pelo princípio antrópico[107];

3) assumir que o futuro não é completamente previsível, e além disso, parcialmente aberto, negando sua determinação por leis físicas que começaram a agir com as condições iniciais do Universo[108].

Para além das implicações nas Físicas Geral, Quântica e na Cosmologia, duas aplicações do argumento de Smolin tangenciam o escopo do presente trabalho. Em primeiro lugar, tal ressignificação do tempo o eleva ao aspecto mais realístico da percepção de mundo e aplica finitude ao espaço. O tempo não emerge de nenhum outro lugar, nem do espaço, o tempo é o fio condutor que conecta toda experiência de mundo, de todas as coisas e que paradoxalmente, é desfigurado em nossa consciência por sua experimentação baseada em seu *continuum* formado de sucessão de momentos. Esta desfiguração, por sinal, deve-se ao fato de que o paradigma platônico está enraizado na cultura ocidental, o que produz e reproduz abstração, sobretudo em relação à percepção e conceituação do tempo.

Contudo, observar o tempo como sendo não emergente não significa abortar a relação entre passado, presente e futuro. Significa dizer que "o que for real em nosso universo, é real em um momento do tempo, o qual é em si uma sucessão de momentos"[109] (SMOLIN, 2013, p. xiv). Assim, ainda que sua percepção seja desfigurada em nossa consciência, o tempo configura-se como real através da relação entre passado, presente e futuro, considerando o passado como outrora real e não mais, porém, possível de detecção por sua ação em processos no presente, e o presente como uma sucessão de momentos que não se limita ao espaço (por

---

[106] O sentido aqui é de que as leis da natureza que regem e constroem o universo estão mudando no tempo contínuo e não emergente, o que não é natural para a ciência. A imutabilidade das leis da natureza força a questão emblemática com o tempo (pelo não ajustamos entre as diversas leis acerca do que hoje é compreendido do universo). Assim, o Universo é resultado da mudança das leis que o regem, e não da inexistência do tempo ou de sua emergência de outra entidade fundamental.

[107] Ver nota 101.

[108] Similar a nota 101. O que Smolin está tentando dizer é que, se entendermos como fundamento que as leis da natureza mudam no tempo, a previsibilidade do tempo está comprometida. O futuro é real, fruto do passado, porém completamente aberto simplesmente porque a natureza muda.

[109] "*Whatever is real in our universe is real in a moment of time, which is one of a succession of moments*".

sua vez emergente). Embora algumas predições possam ser feitas a partir da observação do passado, o futuro ainda não existe e está totalmente aberto[110].

Em suma, para Smolin, no universo que é o espaço finito em que vivemos, o tempo é real apenas no momento presente, que por sua vez é uma sucessão de momentos. Essa sucessão de momentos, que chamamos de realidade, decorre das complexas relações de todas as coisas que existem. O tempo é real e está inclusive além do momento em que podemos experenciá-lo. Mesmo que acessível a nós através do presente, o tempo real está além da categorização passado-presente-futuro. A compressão do tempo em passado-presente-futuro constitui sua manifestação como espacializações do próprio tempo, tornando-o emergente do espaço. Essa constatação está diretamente conectada à segunda aplicação da abordagem de Smolin ao presente trabalho[111].

Assim sendo, em segundo lugar, ao considerar o tempo real, a própria "natureza não pode ser capturada em um único sistema lógico ou matemático"[112] (SMOLIN. 2013, p. 246), o que corrobora com os argumentos de Mangabeira. Isso significa que o tempo tal qual conhecemos, denotado e sistematizado matematicamente, representa uma porção da realidade, uma porção de aspectos da natureza. Portanto, os modelos matemáticos são incapazes de incorporar o tempo real, mas representam o espaço finito em função de um recorte de momento observado unilateralmente[113].

Smolin pontua que um hábito familiar é acreditar que a verdade do universo reside fora dele.

> Se o universo é tudo que existe, então, como algo pode existir fora para ser descrito? Mas se tomarmos a realidade do tempo como evidente, então, não pode haver nenhuma equação matemática que perfeitamente capture todos os aspectos da

[110] Ver notas 101 e 103.

[111] A teoria de Smolin é no mínimo de difícil aceitação no meio acadêmico. Contrapõem-se à sua teoria, principalmente a teoria das cordas, amplamente aceita e pesquisada em todo planeta. Porém, assim como Smolin, físicos e pesquisadores consagrados como Brian Greene e Peter Woit romperam ou propõem uma profunda revisão da teoria das cordas por notarem que a unificação entre a relatividade geral e a mecânica quântica não poderia vir através dela. Visto que a teoria proposta por Smolin é extremamente complexa e que nos interessa extrair o recorte a ser aplicado na prática musical (delimitada no presente trabalho), julgamos desnecessário adotar esta postura acadêmica natural de promover o contraditório, o contraponto entre posições contrárias. Basta dizer que em Física, uma teoria é colocada a prova por décadas e sua validação, por pouco ou muito tempo, não necessariamente a valida como lei da natureza. Smolin está propondo uma saída para o atual impasse no campo da cosmologia ressignificando o conceito de tempo. O presente trabalho se apodera desse conceito não como uma verdade universal, mas como uma proposta de trabalho visando resultados específicos dentro do campo musical. Para maiores informações ver *O Universo Elegante* (GREENE 1999), *Not Even Wrong* (WOIT, 2006).

[112] (…) "*is that nature cannot be captured in any single logical or mathematical system*".

[113] Congele um instante de tempo mentalmente. O que Mangabeira e Smolin sugerem é que a descrição matemática lida apenas com um recorte desse instante, provavelmente também recortado mentalmente. Na verdade, os autores postulam que a linguagem matemática não descreve este instante em toda sua abrangência horizontal.

> natureza, porque uma propriedade do mundo real não compartilhada por qualquer equação matemática, é que ela é sempre algum momento[114]. (SMOLIN, 2013, p. xvi).

Isso não significa que a matemática não seja uma poderosa ferramenta na descrição do universo, apenas que, se o tempo não emerge do espaço, é impossível que a matemática lide com todos os aspectos da realidade além do recorte do próprio momento. Por exemplo, os modelos matemáticos podem medir com total precisão a taxa de variação de espaço em função de um tempo metrificado (velocidade) considerando uma série de variáveis. Mas, ainda assim, não representam a realidade, pois não podem encapsular algo que esteja além do universo, além do espaço emergente, ou seja, não podem aprisionar o tempo como não emergente, e consequentemente, não abarcam a complexidade da sucessão de momentos que a antecede e que de fato representa a realidade.

Outro exemplo é a Teoria da Seleção Natural[115], pois "seus aspectos têm sido capturados em modelos matemáticos simples, mas nenhum desses modelos conseguem capturar a imensa variedade de mecanismos através dos quais a seleção natural age na natureza[116/117]". (SMOLIN. 2013, p. 247). Essa afirmação releva a principal constatação de Smolin: uma grande retomada para a Física alicerçada em uma profunda releitura em seu método, não o excluindo, mas incorporando a ele as ressignificações concernentes ao tempo e suas consequências.

Smolin e Unger não estão invalidando a teoria da relatividade einsteiniana que, dentre outras mudanças significativas, estabelece o tecido espaço-tempo em três dimensões espaciais e ao menos uma dimensão temporal. Não se trata do retorno ao pensamento newtoniano de tempo e espaço absolutos e nem tão pouco da negação dos princípios que regem o pouco que ainda se sabe sobre a mecânica quântica. Em suma, o que os autores promulgam é que uma teoria unificada entre mecânica quântica e a gravidade relativística parece ser

---

[114] "*If the universe is all that exists, then how can something exist outside it for it to be described by? But if we take the reality of time as evident, there can be no mathematical equation that perfectly captures every aspect of the world, because on property of the real word o shared by any mathematical equation is that it is always some moment*".

[115] A Teoria da Seleção Natural, ponto central da Teoria Moderna da Evolução Biológica, foi desenvolvida por Charles Darwin para explicar a evolução das espécies, segundo a qual nem todos os indivíduos de uma população têm a mesma expectativa de sobreviver e de se reproduzir.

[116] "*An example is the theory of natural selection; aspects of it have been captured in simple mathematical models, but no single model captures the whole variety of mechanisms by which natural selection acts in nature*".

[117] A questão é que ao atribuir o desenvolvimento da vida na Terra à seleção natural, fica permitido a ela (e somente a ela acima de todas as outras forças naturais) a capacidade de violar a 2ª Lei da Termodinâmica. Mesmo que no caso da Terra, um sistema fechado onde pode haver evolução para a ordem localmente, no contexto geral, a ordenação pontual resultaria na compensação por desordem em outro local. Apesar do uso abrangente da teoria da evolução nas ciências da computação, a questão causa divisões entre físicos, matemáticos, biólogos e engenheiros. Para maiores informações, ler Nussenzveig (1999) e Schödinger (1997).

impossível de ser alcançada[118] a não ser por uma mudança radical do entendimento em relação ao tempo. A tese é que conceder ao tempo o status de não emergente, como uma entidade fundamental da natureza, permitirá que tanto a mecânica quântica quanto os limites da teoria da relatividade geral (e suas predições) sejam alargados elevando nosso próprio entendimento do Universo.

Obviamente, há uma grande distância entre a inserção de Smolin (como físico), Unger (como filósofo) e a do presente autor (como músico) que pretende entender e fazer uso de conceitos por eles cunhados. Porém, mesmo que nessa diferença haja visível desvantagem para o presente autor, não se trata de uma aceitação gratuita das ideias de Smolin e Mangabeira. Estamos buscando um diálogo ainda não proposto entre vários pensamentos[119], a partir de uma teoria[120] que carrega em si a capacidade de diálogo com a prática musical. Portanto, considerando o propósito do presente trabalho, julgamos coerente fazer a passagem da aplicação habitual da teoria de Smolin e Unger para a música evitando a inserção de mais correntes físicas como contraproposta.

Contudo, não estamos assumindo uma postura unilateral validando as ideias de Smolin a partir do discurso exclusivo do autor e seus pares. Apresentamos na subseção 2.1 conceitos em relação ao tempo que divergem da proposta de tempo não emergente, porém, ao mesmo tempo servem de base para a construção de Smolin. O que buscamos é construir um conceito sobre o tempo em música, nos apoiando nas ideias do tempo emergente e não emergente, que nos permita desenvolver uma teoria que explique e descreva o movimento dos eventos musicais no tempo e no espaço. Portanto, por mais ousada que possa parecer a proposta de Smolin, sua fundamentação não reside apenas no nível conceitual, mas, também em processos empíricos quantitativos[121], nos quais a ciência tem a tradição de se apoiar.

Dessa forma, apesar da envergadura da proposta de Smolin à Física e à Cosmologia, alinham-se aos objetivos do presente trabalho, portanto, os seguintes paradigmas:

---

[118] Haja visto todo esforço com a teoria das cordas nas útimas décadas. A teoria das cordas é "uma teoria da física na qual as partículas são descritas como ondas em cordas. As cordas têm comprimento, mas menhuma outra dimensão". (HAWKING, 2015, p. 245). O objetivo principal da teoria das cordas é a unificação entre a gravidade e a mecânica quântica em uma só teoria.

[119] As teorias de Smolin e Unger, Carnap, Riechenbach, por exemplo. Os outros pensamentos serão apresentados no segundo capítulo.

[120] Em Física, uma teoria tende a ser comprovada durante anos ou/e décadas até que exista ao menos uma comprovação que a desqualifique. As teorias de Smolin servem de base para várias pesquisas em andamento que apontam resultados positivos. Por exemplo, as pesquisas em gravidade quântica em loop e relatividade espacial deformada. Para maiores informações, visitar www.perimeterinstitute.ca.

[121] Ver nota 116.

1) o tempo é não emergente, é real, e não uma ilusão. É revelado à nossa percepção no momento presente (porém não fadado a apenas este) que representa uma sucessão de momentos compartilhados por todas as coisas que existem.

2) o tempo não emerge do espaço, mas faz o espaço emergir dele, o que podemos chamar de tempo ativo e espaço passivo[122], e;

3) os modelos matemáticos não podem descrever o tempo real, pois ele está além do próprio universo, que é espaço finito. Assim, os modelos matemáticos lidam com recortes de tempo, de sucessão de momentos, ou seja, a modelagem matemática encapsula apenas porção do espaço-tempo que ela é capaz de descrever.

2.3 Fora do tempo, dentro do tempo e temporal

O pensamento de Xenakis é impregnado de ideias advindas do campo da arquitetura, matemática (a escrita vetorial é usada como base em suas ferramentas analíticas, por exemplo)[123], sobretudo da Física. Jones e Wong (2005) apontam que ao "examinar paralelos e diferenças entre esses contextos musicais e científicos comparáveis, é possível obter *insights* exclusivos sobre ambos[124]" (p. 2). É, portanto, impossível dissociar a obra de Xenakis de uma atomização de teorias matemáticas e/ou físicas[125]. É o caso da música estocástica que nasce a partir da "introdução da teoria da probabilidade e o cálculo na composição musical a fim de controlar massas sonoras, tanto em sua invenção quanto em sua evolução" (XENAKIS, Apud. MENEGUETTE, 2012, p. 18).

Xenakis traz, então, para seu discurso os conceitos de entropia e de flecha do tempo e, consequentemente, reversibilidade/irreversibilidade além da causalidade. Para além de suas aplicações probabilísticas em processos analíticos e composicionais, três estados temporais fundamentais encapsulam os conceitos acima citados, a saber: *hors-temps* (*fora do tempo*), *en-temps* (*dentro do tempo*) e *temporalle* (*temporal*).

> "Objetos musicais fora do tempo são grupos de notas logicamente ordenados que não contêm nenhuma implicação sequencial. Eles existem como construções temporalmente independentes, derivadas de um processo matemático formal usado para criar uma paleta ou vocabulário de notas desconexas. Objetos musicais no tempo

[122] Tais conceitos serão pormenorizados na subsubseção 2.5.

[123] Para Iannis Xenakis, o que importa mais não é o parâmetro, mas o pensamento vetorial, (presente no trabalho de Augustino Di Scipio, Horacio Vaggione e análise vetorial de David Cope). Esses processos estão presentes na composição de *Analogique*, e nos diagramas de *Nomos Aloha* e *Achoripsis*. Na verdade, a ideia de vetor ou a escrita vetorial é a base para os procedimentos matemáticos que fundamentam qualquer teoria física que busque dar conta de movimento.

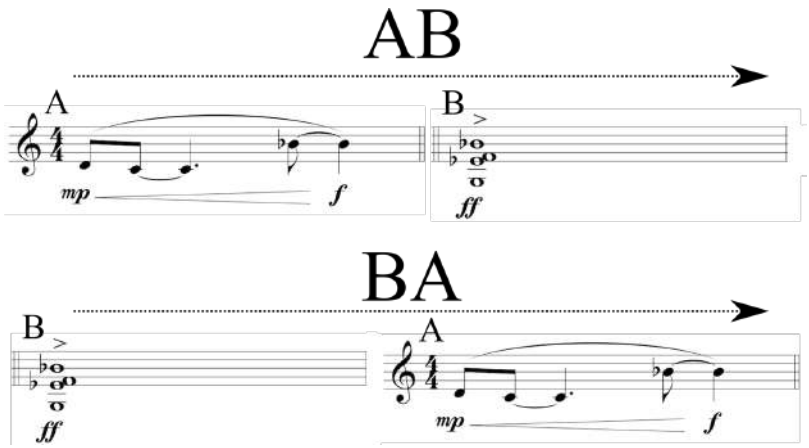
[124] "*By examining parallels and differences between these comparable musical-scientific contexts, it is possible to gain unique insights into both*".

[125] Iannis Xenakis faz uso de diversas técnicas do cálculo e da álgebra tais como: cálculo vetorial, probabilidade, estatística matrizes, etc. Para maiores informações, ver Xenakis (1990).

> são ordenados sequencialmente para prover material musical contingente que possa sugerir movimentação linear, progressão e resolução. Objetos musicais temporais existem em momentos específicos do tempo"[126] (JONES e WONG, 2015, p. 2).

Eventos fora do tempo carregam a condição de serem (exteriormente) reversíveis justamente por não apresentarem nenhuma relação de ordenação. Dizemos exteriormente, pois, a relação aqui está estabelecida quando tomados (ao menos) o par de eventos constituídos, e não seus respectivos elementos internos. Ou seja, se tomamos uma sequência de três notas e definimos este conjunto como um evento A, e um acorde qualquer como um evento B, podemos optar por qualquer ordenação destes eventos: AB ou BA

Mas, em tese, não poderíamos reverter a ordem dos elementos que constituem o evento A. Pois, este deixaria de ser o evento A. Deste modo, a irreversibilidade dos eventos fora do tempo tem condição necessariamente exterior (Exemplo 1).



Exemplo 1: Eventos A e B fora do tempo. Tanto a formalização AB quanto BA é possível.

Retomando Reichenbach, o que é retirado na situação fora do tempo, é a relação *antes de* e *depois de*, que é indispensável para que se mantenha tanto a relação de ordem, a irreversibilidade e consequentemente a causalidade. Objetos fora do tempo estão retirados (não inseridos) no fluxo temporal, mas presos a um momento instantâneo e isolado onde "as relações espaciais das entidades, as formas que suas contiguidades assumem, as estruturas, estão essencialmente fora do tempo. O fluxo do tempo não intervém de modo algum". (XENAKIS, Apud. MENEGUETTE, 2012, p. 30). A dificuldade da proposta fica clara quando o compositor

[126] "*Xenakis differentiated between "outside-time", "in-time" and "temporal" organisation of musical architectures such as scales and modes [6: 183]. Outside-time musical objects are logically ordered note sets that do not contain any sequential implications. They exist as temporally independent constructs, derived from a formal mathematical process used to create a pallet or disconnected note vocabulary. In-time musical objects are ordered sequentially to provide contingent musical material that suggests linear motion, progression and resolution. Temporal musical objects exist in specific moments of time*".

diz que "a música participa tanto no espaço[127] fora do tempo quanto no fluxo temporal" (XENAKIS, Apud. MENEGUETTE, 2012, p. 30). Contudo, originalmente, os objetos fora do tempo são simplesmente "escalas de altura; (...); as morfologias de níveis superiores; estruturas, arquiteturas fugais, fórmulas matemáticas engendrando sons ou peças de música". Assim, "estas estão fora do tempo, seja em papel ou em nossa memória" (XENAKIS, Apud. MENEGUETTE, 2012, p. 30). Ou seja, esses objetos são anteriores a qualquer relação que implique temporalidade global, mesmo que de certa forma, haja localmente níveis de organização. Pois, o simples fato de conceber um objeto antes ou depois de outro, pressupõe uma mínima condição de organização seja qual for o plano de existência[128].

No entanto, para Xenakis é o fluxo temporal impregnado exclusivamente na partitura, ou na memória, que empregará níveis hierárquicos profundos de organização. O estado fora do tempo pode promover a relação *maior que* e *menor que*, e, portanto, fazer derivar dessa relação baixos níveis de medição do tempo se tomarmos a abordagem de Carnap. Seriam estabelecidas relações de igualdade, unidade e adição, contudo a causalidade entre eles seria igualmente baixa por não estarem plotados num eixo temporal.

No escopo do presente trabalho, o estado fora do tempo ganhará aplicação particular quando observado no contexto da TDS. O contorno particularizado deste conceito se dará quando este for processado a partir das instâncias do *Pensamento Sincrético*. Desta maneira, estabelecemos que o estado fora do tempo concerne a:

1) eventos que estão fora do fluxo temporal, sem ordenação entre si;

2) possuem, contudo, ordenação interna, e;

3) são materiais necessariamente musicais (escalas, acordes, melodias, ruídos etc).

Sobre esta última característica, reside certa diferença entre o que propõe Xenakis e a presente pesquisa. Em nossa proposta, materiais não musicais como fórmulas matemáticas, scripts de programação, emoções, objetos não musicais, apesar de também estarem fora do tempo, pertencem a outro nível dentro deste estado. Pois, no que diz respeito às entidades musicais no contexto da TDS, estas só se definem como entidades pela convergência obrigatória de três parâmetros fundamentais: altura, duração e dinâmica. Retomaremos a ampla discussão deste conceito expandido para o contexto da TDS na subseção 2.6.1.

Por sua vez, os objetos dentro do tempo são globalmente ordenados (por uma função ordenadora ou simplesmente pela atividade subjetiva do compositor) no fluxo temporal

[127] A referência, apesar da palavra espaço, ainda é sobre objetos fora do tempo. O espaço onde estão os objetos fora do tempo.
[128] "Seja em papel, seja em nossa memória" (XENAKIS, Apud. MENEGUETTE, 2012, p. 30).

e, portanto, exteriormente irreversíveis. Nesse sentido, a causalidade está estabelecida justamente por aquilo que Reichenbach elenca como as características qualitativas do tempo, ou seja, mais do que uma ordenação temporal, cada objeto posto dentro do tempo revela o vínculo de dependência local e globalmente. O tempo ganha direção no estabelecimento dos objetos no estado dentro do tempo e assim, é também garantida a seta do tempo.

Portanto, ao fundir a abordagem de Reichenbach com os três estados propostos por Xenakis, sobretudo com o estado dentro do tempo, a seta do tempo (direção, ordenação e causalidade) fica bem definida. Contudo, a assimetria do processo permanece uma questão, pois algumas partituras podem apresentar processos simétricos. Por exemplo: na ocorrência de um número *n* de semínimas, todas com dinâmicas e articulações idênticas e bem definidas, como ocorreria a falta da relação *menor que* e *maior que*, restaria apenas a relação *à direita de* e *à esquerda de*. Nesses casos, as relações *antes de* e *depois de*, apesar de estruturalmente diferentes não seriam alimentadas por uma assimetria necessária para que o processo se mantenha temporalmente unidirecional. É certo que uma ordem se revelaria, porém, a lei da igualdade definida por Carnap exporia falta de desigualdade entre os eventos no tempo. Assim, uma vez mais, a assimetria da relação *antes de* e *depois de*, necessária a processos causais irreversíveis, não se revelaria. É o caso também de uma obra ou trecho perfeitamente retrogradado - um palíndromo.

Ainda assim, a questão não é, a rigor, a permissividade da reversão do tempo, mas sim a possibilidade de que o tempo seja bidirecional (caso todas as relações causais também sejam mantidas). A Figura 2 mostra que tanto retrogradando do corte pontilhado para trás, ou simplesmente do fim para o início, as relações serão as mesmas conferindo bidirecionalidade e reversibilidade ao tempo. Desta maneira, os eventos estariam no tempo e, por serem eventos idênticos, revertê-los não implicaria em violar a causalidade temporal. Pois, se temos, por exemplo, eventos A e B, elencarmos AB ou BA o mesmo resultado seria revelado. Portanto, os eventos no tempo podem apresentar bidirecionalidade temporal, ainda assim estarão no tempo e ordenados.

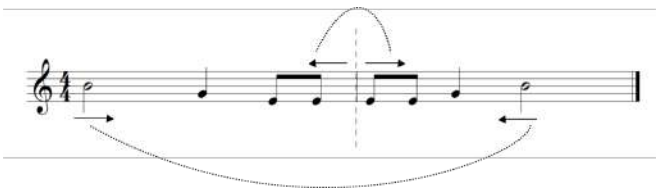


Figura 2: Representação de um trecho simétrico ou palindrômico, com objetos sonoros no tempo, indicando a bi-direcionalidade do tempo.

Os objetos temporais são recortes no fluxo temporal dos eventos já na condição no tempo. Dito assim, evidencia-se uma semelhança entre objetos temporais e objetos fora do tempo. Apesar de Xenakis delegar mais atenção aos dois primeiros estados apresentados[129], fica claro que a diferença entre eventos fora do tempo e eventos temporais está na condição aberta que os primeiros têm em relação aos segundos. Um objeto fora do tempo poder ser modificado em suas bases sem alterar o discurso, pois ainda não está presente no próprio discurso. Um objeto temporal já está embebido das relações causais que o elevam ao nível de entidade no fluxo temporal. Assim, pontua Xenakis:

> "Poderia eventualmente haver uma reversibilidade do tempo se o movimento do universo fosse pendular, o que significa que ele se contrairia e se dilataria. Por exemplo, quando eu falo sobre intervalos de tempo, eles são comutativos. Isto quer dizer que eu posso pegar intervalos de tempo agora ou depois e comutá-los com outros intervalos de tempo. Mas instantes individuais que compõem estes intervalos de tempo não são reversíveis, eles são absolutos, ou seja, eles pertencem ao tempo, o que significa que há alguma coisa que nos escapa inteiramente sempre que o tempo segue seu percurso[130]" (XENAKIS, 2010, p. 69).

Portanto, Xenakis define sua postura em relação ao tempo assumindo que tanto a composição e percepção ocorrem principalmente (não totalmente) fora do tempo. A originalidade de seu pensamento está no tipo de exterioridade da experiência temporal: "a música acontece no presente instantâneo, mas nossa experiência não é neste presente - em vez disso, ocorre no exterior deste 'presente', no limite externo do presente[131]" (EXARCHOS, 2012, p. 2). Ele ainda diz que o tempo "não é nada além de um tipo de estrutura. E (portanto] pode ser contado, expresso com números reais, e mostrado como pontos em linha reta[132]". (VARGA, 1996, p. 82). Essa declaração se aproxima muito aos pensamentos de Carnap e Reichenbach, porque além de suportar bem as três leis de medição do tempo, também oferece simetria/assimetria, casualidade e direção ao tempo musical. A chave para entender sua descoberta, como pontua Exarchos (2012) é que o "tempo, na medida em que pode ser expresso com números, compreende uma estrutura totalmente ordenada, que aqui significa que intervalos

---

[129] *"Xenakis did not elaborate on his third category, which he explained as the actual occurrence of an event. Indeed, it was subsequently dropped as a separate conceptual category" (JONES, 2005, p. 4),* corroborando com o que está citado.

[130] "*There could eventually be a reversibility of time if the universe's movement were pendular meaning that it would contract and dilate. For example, when I talk about time intervals, they are commutative. This is to say that I can take time intervals now or later and commutate them with other time intervals. But the individual instants which make up these time intervals are note reversible, they are absolute, meaning that they belong to time, which means that there is something which escapes us entirely since time runs on*" (XENAKIS, 2010, p. 69).

[131] "(…) *music takes place in the instantaneous present, but our experience is not in this present—rather it takes place at the exterior of this 'present'*, (…) *at the external limit of this present*".

[132] "(…) *is nothing but a kind of structure. And [therefore] it can be counted, expressed with real numbers, and shown as points on a straight line*".

temporais podem ser adicionados uns aos outros, permutados, etc.[133]" (p. 2). Essa é, fundamentalmente, a condição do estado fora do tempo, onde as relações antes de ou depois de não são necessárias.

Na presente pesquisa, focaremos nossa abordagem nos conceitos fora do tempo e dentro do tempo. Não que não haja comunicação entre os processos propostos pela TDS e o conceito temporal. A questão é que nossas análises e abordagem não darão conta dos parâmetros articulação e timbre. E esta é a grande diferença entre eventos fora tempo, dentro tempo e temporais. Se os eventos fora do tempo possuem necessariamente (e apenas) altura, duração e dinâmica, os eventos dentro tempo possuem, além destes três, timbre e articulação. Eventos temporais são recortes do fluxo temporal já ordenado. Portanto, são eventos congelados, mas que guardam além de altura, duração e dinâmica, timbre e articulação. Na presente pesquisa abordaremos eventos (ou entidades) nos estados fora do tempo ou dentro do tempo, considerando apenas os parâmetros altura, duração e dinâmica.

2.4 Ponto de ataque

Outra aplicação, relacionada com o tempo em música, é proposta por Babbitt (1962) denominada *time-point system*. Trata-se da transferência "das operações em módulo 12, realizadas no terreno da organização de alturas, para a organização do ritmo. O *time-point system*, [portanto], relaciona as 12 classes de alturas com 12 pontos de ataque." (HERRLEIN, 2018, p. 117). O sistema atribui características temporais aos elementos ao relacionar cada Conjunto de Classe de Alturas em um Conjunto de Classes de Pontos de Ataque. Contudo, nos interessa justamente o entendimento de duração proposto por Babbitt e que, de certa forma, fornece a estrutura ao seu pensamento.

Ao declarar que a "duração é simplesmente a distância direta entre pontos de ataque[134]" (BABBITT, 1962, p. 64), Babbitt acaba encontrando fortes relações sobretudo com a abordagem de Reichenbach[135]. Primeiro, porque ambos estão propondo o entendimento de duração qualificando distâncias (ou intervalos), isto é, partindo da relação *antes que* e/ou *maior que*, ambas conferindo ordem e direção. Babbitt especula essa ideia ao propor que a quantidade
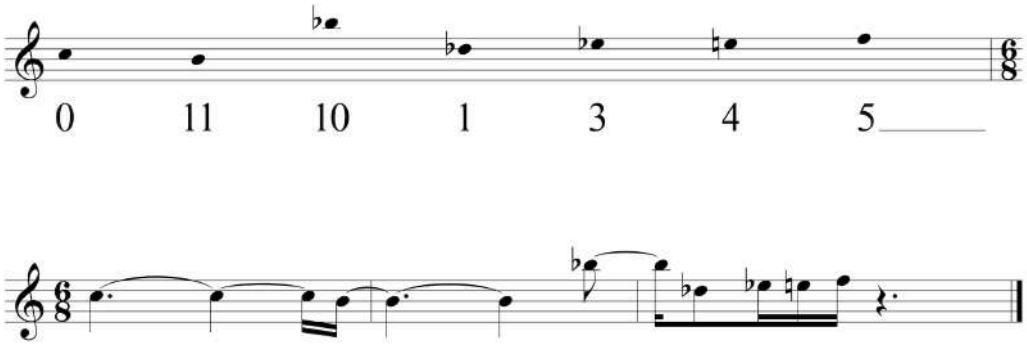
---

[133] "*The key to understanding his discovery is that time (like other aspects of sound), to the extent it can be expressed with numbers, comprises a totally ordered structure; "ordered" here means that temporal intervals can be added to each other, permuted, etc*."

[134] "*Since duration is simply direct distance between time point* (…)"

[135] É importante dizer que a duração para Babbitt, ou a distância entre os pontos de ataque é baseada na quantidade de semitons entre uma altura e outra vindo de um conjunto de alturas (uma série, um tetrcorde, pentacorde, hexacorde etc).

de semitons entre uma altura e outra, codificada pelo uso de números inteiros, pode relacionar-se também com o espaço (a distância) entre um ataque e outro. Ele mesmo diz que: "desde que duração é a medida da distância entre pontos no tempo [de ataque], como um intervalo é a medida da distância entre pontos de altura, podemos interpretar intervalo como duração[136]" (BABBITT, 1962, p. 64). É uma espécie de metrificação temporal a partir da distância intervalar das alturas, pois o "número da altura é interpretável como o ponto de iniciação de um evento temporal, isto é, como um número de ponto de ataque" (BABBITT, 1962, p. 64). De forma resumida, o quão longo ou curto um ataque pode ser está diretamente relacionado com o quão distante uma altura está da outra.

O *time-point system* emprega o vetor intervalar de um certo conjunto de classe de alturas e o converte num complexo de pontos de ataque. O vetor intervalar é, por si só, um conjunto de medições saturado das relações antes/depois de e maior/menor que. Assim, ele contém não apenas ordem, mas direção bem definida (Exemplo 2).



Exemplo 2: Aplicação do sistema de time-points (BABBITT, 1962): a) série de alturas, com representação numérica; b) pontos de ataque (time-points) de um esquema métrico, entendidos como distância mínima isomórfico, correspondente ao semitom; 3) aplicação da mesma série em um exemplo temporal, onde os ataques correspondem ao ponto de tempo correspondente ao número da série.

Considerando a abordagem de Xenakis, apenas a partir do *time-point system* o vetor intervalar é um evento não musical, porém, no tempo ou fora do tempo (dependerá do ponto de circunscrição da análise). Se um conjunto de classes de alturas for tomado isolado do fluxo do discurso musical, incidirá sobre o estado fora do tempo. Por outro lado, seria a relação entre um conjunto de classes de alturas e outro, já posto no fluxo do discurso musical que o transformaria para a categoria de evento no tempo. De qualquer forma, haverá ordem e direção bem definidas.

[136] "(…) *since duration is a measure of distance between time points, as interval is a measure of distance between pitch points, we begin by interpreting interval as duration. Then, pitch number is interpretable as the point of initiation of a temporal event, that is, as a time-point number*."

Ou seja, ao correlacionar vínculos abstratos (intervalares) de alturas com configurações rítmicas concretas, a relação de ordem, direção e causa ficam bastante evidentes.

Contudo, alguém ainda poderá dizer que o próprio conjunto de classes de alturas, por si só, pode configurar como um objeto (ou elemento) musical fora no tempo. De fato, a partir do olhar de Xenakis, a afirmação não estaria de todo incorreta. Pois há ali a relação de ordem interna e o próprio conjunto estaria distante do fluxo do discurso musical e, portanto, fora do tempo. No entanto, a questão é outra. Na presente pesquisa, estamos assumindo que três parâmetros básicos – altura, duração e dinâmica – estão obrigatoriamente condicionados ao estado fora do tempo, antes mesmo de estarem no estado no tempo. Assim, um conjunto de classes de alturas, apesar de conter relação de ordem não possui relações de direção e causa. As relações de ordem existem porque, de alguma forma, cada altura está posta antes de ou depois de. As relações de direção e causalidade não existem porque as alturas não estão associadas entre si pela relação maior/menor que. Em outras palavras, um conjunto de classes de alturas não contém nenhuma característica de duração. E é exatamente essa a proposta de Babbit. Ou seja, somente quando o *time-point system* é inferido sobre o conjunto de classes de alturas, o produto musical é enriquecido com direção e causalidade, o que o leva ao estado fora do tempo ou dentro do tempo.

2.5 Tempo e Espaço Sonoro

Atravessando a margem de aplicações relativas à Física e empregando esses conceitos à música[137], as práticas musicais também convocam para si recortes do tempo real em seus distintos fazeres. A performance, a escuta e a criação musical acontecem num intervalo de tempo que jamais se repetirá. Se os agentes musicais não podem se replicar no tempo, a experiência se dará sempre em recortes do tempo real. Por ser parte da natureza, toda experiência musical acontece e evolui no tempo não emergente, como apontado por Smolin, apresentando-se em um momento de tempo, revelado por uma sucessão de momentos, e captado tanto pela performance quando pela escuta e criação, num recorte de momento, isto é, num recorte de tempo. Desta forma, o tempo da execução musical, da partitura e da criação musical, escoados em nossa capacidade perceptiva, estão ligados ao encapsulamento do tempo que emerge do espaço.

[137] O trabalho de Jonathan Kramer (1985) é a maior e mais concisa revisão bibliográfica sobre o tempo em música já realizada até os dias atuais. Para mais informações sobre as diversas abordagens dada ao tempo em música, ver KRAMER, 1985.

Em outras palavras, o tempo da experiência musical é limitado pelo espaço criado a partir de suas respectivas apropriações. Se tomada a performance como referência, o tempo musical está não apenas relacionado, mas também subjugado ao espaço (o físico e o da consciência) que essa experiência cria. Nosso argumento é de que em música, a escuta, a performance, mas, principalmente a criação (organização criativa dos eventos) se dá num tempo que emerge do espaço. Ou seja, tratamos de um tempo musical emergente.

Em nossa abordagem, o espaço em música de concerto fica triplamente condicionado a três realizações distintas: a partitura, a performance e a escuta musical. As interpelações advindas da cognição musical, baseadas nas neurociências e em abordagens filosóficas[138], oferecem caminhos divergentes no que diz respeito ao espaço da escuta e da performance musical.[139] O entendimento do tempo musical como emergente pode ser expandido a essas práticas se tomarmos os limites da própria consciência como margens do espaço onde todas as relações cognitivas ocorrem na escuta musical

Considerando a escuta musical[140], pode-se propor que o espaço seja emergido do tempo, já que o espaço aqui não tem conotação física apenas, mas é extrapolado pela capacidade cognitiva individual. Ainda assim, esse tempo musical não simboliza sucessão de momentos condensados em um momento que apenas o tempo não emergente representa[141]. Contudo, a conexão com a seta do tempo psicológica revela que esse processo pode ser reversível, uma vez que a própria seta do tempo[142] se baseia no aumento de entropia do sistema como forma de medição do tempo. Como entender ou codificar o aumento da entropia em processos cognitivos? No entanto, por mais aberta que a pergunta permaneça, filósofos como Henri Bergson, Martin Heidegger e Jean-Marie Guyau condenam o existir à experiência do tempo em si[143]. A clara diferença entre essas abordagens e, também o fato de assumirmos que a experiência da escuta musical se dá num recorte de tempo, e, por isso ocorre em um tempo

[138] Ver KRAMER, 1988; HASTY, 1997 e KRAMER, 1985.
[139] Ainda assim, quase todas apontam para o tempo não emergente. Temos ciência que o consenso nessas áreas vai de encontro a nossa proposta. No entanto, mesmo atuando em áreas distintas, deixamos aqui uma hipótese para um trabalho futuro.
[140] Aqui, tratamos da experiência da escuta musical pura, ou seja, o ato de perceber e significar o produto musical através de processos cognitivos.
[141] Ressalta-se que não se trata de conclusões. Como o presente trabalho toma a partitura e a manipulação física do som tanto como pontos de partida quanto limitadores de atuação, a sentença apenas lança uma ideia que não precisa ser tomada como verdadeira e que pode, futuramente, ser discutida em linhas de pesquisa que se baseiam nos processos cognitivos musicais ligados à escuta e a performance.
[142] "o aumento da desordem ou entropia com o tempo(..), algo que distingue o passado do futuro estabelecendo uma direção" (HAWKING, 2015, p. 181). Para mais informações, ver subsubseção2.1.
[143]A título de informação. Nosso trabalho não objetiva elucidar as concepções desses filósofos acerca do tempo. De fato essa seria uma tarefa quase impossível para um só trabalho. Para maiores informações, ler Bergson (1939), Heidegger (1926, 1981) e Guyau (1890).

emergente, está na direção e no tratamento que cada uma dá ao tempo. Enquanto para a filosofia, a experiência e sua subjetividade dão significado ao tempo, nós propomos focar a experiência a partir do princípio de um tempo imutável em sua condição emergente.

Porém, o presente trabalho não repousa seu eixo na questão da escuta ou da performance musical, apesar de lançar seus argumentos em relação a tais práticas musicais[144]. Focaremos na criação e análise musical a partir da partitura, pois ela lida com metrificações do tempo emergente, com porções de medidas temporais inteiramente abstratas passíveis de descrição matemática[145]. Neste sentido, o tempo musical na partitura é completamente emergente do espaço independente do recorte atribuído. O espaço, que é a própria partitura, ressignifica o tempo à condição de medida do próprio espaço criado (ou em processo de criação), o que propicia dizer que o tempo musical na instância da partitura, representa o maior distanciamento do tempo real. Esse fato não elenca qualidade negativa ao tempo emergente do espaço, apenas o define bem. Assim, definimos o conceito de tempo musical emergente, isto é, o tempo sonoro, como o tempo que emerge do espaço, apresentado num momento recortado de uma sucessão de momentos e passível de descrição abstrata matemática. E através dessa definição, toda análise ou modelo matemático que se valha do tempo especializado da partitura, o tempo musical emergente, na verdade, compila dados a fim de fazer emergir uma estrutura formada de espaço ativo e tempo passivo[146].

Espaço ativo (espaço sonoro) e tempo passivo (tempo sonoro), por sua vez, dizem respeito ao resultado estrutural do estabelecimento do tempo musical emergente. Em outras palavras, o espaço musical é limitador para a quantidade de tempo utilizado na atuação livre dos eventos musicais. Os eventos musicais estão sujeitos a processos subjetivos do compositor, tais como matrizes seriais, técnicas de espacialização geométrica (etc.) ou simplesmente à composição livre. Portanto, dizem respeito ao processo interno de formulação do discurso musical e partem da premissa do espaço ativo e do tempo passivo. Não estamos falando da duração temporal de uma obra, mas sim de que na partitura, seja de forma aleatória ou

---

[144] Ver nota 120.

[145] Não que a partitura represente eminência em relação a qualquer outra forma de concretização musical. O processo de criação musical, contudo, perpassa a performance, a escuta musical e a espacialização do tempo na partitura. Por isso, as propostas de processos composicionais e organização de materiais que serão apresentados neste trabalho, consideram em grande parte o tempo emergente, não desprezando, contudo, aplicações que considerem o tempo não emergente.

[146] Conceito original do presente autor. Porém, na prática acadêmica usa-se o termo "sonoro" associado à Sonologia, como aspecto oposto ao termo "musical", que estaria associado à Composição Musical (onde sons são combinados, ao invés de sintetizados). Nossa proposta não busca subverter a prática comum ao meio musical, tão pouco recriar o termo. Os termos ativo/passivo são possíveis alternativas a essa nomenclatura. Como se trata de uma teoria deveras nova, nomenclaturas mais aceitáveis serão atribuídas a estes conceitos originais a medida em que a própria teoria ganha força.

estruturada, existe um tempo subjugado ao espaço (por diferentes maneiras e tanto localmente quanto globalmente) inteiramente passível de descrição (matemática) e que representa um momento recortado no fluxo do tempo não emergente (o tempo como um todo, para além de um fenômeno, como exposto por Smolin).

Provavelmente, neste ponto o leitor se pergunte por que o tempo em música é emergente necessariamente. De forma mais direta, a pergunta seria: porque o tempo em música está subjugado ao espaço, ou seja, por que o tempo musical emerge do espaço musical? É certo que o termo "espaço musical" detém inúmeras conceitualizações[147] e não figura como objetivo do presente trabalho revelar outra definição particular ao termo a não aquela apresentada logo acima. Contudo, ao propor uma definição para tempo musical, ou seja, considerar a emergência do tempo em música, fica inerente ao espaço, ao menos superficialmente, sua característica não emergente em relação o tempo. Em outras palavras, respondendo definitivamente a pergunta inicialmente elencada, se o tempo é emergente do espaço, o espaço tem de ser não emergente[148].

2.6 O *Pensamento Sincrético*

O primeiro e único texto acerca do *Pensamento Sincrético* foi publicado em 2013, por José Halac[149], a fim de ser aplicado em uma de suas classes de composição. Desde então, a abordagem tem ganhado fôlego entre seus alunos. Contudo, até onde se sabe, nenhuma pesquisa científica foi dedicada ao assunto. Durante o mês de outubro de 2014, o presente autor esteve em residência artística na Universidade Nacional de Córdoba sendo orientado por José Halac. A partir de então, obras foram compostas utilizando o *Pensamento Sincrético* como referência, dentre elas: *Peace Cell* (2014)[150] e *Ilusões Temporais (2015).*

Segundo Halac (2013, p. 1), o "*Pensamento Sincrético* pode ser um modo de alcançar um nível de entendimento de algo que não corresponde a um contexto particular"[151]. Em outras palavras, a abordagem caracteriza matéria prima (ideia), seu comportamento (características da ideia) e metamorfose (interação e transformação) ao estabelecer conexões entre as mesmas. Trata-se, pois, de um sistema não complexo de estruturação do discurso

---

[147] Existem diversas pesquisas amplamente aceitas que teorizam acerca do espaço musical por diferentes abordagens. Por exemplo, Dennis Smalley (2007), Murray Schafer (1977), Iannis Xenakis (1991), Pierre Boulez (2011), dentre outros.

[148] Apesar da tautologia presente na sentença, é necessário afirmar que, uma vez que agem em conjunto tempo e espaço, como uma malha onde se deflagra a realidade, a emergência de um implica a não emergência do outro.

[149] Mestre em composição pela Universidade da cidade de Nova Iorque - EUA. Compositor e Professor Titular das disciplinas de composição I, II e III na Universidade Nacional de Córdoba – Argentina.

[150] Obra composta durante a residência artística.

[151] (...) "*puede ser un modo de alcanzar un nivel de entendimiento de algo que no coincide con uno y no coincide con un contexto en particular, ambas cosas similares*".

musical que tem aplicações tanto composicionais quanto (e naturalmente) analíticas. Este sistema pode ser considerado não complexo por atuarem no sistema apenas três instâncias operacionais: PEC – Potencial Expressivo Compositivo; VIS – Vetor Interativo Sincrético; e, INT – Interação.

Contudo, o fato de serem apenas três instâncias não enfraquece a abordagem. Pelo contrário, ela é fortalecida por ser globalmente simples. Halac as expõe de maneira generalizada, mas sua exposição deixa claro que as instâncias atuam desde a obtenção da matéria prima (olhar local) até as relações dos elementos constituídos como entidades no fluxo musical (olhar global).

Nesse sentido, o *Pensamento Sincrético* deixa aberto a si mesmo a possibilidade de diálogo com muitas abordagens, sejam elas distantes e próximas. Isto ocorre porque não está definido em suas instâncias o procedimento estrutural, mas sim a sua aplicabilidade no que diz respeito à construção do discurso musical. Por exemplo, os procedimentos composicionais naturais ao serialismo (aberto ou fechado), ao minimalismo, ou até mesmo os processos improvisacionais, abrem, todos estes, diálogo com o sistema de estruturação do *Pensamento Sincrético* diluído nas três instâncias acima mencionadas.

Quando um material é criado em seu estado mais embrionário, por exemplo, não há uma preocupação com os mecanismos que o conceberam, mas com as características básicas que o tornam entidade mais primitiva do discurso. Estas características, intrínsecas a cada uma das instâncias do *Pensamento Sincrético*, serão pormenorizadas a seguir.

Em contrapartida, Xenakis (1990) expõe seus Protocolos Composicionais, elaborados em confluência e a partir de sua prática composicional, com maior rigor estrutural e diluídos em mais instâncias. A relação com o *Pensamento Sincrético* é de refinamento operacional. Se por um lado o *Pensamento Sincrético* amplia as possibilidades de conexão com outros perfis estruturais, os protocolos composicionais limitam o intercâmbio por meio de especificações menos generalizadas de suas instâncias. Um forte indício de relação de refinamento entre as duas abordagens é que, enquanto o *Pensamento Sincrético* é diluído em três instâncias, os protocolos composicionais são delineados em oito instâncias.

Deste modo, ao propor a aproximação das duas abordagens no presente trabalho, estamos declarando que adotamos: 1) o *Pensamento Sincrético* como um dos referenciais teóricos centrais, e; 2) os protocolos composicionais como referencial subsidiário. Estamos dizendo que a TDS se apropria do *Pensamento Sincrético* (e não dos protocolos composicionais) para lançar seu próprio arcabouço operacional, diluído em suas instâncias originais analíticas e/ou compositivas. Portanto, não estamos propondo uma fusão entre o

Pensamento Sincrético e os protocolos composicionais[152]. Na verdade, abordaremos os protocolos com o intuito de exemplificação da característica de aplicação ampla do *Pensamento Sincrético*.

Na subseção a seguir, vamos pormenorizar as instâncias operacionais do *Pensamento Sincrético* e superficialmente relacioná-las com os protocolos composicionais de Xenakis.

2.6.1 PEC – Potencial Expressivo Compositivo

Para Halac, a ideia musical é imbuída de potencial expressivo compositivo (PEC). Ela pode representar "ruídos, acordes, melodias, intervalos, uma canção folclórica, um poema, um grito, um som de um trem, um complexo motívico, um gesto violento ou suave ou um dispositivo que opere de algum modo em que pode ser escutado[153]" (HALAC, 2013 p. 1). A generalização empregada por Halac ao definir o PEC, pode promover a imprecisão com relação ao mecanismo que transforma uma representação qualquer numa instância PEC. O PEC é, em sua essência, o material musical que emerge a partir de alguma outra fonte (que pode até ser musical), mas que é anterior ao próprio discurso musical enquanto agrupamento de entidades fora ou dentro de alguma ordenação temporal. O PEC é o produto da passagem dos elementos do estado insubordinado para o estado subordinado, tornando-se elementos primordiais no discurso musical. Duas características básicas definem o estado insubordinado: 1) falta dos paramentos musicais fundamentais; e, 2) falta de ordenação temporal externa. Trataremos estas características individualmente.

Por parâmetros musicais fundamentais, estamos assumindo que "todo som é uma integração (...) de partículas sonoras elementares (...)" e que "cada uma dessas partículas tem uma natureza tripla: duração, frequência e intensidade[154]" (XENAKIS, 1990, p. 43). Em outras palavras, o estado sonoro mais embrionário é aquele onde necessariamente estão atuando altura, dinâmica e duração. É o caso, por exemplo, da passagem de uma ideia não imbuída de qualidade sonora para a matéria musical: uma sensação que é codificada sonoramente; uma matriz serial – que até pode serializar os três parâmetros – que é resignificada em termos sonoros etc. Não estamos propondo a discussão da qualidade dessa passagem, nem da análise dos mecanismos que intercambiam materiais de uma condição abstrata até outra concreta, nem da própria relação

[152] Não que a fusão não seja possível. Na verdade, pode ser um dos desdobramentos do presente trabalho. No entanto, no atual momento esta aplicação não é figurada como um dos objetivos da presente pesquisa.
[153] (...) "*un grito, un sonido de un tren, un complejo motivico o un gesto violento o suave, un patron o un dispositivo que opere de algun modo y que podamos escucharlo*".
[154] "*Each of these elementary grains has a threefold nature: duration, frequency and intensity*."

abstrato/concreto e, tampouco, do que é a condição abstrata e/ou concreta. No presente trabalho, estamos assumindo que a passagem se dá, impreterivelmente, pela presença confluente dos três parâmetros, pois a realização física do som só é possível a partir deste pressuposto.

De fato, Xenakis (1990) dá ainda mais um passo atrás quando diz que "as duas substâncias físicas do som são frequência e intensidade em associação[155]" (p. 44), pois nesse sentido, a duração, se tomada no limite de zero (próximo a regiões perto de zero de duração), poderia ser ignorada, mesmo que num ambiente favorável, onde a duração seja real, porém imperceptível. Contudo, tal proposição não destoa da que elencamos aqui como sendo fundamental, na verdade, ela está passível de investigação. Porque, ainda que sob uma construção temporal infinitesimal, o evento sonoro não se realiza fora da substância física (para citar os mesmos termos usados por Xenakis) da realidade: o tempo. Assim, mesmo que se considere altura e dinâmica como *substâncias físicas* primordiais do som, o tempo é uma condição física inviolável da realidade. Portanto, não obstante o entendimento de que altura e dinâmica (frequência e intensidade) são mais fundamentais por, ao atuarem em conjunto, resultarem em duração, o tempo acaba sendo um parâmetro isolado e intrínseco ao material musical enquanto entidade musical.

Contudo, se uma emoção não possui os três parâmetros fundamentais, um ruído os possui. E este ainda pode ser classificado como material pertencente ao estado insubordinado. O estado insubordinado não está encerrado em materiais não musicais, mas também pode conter materiais musicais tais quais: ruídos, escalas, acordes, etc. (conforme explicitado acima). Sendo esses materiais específicos imbuídos de altura, duração e intensidade, o que os caracteriza como pertencentes ao estado insubordinado? A resposta é simples: a falta de ordenação temporal externa. Assim, fica claro aqui a conexão com o conceito fora do tempo, de Xenakis (abordado na subseção 2.3). No estado insubordinado, os elementos não estão conectados entre si, e por isso dizemos que estão fora do tempo, ou seja, estão sem uma ordenação temporal externa.

No entanto, alguém pode dizer que ainda exista uma ordenação temporal em elementos pertencentes ao estado insubordinado. Dizemos que esta ordenação é, porém, incipiente. Pois, nesse estado, essa ordenação está encerrada no próprio espaço do material e não incide direcionalidade na organização temporal do discurso musical. Assim, estes materiais não estão relacionados a materiais antecedentes e consequentes (ou seja, sem relações de casualidade). Portanto, mesmo que o material natural do estado insubordinado seja musical, com altura (definida ou não), intensidade e duração, sua ordenação encerrada ao seu espaço

[155] "*The two physical substances of a sound are frequency and intensity only*."

interno. Em outras palavras, esse material possui ordenação temporal incipiente, porém, não possui ordenação externa.

A generalização da conceituação do PEC avança ainda mais quando Halac diz que uma fonte não sonora, porém, não pode ser entendida com um PEC. "Não poderia ser (literalmente), por exemplo, uma matriz serial, esta fala mais com a organização, em vez de o próprio som e, portanto, não tem lugar como potencial expressivo[156]" (HALAC, 2013, p. 1). Outra vez, estes materiais são pertencentes ao estado insubordinado e se colocam no jogo como materiais dos quais o PEC serão originados. Neste sentido, o PEC representa a materialização sonora de uma ideia musical ou não musical. Embora seja conferido ao PEC um arco de significação amplo, no âmbito do domínio sonoro ele ganhará contornos específicos no sentido de promover sua sistematização. Ou seja, o PEC representa a transformação de elementos que podem estar exauridos de qualidades organizacionais mínimas em elementos necessariamente providos de altura, dinâmica e duração e elementos com ordenação temporal incipiente. Desta maneira, criar um PEC significa realizar o câmbio dos materiais entre as faixas do estado insubordinado e o estado subordinado no trato composicional.

Isto posto, o PEC é um objeto fora do tempo, aos moldes de Xenakis. Contudo, para Halac, um PEC

> "(...) pode aparecer como uma ideia não sonora (mental) via improvisação ou algum método generativo de números aleatórios, ou seja, algo pré-concebido como eu disse antes, um material já feito, mas, repito, não é musical até que ele se conecta com outra PEC[157]" (HALAC, 2013, p. 1).

Ao dizer isso, de maneira generalizada Halac revela sua abordagem a respeito da direcionalidade do tempo postulando que esta é resultante do efeito de causalidade entre os PECs. Assim, o estado de existência do PEC estaria subjugado à conexão com outro PEC. A chave dessa proposição específica de Halac é, justamente, a necessidade de ordenação temporal externa, ou seja, fazer com que o PEC seja parte do discurso musical já dentro do tempo. Contudo, ao aplicar o conceito dentro do tempo e fora do tempo (XENAKIS, 1990), o PEC passa a vigorar como entidade já no nível fora do tempo. Pois, esta é a questão para Halac: as condições necessárias para que o PEC seja estabelecido como entidade, e que, para o autor, só seriam atingidas quando os elementos estão imbuídos de direção e causalidade temporal. No entanto, o nível, ou estado fora do tempo, não proíbe o PEC de ser permeado por estas mesmas

---

[156] "*No podría ser por ejemplo, una matriz serial ya que esta habla mas de la organización antes que del sonido en si y por eso no tiene cabida como potencial expresivo*".

[157] (...) "*puede aparecer como idea no sonora (mental) o sonora via improvisación o algun método generativo de azar, números, o ser algo pre-concebido como ya dije antes, un material ya compuesto aunque, repito, no es musical hasta que se conecta con otro PEC*".

condições básicas. Na verdade, a temporalidade interna, ou seja, a ordenação incipiente, intrínseca ao PEC, já o habilitam como entidade porque não excluem nem a direção nem a causalidade temporal.

Tornar um PEC real é, então, efetivar o que chamamos de ato de *pecalização*[158]. Isto é, o processo que viabiliza aos materiais a mudança do estado insubordinado para o estado subordinado que, embora ainda fora do tempo, já se constitui como elemento primitivo com potencial expressivo compositivo. Assim, o PEC é entendido como unidade básica na combinação de enunciados no discurso musical, por permitir a tramitação dos materiais entre os dois estados e que se desenvolve a partir de estruturas primitivas ordenadas incipientemente. Tal ordenação, ainda não se configura, como um processo temporal implementado em níveis paratático, hipotático ou sintático[159].

A pecalização são processos de ressignificação sonora de: 1) materiais não musicais tais como paisagens, improvisos, sensações, uma matriz serial, etc, e; 2) de materiais musicais fora do tempo e sem ordenação temporal externa. Deste modo, são inúmeros os filtros, cognitivos ou não, usados pelo compositor neste processo. A presente pesquisa não se lançará na investigação deste processo específico apesar de existir um amplo campo de atuação[160].

Tomando a Figura 3 como exemplo, existe um recorte na superfície do discurso musical, mostrando unicamente a atividade na fase fora do tempo, que inclui tanto um estado insubordinado quanto a formação de PECs por combinações. A conjunção desses elementos, que na verdade são atributos paramétricos, constituem a pecalização. Dessa forma, surgem os PECs mais primitivos a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1 e g_1 pela conjunção dos parâmetros altura, duração e intensidade em ordenação temporal incipiente. Os PECs a_2 e b_2 são agrupamentos desses PECs e oriundos de materiais musicais sem ordenação temporal externa. Esses PECs podem ser submetidos a combinações posteriores gerando PECs mais substanciais como o PEC*a*, simbolizando um terceiro nível na pecalização. Todos os PECS (nos diversos níveis) funcionam como repositórios de materiais composicionais que estão potencialmente efetivados para serem aplicados em uma linha temporal, ou seja, para passarem do nível fora do tempo dentro do

[158] Ato de criar o PEC. Voltaremos a esse conceito mais a frente.

[159] "(...) existem diversos processos de combinação através dos quais uma relação lógica entre dois enunciados pode ser expressa. De acordo com os princípios elementares da teoria da linguagem, os processos de articulação podem ser distribuídos ao longo de um *continuum* de vinculações sintáticas possíveis, com diferentes graus de dependência. Esse *continuum* começa com um menor grau de dependência sintática (parataxe), passa por um estágio intermediário (hipotaxe), e atinge um maior grau de entrelaçamento na sintaxe subordinativa" (SOUZA, 2007).

[160] Este é um possível desdobramento desta pesquisa.

tempo por intermédio de uma função ordenadora, que pode estar ligado a um sistema rígido ou flexível (será pormenorizado na subseção 3.1.2).

A questão que se levanta é a respeito do limite territorial do PEC, como o caso o PEC*a* na primeira coluna da Figura 3. Ele não está no tempo por conta de seu tamanho, ou território. Na verdade, ele representa um dos níveis semânticos aplicados ao PEC. Podemos considerar qualquer um dos níveis no ato de conferir identidade ao PEC*a*.

Esse ponto será levantado e elucidado na seção 3.4, porque, na verdade, essa questão está ligada com a notação do PEC e não com o limite de sua capacidade descritiva. Uma frase, tradicionalmente falando, pode ser visto como um PEC da mesma forma que um inciso. Estas características não são coercitivas até que se defina a que tipo de sistema PEC se conectará para produzir significado.

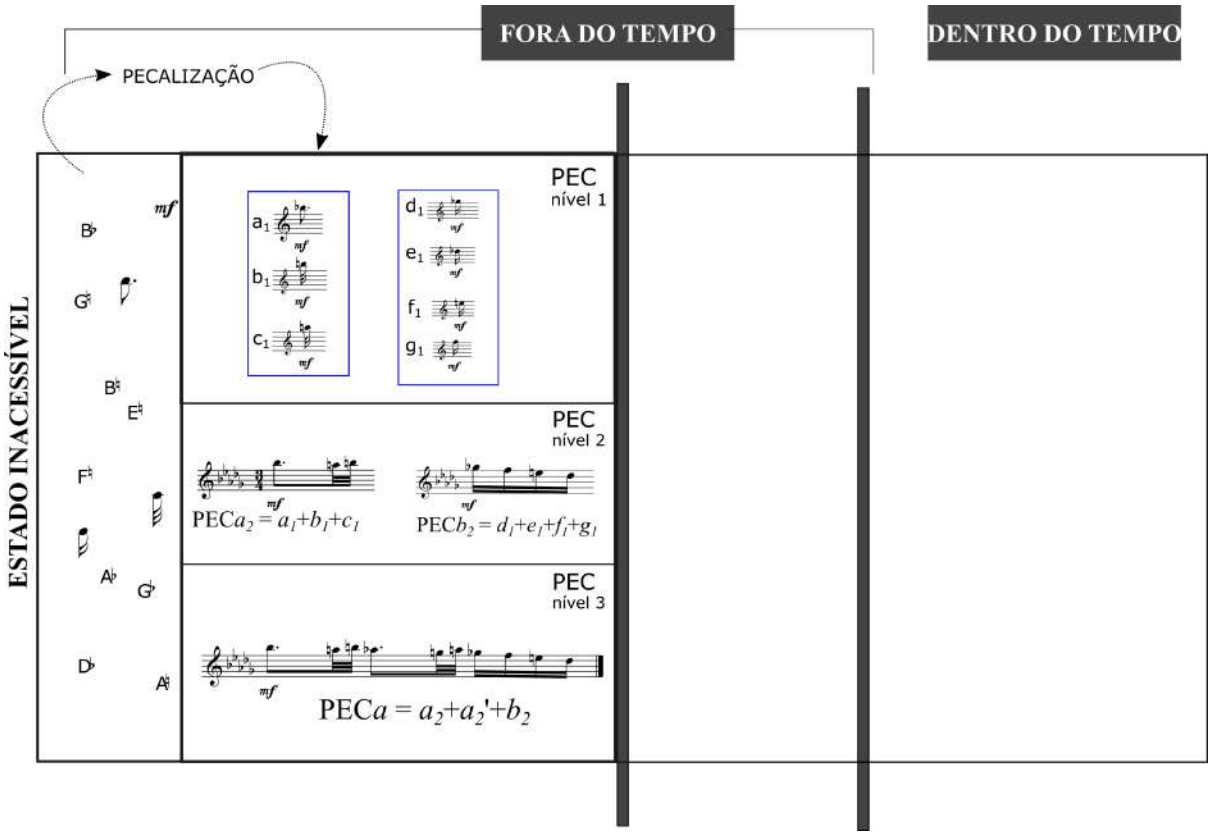


Figura 3: Exemplo de ciclo completo de *pecalização*, demonstrando a passagem do estado inacessível para o estado fora do tempo, em três níveis de produção. No primeiro nível estão os PECs a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1 e g_1. No segundo nível estão os PECs a2 e b2. No terceiro nível está o PEC*a*.

Assim, trata-se da produção de repositórios pela concatenação de PECs. Em outras palavras, um PEC dá origem a outro(s) PEC(s) através de três operações básicas (expansão,

substituição e retração[161]). Em resumo, essas operações básicas (que são diluídas em várias outras subsequentes e que no presente trabalho são algebricamente descritas), descrevem todas as alterações PEC a PEC.

Pode ser que o desenvolvimento PEC a PEC seja processado a partir de combinações de operações. Assim, são inúmeras as possibilidades de arranjo do PEC a partir desta perspectiva. No presente trabalho, detalharemos uma a uma a partir de uma proposta original de descrição algébrica (Seção 3.7).

2.6.2 VIS – Vetor de Interação Sincrético

Ainda segundo Halac, o PEC necessita de sentido, direção e energia. A estas características é dado nome de *Vetor interativo sincrético – VIS*. Diz respeito às conexões das relações válidas para um compositor entre o material (PEC) e seu sentido. O VIS buscará, através da liberdade de pensamento e ação do compositor, implantar identidade ao PEC. "Interessa neste caso, a ênfase na composição a partir do manejo tanto perceptivo quanto racional do som e a busca de novas condições para que os sons sejam organizados e não seguindo regras que podem ser torcidas[162]" (HALAC, 2013, p. 3). Isto é, os atributos que personificam os VIS, não estão propriamente conectados aos processos que atuam no engendramento das estruturas internas do discurso ou planejamento musical. Se altura, dinâmica e duração são atributos básicos ao PEC, ao VIS estão conectados os parâmetros timbre e articulações (Figura 4).

No entanto, a atribuição de tais parâmetros não implica relação de direção temporal ao VIS, ou seja, o material ainda está fora do tempo embora acrescido de timbre e articulação. Vale lembrar que, para efeitos de análise, alguém pode considerar que existe relação de ordenação e direcionalidade temporal nos processos relativos ao PEC e ao VIS, e de certa forma este pensamento não está errado. Contudo, nossa proposta de ordenação e direção temporal em confluência com a proposta de Xenakis se estabelece em níveis sintáticos mais globais, mais próximos à estrutura topológica exposta na superfície do discurso musical.

---

[161] Essas operações serão descritas algebricamente na subseção3.7 do presente trabalho.

[162] "*Pero me interessa en este caso el enfasis en la composición desde el manejo tanto perceptual como racional del sonido y la busqueda de condiciones nuevas para que los sonidos puedan ser organizados de manera inovadora y no siguiendo reglas que pueden ser torcidas*".

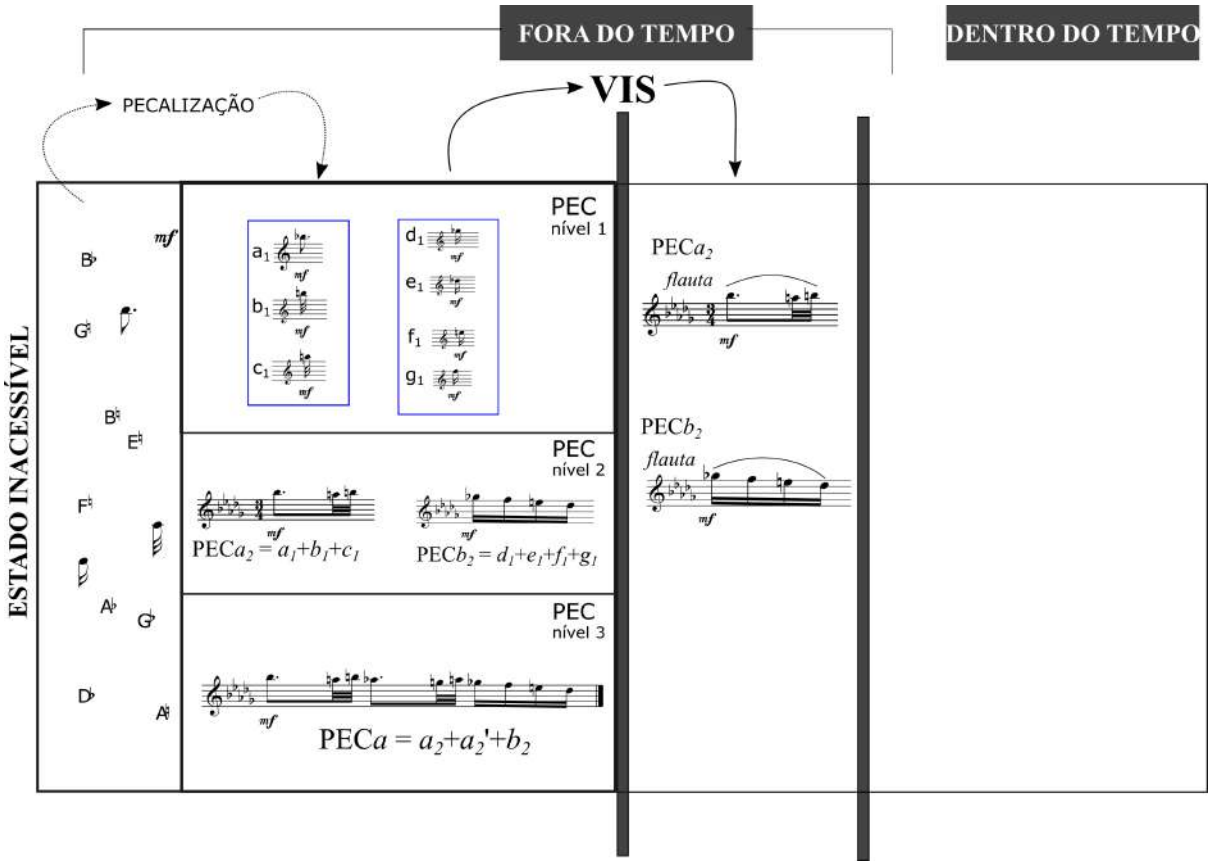


Figura 4: Exemplo de vetorização aplicada aos PECs a_2 *e* b_2. Os PECs vetorizados estão na coluna do meio.

Portanto, o VIS, atuando diretamente sobre o PEC, é a única instância capaz de empregar particularidade e identidade ao mesmo, por intermédio de parâmetros que lhes são exclusivos. No âmbito do domínio sonoro, o VIS não está diretamente ligado a sistemas rígidos[163] de estruturação, exatamente por operar no nível da articulação e do timbre. A vetorização sincrética (VIS) eleva o PEC ao nível de entidade, ente instituído no discurso musical, cuja essência está na liberdade de aplicação de parâmetros específicos conferida ao compositor. Os mecanismos analíticos desenvolvidos na presente pesquisa não encapsulam tais parâmetros, e por isso, no âmbito do domínio sonoro, a aplicação de timbre e articulação (VIS) aos PECs é de ação exclusiva do compositor, ligada ao trato unicamente composicional.

2.6.3 INT – Interação

Halac ainda prevê outra instância nos processos do *Pensamento Sincrético*: a *Interação* - INT. Ela "permite que este dinamismo seja interrompido para produzir mudanças

[163] No presente trabalho, o termo sistemas rígidos representa procedimentos que fazem uso de regras fechadas de composição, como no serialismo integral, por exemplo. Em contrapartida, o termo sistema flexível representa a criação onde a ação do compositor é determinada apenas por estruturas subjetivas subliminares.

na circularidade[164]" (HALAC, 2013, p. 4). Trata-se de transformação das trajetórias a partir das interações empregadas sobre o PEC. Contudo, mais do que provocar mudança de sentido e de trajetória da energia (VIS) inferida sobre o PEC, a interação dá conta do resultado textural provocado pelas relações verticais e horizontais.

A principal característica da INT é empregar ordem e direção temporal ao material e, a partir deste ponto, revelar características dos materiais. Dizemos que na INT os materiais estão convertidos ao estado dentro do tempo e passam a ser analisados tal como. Nesse sentido, a INT pode ser confundida com a própria função ordenadora supramencionada. No entanto, a função ordenadora, seja ela qual for (processos improvisados, sistemas rígidos etc), apenas transporta o material de um estado fora do tempo ao estado dentro do tempo. A função ordenadora é, portanto, uma instância da INT aplicada ao trato composicional (Figura 5).

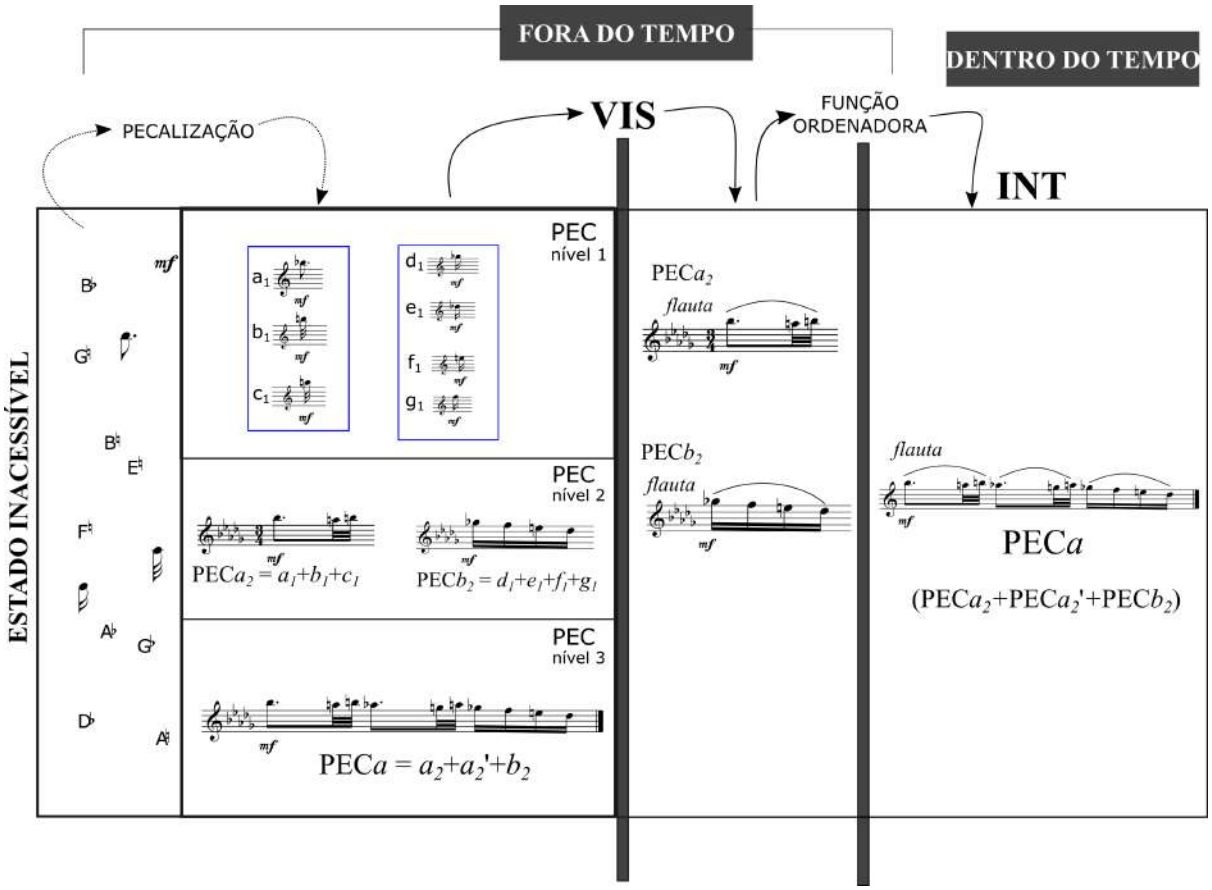


Figura 5: Apresentação do PEC*a* na fase dentro do tempo, após passar pela função ordenadora. Salientamos que o PEC*a* da primeira coluna não está vetorizado e representa apenas um dos níveis semânticos aplicáveis ao PEC no ato da pecalização.

[164] "(...) permite que ese dinamismo se interrumpa para producir cambios en la circularidad."

Desse modo, a qualidade da textura aplicada é revelada pelas interações em jogo. Nesse sentido, é possível dialogar com teorias que tratam das qualidades texturais. Por exemplo, as relações entre as partições que provocam texturas de aglomeradas e/ou dispersas reveladas pela Análise Particional[165] (GENTIL-NUNES, 2009), podem ser entendidas como tipos de interações. Nesse sentido, as interações constroem os gestos texturais[166] revelados pelos dados da Análise Particional. Além do mais, as classificações texturais clássicas (homofonia, polifonia, heterofonia, monodia) são também produtos das interações entre os PECs.

Diferentemente dos VISs, as INTs podem ser operadas em sistemas rígidos de processamento composicional. Uma matriz serial textural ou de contornos texturais, a manipulação matemática e algébrica (cálculo vetorial, função de várias variáveis, a vasta gama de operações matriciais, dentre outros) por exemplo, podem ser aplicadas para gerar interação entre os PECs. As INTs, nesse sentido, são em si processos flexíveis de aplicação, dada sua adaptação a sistemas distintos.

Portanto, as instâncias do *Pensamento Sincrético* atuam num arco de planejamento e processamento composicional que: 1) promove a materialização sonora da ideia em níveis hierárquicos distintos (PECs fora do tempo); 2) cria identidade ao material elevando-o ao status de entidade (vetoriza os PECs com articulação e timbre); e, 3) estabelece relações entre as entidades por qualificando essas relações (as interações dos PECs dentro do tempo).

No âmbito do Domínio Sonoro a aplicação do arco de atuação do *Pensamento Sincrético* se dará tanto como a linguagem descritiva que será usada nas análises, quanto instâncias de organização e desenvolvimento de materiais no planejamento composicional.

2.6.4 Breve diálogo com os Protocolos Composicionais de Xenakis

[165] A *Análise Particional* foi proposta por Pauxy Gentil-Nunes e Alexandre Carvalho (2003) e hoje se encontra em expansão e em aplicação em pesquisas do PPGM/UFRJ ligadas ao grupo de pesquisa MusMat, criado em 2013. Parte do ponto de tangência entre a teoria das partições de Leonhard Euler (ver ANDREWS 1984) e a representação das texturas musicais de Wallace Berry (1976). Consiste na análise das configurações texturais representadas e observadas no tempo, ou seja, mostra pontos de maior ou menor polifonia entre as vozes, representados pelo índice de dispersão, e pontos de configurações mais ou menos espessas como blocos sonoros ou acordes, representados pelo índice de aglomeração

[166] A dissertação de mestrado do presente autor lançou o enfoque gestual sobre os dados da Análise Particional com intuito de revelar e gerar um plano composicional sob o viés do particionamento rítmico e desenvolver um mecanismo de auxílio ao compositor no processo de desenvolvimento dos gestos texturais no planejamento composicional.

"Qual é o mínimo necessário de limitações lógicas para a construção do processo composicional?[167]" (XENAKIS, 1990, p. 16). Norteado por esta pergunta, o autor expõe os oito protocolos ou fases do processo composicional. São eles[168]:

1) concepções iniciais;
2) definição das entidades sonoras;
3) definição das transformações;
4) microcomposição;
5) programação sequencial;
6) implementação;
7) resultado simbólico final; e,
8) realização sonora[169].

Segundo o autor, os procedimentos atendem à questão posta, e representam "uma resposta que é verdadeira para música instrumental, mas que também pode ser aplicada a todos os tipos produção sonora"[170] (p. 23). Pois, mesmo que Xenakis submeta os protocolos de maneira exaustiva a processos estocásticos de criação musical, eles também podem ser estendidos a outros processos.

Não se trata também, de uma lista rígida de protocolos. Segundo o autor, "permutações são possíveis no decurso do processo composicional" (p. 22). Assim, sob a ótica do domínio sonoro, as instâncias do *Pensamento Sincrético* se fundem e se distribuem pelos protocolos de maneira não sequencial.

a) Concepções iniciais: O primeiro protocolo diz respeito à definição dos dados iniciais, ou seja, na passagem do estado caótico e inacessível para o estado fora do tempo através da constituição do PEC.
b) Definição das entidades sonoras: Representa o "simbolismo comunicável com limite de significados possíveis"[171] (p. 22). É o que propõe a vetorização sincrética dos PECs ao conferir-lhes o status de entidade. O limite de significados é determinado pelo compositor, uma vez que, no âmbito do somínio sonoro, a vetorização está majoritariamente sob influência do compositor.

---

[167] "*What is the minimum of logical constrains necessary for the construction of a musiucal process*?"
[168] Os protocolos serão itemizados a seguir.
[169] Ver nota 4.
[170] "(…) *an answer that is true for instrumental music, but which can be applied as well to all kinds of sound production*."
[171] (…) "*symbolism communicable with the limits of possible means*."

c) Definição das transformações: Este protocolo está conectado com a interação entre os PECs vetorizados, e a define em termos do que Xenakis chama de *macrocomposição*: "escolha geral da estrutura lógica (..) e das relações entre as entidades, conjuntos e seus símbolos, como definido no passo anterior" além do "(...) arranjo dessas operações num tempo lexográfico com a adição da sucessão e simultaneidade[172]" (p. 22,). A escolha da estrutura lógica definirá a qualidade das interações entre os PECs vetorizados (matemáticas, por modelagem sistêmica, livres), enquanto o arranjo dessas operações simplesmente significa como elas se apresentam no fluxo temporal, definindo bem suas relações texturais.

d) Microcomposição: Xenakis faz aqui uma distinção entre a álgebra fora do tempo e dentro tempo que atendem bem seus processos composicionais. Contudo, a característica mais importante desse protocolo, é que ele se refere a escolha de características dos elementos. Portanto, estão presentes neste protocolo a pecalização e suas operações de combinação e a vetorização, que, de igual forma, agem exclusivamente sobre o elemento.

e) Programação sequencial: Aponta para a definição das transformações. Simboliza esquematização total das interações empregadas. Referente ao planejamento composicional no âmbito do domínio sonoro, pode ser entendido com esquema/rascunho pré-partiturarização.

f) Implementação dos cálculos: Este protocolo se relaciona com o caso onde as interações baseadas em modelos matemáticos ou em programas/algoritmos computacionais. Consiste em estabelecer definitivamente os procedimentos adotados.

g) Resultado simbólico final: Consiste em converter os resultados alcançados em "partitura tradicional, expressões numéricas, gráficos ou outros meios de solfejo"[173] (p. 22). No contexto do domínio sonoro, esse protocolo simboliza a totalização das pecalizações, vetorizações e interações que são representadas na partitura.

---

[172] "*general choice of logical framework, i.e., of the elementary algebraic operations and the setting up of realtions between entities, sets and their symbols as defined in 2." "(…) arrangement of these operations in lexicographic time with the aid of succession and simultaneity*".

[173] (…) "*on paper in traditional notation, numerical expressions, graphs, or other means of solfeggio*".

h) Realização Sonora: O protocolo final está associado ao resultado físico da partitura ou mapa de execução, ou seja, com o evento sonoro produzido pela performance acústica ou eletrônica.

Na verdade, aplicando as instâncias do *Pensamento Sincrético*, todo o processo pode ser concentrado em três estágios.

Dessa maneira, a fim de estabelecer parte de seu discurso e ferramental analíticos e no intuito de operacionalizar seu processo de planejamento e desenvolvimento composicional, a TDS se apropria da fusão entre o *Pensamento Sincrético* e os protocolos de Xenakis, atribuindo a ela significados próprios. Para além disso, os processos de organização composicional pretendidos pelo domínio sonoro associam os protocolos de Xenakis e as instâncias do PS através de seus próprios conceitos e modelos matemáticos.

2.7 Modelagem Sistêmica

O terceiro e último fundamento teórico a ser abordado neste capítulo se relaciona diretamente ao projeto de pesquisa ao qual está vinculado este trabalho: a Modelagem Sistêmica.[174] Essa metodologia, proposta por Pitombeira (2015a, 2017a, 2017b, 2018), tem por objetivo determinar um modelo sistêmico (também denominado sistema composicional hipotético) para uma obra musical, a partir da generalização de determinadas perspectivas paramétricas.[175] A modelagem sistêmica toma por base duas teorias que, embora anteriormente estabelecidas, estão em contínuo desenvolvimento e expansão: a Teoria dos Sistemas Composicionais (LIMA e PITOMBEIRA, 2010), (PITOMBEIRA, 2015c) e a Teoria da Intertextualidade (KRISTEVA, 1969 e 2005, KLEIN, 2005, STRAUS, 1990, KORSYN, 1991) aplicada à composição musical (LIMA e PITOMBEIRA, 2011). Inicialmente, descreveremos essas duas teorias para, em seguida, examinarmos em detalhe o *modus operandi* da modelagem sistêmica.

2.7.1 Teoria dos Sistemas composicionais

[174] As pesquisas exclusivamente em Modelagem Sistêmica foram desenvolvidas entre 2015 e 2018, a partir de dois projetos credenciados no Programa de Pós-Graduação em Música da UFRJ (PPGM/UFRJ): o primeiro projeto denominou-se *Produção de obras originais a partir da modelagem sistêmica do primeiro Caderno de Ponteios de Camargo Guarnieri*; o segundo, direcionado à Iniciação Científica, denominou-se *Modelagem sistêmica a partir de gestos harmônico-melódicos de pequenas peças brasileiras*. Atualmente (2019, com previsão para conclusão em 2022), as pesquisas em Modelagem Sistêmica são realizadas no âmbito do projeto *Desenvolvimento de sistemas composicionais*, cujo foco de estudo são os sistemas originais bem como os sistemas modelados.

[175] Pitombeira (2018) propõe uma expansão no conceito de parâmetro, diferenciando parâmetros concretos (superficiais) – altura, ritmo, dinâmica etc. – e parâmetros abstratos (profundos) – contorno, partição textural, eixo inversivo etc.

Provavelmente a mais antiga definição formal do termo sistema nos foi dada por Étienne Bonnot de Condillac (1715-1780), em seu *Traité des Systems* (1749/1789):

> Um sistema nada mais é do que a disposição de diferentes partes de uma arte ou ciência, em uma ordem na qual elas se apoiem mutuamente e onde as últimas sejam explicadas pela primeira. Aquelas que dão razão às outras são chamadas de princípios; e o sistema é tanto mais perfeito, quanto os princípios sejam em menor número; é até mesmo desejável reduzi-los a um só princípio (CONDILLAC, 1789, p. 1-2).[176]

Já no século XX, no âmbito do paradigma do Pensamento Sistêmico, Bertalanffy (2008, p. 84) define um sistema como "um complexo de elementos em interação". Na Teoria Geral dos Sistemas[177], proposta por Bertalanffy, o destaque é dado à inter-relação e interpendência entre os componentes que formam um sistema que, por sua vez, é construído de maneira integrada em sua totalidade. Para o referido autor, a música é situada, "assim como as artes em geral, e a linguagem, em um nível hierárquico denominado sistemas simbólicos, nos quais os modelos se organizam a partir de algoritmos simbólicos ou, como denomina Bertalanffy, a partir de "regras do jogo" (BERTALANFFY, 2008, p. 53). É o caso dos sistemas modal e tonal[178], por exemplo, nos quais existem limites (algoritmos simbólicos) para a manipulação das alturas e durações. Ambos são sistemas musicais, porém, com regras bem definidas para as operações que fomentam o sistema.

O uso de regras pré-definidas no âmbito da composição musical não é algo recente. Guido d'Arezzo, por exemplo, elaborou, em torno de 1026, um sistema composicional que mapeava vogais a notas musicais diatônicas no âmbito de uma paleta pré-determinada (GARETH, 2006, p. 287). Tomemos o seguinte poema extraído do Livro X da Eneida de Virgílio: "N**e**sc**ia** m**e**ns h**o**m**i**n**u**m f**a**t**i** s**o**rt**i**sq**ue** f**u**t**u**r**ae e**t s**e**rv**a**r**e** m**o**d**u**m r**e**b**u**s s**u**bl**a**t**a** s**ec**un**di**s!"[179] Se associarmos as vogais do trecho poético às alturas dispostas na paleta mostrada na Figura 6 poderemos produzir o trecho musical mostrado na Figura 7. Poderíamos ampliar o

---

[176] *Un système n'est autre chose que la disposition des différentes parties d'un art ou d'une science dans un ordre où elles se soutiennent toutes mutuellement, et où les dernières s'expliquent par les premières. Celles qui rendent raison des autres, s'appellent principes ; et le système est d'autant plus parfait, que les principes sont en plus petit nombre : il est même à souhaiter qu'on les réduise à un seul.*

[177] A teoria geral dos sistemas integra um quadro epistemológico mais amplo, denominado Pensamento Sistêmico, no qual se incluem a Teoria Cibernética e a Teoria da Complexidade (VASCONCELOS, 2002).

[178] Como veremos subsequentemente, talvez seja mais apropriado no âmbito da Teoria dos Sistemas Composicionais se falar em universo modal e universo tonal, dada a variedade estética e a complexidade de procedimentos associadas ao modalismo e ao tonalismo. Assim, de um universo tonal relacionado a uma prática comum podem ser derivados os sistemas de Mozart, de Brahms, de Bach etc.

[179] Linha 501 da *Eneida,* Livro X, de Virgílio. Tradução para o inglês (AHL, 2007, p. 252): "Witness the human mind, knowing nothing of fate or the future, nothing about moderation when puffed with success and good fortune!" (Testemunhe a mente humana, sem saber nada sobre o destino ou o futuro, nada sobre moderação quando inflado com sucesso e boa sorte!)

sistema Arezzo ao incluirmos um mapeamento de vogais a figuras rítmicas (Figura 8), o que resultaria no trecho mostrado no Exemplo 3.

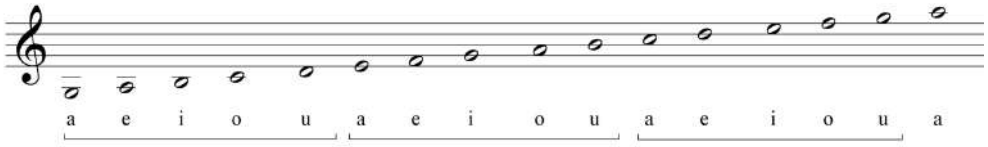


Figura 6: Paleta de alturas do sistema Arezzo.

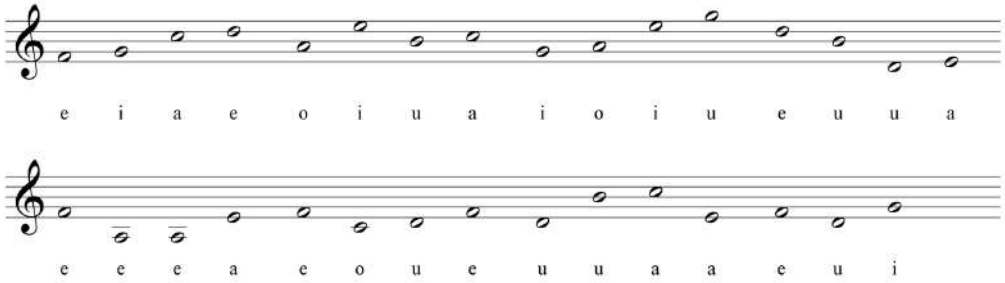


Figura 7: Trecho produzido com o mapeamento de vogais do sistema Arezzo.

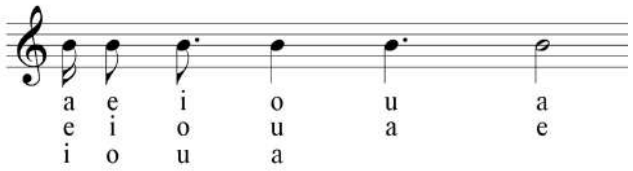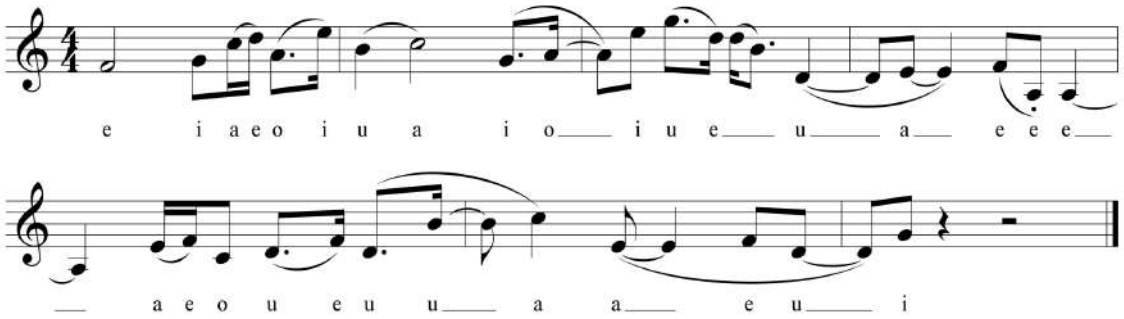


Figura 8: Mapeamento de vogais a figuras rítmicas



Exemplo 3: Trecho produzido com o mapeamento de alturas e ritmos a vogais do poema de Virgílio.

Poderíamos ainda citar, como exemplo, os sistemas probabilísticos, como os aplicados na obra *Musikalisches Wurfelspiel*, ou Jogos de Dados Musicais, atribuídos a W. A. Mozart (HEDGES, 1978); os sistemas retóricos bem definidos por Johann Mattheson (1681-1764) em *der Volkommene Capellmeister* (1739), no qual o autor “apresenta uma teoria da

composição fundamentada na aplicação dos lugares-comuns dispostos segundo esquemas claramente formulados e apresentados de maneira lisa ou ornada" (LUCAS, 2016, p. 78); e, mais recentemente, o sistema de cartas (*chart technique*) utilizado por John Cage, com o auxílio do *I Ching*, para a composição de *Music of Changes* (PRITCHET, 1993).

Ainda em termos de sistemas gerais, outra visão nos é dada por Klir (1990), ao definir um sistema como um complexo onde interagem objetos e relações: S = (O, R). Meadows (2008) amplia essa formalização incluindo o conceito de função como inerente à própria formação de um sistema. Assim, com a ampliação de Meadows temos que formalmente S = (O, R, F).

Uma visão integrada dessas duas perspectivas – Bertalanffy e Klir – conduziu à primeira definição do termo *Sistema Composicional*, realizada na dissertação de Flávio Lima (2011), orientada por Pitombeira na Universidade Federal da Paraíba. De acordo com Lima (2011, p. 65) um sistema composicional pode ser entendido como "um conjunto de diretrizes, formando um todo coerente, que coordenam a utilização e interconexão de parâmetros musicais, com o propósito de produzir obras musicais." Posteriormente, Pitombeira (2015c, p. 69) atualiza esse conceito deixando claro que

> "o sistema composicional atua em nível generalizado (diferenciando-se assim do planejamento, que atua em nível particular) e que manipula não só parâmetros, isto é, abstrações de materiais observados sob certas perspectivas, mas também os próprios materiais integralmente considerados".

A definição de Klir nos permite vislumbrar claramente as duas instâncias que formam o núcleo mínimo de um sistema e transferir essa formalização para o domínio dos sistemas composicionais. É importante enfatizar que os objetos de um sistema composicional, de acordo com os pressupostos teóricos definidos por Pitombeira (2018, p. 38), são genéricos. A particularização dos valores desses objetos se dá em uma fase posterior, denominada planejamento composicional. O sistema da Figura 9 realiza a modificação de objetos musicais que, em sua origem, encapsulam classes de notas e durações. Esse sistema é formado por quatro módulos: 1) separador paramétrico, cuja função é separar os parâmetros classe de altura e duração; 2) inversor, que realiza uma inversão em torno do eixo 0, e uma transposição a partir de um fator (k) fornecido pelo usuário; 3) um expansor/contrator, que expande ou contrai as durações, a partir de um fator (w) fornecido pelo usuário; e, finalmente, um integrador, que encapsula novamente as novas classes de alturas e durações. Observemos que a entrada é um vetor que indica genericamente uma classe de altura (p) e uma duração (d). A saída é exatamente

a inversão de p, em torno do eixo 0, acrescida de uma eventual transposição (*k*), e a multiplicação da duração *d* pelo fator *w*.

Esse sistema (Figura 9) é aberto, ou seja, há uma entrada, um conjunto de operações internas e, finalmente, uma saída. Nesse ponto, é importante consideramos uma tipologia de sistemas composicionais proposta por Pitombeira (2018), inspirada em Durand (1980): sistemas abertos, semiabertos e retroalimentados. Nos sistemas abertos são inseridas informações (intertextos musicais, elementos extramusicais, parâmetros musicais, dados numéricos etc.), que são manipuladas no interior do sistema produzindo uma nova saída. Nos sistemas semiabertos, o próprio sistema produz dados a partir de definições que gerenciam os tipos de objetos genéricos e suas interrelações. Nos sistemas retroalimentados, a saída é reintroduzida na entrada produzindo *loop*s iterativos, que são úteis especialmente em sistemas caóticos (BARBOSA e PITOMBEIRA, 2009). Na Figura 10 temos diagramas dos três tipos de sistemas.

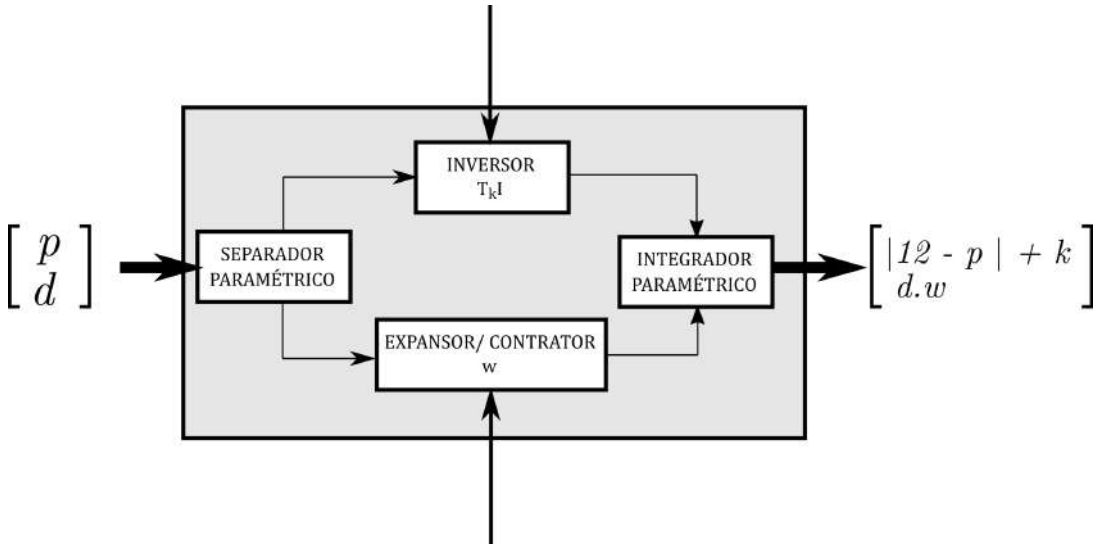


Figura 9: Sistema que modifica classes de alturas e durações.

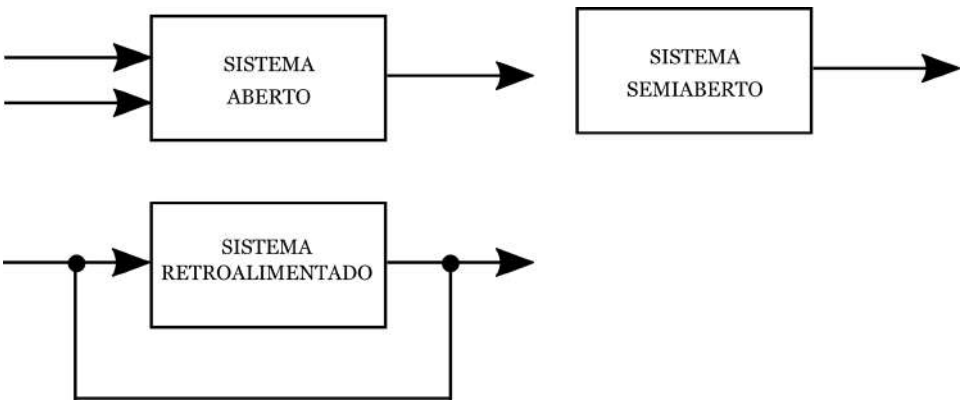


Figura 10: Tipos de sistemas (PITOMBEIRA, 2018)

Elaboremos, a título de exemplo, um sistema semiaberto com foco na textura e nas classes de altura. Tal sistema pode ser efetivado a partir de um conjunto de definições, nas quais se evidenciam as relações aplicadas a objetos genéricos associados a esses dois parâmetros: a textura (um parâmetro abstrato) e a classe de altura (parâmetro abstrato, uma vez que lhe falta o registro). A primeira definição explicita que o sistema *Part* (*SP*) é formado pela concomitância (⊗) de dois outros sistemas: o sistema S_1 que trata das partições texturais rítmicas e o sistema S_2 que trata das classes de altura. Desta forma, os sistemas S_1 e S_2 atuam como objetos do sistema *SP*. A segunda definição estipula que a obra parte integralmente de uma única partição geradora (p_0) proposta na fase de planejamento composicional (cujo ciclo metodológico será detalhado a seguir). A terceira e quarta definições especificam as operações particionais a serem utilizadas, evidenciando que operações do mesmo tipo só podem ser utilizadas duas vezes consecutivas.[180] A quinta definição trata do parâmetro altura e especifica que deve haver uma acumulação em direção à formação de um agregado cromático. O sistema *Part* é resumido no Quadro 1, no qual cada definição recebe uma descrição textual e formal.

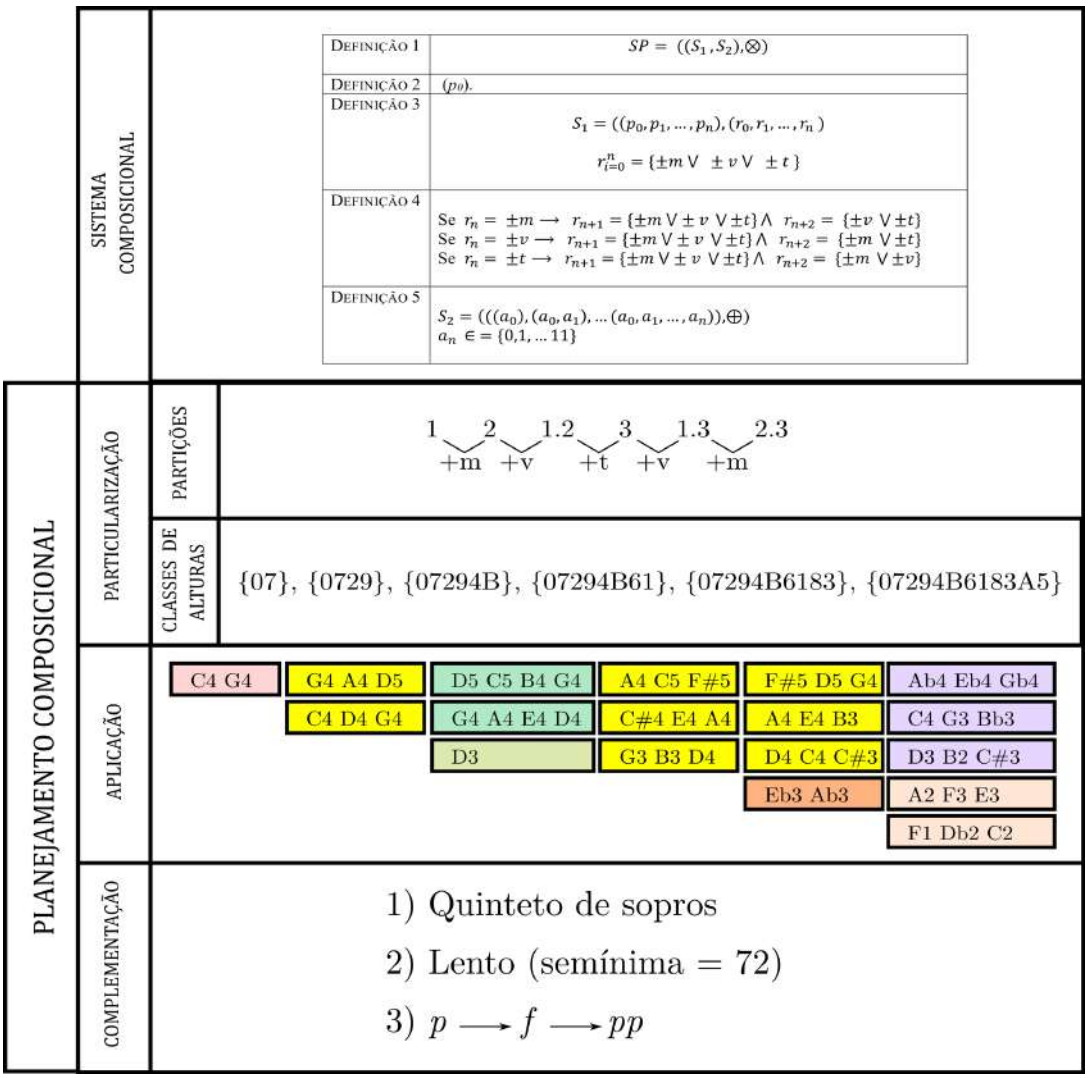
Quadro 1: Sistema *Part*

DEFINIÇÃO 1	O sistema Part (*SP*) manipula textura (S_1) e classe de altura (S_2).
	$SP = ((S_1, S_2), \otimes)$
DEFINIÇÃO 2	Propõe-se uma partição textural rítmica geradora (p_0).
DEFINIÇÃO 3	Cada partição sucessiva ($p_1, p_2, \ldots p_n$) é gerada pela aplicação de uma operação ±m, ±v, ou ±t.
	$S_1 = ((p_0, p_1, \ldots, p_n), (r_0, r_1, \ldots, r_n))$ $r_{i=0}^{n} = \{\pm m \vee \pm v \vee \pm t\}$
DEFINIÇÃO 4	Operações do mesmo tipo só podem ser utilizadas duas vezes consecutivas.
	Se $r_n = \pm m \rightarrow r_{n+1} = \{\pm m \vee \pm v \vee \pm t\} \wedge r_{n+2} = \{\pm v \vee \pm t\}$ Se $r_n = \pm v \rightarrow r_{n+1} = \{\pm m \vee \pm v \vee \pm t\} \wedge r_{n+2} = \{\pm m \vee \pm t\}$ Se $r_n = \pm t \rightarrow r_{n+1} = \{\pm m \vee \pm v \vee \pm t\} \wedge r_{n+2} = \{\pm m \vee \pm v\}$
DEFINIÇÃO 5	Deve haver uma acumulação cromática em direção ao agregado.
	$S_2 = (((a_0), (a_0, a_1), \ldots (a_0, a_1, \ldots, a_n)), \oplus)$ $a_n \in = \{0,1, \ldots 11\}$

[180] Para um detalhamento acerca das operações particionais ver GENTIL-NUNES (2009).
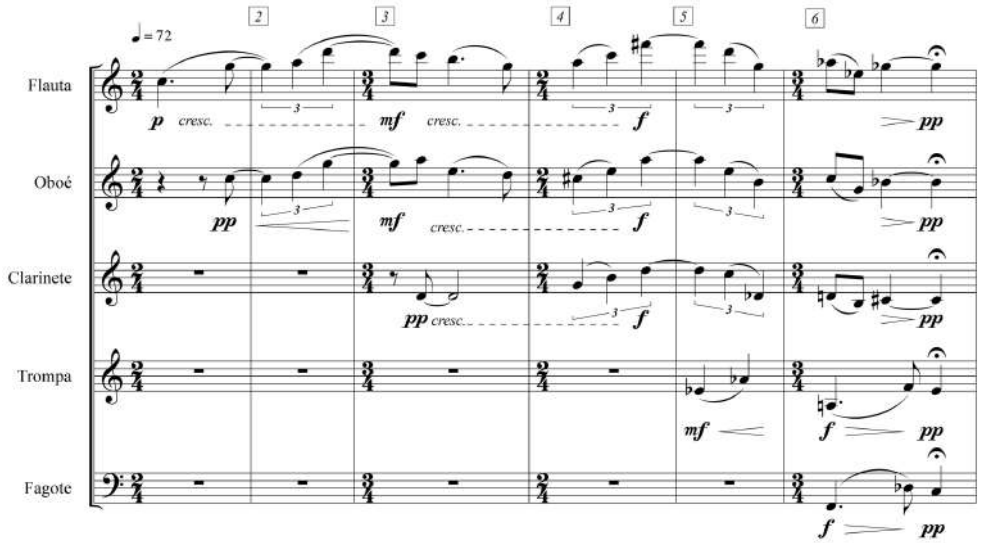
Partindo do sistema *Part*, planejemos um trecho para quinteto de sopros (flauta, oboé, clarinete, trompa e fagote). O planejamento composicional, na metodologia de Pitombeira (2018) possui três fases metodológicas. Na primeira fase, particularizam-se os objetos. No caso do sistema *Part* dois grupos de particularizações devem ser efetivados. A primeira particularização se dá no âmbito das partições texturais. Tomando como partição geradora a partição 1 (solo), aplicou-se a operação +m, produzindo a partição 2; em seguida, aplicou-se a operação +v, produzindo a partição 1.2, seguida da partição 3, que foi obtida pela operação +t. As duas últimas partições são 1.3, obtida por +v, seguida da partição 2.3, obtida pela operação +m. No âmbito das classes de alturas optou-se por criar para cada partição um conjunto de classes de alturas que se acumulam pela classe intervalar 7 (que produz um movimento similar ao ciclo das quintas).

Quadro 2: Panejamento composicional a partir do sistema *Part*.



Na segunda fase do planejamento composicional – denominada aplicação – os parâmetros abstratos são concretizados o máximo possível, ficando alguns detalhes para o ato composicional propriamente dito. Desta forma, foram definidos sete padrões rítmicos associados a sete cores, no âmbito da textura e as classes de alturas passam a ter registros definidos, tornando-se assim alturas.

Na última fase do planejamento composicional – denominada complementação – outros parâmetros não declarados no sistema são acrescentados. Neste caso, escolheu-se a instrumentação (quinteto de sopros), o andamento e uma curva dinâmica aproximada. O Quadro 2 resume o ciclo metodológico do planejamento composicional supramencionado e o Exemplo 4 mostra o trecho musicalmente realizado. Na próxima seção examinaremos o segundo referencial teórico da teoria dos sistemas composicionais: a Teoria da Intertextualidade.



Exemplo 4: Trecho produzido a partir do sistema Part.

2.7.2 Intertextualidade

O conceito de intertextualidade foi criado em 1966 por Julia Kristeva, tomando como ponto de partida a Dialógica de Bahktin, embora uma definição formal só apareça em 1967, quando ela define texto como "uma permutação de textos, uma intertextualidade: no espaço de um texto, várias afirmações, extraídas de outros textos, cruzam-se e neutralizam-se."[181] (KRISTEVA, 1967, p. 103,)

[181] '*Il est une permutation de textes, une intertextualité : dans l'espace d'un texte plusieurs énoncés, pris à d'autres textes, se croisent et se neutralisent*,'

São diversos os procedimentos intertextuais na literatura: a citação, a alusão, a referência, o pastiche, a paródia, o plágio e colagens de todas as espécies. (SAMOYAULT, 2008, p. 10). Mesquita (2018) classifica diversas tipologias intertextuais aplicadas à música de acordo com as perspectivas do texto e do contexto, e, para isso, propõe uma bússola intertextual (Figura 11), na qual os tipos de intertextualidade se dispõem em um plano bidimensional. A modelagem sistêmica, localizada no quadrante inferior esquerdo, como observamos no diagrama, tem a presença implícita e a intencionalidade[182] subvertida.

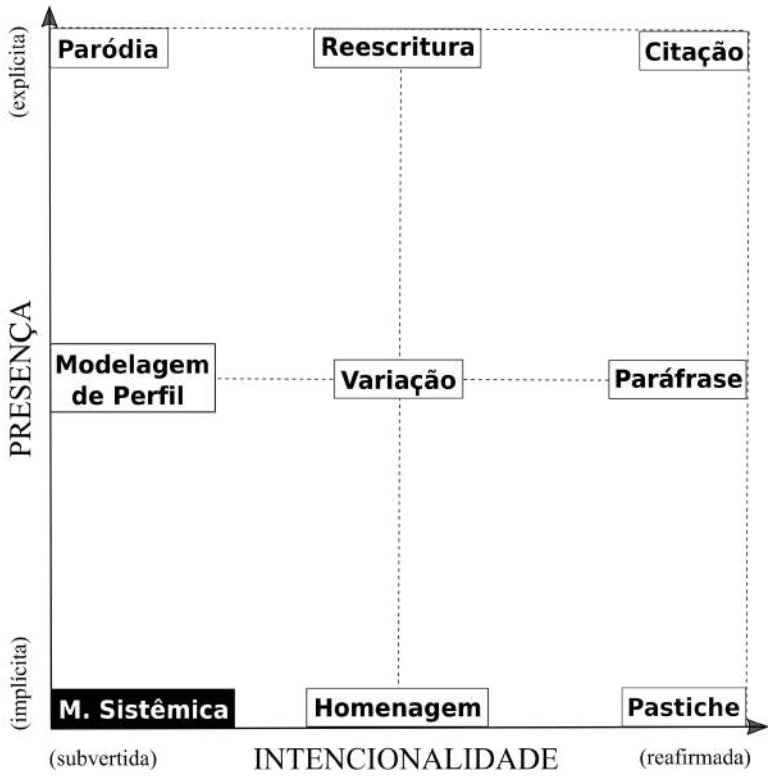


Figura 11: Bússola intertextual de Mesquita (2018)

Kristeva (1969) já havia ressaltado a afinidade entre a música e a literatura ao mencionar que "dentre os primeiros a terem abordado a música como linguagem, cite-se Pierre Boulez, *Relevés d'apprenti* (1966), que fala de 'linguagem musical', de 'semântica', de 'morfologia' e de 'sintaxe' da música." Sobre a intertextualidade na música, José Alberto Kaplan acrescenta:

> Fora da intertextualidade, uma obra musical é simplesmente incompreensível. Só podemos apreender os seus sentidos e estrutura se a relacionarmos com seus arquétipos. Estes não são outra coisa senão abstrações de longas séries de textos anteriores de que constituem, por assim dizer, a constante. Em face desses arquétipos,

[182] No trabalho de Mesquita (2018), a intencionalidade se refere à presença do contexto original (acompanhamento, instrumentação etc.).

> toda obra entra sempre numa relação de imitação, transformação ou transgressão. (KAPLAN, 2006, p. 19).

Pitombeira (2013, p. 105) propõe dois tipos de intertextualidade: literal e abstrata.

> A via literal se efetiva tanto através de transformações motívicas que produzem alterações suaves na superfície do intertexto (transposição, inversão, expansão e contração temporal, expansão e contração intervalar, deslocamento pontual de oitava e conversão), como através de Variação, Citação, Paródia e Pastiche. A via abstrata se efetiva através de transformações motívicas que causam modificações radicais no intertexto (retrogradação, simplificação e complexificação, fixação paramétrica, filtragem, permutação e fragmentação) ou se apropria do intertexto somente em seus aspectos estruturais e profundos (ferramentas de Bloom/Korsyn e Straus).

A via abstrata se constitui no núcleo fundamental da modelagem sistêmica, como veremos na seção seguinte. Como vimos na bússola intertextual de Mesquita, a modelagem sistêmica é o tipo de intertextualidade que se encontra mais distante do original, tanto em termos de parâmetros superficiais (altura, duração, dinâmica e timbre) como em termos de pano de fundo ou contexto.

Três trabalhos são fundamentais na pesquisa da intertextualidade musical: *Toward a New Poetics of Musical Influence* (KORSYN, 1991), *Remaking the Past* (STRAUS, 1990), *Intertextuality in Western Art Music* (KLEIN, 2005). Esse último faz uma retrospectiva geral da intertextualidade na música ocidental e nos aponta para os referenciais mais densos, que são os de Korsyn e Straus. Straus (1990, p. 17) sugere oito técnicas de manipulação intertextual:

> 1) Motivização: o conteúdo motívico do trabalho anterior é radicalmente intensificado;[183]
>
> 2) Generalização: um motivo do trabalho anterior é generalizado no conjunto de classes de notas do qual ele é membro. Esse conjunto de classes de notas é então implantado no novo trabalho de acordo com as normas de uso pós-tonal;[184]
>
> 3) Marginalização: elementos musicais que são centrais para a estrutura do trabalho anterior (como cadências dominante-tônica e progressões lineares que envolvem intervalos triádicos) são relegados à periferia do novo trabalho;[185]

[183] "*Motivicization*. *The motivic content of the earlier work is radically intensified*".
[184] "*Generalization*. *A motive from the earlier work is generalized into the unordered pitch-class set of which it is a member*. *That pitch-class set is then deployed in the new work in accordance with the norms of post-tonal usage*".
[185] "*Marginalization*. *Musical elements that are central to the structure of the earlier work (such as dominant-tonic cadences and linear progressions that span triadic intervals) are relegated to the periphery of the new one*".

4) Centralização: elementos musicais que são periféricos à estrutura do trabalho anterior (como tonalidades remotas e combinações incomuns de notas resultante de embelezamento linear) passam para o centro estrutural do novo trabalho;[186]

5) Compressão: elementos que ocorrem diacronicamente no trabalho anterior (como duas tríades em uma relação funcional entre si) são compactados em algo síncrono no novo trabalho;[187]

6) Fragmentação: elementos que ocorrem juntos no trabalho anterior (como a fundamental, a terça e a quinta de uma tríade) são separados no novo trabalho;[188]

7) Neutralização: elementos musicais tradicionais (como acordes de dominante com sétima) são destituídos de suas funções habituais, particularmente de seu impulso resolutivo. A progressão resolutiva é bloqueada;[189]

8) Simetrização: progressões harmônicas e formas musicais (sonata, por exemplo), tradicionalmente orientadas para determinados objetivos são realizadas de forma inversa ou simétrica retrógrada, e assim são imobilizados.[190]

Por sua vez, Korsyn (1991) associa a teoria literária de Harold Bloom à música. Um aspecto importante nessa teoria são as proporções revisionárias (Quadro 3) e seus respectivos tropos retóricos (figuras de linguagem) e defesas psíquicas (segundo Freud). A combinação das ferramentas de Straus e das proporções revisionárias de Korsyn/Bloom foram amplamente utilizadas na dissertação de mestrado de Flávio Lima (2011), que teve Pitombeira como orientador. Nesse trabalho, Lima desenvolve diversos sistemas composicionais a partir da manipulação intertextual de obras originais e cada ferramenta/proporção revisionária funciona como um tipo de subsistema.

---

[186] "*Centralization. Musical elements that are peripheral to the structure of the earlier work (such as remote key areas and unusual combinations of notes resulting from linear embellishment) move to the structural center of the new one*".

[187] "*Compression. Elements that occur diachronically in the earlier work (such as two triads in a functional relationship to each other) are compressed into something synchronous in the new one*".

[188] "*Fragmentation. Elements that occur together in the earlier work (such as the root, third, and fifth of a triad) are separated in the new one*".

[189] "*Neutralization. Traditional musical elements (such as dominant-seventh chords) are stripped of their customary function, particularly of their progressional impulse. Forward progress is blocked*".

[190] "*Symmetricization. Traditionally goal-oriented harmonic progressions and musical forms (sonata form, for example) are made inversionally or retrograde-symmetrical and are thus immobilized*".

Quadro 3: Proporções revisionárias de Bloom com seus tropos retóricos e defesas psíquicas associadas e ampliação para o campo musical por Korsyn (LIMA, 2011, p. 52)

Campo Literário			**Campo Musical**
Proporção Revisionária	***Tropo retórico***	***Defesa psíquica***	***Aplicação musical, segundo Korsyn***
Clinamen: Desvio inicial do precursor	**Ironia:** Figura pela qual dizemos o contrário do que pensamos, quase sempre com intenção sarcástica.	**Reação-Formação** (É uma inversão clara e, em geral, inconsciente do desejo.)	Uma estrutura musical presente no precursor é imaginada como ausente no novo texto. A relação intertextual torna-se evidente somente no retrospecto.
***Tessera*:** Realização antitética	**Sinédoque ou metonímia:** Uso de uma palavra por outra, com a qual se acha relacionada (uma evoca a outra).	**Reversão no oposto**	Após uma reação inicial contrária à obra precursora, a nova obra se reverte no oposto, identificando-se com o intertexto.
***Kenosis*:** Movimento de descontinuidade com o precursor	**Sinédoque ou metonímia:** Uso de uma palavra por outra, com a qual se acha relacionada (uma evoca a outra).	**Isolamento, Desfazimento, Regressão**	Isolamento de uma estrutura musical de seu contexto original (precursor) colocando-a dentro de um novo texto em um contexto diferente.
***Daemonização*:** Movimento em direção a um contra-Sublime personalizado, em reação ao Sublime do precursor.	**Hipérbole:** Uma afirmação exagerada. Uma deformação da verdade que visa a um efeito expressivo.	**Repressão**	O compositor redireciona fatos esperados, reprimindo, reinterpretando e reagindo ao discurso do precursor, deformando-o e personalizando o seu próprio texto.
***Askesis*:** Auto-redução, separação do precursor	**Metáfora:** Desvio da significação própria de uma palavra, nascido de uma comparação mental ou característica comum entre dois seres ou fatos.	**Sublimação**	Trata-se de um desvio do precursor, na direção de um diálogo prazeroso das ideias deste com suas próprias ideias.
Apophrades: Retorno da morte.	**Metalepse:** Figura de linguagem em que se toma o antecedente pelo consequente e vice-versa.	**Introjeção, Projeção**	É a internalização das ideias precursoras, tornando-as próprias do autor pela razão da alta qualidade das mesmas, dando-as um invólucro de novo.

2.7.3 Modelagem Sistêmica

Como vimos anteriormente, um sistema composicional pode se apoiar em diversos padrões operacionais teóricos ou estéticos e podem ser originalmente definidos ou modelados partindo de outra obra já existente. Esse último é o caso dos sistemas que se originam "a partir da intertextualidade – literal ou abstrata – (...) [os quais] podem nos revelar características arquetípicas e tendências estéticas de um determinando compositor e motivar a criação de obras originais que tenham parentesco com esses arquétipos e tendências" (PITOMBEIRA, 2015c, p. 69). No caso dos sistemas modelados, a estrutura arquetípica revelada servirá de base para se chegar a um sistema composicional hipotético. Tal sistema é denominado modelo sistêmico. Esse tipo de sistema é hipotético porque não se considera a identificação precisa da intencionalidade do autor ao compor determinada obra, mas unicamente se leva em conta a

visão analítica de quem a modela. De acordo com Pitombeira (2017b, p. 2) um sistema composicional hipotético "pode ser entendido como um conjunto de relações e funções[191] entre estruturas musicais de uma obra pré-existente, sob a perspectiva de parâmetros musicais específicos". Acrescente-se que tal sistema "não é exaustivo, (...) não se tem a intenção de reconstruir a obra original, e muito menos se tem a pretensão de explicar toda a produção de um compositor. Em outras palavras, é um recorte local e limitado a uma leitura parcial de uma obra específica".

Segundo Pitombeira (2017b, p. 3), o modelo sistêmico de uma determinada obra "é definido por um conjunto de relações (...) entre estruturas dessa obra, em uma perspectiva parcial, onde apenas certos parâmetros são examinados. Essa perspectiva é parcial por uma característica inerente a toda modelagem"[192]. A modelagem sistêmica, portanto, não busca reproduzir a obra por completo, mas revelar um complexo de relações empregadas a partir da eleição de um ou mais parâmetros. Essa premissa, segundo Pitombeira

> "(...) se sintoniza com nosso propósito em produzir um modelo que não tenha como finalidade reconstruir a obra original, mas que apenas sirva como ponto de partida para sua recriação arquetípica exclusivamente em nível profundo. Isso significa que características estéticas de superfície da obra original são esvaziadas, permanecendo somente relações abstratas que servem como fundamento para o planejamento composicional de uma nova obra" (PITOMBEIRA, 2017, p. 3).

Pitombeira (2017b, p. 3) avança ainda mais ao expandir os possíveis parâmetros elencados a "abstrações paramétricas, tais como classes de conjuntos, partições texturais, contornos (principalmente melódicos) e eixos inversivos, por exemplo". Empregando esses

---

[191] "Para a modelagem sistêmica, a diferença entre relação e função é a mesma adotada na matemática, ou seja, uma relação é "qualquer subconjunto de um produto cartesiano" (WEISSTEIN, 1998, p.1542), enquanto uma função é "uma maneira de associar objetos únicos a cada ponto de um determinado conjunto" (WEISSTEIN, 1998:683)" (PITOMBEIRA, 2017b, p. 2).

[192] Nesse sentido, é interessante examinar a Teoria dos Modelos de Stachoviak (1973). Worobeia and Flämig (2014:880), ao comentar essa teoria, cujo texto original é em alemão, ressaltam que um modelo apresenta três propriedades fundamentais: "(1) Característica da imagem, ou seja, modelos são sempre modelos de alguma coisa. São representações de originais naturais ou artificiais que podem ser modelos; (2) A característica de redução, ou seja, em geral os modelos não capturam todos os aspectos do original representado. Somente atributos vistos como relevantes pelos criadores ou usuários do modelo são levados em consideração; e (3) característica pragmática, isto é, os requisitos do modelo são derivados do objetivo. Os modelos cumprem sua função de substitutos para certos sujeitos (para quem?), dentro de certos intervalos de tempo (quando?) e restritos a determinadas operações mentais ou físicas (por quê?). A característica pragmática determina a seleção de aspectos relevantes do original representado. " No original lê-se "(1) *Image characteristic, i.e. models are always models of something. They are representations of natural or artificial originals that can be models themselves; (2) Reduction characteristic, i.e. in general models do not capture all aspects of the represented original. Only attributes seen as relevant by model creators or users are taken in consideration; and (3) Pragmatic characteristic, i.e. model requirements are derived from the purpose. Models fulfill their function as surrogates for certain subjects (for whom?), within certain time intervals (when?) and restricted to certain mental or physical operations (Why?). The pragmatic characteristic determines the selection of relevant aspects of the represented original*.".

parâmetros mais abstratos no processo de proposição de um modelo, o próprio arquétipo apreendido se afasta mais ainda da obra original, em nível de superfície, sem deixar de revelar o sistema por trás da mesma. Isso ocorre porque esses parâmetros abstratos estão distanciados dos parâmetros musicais mais concretos como altura e duração. O ganho, segundo Pitombeira (2017b, p. 3), estaria justamente no "esvaziamento estético radical" que o modelo apreendido revelaria ao empregar tais abstrações paramétricas como filtros no processo.

Metodologicamente, a modelagem sistêmica se efetiva em três fases distintas (Figura 112). Na primeira, "denominada seleção paramétrica – selecionam-se, através de uma análise prospectiva, os parâmetros que serão focalizados" (PITOMBEIRA, 2017b, p. 4). Ou seja, elege-se o parâmetro (ou parâmetros), abstrato ou concreto, possível de ser examinado na peça sob a perspectiva de determinada teoria analítica (desenvolvida pelo analista ou já consagrada no meio acadêmico) e que nos renderia um maior conjunto de informações relevantes, afastando-se da tautologia e da complexidade plena. Em outras palavras, a seleção paramétrica é um tipo de calibragem do olhar analítico sobre a obra. Por exemplo, eleger a teoria dos conjuntos de classes de notas (Forte, 1973) para analisar a dimensão harmônica do parâmetro altura em uma obra cujo material harmônico seja predominantemente constituído de tríades maiores e menores, resultaria em uma tautologia, já que todos os materiais pertenceriam a uma única classe de conjuntos: 037. Desta forma, não estaríamos percebendo os contrastes e as variações que são propriedades de diferenciação inerentes a qualquer procedimento analítico. Da mesma forma, se tomarmos uma obra que tenha sido construída fundamentalmente a partir de relações de contorno, como mostrado na Figura 13, um olhar sob o viés da teoria dos conjuntos de classes de notas também não nos possibilitaria chegar a um quadro analítico útil. Assim, nesse exemplo, buscamos identificar relações de similaridade e contraste a partir de duas perspectivas analíticas: 1) a teoria dos conjuntos de classes de notas (parte inferior da Figura) não identifica nenhuma recorrência na passagem, ou seja, ela nos oferece o máximo de informações novas desconectadas entre si; 2) a teoria dos contornos[193] (parte superior da Figura), por outro lado, nos permite identificar uma estrutura palindrômica constituída por um único contorno (<012>) e sua retrogradação. Desta forma, a teoria dos conjuntos de classes de notas nos daria uma perspectiva complexa e da qual não conseguiríamos obter informações úteis ao estabelecimento de um modelo. Por outro lado, a teoria dos contornos, ao nos desvendar

[193] "A noção do contorno melódico é bastante intuitiva e diz respeito aos movimentos ascendentes e descendentes das alturas de uma melodia ao longo do tempo. Tecnicamente, um contorno musical é definido como um conjunto de pontos de uma dimensão sequencial ordenado por outra dimensão sequencial (Morris, 1987, p. 283). Para maiores informações ver MORRIS, 1987; 1993.

um relacionamento entre os diversos objetos, nos permite inclusive generalizar uma informação que nos possibilitaria reconstruir a obra partindo de um novo objeto, ou seja, de um novo contorno inicial.

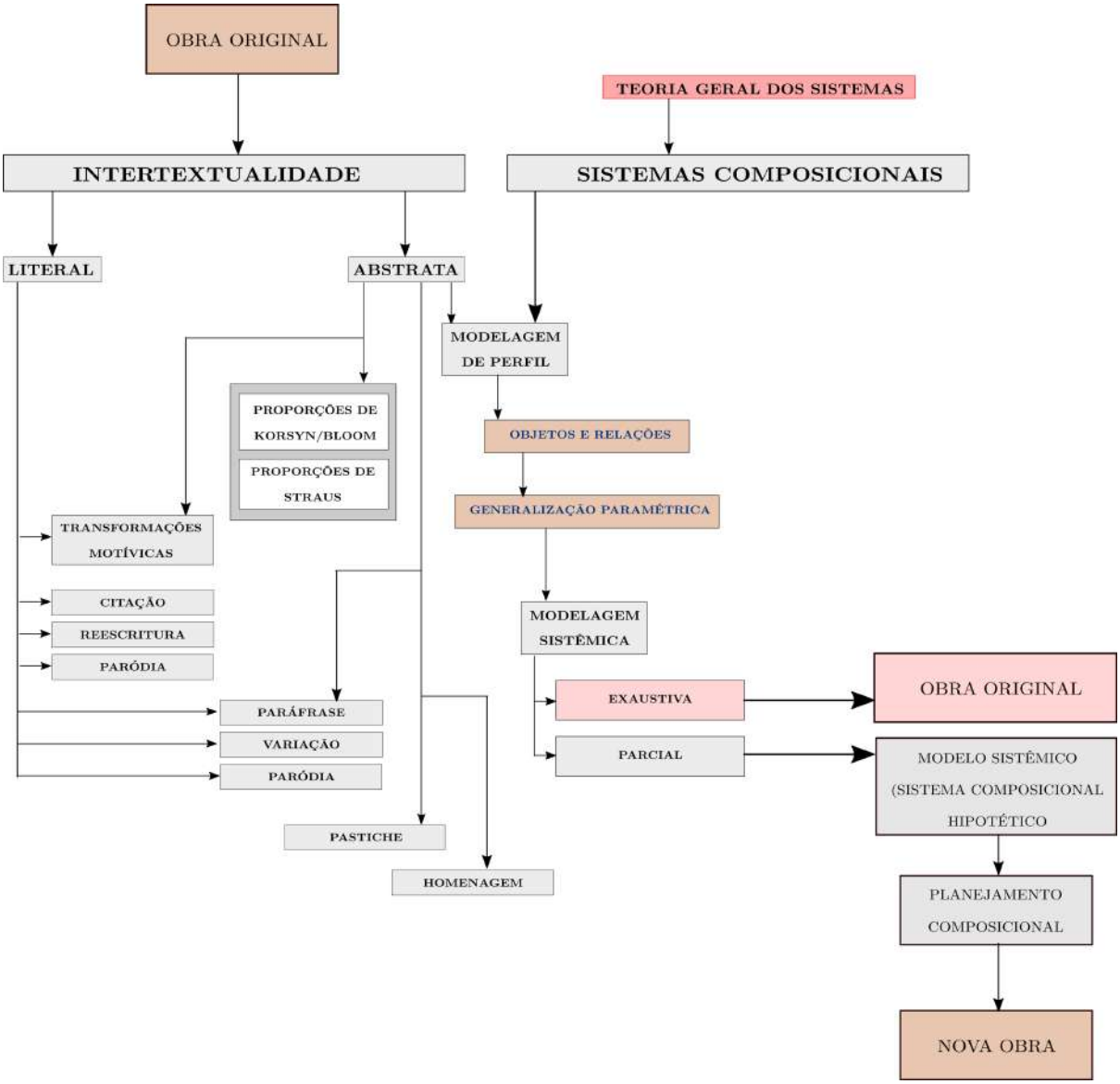


Figura 12: Genealogia da modelagem sistêmica inspirado em Pitombeira (2013, p. 113).

Na segunda fase, o procedimento analítico é empregado à luz do parâmetro (ou parâmetros) elencado. Nesse ponto, observa-se a interação da modelagem sistêmica com ferramentas analíticas, tanto as já consagradas como as que possam ser propostas pelo analista. Isso, porque a modelagem objetiva chegar a um modelo de determinada obra analisada e não se estabelecer como uma ferramenta analítica em si mesma. Um exemplo é relatado por Codeço (2014, p. 3) ao expressar que “a Análise Particional se apresenta como um possível modelo

sistêmico, pois seus dados correspondem a relações estruturais delineadas nas obras submetidas à análise". Nesse caso, a Análise Particional (GENTIL-NUNES, 2009) foi utilizada como ferramenta analítica a fim de extrair o modelo utilizado nas peças analisadas. É, portanto, nesse ponto que a modelagem sistêmica se insere na atual pesquisa. A teoria do Domínio Sonoro, que será estabelecida adiante, produz seus próprios processos analíticos e, ao aplica-los às obras elencadas, um modelo sistêmico será revelado e utilizado como planejamento composicional para obras originalmente compostas no âmbito da presente pesquisa.

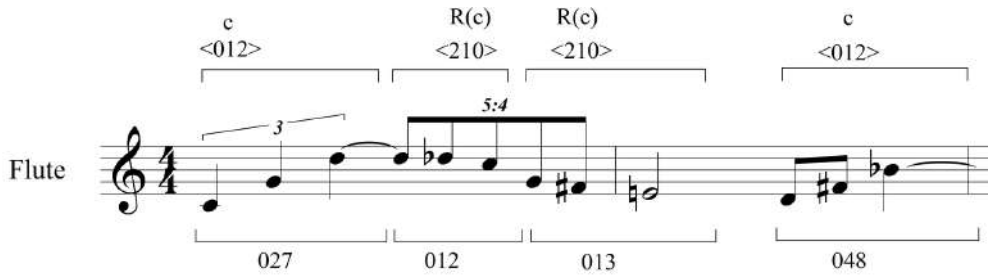


Figura 13: Exemplo de análise sob as perspectivas dos contornos e das classes de notas. Na parte superior são identificados os contornos e na parte inferior as classes de conjuntos.

Na terceira fase "– denominada generalização paramétrica – os objetos específicos são desconsiderados e as relações entre eles se tornam o foco. O conjunto dessas relações constitui o modelo sistêmico" (PITOMBEIRA, 2017b, p. 4).

O diagrama da Figura 14 mostra o mesmo trecho da Figura 13 submetido ao ciclo metodológico da modelagem sistêmica. Após uma análise prospectiva inicial, baseada em procedimentos de tentativa e erro, o analista propõe que se focalize unicamente no parâmetro contorno melódico. Desta forma, na primeira fase da modelagem sistêmica, todas as informações da partitura (instrumentação, andamento, caráter, ritmo, dinâmicas e articulações) são esvaziadas, permanecendo somente as alturas com seus respectivos registros e a ordenação temporal entre elas. Na segunda fase – a análise – determinam-se os contornos melódicos e as relações entre eles, produzindo-se uma estrutura denominada Perfil Composicional (objetos e relações). Na última fase da modelagem sistêmica, os objetos concretos (alturas) e abstratos (contornos específicos) são removidos, permanecendo somente as relações: c, R(c), R(c), c. Esse é o modelo sistêmico, ou sistema composicional hipotético, para o trecho original, na perspectiva dos contornos melódicos.

A TDS, enquanto geradora de sistemas de análise e sintaxe musical, se relacionará intertextualmente com as obras elencadas para análise (de maneira abstrata) a fim de que um

sistema composicional (imbuído da operacionalidade da teoria do Domínio Sonoro) seja revelado a partir da modelagem sistêmica.

Nesse sentido, "a busca dos aspectos estruturais profundos de um intertexto, no intuito de detectar o sistema composicional subjacente que lhe deu origem se constitui no que denominamos de modelagem sistêmica" (PITOMBEIRA, 2013, p. 110). Elucidando esse enunciado, Pitombeira (2013, p. 111) explica que a finalidade é "planejar uma nova obra, aparentada com a original somente em alguns aspectos profundos". Assim, a modelagem sistêmica se apropria da intertextualidade e seus mecanismos de atuação para revelar um mapa de realização da obra (o sistema composicional utilizado e transformações dos objetos) em nível profundo, isto é, descolado da superfície da obra original, mas que sirva como protótipo para a criação de uma nova obra. Pitombeira (2013, p. 110) ainda esclarece que a "modelagem sistêmica é parcial, uma vez que uma modelagem que tendesse à exaustão produziria como resultado a própria obra original que está sendo modelada".

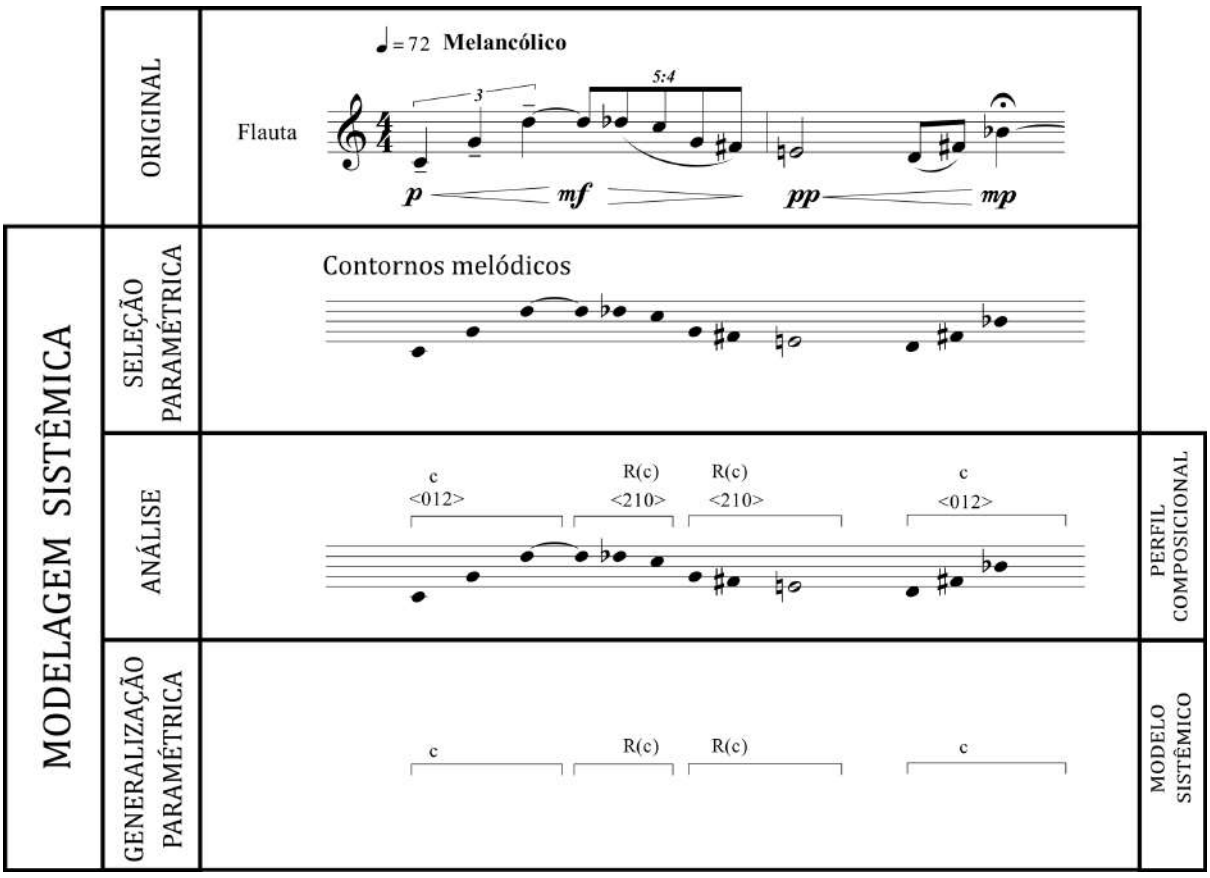


Figura 14: Ciclo da modelagem sistêmica. Partindo do original (linha superior), seleciona-se o parâmetro (segunda linha), realiza-se a análise (terceira linha) e generalizam-se as relações, chegando-se ao modelo sistêmico.

3 A TEORIA DO DOMÍNIO SONORO

"O cientista teórico não é para ser invejado. Por natureza (...) é um inexorável e não muito amistoso juiz de seu trabalho. Nunca diz "sim" para uma teoria. Quanto muito, diz "pode ser" e, na grande maioria dos casos, diz simplesmente "não"".

[Nota de Einstein em um livro em comemoração ao Prêmio Nobel ganho pelo cientista e professor Karmmeringh-Onnes].

A *Teoria do Domínio Sonoro* é construída sobre três pilares estruturais:

1) a perspectiva de Smolin (2013) acerca do tempo (como vimos na subseção 2.2);

2) a criação e aplicação de modelos matemáticos e algébricos descritivos (criados no presente trabalho, a serem apresentados na corrente seção);

3) a aplicação dos conceitos *fora do tempo*/*dentro do tempo* de Xenakis (1990) e do *Pensamento Sincrético* (HALAC, 2013) (examinados nas subseções 2.3 e 2.6).

A partir da sistematização da teoria manifesta-se um espaço finito tridimensional[194] onde desenvolvimento e análise de materiais musicais se constituem no topo ou na superfície desse espaço. Esta superfície ou ambiente (subjetivo) possui potenciais composicionais e analíticos que são desenvolvidos a partir da criação de ferramentas específicas.

As ferramentas composicionais que atuam na superfície do domínio sonoro são ativadas a partir da fusão e expansão dos princípios oriundos da modelagem sistêmica (vistos na seção 2.7) e da proposta original de descrição algébrica analítica a ser apresentada no presente capítulo.

No que diz respeito às ferramentas analíticas, o domínio sonoro é um ambiente onde vários mecanismos analíticos, principais e subsidiários, atuam partindo de equações matemáticas e/ou descrições algébricas. Esses mecanismos atuam sobre parâmetros musicais isolados e/ou conjugados e sobre a textura musical.

O presente capítulo foca predominantemente no potencial analítico natural à superfície do domínio sonoro. Todas as ferramentas analíticas são instituídas a partir da proposta de modelos matemáticos e descrições algébricas (originalmente desenvolvidos na presente pesquisa), e da fusão expansiva que tais concepções fizeram emergir ao serem fundidas

[194] Um espaço, em geometria, é um ambiente provido de três dimensões: altura, largura e profundidade, por exemplo. Uma superfície é um espaço geométrico provido de duas dimensões: altura e largura, por exemplo. A superfície, no caso do domínio sonoro, é o topo do espaço tridimensional.

com os princípios estendidos do *Pensamento Sincrético* e concepção original de tempo sonoro (apresentada na subseção 2.5).

De uma maneira geral, não se faz necessário que o leitor deste trabalho que deseja aplicar os mecanismos analíticos aqui descritos, tenha amplos conhecimentos da linguagem clássica matemática e/ou algébrica. As construções das ferramentas analíticas aqui apresentadas, que são produzidas a partir de fundamentos e princípios teóricos da álgebra linear, mecânica clássica e cálculo avançado[195]/[196], serão expostas em dois níveis: 1) emum primeiro momento, revelaremos a base matemática utilizada. Esse nível de exposição interessará mais aos leitores familiarizados com os conceitos matemáticos experimentados; 2) em seguida, sobretudo no capítulo 4, focaremos na aplicação dos mecanismos expondo processos e resultados através do uso não parcimonioso dos recursos visuais.

Deste ponto, avançaremos gradativamente na exposição das concepções algébricas e formulações matemáticas que fundamentam as ferramentas analíticas propostas e examinaremos a superfície em todos os seus estágios e, também, o espaço tridimensional.

3.1 Topologia do domínio sonoro: o espaço tridimensional e a superfície

O domínio sonoro pode ser melhor visualizado e entendido se, primeiro, apresentarmos sua superfície, isto é, o topo do espaço tridimensional que é onde operam os mecanismos analíticos. A superfície é dividida em três segmentos subsequenciais: fase não ordenada, função ordenadora e fase ordenada (Figura 15). O uso de um plano (ou de uma superfície), em termos geométricos, como proposta de visualização do ambiente do domínio sonoro, é proposital. Pois é decorrente da articulação dos postulados de Carnap e Reichenbach (ver subseção 2.1) acerca da metrificação, direção e efeito de causalidade do tempo. Desta maneira, os três segmentos ficam dispostos hierarquicamente e a superfície fica imbuída de força ordenatória, direcionalidade e causalidade.

A fase ordenada está em relação de dependência cronológica e ontológica à função ordenadora que, por sua vez, mantém as mesmas relações com a fase não ordenada. Apesar de nada anteceder a fase não ordenada, sua relação de dependência se faz real justamente com a função ordenadora, e, não apenas com ela. Ou seja, as relações de dependência não estão contidas apenas no segmento subsequente, mas, na verdade, as relações de dependência perpassam todos os segmentos de maneira permutativa.

---

[195] Por cálculo avançado, nos referimos às noções de Integral, Derivadas, Cálculo Vetorial e Trigonométrico.
[196] Fixamos, nas referências bibliográficas, materiais que servem de apoio para captação dos conceitos envolvidos nas respectivas áreas.

Todavia, a fase ordenada não se concretiza sem a antecedente existência da função ordenadora e da fase não ordenada. Desta maneira, a ordem importa e, consequentemente, evidenciam-se as relações de direção e causalidade entre os segmentos (Figura 15).

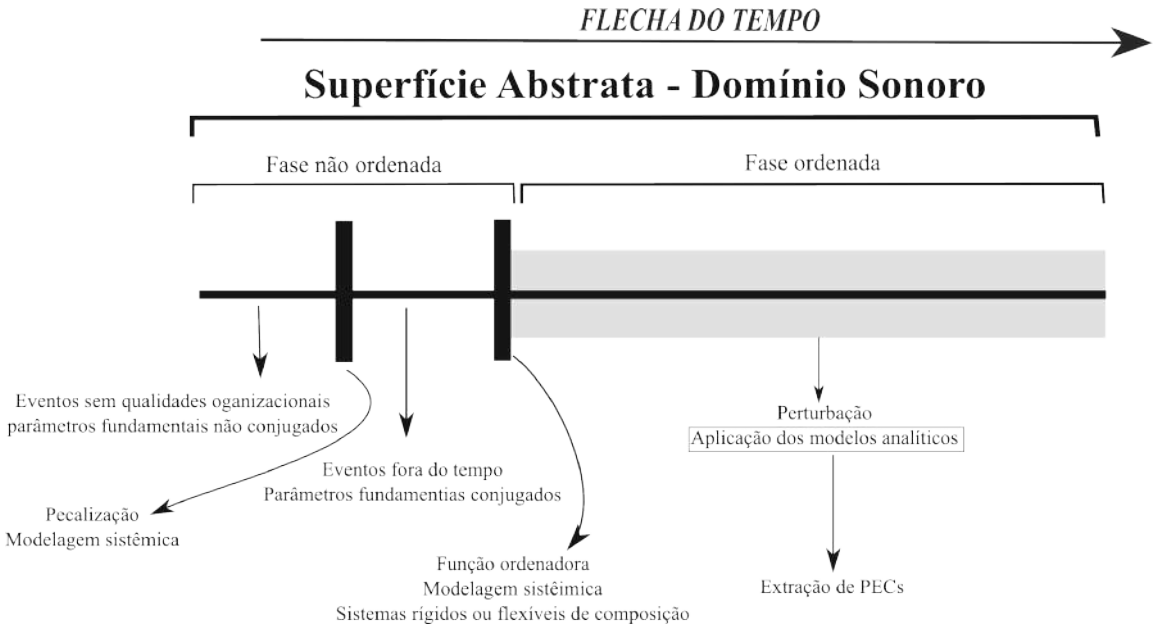


Figura 15: Demonstração das camadas distintas (fases ordenada e não ordenada) do espaço tridimensional incluindo a pecalização, a função ordenadora e as características básicas de cada uma.

Nossa proposta de visualização tridimensional do domínio sonoro é exposta na Figura 16. O espaço é formado por camadas de maior ou menor complexidade que simbolizam cada uma das fases. Na faixa de menor complexidade, no topo da superfície, estão realizações musicais tais quais a partitura, gravações em vídeo e/ou áudio e algoritmos em linguagem quaisquer ligados a execução musical, pois são realizações imbuídas de ordenação e direção temporal. Por essa razão, todos os modelos analíticos naturais ao domínio sonoro operam no topo da superfície.

Por esse viés, o primeiro segmento da fase não ordenada está alojado na camada mais profunda do espaço. Assim, a acessibilidade a essa camada fica condicionada a quebra do efeito de causalidade e da própria flecha do tempo, o que configura como uma violação da segunda lei da termodinâmica[197]. Por isso, todos os materiais que pertencem a esse segmento específico, que estão em total estado de entropia, são também inacessíveis integralmente pela reversão da trajetória.

[197] Para maiores informações sobre a discussão sobre a seta do tempo, direcionalidade, ordenação e causalidade do tempo aplicada em música proposta no presente trabalho, ver na subsubseção2.1.

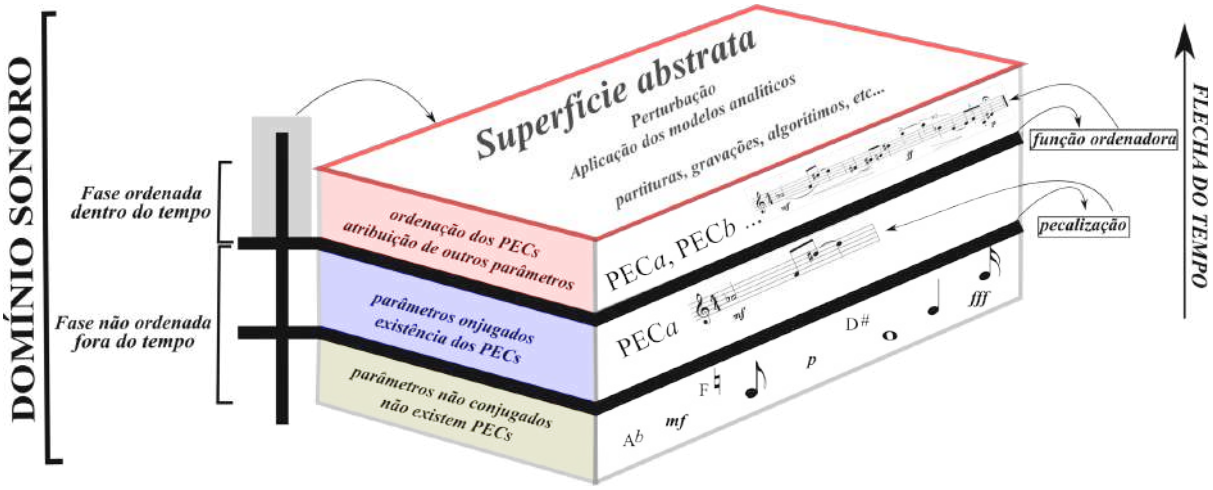


Figura 16: Demonstração das fases distintas da superfície abstrata em camadas superpostas.

A ideia é na Figura 16 é de uma piscina com níveis ou camadas distintas. Uma pedra jogada nessa piscina não atingiria níveis mais profundos por duas razões apenas: porque o material que reside nesses níveis é sólido, ou porque a densidade desse material seria maior do que o peso da pedra jogada na piscina. A segunda razão é a situação ilustrada aqui, ou seja, as camadas mais profundas não são sólidas, mas, muito densas. O que as torna densas em relação a pedra que jogamos é a questão crucial.

Aqui está um ponto de encontro fundamental da TDS com a teoria de Smolin (2013)[198] a respeito do tempo. O que estamos lançando na piscina, ou na superfície, não são os PECs, modelos sistêmicos ou os materiais sonoros quaisquer. O que estamos lançando na superfície são os mecanismos analíticos que, por sua vez, não conseguem adentrar os níveis mais profundos e modelar esses materiais por conta do tempo não emergente existente no primeiro segmento da fase não ordenada. Pois, o tempo que existe por si só, não emergente e para além do espaço, está também para além da conjugação dos três parâmetros fundamentais.

A questão é que nenhum material musical desprovido de temporalidade subjugada à espacialidade, é perceptível, acessível e descritível. Justamente porque a pedra que jogamos, os mecanismos analíticos que lançamos sobre a superfície, a modelagem matemática no geral, têm exequibilidade a partir do encapsulamento temporal, ou seja, de um tempo alicerçado em espacialidade, sobretudo no caso da música.

Ainda assim, as deformidades e as consequências topológicas causadas pela travessia de cada evento até o topo da piscina, em sua superfície, existem, apesar da

[198] Para maiores informações, ver subsubseção2.2.

impossibilidade de seu encapsulamento via operação matemática ou analítica e irreversibilidade. Assim, o tempo sonoro, o tempo da superfície é inteiramente emergente do espaço, porém integralmente encapsulado por operações analíticas e matemáticas.

Os modelos analíticos podem ser lançados a partir do produto da pecalização, ou seja, os PECs fora do tempo. Isso, porque existe temporalidade interna ao PEC, mesmo que não haja temporalidade externa[199], isto é, o fluxo do discurso musical por si só. Os objetos atemporais para Xenakis (1990), ou seja, os PECs fora do tempo na presente pesquisa, são em si objetos de temporalidade condicionada à sua espacialidade por apresentarem relações de ordem e direção. E, portanto, os mecanismos analíticos podem alcançar até essa camada da superfície.

A TDS prevê perturbações e distorções no topo da superfície que serão expostas nas subseções seguintes ao presente capítulo.

3.1.1 Fase não ordenada

A fase ou camada não ordenada, seccionada por dois recortes, é marcada pela aplicação de uma das instâncias organizacionais do *Pensamento Sincrético*, o PEC (a partir do procedimento que chamamos de pecalização) e o conceito de eventos fora do tempo proposto por Xenakis (1990).

Na parte inicial da fase não ordenada, os materiais estão em estado inacessível, se percorrendo uma trajetória retrogradada, porque, na verdade, esses materiais são os parâmetros fundamentais desconectados entre si. Isto é, os materiais estão desordenados porque estão destituídos de qualidades organizacionais o que, em termos práticos, significa a presença conjugada dos parâmetros fundamentais (altura, duração e dinâmica). São alturas sem durações e/ou dinâmicas, e vice-versa, o que revela o estado caótico, desordenado e sem direção temporal. É algo difícil de se conceber até mesmo em nível abstrato, mas é possível ilustrá-lo de maneira superficial graficamente (Figura 17). Aqui, os eventos estão no estado fora do tempo, porque ainda não se tornaram objetos sonoros básicos através da conjugação dos três parâmetros fundamentais.

[199] Uma discussão mais profunda a respeito da temporalidade do PEC foi feita na subseção 2.6.1
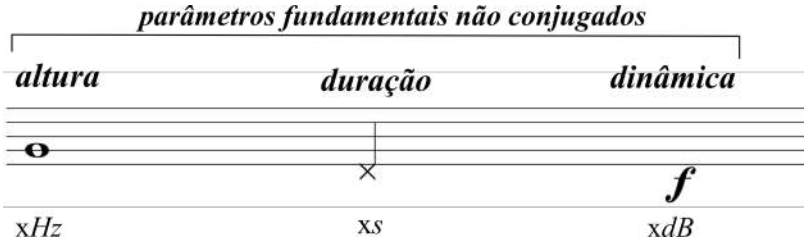


Figura 17: Parâmetros fundamentais não conjugados.

Na segunda metade da fase não ordenada os materiais passam pela pecalização e tornam-se concretamente PECs, ou seja, eventos com altura, duração e dinâmica bem definidas e atuando de forma conjugada e fora do tempo[200].

A pecalização, a união dos parâmetros fundamentais que consolida o surgimento do PEC é uma ação proveniente, de forma unilateral, do compositor, pelo menos em primeira instância, acessível apenas partindo-se na direção positiva do tempo, do exato ponto onde o compositor reúne esses parâmetros intuitivamente. No entanto, existe uma hipótese de um certo nível de acesso a esses materiais desconectados. Após análises, pode-se exaurir um PEC dos parâmetros conjugados (de maneira parcial) e, através da modelagem sistêmica, descolar os parâmetros fundamentais e plugá-los novamente em combinações diferentes. De qualquer forma, o momento da primeira pecalização é irreversível e pertence mais ao trato instintivo composicional do que a um modelo de ordenação.

Desta maneira, na fase não ordenada do domínio sonoro: 1) os materiais desordenados (parâmetros fundamentais desconectados) existem de forma abstrata e não são acessíveis (por conta da irreversibilidade do tempo neste estado); 2) são instituídos os PECs, por intermédio da pecalização, que é a conjunção dos três parâmetros fundamentais, realizada intuitivamente pelo compositor, em primeira instância; e, 3) atuam as fases concepção inicial e a microcomposição ligadas ao protocolo composicional de Xenakis (1990).

3.1.2 Função ordenadora

Sequencialmente, surge entre as camadas ou entre as fases da superfície a função ordenadora, que alinha o material em termos essencialmente temporais. A função pode ser um modelo proveniente de modelagem sistêmica, um sistema rígido de composição ou simplesmente fruto do planejamento composicional flexível.

[200] Uma longa dissertação sobre o perfil ontológico do PEC foi realizada na subseção 2.6.1.

Um exemplo de função ordenadora proveniente de um sistema de composição é o complexo GENEMUS[201]. "Trata-se de uma série de processamentos impostos à célula motívica básica, auxiliados pelos programas computacionais do complexo GeneMus, visando à criação de um repositório de ideias e materiais para o compositor" (CODEÇO, 2014, p. 8).

A modelagem sistêmica como função ordenadora pode ser representada pelo uso dos gestos texturais produzidos pela Análise Particional, por exemplo. Em nossa pesquisa de mestrado (CODEÇO, 2014), apresentados o mecanismo *derivação gestual textural,* que é a "observação das relações entre um gesto textural básico e suas derivações, de forma progressiva (CODEÇO, 2014, p. 23) sob o viés pragmático da Análise Particional. Em suma, os movimentos são apresentados "em uma tabela onde a verticalização do movimento possibilita a representação gráfica dos módulos em forma de matriz, (...) como um módulo de eixo paradigmático" (CODEÇO, 2014, p. 23).

Um sistema rígido de composição como função ordenadora, pode ser uma matriz serial integral fechada, por exemplo.

O principal atributo da função ordenadora é realizar a transição entre os estados fora do tempo e dentro do tempo, isto é, dispor os PECs no fluxo temporal. A função ordenadora matem correlação com a definição das transformações, a programação sequencial e a implementação dos cálculos ligadas aos protocolos composicionais de Xenakis (1990).

3.1.3 Fase ordenada

A ordenação dos PECs faz emergir a fase ou camada ordenada na superfície. Nela, todos os PECs estão temporalmente ordenados, no estado dentro do tempo, e são submetidos aos VISs (articulação e timbre) e as INTs. Isto é, os materiais agora estão ordenados entre si produzindo relação de temporalidade externa (direção temporal), e tem outros parâmetros enxertados tais como articulação e timbre.

A movimentação dos elementos proveniente das interações (lineares ou multilineares) é processada em gráficos bidimensionais considerando a perspectiva do domínio sonoro sobre o tempo em música, e descrita pelos modelos matemáticos criados. A partir da

[201] Carlos Almada, professor adjunto de harmonia e análise musical na Escola de Música da UFRJ, um dos líderes do Grupo de Pesquisas MusMat) desenvolve pesquisa com o Sistema-Gr de composição musical a partir dos conceitos de Grundgestalt e variação progressiva. O trabalho com o Sistema-Gr está inserido em um amplo projeto de pesquisa (sistematização de processos composicionais fundamentados nos princípios da variação progressiva e da Grundgestalt), que é coordenado por Almada e vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Música da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

modelagem matemática, a movimentação dos elementos da fase ordenada é convertida em dados expostos em gráficos diversos. Sendo assim, as análises propostas no presente trabalho partem da correspondência entre os gráficos e a partitura, que é um dos tipos de realização musical pertencente à fase ordenada da superfície.

Dessa maneira, está presente da fase ordenada a fonte de dados (partituras, gravações, algoritmos, entre outros) que serão extraídos e codificados em aparatos visuais. A codificação ocorre ao abordar os elementos como eventos, os quais são entendidos como unidades de medida equidistantes que se apresentam de maneira variada no tempo[202]. A modelagem matemática parte dessa variação, propiciando a visualização dos eventos na superfície por meio dos gráficos. As variações temporais dos eventos na fase ordenada fazem surgir um importante conceito na presente pesquisa: *a perturbação*. Esse conceito será exposto a seguir.

3.1.4 Perturbação

Na superfície do espaço tridimensional, os eventos atuam dentro do tempo, ou seja, de maneira ordenada e bem direcionada. A própria ordenação dos PECs confere a eles uma grandeza de medição do espaço em função do tempo: a velocidade. Isto é, nas ocorrências PEC a PEC podemos medir o quanto da superfície eles percorrem em função do tempo.

Nesse ponto, ressaltamos uma vez mais a importância da adoção do tempo sonoro como um tempo emergente do espaço. Porque, se não houvesse um escala de medição para o tempo sonoro (o tempo em música de acordo com a nossa abordagem), ou seja, se o tempo não fosse tratado com uma dimensão não só real, mas proveniente do espaço, seria impossível conceber a perturbação do espaço.

Em outras palavras, toda realização musical pertencente à fase ordenada da superfície do domínio sonoro é constituída por perturbações ou pela falta delas, porque, na verdade, são realizações que estão operando em tempo bem definido, real e subjugado ao espaço musical. A perturbação da superfície existe e pode ser medida porque o tempo sonoro está bem definido como dimensão e como entidade (emergente do espaço).

Nesse sentido, as perturbações representam as variações temporais do espaço metrificado pelos eventos, ou seja, de forma mais clara e resumida, as perturbações são mudanças de velocidade entre os PECs envolvidos. Portanto, a quantidade de perturbação sofrida pela superfície está ligada à dissemelhança das temporalidades dos PECs, e por isso, a

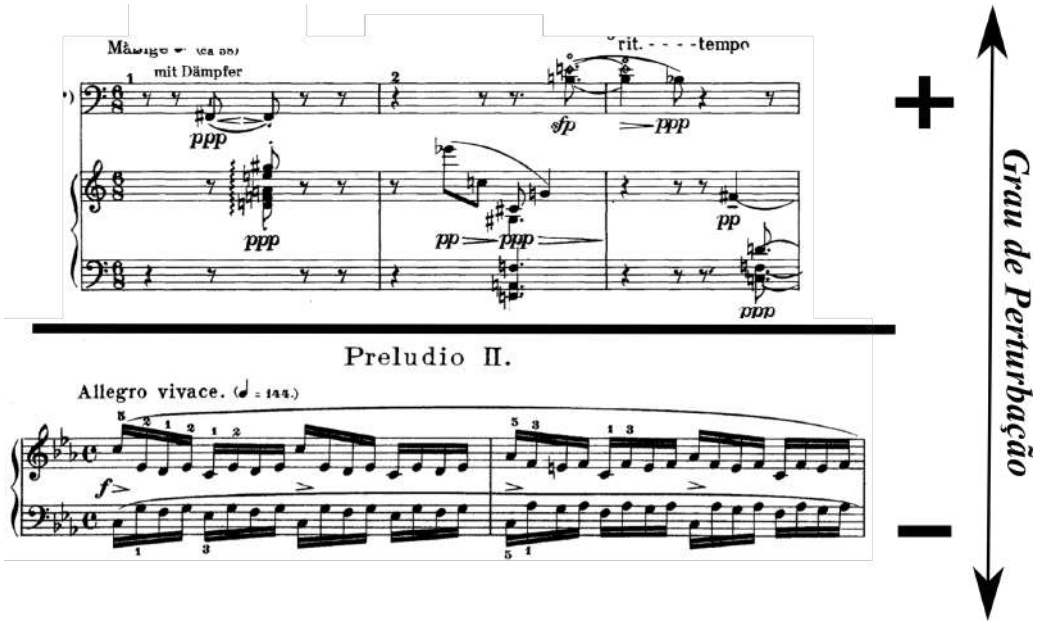
[202] Tais elucidações serão realizadas um pouco mais a frente, na subsubseção3.2.

consolidação conceitual e ontológica do tempo sonoro é fundamental para esse conceito e na presente pesquisa.

Contudo, a perturbação não está necessariamente ligada à quantidade de PECs envolvidos, mas à diferença ou semelhança entre suas configurações rítmicas, ou seja, em como seus componentes se comportam ritmicamente.

No Exemplo 5, existem mais notas ocorrendo no trecho interior, porém o nível de perturbação é menor. Isso ocorre porque, apesar de haver mais notas em ação, todos os eventos rítmicos são exatamente os mesmos. Na verdade, nesse exemplo específico, a variação de espaço em função do tempo empregada por suas configurações rítmicas é nula, ou seja, a perturbação é nula.

Para averiguar a perturbação, são tomados no mínimo o par de eventos subsequentes e ininterruptos e através de gráficos oriundos de modelos matemáticos específicos (serão expostos nas subseções 3.2) que atuam em níveis distintos, as perturbações na superfície são expostas. O nível de perturbação mais próximo da superfície é medido pela curva *índice de perturbação*. A partir daí, mais três abstrações gráficas são propostas: *velocidade de perturbação*, *fator de perturbação* e *ponto de distorção*. No intuito de visualizá-las e descrevê-las, são aplicados os modelos matemáticos da TDS.



Exemplo 5: Exemplo de graus de perturbação considerando apenas durações. No excerto de baixo, o Prelúdio II, de Bach, como exemplo de superfície pouco perturbada por conta da semelhança entre as durações. No excerto da direita, *Op. 11*, de Webern, com maior grau de perturbação por conta da dissemelhança entre as durações.

A perturbação é um conceito que está ligado diretamente ao tempo, ou melhor, à variação do espaço em função do tempo. Contudo, podemos aplicar o conceito de perturbação em análises harmônicas, intervalares, texturais etc. Nesse sentido, o que a perturbação revela, em primeira instância, é o quanto a espacialidade de um dado parâmetro variou em função do tempo quando comparado com outro evento. Os níveis de perturbação, portanto, revelam o quão similar uma porção da superfície é em relação a outra.

Portanto, a perturbação figura como peça chave no entendimento e apreensão dos movimentos de parâmetros quaisquer que acontecem na superfície, porque esse conceito está diretamente ligado ao nosso entendimento de tempo sonoro. Em outras palavras, a perturbação da superfície é a própria unidade de medição do espaço em relação ao tempo emergente desse mesmo espaço. Nossos modelos matemáticos se baseiam exclusivamente na perturbação do espaço.

Consequentemente, outros conceitos e aplicações advém dessa proposta. Passaremos a examinar o modelo matemático principal e seus conceitos subsidiários.

3.2 Modelos matemáticos aplicados na TDS

A ativação da função ordenadora organiza os PECs que já estão dentro do tempo em eventos no fluxo temporal. Consequentemente, nessa superfície agora ordenada surgem estruturas temporalmente sistematizadas. A partir dessa organização, são lançadas as perspectivas do domínio sonoro acerca do tempo/espaço musical. Os modelos matemáticos se baseiam em dados extraídos unicamente da partitura e, em relação a ela, gráficos abstratos são criados. Não estamos elencando a partitura como o objeto de maior valor concreto no contexto musical geral, mas, sim apontando que, por exibir dados de uma linguagem musical consagrada e tradicional, a partitura se encontra mais próxima ao nível concreto do que os gráficos produzidos na presente pesquisa (Figura 18).



Figura 18: Relação de abstração entre os gráficos e a partitura.

A temporalidade objetivada pelo domínio sonoro resulta da relação biunívoca entre eventos equidistantes e seus acontecimentos no tempo. Nesse âmbito específico, os eventos, entendidos como unidades de distância, podem ser associados a alturas, gestos, contornos,

figuras rítmicas, dinâmicas etc. Isto é, uma vez determinado o evento e a ele agregado qualidade simétrica espacial, esse se torna uma unidade de distância no sentido de periodicidade forte[203] elencada por Carnap (1995). Nesse sentido, os eventos são unidades controladas pela lei da unidade (CARNAP, 1995) de medição da superfície ordenada do domínio sonoro (Figura 19).

A Figura 19, mostra que os eventos ora entendidos como unidades de medida equidistantes expostos horizontalmente agora são plotados no eixo *y* e têm suas durações exibidas no eixo *x*. As figuras rítmicas são entendidas como eventos e suas durações são marcadas no eixo *x*. Como a primeira figura dura mais do que a segunda, o segmento de reta que identifica essa trajetória será maior e assim por diante. Portanto, o gráfico acima revela quantos eventos estão atuando e as diferenças e as semelhanças entre os mesmos eventos a partir da relação espaço/tempo.

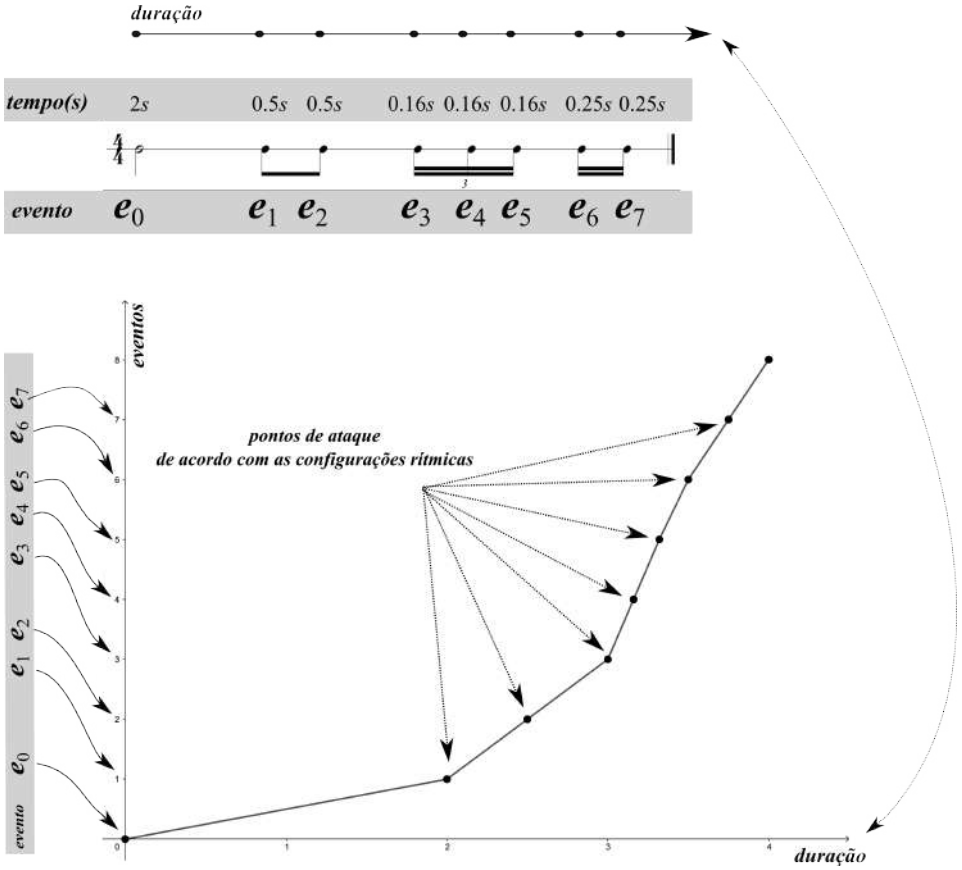


Figura 19: Representação dos eventos como unidades de distância num eixo temporal unidimensional e sua transição para um eixo bidimensional.

[203] De acordo com Carnap, distâncias de eventos no tempo são mensuráveis a partir de um esquema triplo de leis. A primeira lei define igualdade, a segunda lei define adição e a terceira define unidade. Para maiores informações, ver a subsubseção 2.1 e CARNAP, 1995. Capítulos VII "E*xtensive Magnitudes*" e VIII "*Lengths*".

O que estamos propondo é que os parâmetros (a princípio altura, duração e dinâmica) sejam entendidos como eventos, e sejam plotados no eixo y. A partir daí, observando a marcação temporal no eixo *x*, dá-se a medição de quanto tempo tal evento gastou. O pontos marcados como mudança de configuração rítmica no gráfico acima, indicam justamente o término de um evento e o começo de outro a partir da relação entre os dois eixos.

O que se pretende a seguir, é que a partir de dados coletados da partitura, sejam criados gráficos bidimensionais. Plota-se no eixo *y* os eventos, ou seja, unidades de distância (ud(e)) da superfície, e no eixo *x*, o fluxo temporal medido em segundos[204] (ut(s), relacionado à unidade de tempo), que mapeie o comportamento dos eventos através de modelos matemáticos.

3.2.1 Índices de Perturbação

Os *índices de perturbação* são os pontos que representam mudanças de coeficiente angular entre as retas obtidas a patir da relação evento (*ud(e)*) x tempo (*ut(s)*) (Equação 1). Os índices de perturbação são obtidos tomando o par de pontos, de maneira subsequente e ininterrupta, até que seja revelado a mudança de coeficiente angular. Propomos o seguinte modelo matemático:

$$\textbf{Ip: } \text{se } m(r_n) > m(r_{n+1}) \text{ ou } m(r_n) < m(r_{n+1}) \mid \emptyset = \tan^{-1} m$$

Equação 1: Equação que descreve o Índice de Perturbação, onde *m* simboliza o coeficiente angular da reta r_n.

Em outras palavras, os índices de perturbação nada mais são do que a mudança de configuração rítmica. Por exemplo, na Figura 20, o primeiro ponto maior, chamado de Ip_1 (índice de perturbação 1) revela duas informações: 1) o exato momento onde o evento 0 (zero)[205] termina e onde é iniciado o evento 1, e; 2) a mudança de inclinação entre os dois segmentos que representam a trajetória do evento 0 e do evento 1. Nesse exato ponto, acontece a mudança de inclinação entre as linhas que conectam o ponto (0,0) ao ponto Ip_1 e o ponto Ip_1

[204] De 1889 até 1967, a unidade de tempo era definida como certa fração do dia solar médio, a média de intervalos de tempo entre sucessivas observações do Sol em seu ponto mais elevado no céu. O padrão atual, adotado em 1967, é muito mais preciso. Fundamentado em um relógio atômico, usa a diferença de energia entre os dois menores estados de energia do átomo de césio. Quando bombardeados com micro-ondas de uma dada frequência, os átomos de césio sofrem transições de um estado para outro. Um **segundo**, (abreviado como *s*) é definido como o tempo necessário para a ocorrência de 9.192.631.770 ciclos desta radiação (YOUNG, 2008, p. 4).

[205] Chamamos o primeiro evento de evento 0 (zero) porque ele sempre partirá do ponto (0,0) no gráfico, no caso das configurações rítmicas.

ao próximo ponto. Como as duas linhas são diferentes em termos de inclinação, dizemos que houve perturbação do espaço.

Em outras palavras, é quando a mínima termina e quando a colcheia inicia. Como não são duas figuras idênticas, houve perturbação (no parâmetro tempo). Como o espaço consumido em relação ao tempo não é o mesmo, houve perturbação do espaço.

Estes dados revelam que uma sucessão de eventos que acumulem a mesma quantidade de duração temporal não oferece variação de índices de perturbação no topo da superfície. Por outro lado, dois ou mais eventos com durações diferentes revelarão número maior de índices. Ou seja, no topo da superfície, os índices de perturbação estão ligados à taxa de variação da relação evento/tempo.

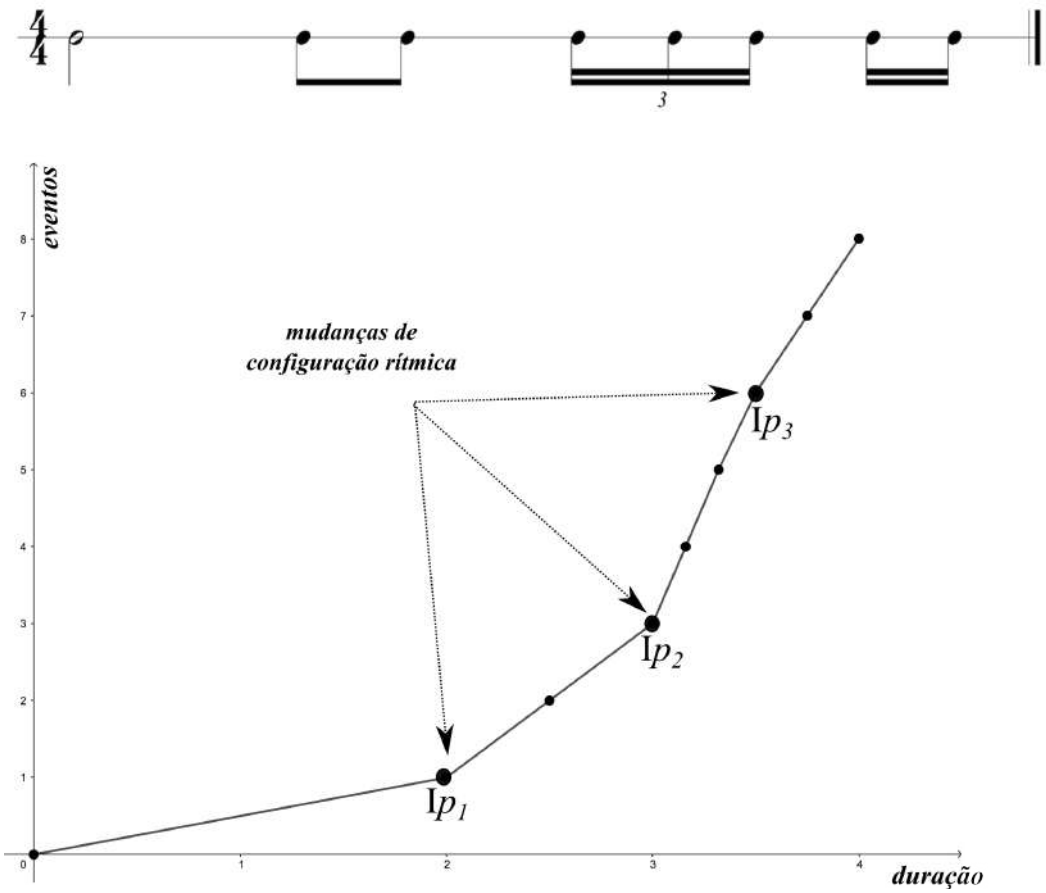


Figura 20: Representação dos índices de perturbação em um gráfico bidimensional. Os eventos estão plotados no eixo *y* e os *beats*, em segundos, no eixo *x*.

As retas serão sempre na mesma direção porque estamos obedecendo à flecha do tempo, ou seja, o movimento é sempre da direção positiva do tempo. Mas, isto não representa redundância ou certo nível de vício no gráfico. A informação que o índice traz é que quando o coeficiente angular da reta sofre alteração, ocorreu uma perturbação do espaço na superfície.

Portanto, retas ascendentes ou descendentes na mesma direção não alterarão o fato de que a informação que importa é a mudança de coeficiente entre as retas.

Dentre os modelos matemáticos relativos à perturbação, o índice de perturbação é o principal por fornecer dados que são muitos próximos da partitura. Por esta razão, esse conceito é que mais se expande e se conecta com outros modelos construídos na presente pesquisa.

Ainda assim, construímos modelos matemáticos analíticos subsidiários que partem do conceito fundamental de perturbação. Esses conceitos subsidiários serão apresentados a seguir.

3.2.2 Modelos subsidiários

3.2.2.1 Velocidade de Perturbação

Em Física, de uma maneira geral, a variação do espaço percorrido por um corpo ou objeto qualquer em função do tempo se chama velocidade[206]. Se os índices de perturbação são resultantes de trajetórias distintas, podemos calcular a *velocidade de perturbação* de cada uma dessas trajetórias.

O procedimento é deveras simples. Ao plotarmos os pontos no gráfico bidimensional surgem funções de primeiro grau, ou seja, retas que contêm os índices de perturbação. Derivando a função da posição de cada evento, surgem pontos que representam mudanças de velocidade entre cada trecho da trajetória (Equação 2). Nos casos dos planos no espaço euclidiano, a derivada de uma função posição de um dado corpo revela a velocidade média daquele corpo num dado ponto. Como as equações que definem as posições dos índices de perturbação são funções de primeiro grau, as derivadas serão sempre função constante[207] (Figura 21). Propomos o seguinte modelo matemático que indique a velocidade da perturbação:

O próximo passo é plotar esse número diretamente no eixo *y* e fixar sua duração no eixo *x*. O segundo valor velocidade de perturbação é plotado no eixo *y* e no eixo *x* plotamos o exato momento onde essa velocidade é iniciada.

---

[206] No espaço euclidiano, onde atuam o tempo absoluto ou objetivo, a velocidade é razão entre o deslocamento de uma partícula e o intervalo de tempo para que o deslocamento aconteça. Dado que deslocamento é uma grandeza vetorial, velocidade média é uma grandeza vetorial. Idem para velocidade instantânea, e depois para aceleração média e instantânea. Todas estas grandezas cinemáticas são grandezas vetoriais pois estão a serviço da descrição de movimentos no espaço tridimensional e, em casos particulares, de movimentos bi ou unidimensionais.

[207] Funções constantes são funções de primeiro grau que não possuem coeficiente angular. Nesse caso, como a função que descreve a posição dos Ips é uma função do tipo $y = ax + b$, sua derivada será a função constante $y = a$.

$$Vp: \frac{dy}{dx} = f'(x_n)$$

Equação 2: Equação que descreve a velocidade de Perturbação, onde x_n representa a função que descreve a trajetória entre os pontos Ip_n e Ip_{n+1}. Clássica expressão de cálculo da derivada de uma função.

Na Figura 21, o valor da primeira velocidade de perturbação Vp_1 foi 0.5. Como a primeira trajetória, que gera diretamente a velocidade Vp_1 tem início no ponto (0,0), tomamos o valor de *x* do ponto (0,0) e plotamos no eixo *x*. Portanto, o ponto relativo a Vp_1 é dado por (0, Vp_1). Consequentemente, o ponto relativo a Vp_2 será (*x*(Ip_1), Vp_2), para o ponto relativo a Vp_3 teremos os pontos (*x*(Ip_2), Vp_3), assim por diante até que Vp_n (*x*(Ip_{n-1}), Vp_n).

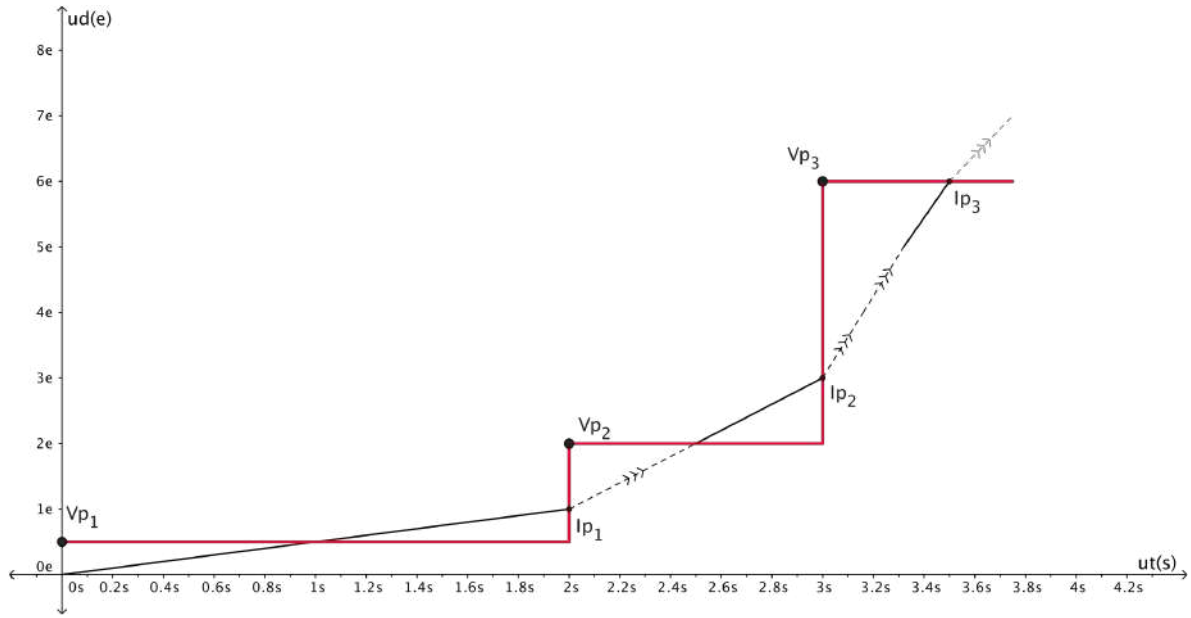


Figura 21: Representação gráfica das Velocidades de Perturbação.

As velocidades de perturbação, na verdade, servem como ponte de aplicação para o próximo modelo subsidiário. O afastamento dos dados revelados pelas velocidades de perturbação em relação aos dados musicais é substancial. Assim sendo, a velocidade de perturbação, por si só, não produz ganho de informações como é o caso dos índices de perturbação. Contudo, o próximo modelo subsidiário, o *fator de perturbação* se conecta com dados musicais mais frontalmente e só pode ser acessado a partir das velocidades de perturbação.

3.2.2.2 Fator de Perturbação

O *fator de perturbação* é a área sob curva que passa pelos pontos da velocidade de perturbação. Quando tomados três pontos ou mais, usamos a interpolação polinomial[208], para obter uma das possíveis funções que descreverão a curva[209]. Utilizando a fórmula da integral definida, um número real será revelado. No âmbito do domínio sonoro, impomos ao fator de perturbação o status de grandeza escalar, assim, o valor obtido revelará a perturbação da superfície em dois sentidos: o grau de similaridade e a variação entre as perturbações Propomos o seguinte modelo matemático para a verificação do fator de perturbação (Equação 3):

$$kp = \int_a^b F(x) = \lim_{n\to\infty} \sum_{i=1}^{n} F(xi)\Delta x$$

Equação 3: Equação que descreve o Fator de Perturbação. Trata-se da clássica definição da integral definida.

Se tomarmos de dois a dois pontos V*p*s, teremos uma função de primeiro grau ao invés de uma função polinomial de segundo grau. Ainda assim, a integral calcula a área que está abaixo da função (seja qual for o grau) e os resultados são similares, ou seja, as relações são mantidas (Figura 22). Na presente pesquisa estamos tomando, sempre que possível, o par de pontos V*p*s no intuito de facilitar a aplicação do modelo e a visualização das áreas.

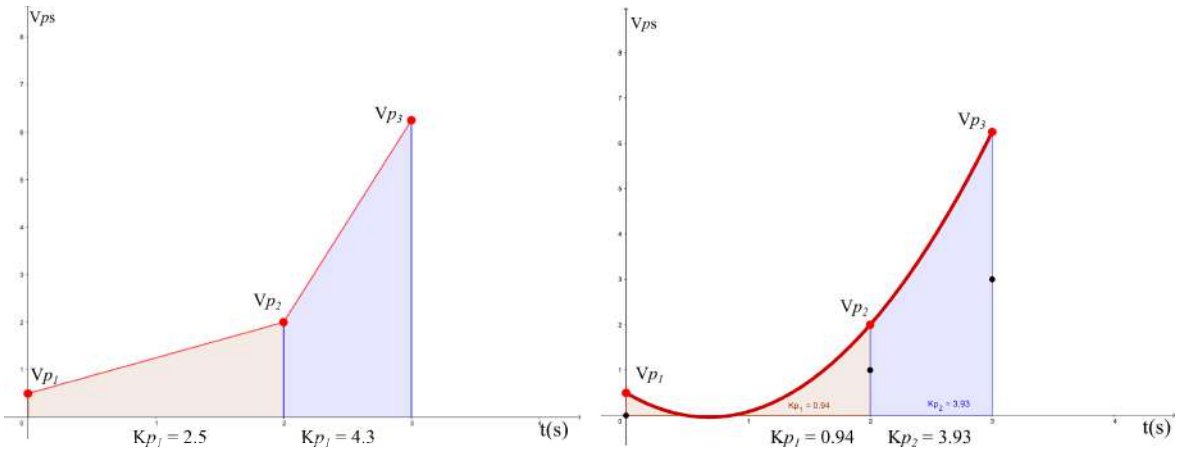


Figura 22: Representação gráfica do fator de perturbação, juntamente com os pontos V*p1*, V*p2*, V*p3* e os fatores de perturbação K*p1* e K*p2*.

[208] Pode-se obter a curva através de aplicativos computacionais. A fórmula aplicada é: $f[x_i, ..., x_{i+k}] = (f[x_{i+1}, ..., x_{i+k} - f[x_i, ..., x_{i+k-1}]) / (x_{i+k} - x_i)$.

[209] Existem uma família de funções que passam por estes pontos. No âmbito do Domínio Sonoro, a função será revelada pela interpolação polinomial.

A Figura 23 representa a seguinte relação: quanto maior for o valor da área obtida maior terá sido a variação, ou seja, a mudança de uma figura para outra foi mais rápida. Em outras palavras, as maiores áreas revelam figuras de notas que gastam menos tempo, como no caso da passagem da colcheia para semicolcheia em quiálteras. Esse é justamente o ponto onde a derivada da função posição atinge um número maior.

Podemos dizer que o fator de perturbação expõe as regiões (compassos ou qualquer outro tipo de agrupamento) onde podem ocorrer índices de perturbação mais próximos. Em termos mais musicais, o fator de perturbação revela passagens (ritmicamente falando) mais rápidas, trajetórias percorridas em menos tempo, e, portanto, trechos onde a velocidade de perturbação foi maior.

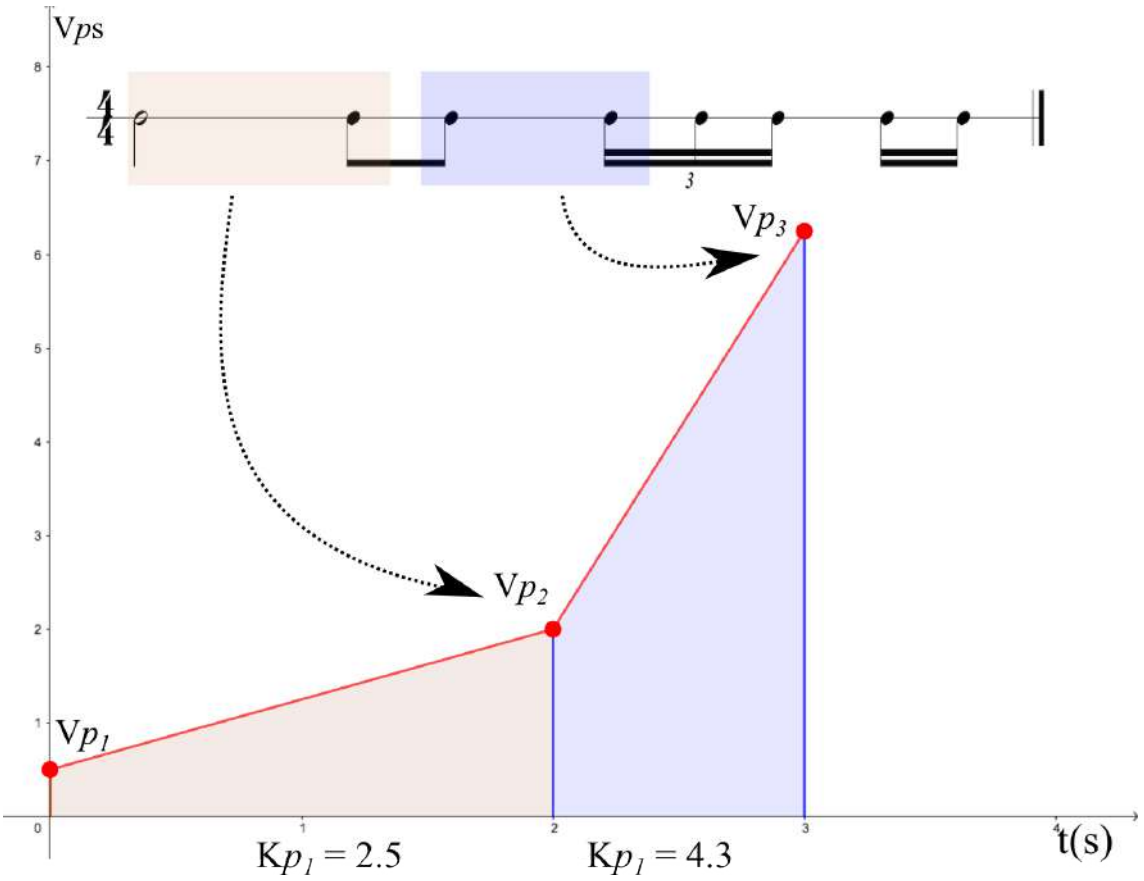


Figura 23: Representação gráfica do fator de perturbação e suas relações com as mudanças de configurações rítmicas.

O ponto Vp_3 é o mais alto porque o termo *a* da equação $y = ax =+ b$, que descreve a posição dos I*p*s, e que é o coeficiente angular da reta resultante, será mais alto quando as passagens rítmicas forem rápidas. E o ponto V*p*, na coordenada *y* é justamente o termo *a* da equação, que será a derivada (já que a derivada é uma função constante).

Em termos mais práticos, Vp_3 é o ponto mais alto porque a reta que liga Vp_2 e Vp_3 teve de ser mais inclinada em relação a reta que liga Vp_1 e Vp_2. Isso significa que a mudança entre o segundo e o terceiro eventos é consideravelmente mais rápida do que a mudança entre o primeiro e segundo eventos. Essa é a informação que o fator de perturbação revela.

Até o presente momento, tratamos de situações monódicas, ou onde é extraída apenas uma linha de um contexto textural. Sobretudo, levamos em conta apenas as configurações temporais de um determinado PEC. Os próximos modelos subsidiários consideram as alturas e as dinâmicas e também blocos texturais.

3.2.2.3 Pontos de distorção (Densidade Dinâmica)

A *densidade dinâmica* é um valor numérico, obtido através de um modelo matemático (na presente pesquisa, um dos modelos matemáticos subsidiários) e decorre da leitura vertical dos eventos, relacionando as alturas e dinâmicas envolvidas. Isto é, são os pontos no tempo onde ocorrem superposição de alturas[210] (acordes, massas sonoras). Nesse modelo específico, a verticalidade representa o congelamento do fluxo temporal levando em conta o produto das relações entre alturas e dinâmicas.

Para viabilizar o modelo matemático, atribuímos às alturas qualidades de massa e volume. Em Física, "massa" é uma grandeza escalar que está relacionada à unidade de medida quilograma, entre outras alternativas. A *massa sonora* (no contexto da TDS) ou a densidade número (Berry, 1976), está relacionada com "o aspecto quantitativo [da textura e] diz respeito à quantidade de componentes soando simultaneamente ou sobrepostos" (Alves, 2015, p. 2). Isto é, a massa sonora é a densidade-número descrita por Berry (1976) que, por sua vez, "é simplesmente o número absoluto de componentes sonoros presentes na trama em um determinado momento", pontua Pauxy Gentil-Nunes (2009, p. 18). No caso desse modelo matemático, a nomenclatura adotada à massa sonora será densidade número (d_n) relacionando a quantidade de notas como unidade de medida

Comumente, a grandeza escalar "volume" está associada a unidade metro e é exposta em três dimensões. No âmbito da TDS, essa grandeza é entendida como *volume sonoro* e à ela é atribuída a nomenclatura âmbito intervalar[211] (a_i), relacionando intervalos de semitom como unidade de medida unidimensional. Ou seja, o âmbito intervalar (o volume sonoro) representa o número de semitons compreendidos no intervalo.

---

[210] No presente trabalho as alturas não são consideradas apenas no caso de blocos ou acordes. A subseção 3.7 é descreve múltiplos mecanismos algébricos dedicados exclusivamente às alturas.

[211] Termo cunhado por Wallace Berry (1976) e amplamente aceito na comunidade científica.

Em Física, a razão entre massa e volume quantifica a densidade de dado um corpo. Estamos partindo dessa relação para propor o que chamamos de densidade dinâmica. Em música, a razão d_n/a_i[212], ou seja, a razão entre o que chamamos de massa sonora e volume sonoro, consiste no que Berry (1976) conceituou como densidade-compressão[213], ou seja, "é a razão entre a densidade-número e o âmbito intervalar, que é a distância, em semitons, da nota mais grave para a nota mais aguda" (ALVES, 2015, p. 2). Essa relação, segundo Berry, "revela o aspecto qualitativo [da textura que] é constituído pelas interações, inter-relações, projeções relativas e conteúdo das linhas componentes ou outros fatores sonoros, como, por exemplo, o modo de produção sonora" (ALVES, 2015, p. 2).

Para além da discussão sobre os aspectos qualitativos e quantitativos da textura o conceito de densidade dinâmica está mais conectado com a deformação que ocorre na superfície do espaço do que com a descrição das próprias relações texturais[214]. Se as realizações musicais que se dão na superfície produzem textura, algumas dessas configurações texturais podem distorcer a superfície a partir da razão entre massa e volume, ou seja, a partir da razão entre densidade número e âmbito intervalar (ou, pela densidade compressão). Pois o termo "densidade", empregado por Berry, está ligado ao campo da Física e, comumente, a razão entre massa e volume, a própria densidade, está ligada a distorção ou dilatação[215].

Contudo, além da densidade número e do âmbito intervalar, elencamos a *dinâmica* como fator preponderante na distorção da superfície. Pois, se dois trechos musicais, com a mesma quantidade de notas (a mesma densidade número) a mesma quantidade de semitons e, portanto, o mesmo valor para razão d_n/a_i (a mesma densidade compressão), são executados com amplitudes (ou dinâmicas diferentes), a força produzida também será diferente entre eles.

Por isso, a razão d_n/a_i, revela parte da informação acerca da qualidade textural. Essa informação é enriquecida, em termos de capacidade de distorção da superfície, quando à razão

---

[212] Podemos apresentar razão d_n/a_i como m_s/v_s, uma vez que m_s = massa sonora = d_n e v_s= volume sonoro = a_i. A razão d_n/a_i é uma forma mais aceitável de apresentar a razão m_s/v_s por utilizar nomenclaturas consagradas no ambiente acadêmico musical. Ambas representam a mesma informação, no entanto, m_s/v_s é mais genérico à outras áreas.

[213] Existem diversos diálogos com a prospota de Berry (1976) acerca da textura. Nosso intuito na atual fase da presente pesquisa, não é a discussão sobre textura em si, apesar de ser uma das naturais consequências de toda proposta teórica aqui revela. Ainda assim, deixamos os seguintes trabalhos em português como referência na discussão sobre textural musical envolvendo a abordagem de Berry: Gentil-Nunes (2009), Guigue (2011), Oliveira (1998), Santos (2012) e Lucas (1995).

[214] Um mecanismo dedicado exclusivamente à textura musical será exposto na subseção3.3.

[215] A densidade está ligada á várias subcampos da área da Física: na ótica, na mecânica de fluídos, na ondulatória, cosmologia dentre outros. Contudo, um conceito de densidade, ligado à cosmologia reflete bem o que queremos dizer por densidade. A densidade crítica é "a densidade de matéria que irá justamente interromper a expansão do universo. A linha de divisão entre um universo em colapso e um universo que sempre se expande" (MOURÃO, 2005, p. 331).

d_n/a_i é acrescentado o fator dinâmica. Assim, propomos a seguinte formulação matemática (Equação 4):

$$\frac{dn}{ai}\mu i = Dd$$

Equação 4: Equação que descreve a Densidade Dinâmica. Concepção original do presente autor.

O símbolo "μi" é denominado coeficiente de intensidade e advém de uma escala de valoração (Tabela 1) que toma como referência os valores dos protocolos MIDI para medição da intensidade das notas. A intensidade de um som qualquer em linguagem MIDI está distribuída entre o conjunto de valores numéricos I = [0, 127][216]. Isto é, 0 é o silêncio ou a amplitude nula e 127 é a maior amplitude atingida. Dividimos essa faixa numérica por 8 possibilidades de indicação dinâmica e criamos uma escala de valoração para o coeficiente dinâmica e para cada indicação surge uma faixa de valoração.

Compreendemos que é um grande esforço abstrair uma informação tão complexa quanto o valor da intensidade de um som num certo recorte de tempo. A variação dentro da própria faixa de valoração é algo tão subjetivo, até mesmo na linguagem MIDI, que a princípio, um valor fechado para cada configuração é, na verdade, um afastamento dos movimentos que ocorrem na superfície abstrata. Contudo, estamos interessados numa relação de proporção entre as diferentes indicações dinâmicas. Por isso, considerando que uma modelagem matemática em si é uma abstração e que a divisão de 127/8 revelará uma escala de valoração baseada em proporção, o coeficiente dinâmica cumpre, no mínimo parcialmente, o papel que pretende desempenhar, isto é, de acrescentar a razão d_n/a_i informação a respeito da dinâmica que contribuirá na distorção da superfície.

Desta maneira, o maior valor de cada indicação dinâmica é aplicado na fórmula descrita acima.

A partir do conhecimento destes valores e conhecido o da densidade dinâmica, é proposto o conceito de *Ponto de Distorção* (PD), que é o valor de densidade dinâmica plotado em um eixo *z*, no caso do grafismo em três dimensões e no eixo *y*, no caso do grafismo bidimensional. Neste sentido, os pontos de distorção são responsáveis pela tridimensionalidade

[216] O MIDI transforma informações, no caso referente a nota tocada, em valores numéricos. O MIDI 1.0, linguagem de 7 bit, limita cada mensagem a 128 caracteres. Por isso, o intervalo de valores numéricos utilizado é de 0 – 127.

da superfície[217]. As possíveis realizações gráficas para representar o espaço tridimensional seriam as curvas de nível[218] ou gráficos tridimensionais estáticos (Figura 24) sendo que as curvas de nível estariam mais próximas da representação gráfica do pontos de distorção.

Tabela 1: Escala de valoração para (μi)

Indicação dinâmica	***Faixa de valoração***	***Valor fixado***
ppp	*0.0 – 15.8*	***15.8***
pp	*15.8 – 31.7*	***31.7***
p	*31.7 – 47.6*	***47.6***
mp	*47.6 – 63.5*	***63.5***
mf	*63.5 – 77.3*	***77.3***
f	*77.3 – 92.2*	***92.2***
ff	*92.2 – 111.1*	***111.1***
fff	*111.1 - 127*	***127***

Contudo, na presente pesquisa, representaremos os pontos de distorção em duas dimensões (Figura 25)[219] por duas razões. Primeiro, pela falta de automatização do processo. Muitos mecanismos analíticos são construídos e atuam em conjunto na TDS, de modo que priorizamos a taxonomia dos mecanismos principais em detrimento dos subsidiários. No entanto, os desdobramentos naturais da presente pesquisa abarcarão como objetivos automatizar todos os mecanismos analíticos.

Em segundo lugar, o gráfico bidimensional revela duas informações importantes acerca dos pontos de distorção: qual é o seu valor e quanto tempo ele durou. Essas informações permitem a comparação entre pontos de distorção e, e também, observar o quanto de perturbação existem entre eles. Ou seja, o gráfico revela a quantidade de distorção, a duração da distorção e a possível perturbação entre as distorções (Figura 25).

---

[217] Uma opção para apresentação do gráfico tridimensional que tem boa aceitação é realizada por animações ou filmes. Um repositório de animações, filmes e gráficos conceituais relativos à teoria do Domínio Sonoro, estão em fase de criação e serão hospedados em www.andrecodeco.com.

[218] Curvas de nível são conjuntos de nível de uma função de duas variáveis. São realizações bidimensionais baseadas em gráficos tridimensionais, como se olhássemos um gráfico em três dimensões por cima. Esses gráficos específicos são muito utilizados em estudos geográficos, cartográficos e topológicos em geral.

[219] A distorção da superfície causada pela densidade fica bem exibida quando num gráfico de três dimensões. Dessa maneira, os pontos de distorção são pontos do eixo *z*, onde o material musical está deformando o topo da superfície. Todavia, até o presente momento, não obtivemos sucesso em plotar os pontos de distorção em três dimensões, apesar de ser matematicamente viável.

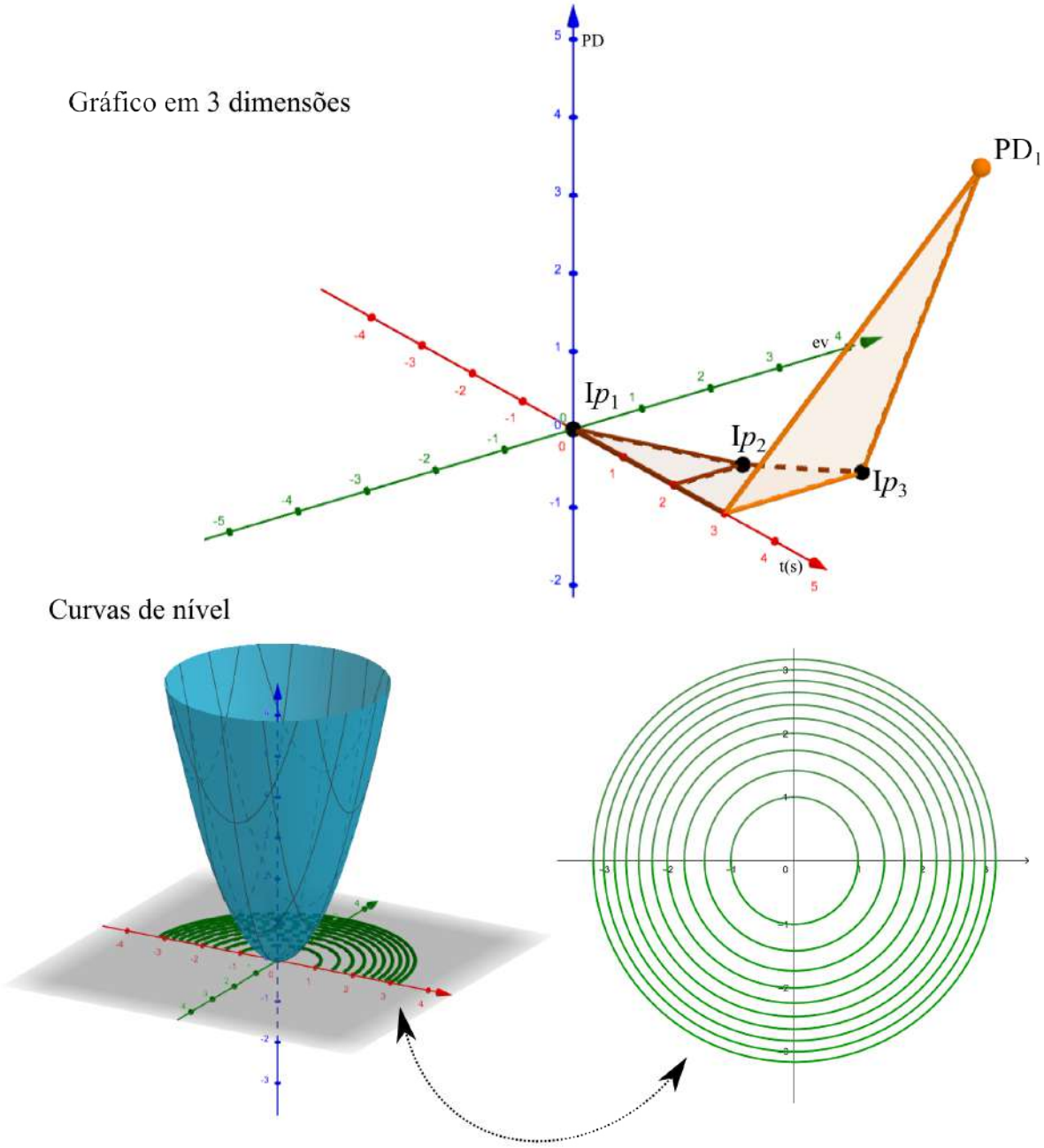


Figura 24: Possibilidades de representação gráfica dos pontos de distorção através de gráficos em três dimensões e através de curvas de nível. Gráficos produzidos no pelo presente autor no aplicativo Geogebra

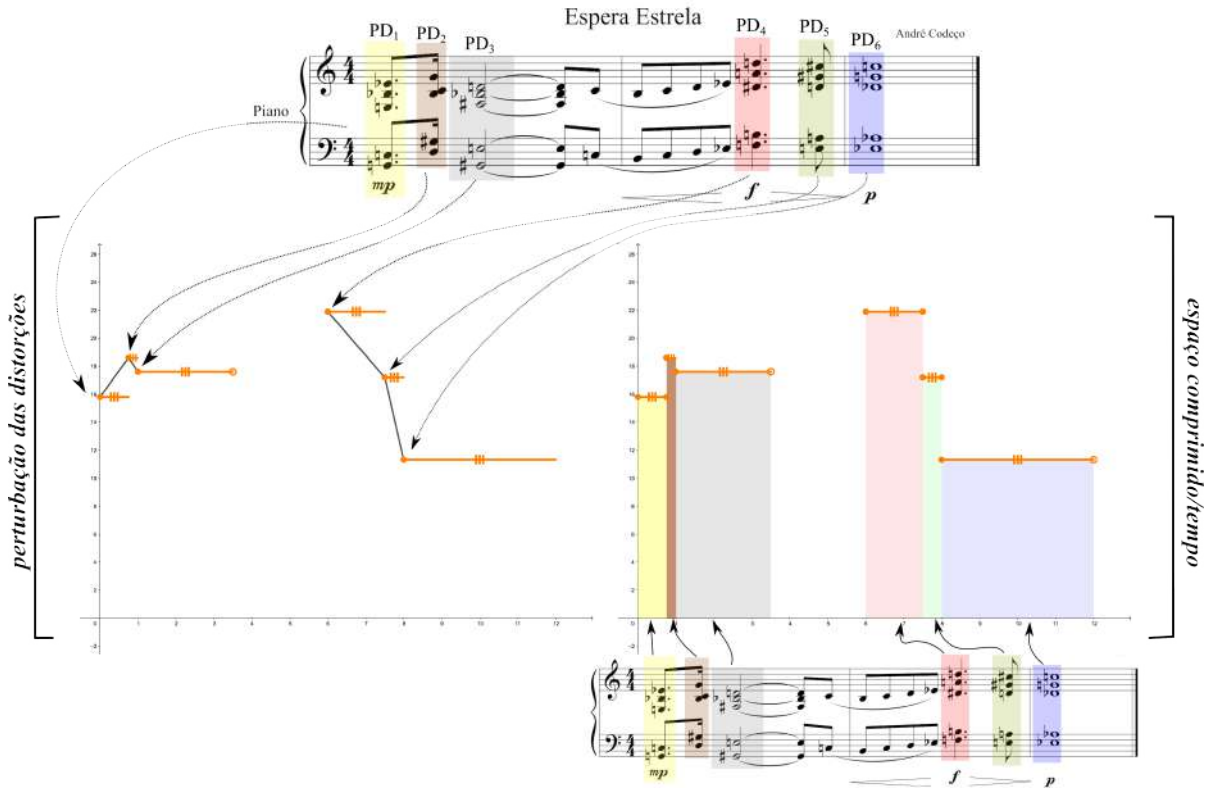


Figura 25: Representação gráfica dos pontos de distorção em duas dimensões. No primeiro gráfico, observa-se a perturbação das distorções através das mudanças de inclinação das linhas pretas. No segundo gráfico, observamos a variação de área a partir da relação espaço comprimido/tempo.

No gráfico da esquerda (Figura 25), está exposta a relação entre as perturbações das distorções. As mudanças de inclinação das linhas pretas revelam que a duração de cada distorção é diferente, com exceção da passagem do PD_3 para o PD_4, pois ocorre a interrupção da massa sonora para um uníssono (o que também pode ser entendido como vários pontos de distorção). Teremos quatro índices de perturbação: o primeiro em PD_2; o segundo em PD_3; o terceiro em PD_5; o quarto em PD_6.

No gráfico da direita, está exposta a relação espaço comprimido/tempo. Estamos quantificando a densidade dinâmica em função de sua duração. Desta maneira, a área em cor azul (45.32 unidades de medida) simboliza não a maior distorção do trecho, mas o maior nível onde a relação espaço comprimido em função do tempo alcançou. A área revelada é justamente a quantização dessa complexa relação. Em outras palavras, a as áreas expostas revelam a quantidade de tempo gasto num dado espaço comprimido. Pelo gráfico acima, vemos que são os maiores níveis de densidade dinâmica que necessariamente revelarão a maior distorção da superfície, mas sim, o quanto de tempo essa compressão do espaço durou. A área de cor rosa (32.85) apresenta o maior ponto de distorção e é menor do que a área de cor azul (45.32), onde está presente o menor ponto de distorção.

3.2.2.4 Curva Intervalar

A *curva intervalar* é um mecanismo analítico subsidiário que é dedicado as alturas descrevendo-as a partir do uso de funções seno. A proposta é revelar o caminho intervalar empregado atribuindo funções seno específicas a respectivos intervalos[220].

A função sen(x) foi escolhida porque podemos facilmente manipulá-la multiplicando-a por um valor que promova a relação de uma função específica com um intervalo específico. Como a imagem da função seno (no eixo y) varia entre 0 e 1 (decorrente da variação do argumento entre 0 e π), uma função $f(x) = 2\ \text{sen}(x)$ teria, no eixo y, o valor 2 como o ponto mais alto (Figura 26).

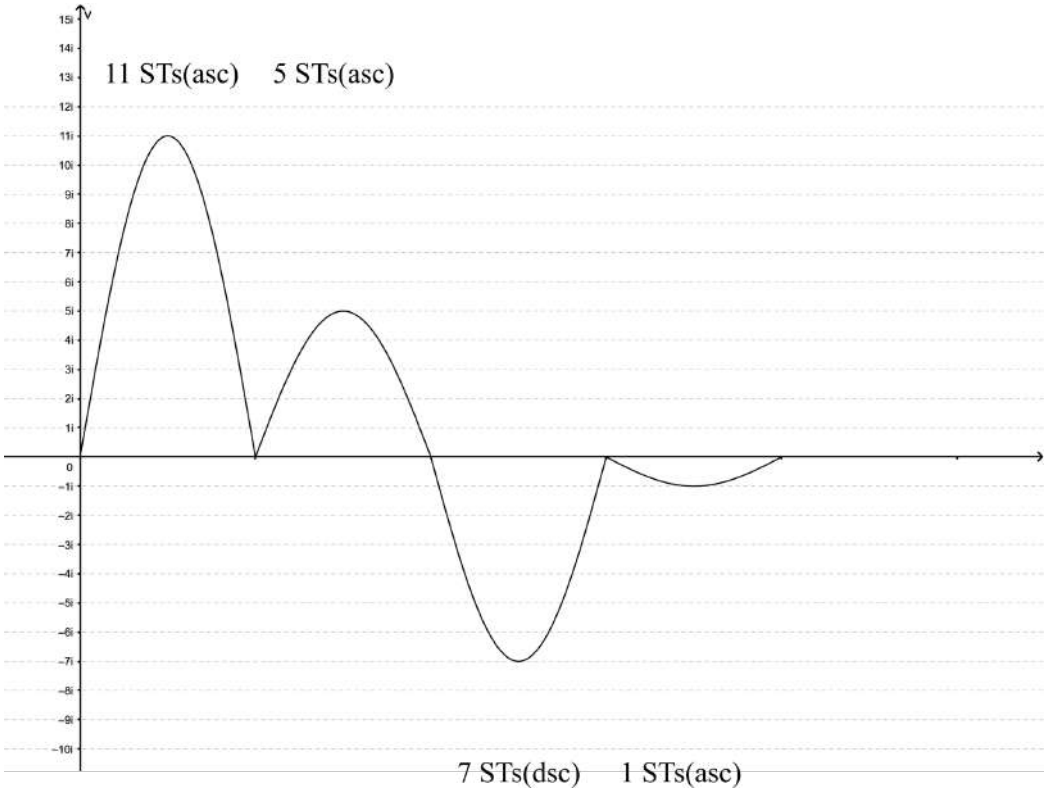


Figura 26: Representação de quatro curvas intervalares: a primeira curva é um intervalo ascendente de 11 semitons; a segunda é um intervalo de 5 semitons também ascendente; a terceira é um intervalo de 7 semitons descendente; e, a última curva é um intervalo de 1 semitom descendente.

Na Figura 26 estão plotados quatro curvas intervalares: uma 7ª maior ascendente (11 semitons); uma 4ª justa ascendente (5 semitons); uma 5 ª justa descendente (7 semitons; e, uma 2ª menor descendente (1 semitom). Chegamos a cada curva da seguinte maneria: no caso

[220]A função cos(x) tem sua imagem variando entre 1 e 0, o que representaria maior complexidade de escrita em relação a fluidez da função seno, neste caso.

do intervalo de 7ª maior, utilizamos a função $f(x) = 11\ \text{sen}(x)$, com $0 \leq x \leq \pi$. O escalar 11 é o que faz a função sen(x) alcançar o ponto 11 no eixo y. Essa é, portanto, a relação entre uma trajetória intervalar específica e uma função seno específica. O mesmo procedimento é aplicado para os outros intervalos (Figura 27).

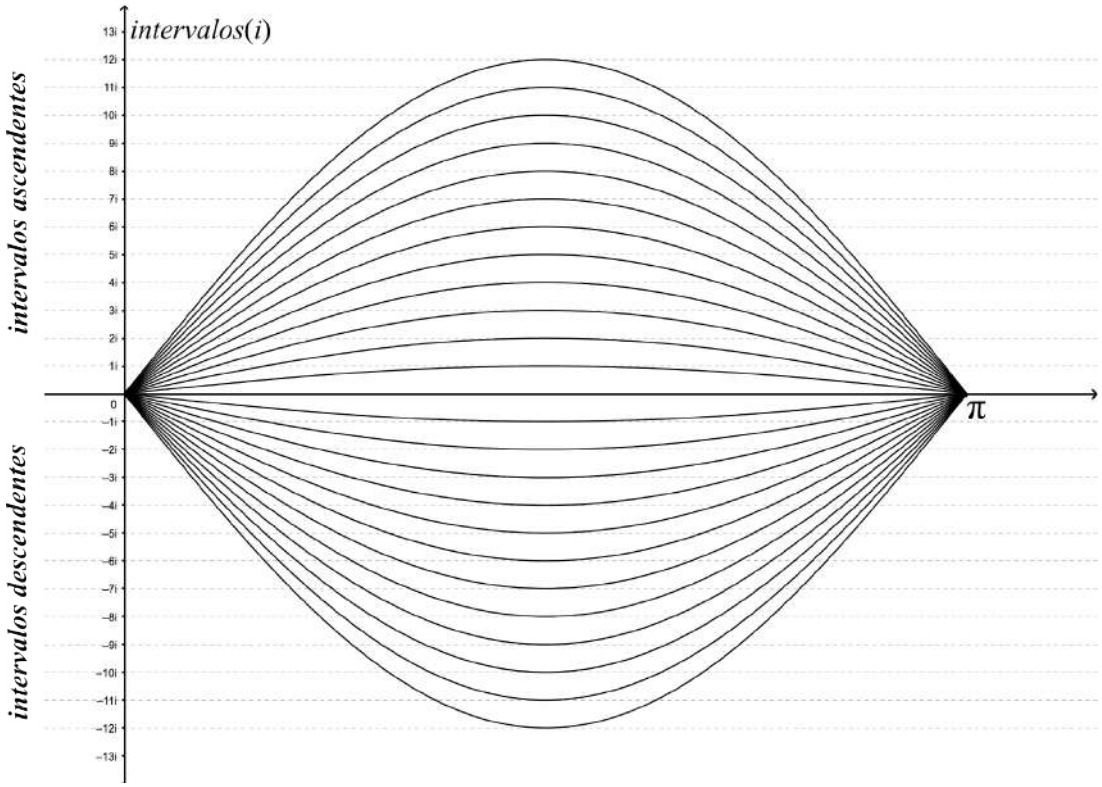


Figura 27: Representação gráfica da de todas as curvas intervalares na mesma faixa de domínio. As curvas no sentido positivo do eixo y simbolizam os intervalos de até doze semitons ascendentes. As curvas no sentido negativo do eixo y simbolizam os intervalos de até doze semitons descendentes.

A segunda parte da função que descreve o salto de 7ª maior ascendente é com $0 \leq x \leq \pi$. Isso significa que o domínio da função sen(x) está limitado ao intervalo $[0, \pi]$. Ou seja, além de manipular a função com a introdução de um escalar, precisamos também manipular o argumento da função dado um domínio particular.

Por exemplo, o segundo intervalo, uma 5ª justa superior, fica descrita parcialmente como $f(x) = 5\ \text{sen}(x)$. Dizemos parcialmente, porque precisamos agora determinar a faixa de domínio, ou seja, o trecho no eixo x onde essa função vai passar. Nesse caso, como o período da função sen (x) é sempre π, basta completar a função $f(x) = 5\ \text{sen}(x)$ restringindo seu domínio em $\pi \leq x \leq 2\pi$. Assim, essa função iniciará justamente onde a anterior terminou.

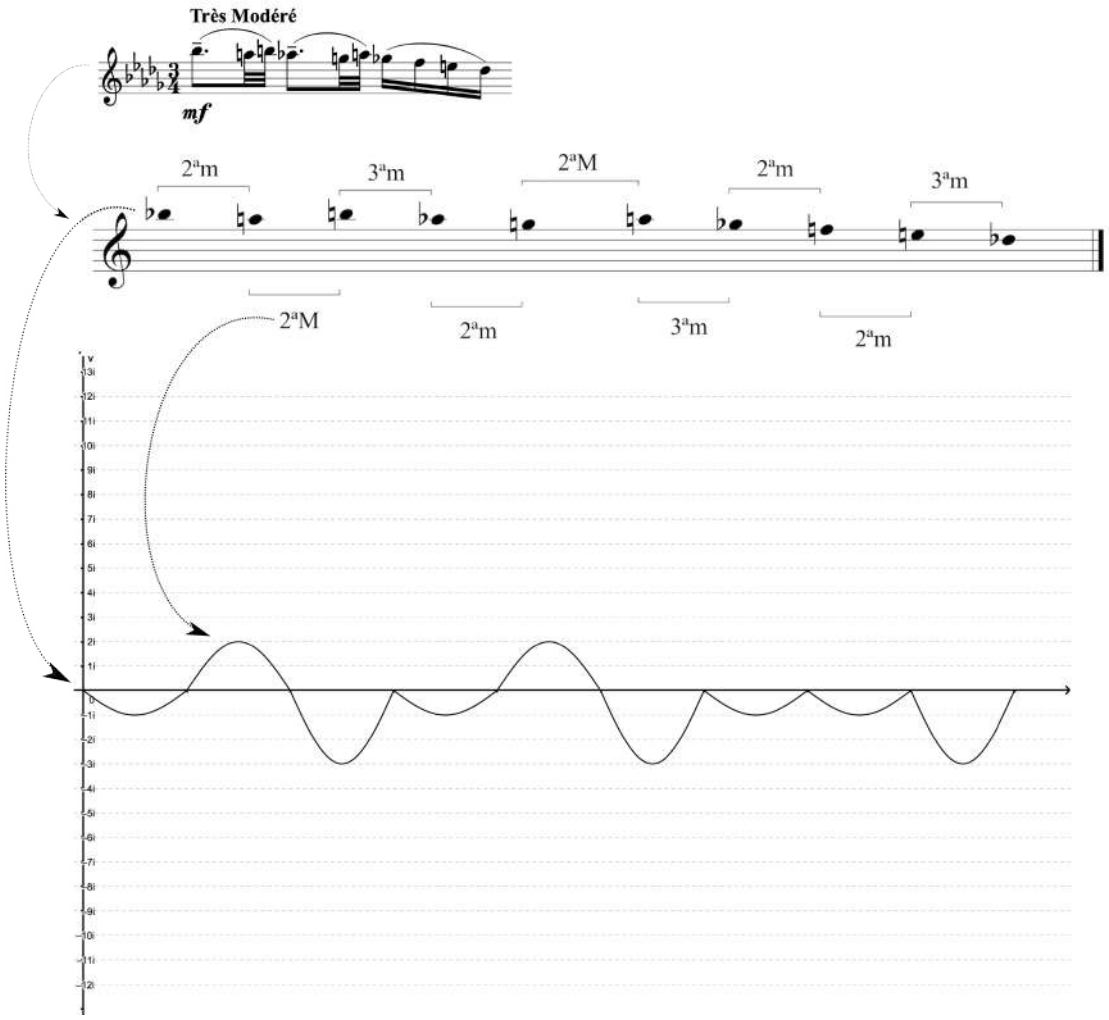


Figura 28: Curvas intervalares do primeiro compasso de *Syrinx*, de Debussy. Os intervalos ascendentes estão descritos no sentido positivo do eixo *x* e os descendentes estão plotados no sentido negativo do eixo *x*.

Contudo, a imagem gerada pelo domínio da função sen(x), naturalmente alterna entre o sentido positivo e o negativo do eixo *x*. Isso significa que na faixa de domínio $\pi \leq x \leq 2\pi$ a função será sempre no sentido negativo do eixo *x*. Dessa forma, precisamos corrigir o argumento da função quando necessário. No caso do intervalo 5ª justa superior (a segunda curva), a descrição matemática é dada por $f(x) = 5\ \text{sen}(-x)$, $\pi \leq x \leq 2\pi$. Assim, forçamos a projeção da curva no sentido positivo do eixo *x*.

Para cada curva, a faixa de domínio será específica e para cada caso, poderá ser alterado o sinal do argumento da função.

Nas curvas intervalares, o espaço é semi-modular, porque o registro é preservado até o limite da oitava, ou de 12 semitons[221], ou seja, todos os intervalos compostos são redimensionados a intervalos simples.

Sua representação é bidimensional, plotando no eixo *y* os intervalos e no eixo *x* os pontos da faixa de domínio da função sen(*x*). Mesmo que as informações temporais de duração sejam perdidas, o modelo proposto tem por objetivo comunicar propriedades inerentes às alturas dispostas em fluxo horizontal. (Figura 28).

3.3 Perturbação textural – a função textura

A *função textura* é um dos modelos matemáticos principais desenvolvidos na presente pesquisa. A concepção desse modelo partiu da necessidade de encapsular alguns parâmetros da textura musical, já que diversos mecanismos analíticos foram desenvolvidos para descrever parâmetros isolados ou conjugados (mas que não refletem em si configurações texturais amplamente). Essa justificativa nos moveu a criar uma equação que desse conta de relações texturais mais complexas como: *cor* (relação entre notas graves e agudas), *compressão* (relação entre configurações rarefeitas e compactas) e *dependência* (relações entre configurações convergentes e divergentes ritmicamente).

Na presente pesquisa, a abordagem à textura musical parte da definição de Wallace Berry (1976). O autor postula que

> "seus componentes sonoros; ela é condicionada em parte pelo número desses componentes que soam em simultaneidade ou concordância, suas qualidades determinadas pelas interações, inter-relações e projeções relativas, e substâncias de linhas de componentes ou outros fatores que soam aos componentes222" (Op. Cit., p. 184).

E ainda,

> "é conceituada como aquele elemento da estrutura musical delineado (condicionado, determinado) pela voz ou número de vozes e outros componentes, projetando materiais musicais no meio sonoro, e (quando há dois ou mais componentes) pela inter-relação e interação entre eles" (Op. Cit., p. 191).

A partir desse ponto, Berry categoriza o vínculo entre os componentes em relações qualitativas e quantitativas. Deste modo,

> "o principal elemento de ordem quantificável é a densidade que é formada, basicamente, por (1) Densidade-Número: o número de componentes sonoros num dado trecho musical e; (2) Densidade-compressão: a razão entre o número de componentes sonoros e o número de semitons total no espaço vertical (da partitura)

[221] Poderíamos gerar funções que apenas informassem o intervalo sem caraterísticas qualitativas, por exemplo, apenas informar que se trata de um intervalo de 7ª, sem dizer a quantidade de semitons envolvidos.

> em que atuam (...) Os aspectos de caráter qualitativo consistem basicamente em: (1) a natureza das interações e inter-relações dentro do tecido musical e (2) as mudanças nas relações de independência e interdependência de uma dada textura. Esses dois aspectos caracterizam o que Berry chama de progressão e recessão texturais, fator central e decisivo no delineamento da estrutura e da relação da textura com os outros parâmetros, tais como altura e duração" (SANTOS, 2012, p. 1027 e 1028).

Os conceitos elencados por Berry servem de fundamento, por exemplo, para a Análise Particional (GENTIL-NUNES, 2009)[223] que propõe um refinamento do aspecto qualitativo da textura ao aplicar o viés da Teoria das Partições de Inteiros (EULER, 1976 e ANDREWS, 1984). No caso da Análise Particional, os níveis de interdependência e independência são lidos a partir de gráficos que são gerados por intermédio de aplicativos específicos[224].

Para além da vasta produção ligada a Análise Particional[225], o presente trabalho lança o enfoque sobre a textura musical partindo de três parâmetros:

a) Cor: ou seja, a relação entre a quantidade de alturas das regiões graves e agudas;
b) Compressão: aqui é possível notar a presença dos conceitos de Berry. Neste caso, é procurado evidenciar a razão entre os níveis de configurações compactas e rarefeitas;
c) Dependência: São evidenciados os graus de confluência (interdependência) e de divergência (independência) em relação à configuração rítmica[226]. Outra vez, aqui existe fina relação com os conceitos de Gentil-Nunes (2009). Por confluência, o autor emprega o termo aglomeração, por divergência, o autor emprega o tempo dispersão. O próximo passo (nas etapas futuras da presente pesquisa) é fazer apropriação dos conceitos já consagrados por Gentil-Nunes, aproximando ainda mais a Análise Particional da TDS.

O agrupamento das configurações de compressão e dependência em relação à textura não é novidade. Berry (1976), Gentil-Nunes (2009), Guigue (2011) abordam a questão textural partindo dos mesmos aspectos e acrescentam outros ao seus respectivos vieses. Na

[223] Para maiores informações, ver nota número 9
[224] Particiogramas e Indexogramas. Para maiores informações, ver GENTIL-NUNES (2009).
[225] Existem vários desdobramentos da Análise Particional em pesquisas recentes ou em andamento ligadas ao Grupo de Pesquisas ligado ao Programa de Pós-Graduação da UFRJ, MusMat. Maiores informações podem ser encontradas em www.musmat.org.
[226] No presente trabalho optamos por abarcar apenas o aspecto rítmico. Pois a abordagem textural do parâmetro altura, por exemplo, fica evidenciada a partir de outras ferramentas em atual produção na presente pesquisa.

presente pesquisa, adicionamos o aspecto da cor por entender que essa é uma caraterística intrínseca, dentre diversas outras, ao timbre[227].

Para Henrique (1988),

> "o timbre é a mais complexa das características do som e talvez por ser extremamente difícil de quantificar está muito menos 'esclarecida' fisicamente que as sensações de altura e intensidade. Além da inexistência de uma teoria satisfatória sobre o timbre, não existe uma nomenclatura uniforme e consistente para identificar e classificar os timbres. (...) Tentando resolver esta questão, os músicos usam expressões que criam determinadas analogias com outras sensações, nomeadamente tácteis e visuais: sons quentes, aveludados, metálicos, escuros, brilhantes, doces, etc." (HENRIQUE, 1988, p. 871-872, Apud. SHIMODA, 2013.)

A cor de um som, não tem propriamente ligação com a região onde o evento ocorre, mas com um propriedade sonora inerente a cada instrumento e acrescida de uma série de outras caraterísticas exteriores. Assim está estipulado no *Harvard Concise Dictionary of Music* ao postular que a característica cor de uma altura é tanto produzida "em um instrumento específico, enquanto distinta de outra qualidade diferente da mesma altura quando tocada em um outro instrumento" (RANDEL, 1998: 512- 513).

Portanto, como postula Henrique (1988), quantificar o timbre é de uma complexidade exponencial. Assim, para além das discussões sobre os aspectos físicos, psicoacústicos e cognitivos acerca do timbre ou da coloração de uma altura imbuída de duração e intensidade, propomos o entendimento de cor apenas pela relação quantidade de notas graves/quantidade de notas agudas num dado território delimitado na própria partitura a ser analisada.

Contudo, a função textura não é o único mecanismo de análise textural no contexto do domínio sonoro. Enquanto a função textura lança olhar global, porém temporalmente congelado (*frame to frame*), os mecanismos de descrição algébrica (seção 3.7) analisam regiões localmente, contudo, em um fluxo de tempo contínuo. Ou seja, as descrições algébricas das variações dos eventos no topo da superfície levam em conta no mínimo o par de eventos. Já no caso da função textura, a mesma é aplicada em função do tempo, padronizando a articulação da leitura de segundo em segundo, singularizando o recorte a um evento por vez.

A função textura é um complexo de funções matemáticas escritas em coordenadas polares, faz uso de funções trigonométricas inversas e revela os níveis dos parâmetros texturais elencados a partir dos ângulos obtidos (Equação 5).

---

[227] Schafer define timbre como "essa superestrutura característica de um som que distingue um instrumento de outro, na mesma frequência e amplitude." (SCHAFER, 1991, p. 76).

$$\left(r,\ (arccos\frac{np(a)}{\alpha},\ arcos\frac{np(b)}{\beta}t)\right),\ \left(r, arcsen\left(\frac{np}{\mu}-\omega\right)t\right),\ \left(r,\left[\left(\frac{\pi}{(p(n)-1)}\right)+k\right]t\right)$$

Equação 5: Expressão que representa Função Textura, em coordenadas polares. Concepção original do presente autor.

Antes de seccionar a função e descrevê-la termo a termo, elucidaremos brevemente o conceito de coordenadas polares. "Em coordenadas polares um ponto P é representado pelo par ordenado (r,0), onde |r| é a distância de O (chamado origem ou pólo) até P e θ é a medida do ângulo formado pelo segmento $\overline{OP}$e a semirreta $\overrightarrow{OA}$, que chamamos de eixo polar" (VERAS, 2009, p. 8).

Existem diversas maneiras de escrever um ponto em coordenadas polares. O ganho no uso das coordenadas polares é que podemos observar e mensurar a variação de cada ângulo a partir da posição dos pontos. Resumidamente, |r|[228] representa o tamanho do segmento $\overline{OP}$ e o valor do ângulo θ imporá a inclinação do segmento.

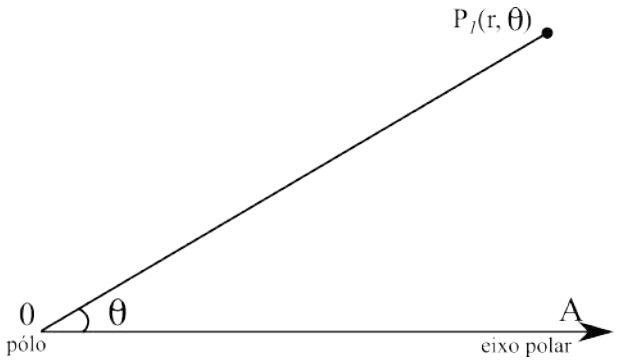


Figura 29: Exposição de um ponto P_1 em coordenadas polares.

A função textura também faz uso de funções trigonométricas inversas. Esse tipo de função revela o arco (ângulo) a partir de um número real observando o intervalo das imagens das funções para o conjunto dos números reais (que é o domínio elencado para as operações). Por exemplo, o ponto P_x (*r*, arccos 0), na verdade pode ser reescrito como (r, π/2), pois arccos (0) = π/2.

A variável t significa que estamos tomando as configurações em um dado tempo congelado metrificado numa unidade de medição do tempo. Na presente pesquisa, estamos adotando o segundo como unidade padrão de medição temporal.

[228] Nesse caso, foi convencionado que o raio seja sempre igual a um ($r = 1$), por conta do intervalo fechado da imagem das funções seno e cosseno.

O primeiro termo da equação está relacionado com o aspecto textural denominado "cor" e tem-se a presença de duas funções inversas do tipo *arccos*. Isto ocorre porque na verdade, tem-se dois arcos variantes em uma mesma circunferência. Explicando termo a termo, tem-se:

α = Total de partes da região A;

β = Total de partes da região B;

$np(a)$ = Número de partes atuantes da região A;

$np(b)$ = Número de partes atuantes da região B.

Por região A e B entende-se o seguinte: conta-se da nota/altura[229] mais grave até a mais aguda de todo trecho ou de toda obra[230], considerando os semitons. A altura Dó3 é elencada como limite entre as duas regiões, pertencendo à região A (referente às notas agudas). A quantidade de notas (incluindo semitons, ou quartos, oitavos de tom, etc) entre a nota mais grave até a nota Si2 é denominada região B. A quantidade de notas compreendidas entre o Dó3 e a nota mais aguda do trecho, é denominada região A.

Clarificando, se todas as notas da região B (região referente as notas graves) fossem tocadas, o limite da imagem de função seria atingido (1), revelando o maior índice de notas agudas no trecho. Teríamos *arccos*(1), que corresponde ao ângulo $\theta = 0$, ou seja, a reta que contém o ponto P (na Figura 29) estaria completamente perpendicular ao eixo polar.

Se nenhuma nota for tocada, a operação revelará o número zero (0), o que por sua vez, fará surgir um ângulo reto (90º), indicando o menor grau possível de notas agudas ativas. Ou seja, teríamos *arccos*(0), que é o ângulo $\theta = 90º$ ($\pi/2$), fazendo com que o segmento $\overline{OP}$ seja perpendicular ao eixo polar.

As mesmas relações são aplicadas em relação à região A, porém, invertendo os ângulos resultantes das funções trigonométricas inversas. Isso se dá porque enquanto a imagem da região B é o intervalo fechado [0,1], a região A opera no âmbito do intervalo também fechado [-1,0]. Portanto, pensando nas configurações mais extremas, teríamos: arccos(0), revelando o ângulo $\theta = 0$ (π), fazendo com que o segmento $\overline{OP}$ passe exatamente sobre o eixo polar; e, *arccos*(-1), revelando o ângulo $\theta = 270º$ ($3\pi/2$), fazendo com que o segmento $\overline{OP}$ seja perpendicular ao eixo polar.

[229] Apenas por uma questão textual, optaremos por utilizar a nomenclatura nota ao invés de altura nesta seção.
[230] Depende do que o analista quer considerar. Em nossas utilizações, temos elencado o trecho, pois o olhar que a função textura é majoritariamente local.

Desta forma, as configurações resultantes da região B estão fixadas no primeiro quadrante do círculo, e as da região A estão fixadas no terceiro quadrante do círculo (Figura 30).

O segundo termo também opera em apenas um quadrante, o segundo. Nesse sentido, a imagem da função seno varia no intervalo [1, 0] para os dois termos, onde o valor 1 significa configurações totalmente compactas e 0 significa configurações rarefeitas. Considerando o segundo termo, tem-se os seguintes elementos:

np = quantidade de notas tocadas no trecho.

μ = quantidade de semitons tocados no trecho analisado (total de semitons entre a nota mais grave e a mais aguda).

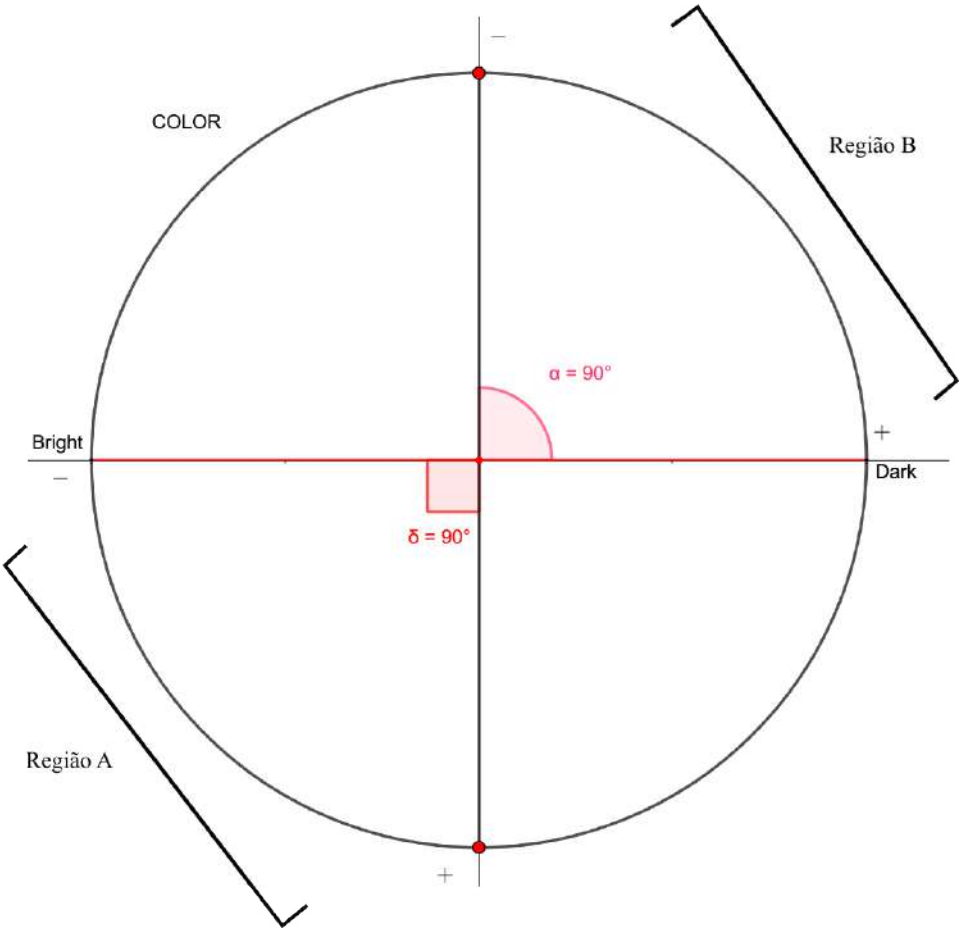


Figura 30: Exposição de um dos termos da função textura no círculo. Está retratada uma situação hipotética onde nenhuma nota da região A é tocada, e nenhuma nota da região B é tocada. Angulos de 90º em ambos os casos foram alcançados.

Na verdade, esse cálculo em particular nada mais é do que a aplicação do já apresentado conceito de Densidade-compressão de Berry (1976). Nesse sentido, estamos calculando o nível de compressão de um trecho a partir de duas configurações: 1) rarefeitas, ou

seja, configurações onde a relação np/μ se aproxima de zero; e, 2) compactas, ou seja, configurações onde a relação np/μ se aproxima de um. Em outras palavras, são configurações que lidam com níveis distintos e antagônicos de densidade (no sentido mais próximo ao conceito de densidade, afastando da conceituação mais unilateralista de Berry) ou compressão do espaço.

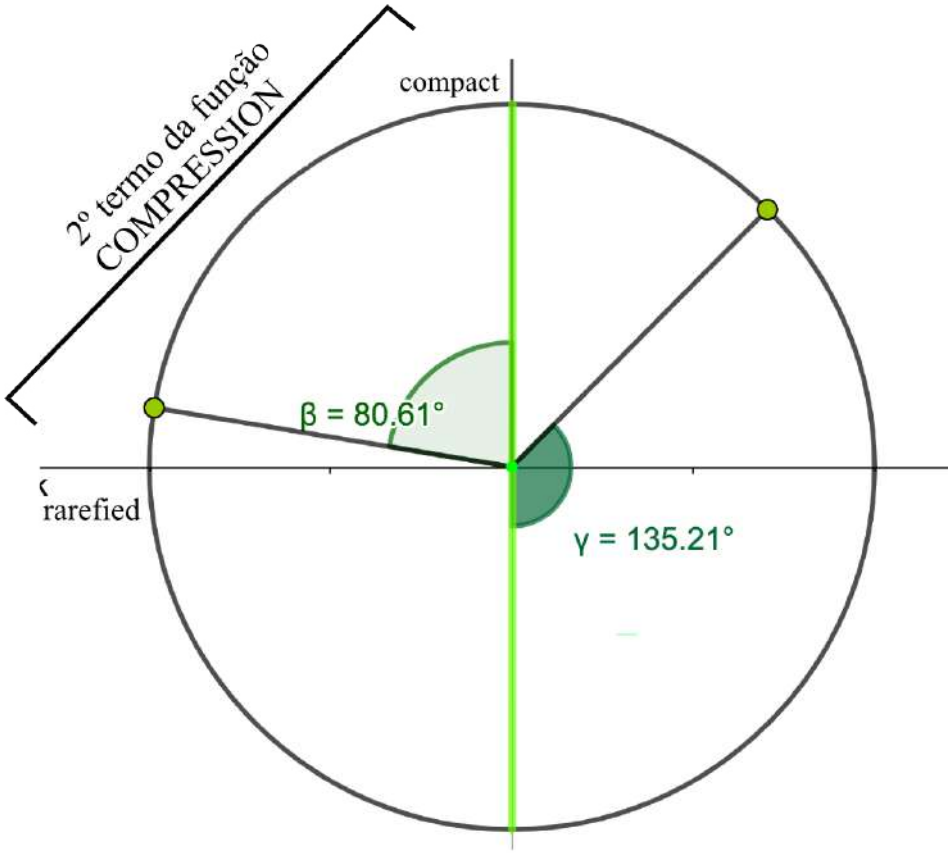


Figura 31: Exposição do segundo termo da função textura que quantifica a compressão da textura, no segundo quadrante do círculo. Está retratada uma situação hipotética onde uma configuração mais rarefeita é produzida.

Continuando a explicação dos elementos do segundo termo:

ω = fator de correção. Esse fator é necessário apenas para quando o valor de np/μ ultrapassar o número 1. Usamos esse fator de correção pelo seguinte motivo: como a imagem função seno varia de [-1,1] a razão np/μ não pode ultrapassar esse valor. No entanto considerando a configuração mais compacta, teríamos, por exemplo, duas notas no espaço intervalar de um semitom. Na verdade, a configuração mais compacta sempre será *np*/(*np – 1)* (7 notas e seis semitons, 12 notas e 11 semitons, etc). Nesses casos, a densidade compressão ultrapassará o intervalo [-1, 1] e não será possível, a partir desse número, aplicar a função inversa e obter o ângulo pretendido. O fator de correção acerta esse cálculo e converte o valor

da razão np/μ para dentro do intervalo permitido sem perder as relações de proporção. O fator de correção ω é dado por $[(np/\mu) - 1]$. Por exemplo, numa configuração totalmente compacta onde tem-se 7 notas num intervalo de 6 semitons, o cálculo da densidade número seria 7/6 ≅ 1.16. Com o fator de correção, teremos (1.16 – [1.16 – 1]) = 1, que por sua vez, arcosen (1) = 90º ou π/2.

No caso das configurações rarefeitas, o valor da imagem da função seno nunca será zero, pois $np/\mu > 0$. Assim, imaginemos uma configuração onde tenhamos o mínimo de notas (duas notas) num amplo espaço intervalar, por exemplo, 30 semitons, o que nos levará à relação 1/30 ≅ 0.06. Ou seja, np/μ tende a zero a medida em que *np* se aproxima de 2 e μ se aproxima do infinito (Figura 31).

A maior diferença entre os primeiro e segundo termos e o terceiro termo, é que este último opera num mesmo semicírculo com dois quadrantes dedicados a ele e não utiliza nenhuma função, pois teremos diretamente o ângulo desejado sem passar por nenhum outro procedimento.

Tem-se, então sobre a terceira parte da função textura:

π = Aqui, o número *pi* rad. simboliza o arco de 180º;

$p(n)$ = Esse valor simboliza a quantidade de combinações de partições inteiras possíveis relacionadas a quantidade de partes envolvidas. Isto é, esse é o valor que representa o número de partições de um número inteiro. Por exemplo, para o número 4, tem-se 5 possibilidades de combinações entre os inteiros. Em 1918, uma expressão para encontrar a quantidade de partições que um número inteiro pode ter (*p(n)*), foi obtida por Godfrey Harold Hardy e S. Ramanujan. Mais tarde, Rademacher[231] demonstrou que a fórmula levaria exatamente ao valor de p(*n*). No presente trabalho, *p*(*n*) é resultado desta equação (Equação 6)[232].

$$p(n) = \frac{1}{\pi\sqrt{2}} \sum_{k=1}^{\infty} A_K(n)\sqrt{k}\,\frac{d}{dn}\left(\frac{\sin\left\{\frac{\pi}{k}\sqrt{\frac{2}{3}\left(n-\frac{1}{24}\right)}\right\}}{\sqrt{n-\frac{1}{24}}}\right) \qquad (6)$$

Equação 6: Fórmula criada por Hardy e Ramanujan para o cálculo de p(n).

Continuando a exposição dos elementos do terceiro termo na função textura, temos:

[231] Hans Rademacher (1892 – 1969) foi um matemático alemão conhecido por seus trabalhos sobre análise matemática e teoria dos número.

[232]

k = Fator de alinhamento. Atua de acordo com a quantidade de partes necessárias para a correta configuração. Isso acontece porque o termo $\frac{\pi}{(p(n)-1)}$ apresenta apenas uma relação entre π e *p(n)*: ele divide o arco 3π/2 até π/2 (180º) em tantas partes quantas for o resultado ($p(n) - 1$). Tomando 4 partes, por exemplo, tem-se 5 possibilidades (*p(n)*) de partições com números inteiros. Com a subtração, existirão 5 pontos no semicírculo utilizado para expor a relação confluência/divergência. Portanto, o cálculo $\frac{\pi}{(p(n)-1)}$ não expõe a ângulo que exprime a exata configuração textural, mas sim a medida entre cada configuração possível (em termos angulares). Dessa maneira, criamos uma tabela pré-determinada para valor do fator *k* (Tabela 2).

Construímos a Tabela 2 a partir do seguinte critério: $p(n)$ divide o arco que vai de $\frac{3\pi}{2}$ a $\frac{\pi}{2}$ em $p(n)$ partes. A partir daí sabemos exatamente qual ângulo do arco seccionado estará associado à configuração particional específica. Tomando $\frac{\pi}{(p(n)-1)}$, o que precisamos fazer é resolver (Equação 7):

$$\frac{\pi}{(p(n)-1)} - k = \theta_{p(n)} \tag{7}$$

Equação 7: Terceiro termo na função textura igualdado a zero. Procedimento para normalização dos resultados.

Na equação acima, $\theta_{p(n)}$ é o ângulo associado a uma partição específica. Por exemplo, se uma partição *n* = 4 tem p(*n*) = 5, dividimos o arco que vai de de $\frac{3\pi}{2}$ a $\frac{\pi}{2}$ em cinco partes e encontramos todos os $\theta_{p(n)}$. O cálculo (Equação 8 e Equação 9) para o fator de correção ***k*** ligado a partição 4, fica da seguinte maneira:

Primeiro,

$$\frac{\pi}{(p(4)-1)} = \frac{\pi}{5-1} = \frac{\pi}{4} \tag{8}$$

Equação 8: Resolução de parte do terceiro termo na função textura, onde *n* = 4 tem p(*n*) = 5.

Em seguida, sabemos que $\frac{\pi}{2} = \theta_5$ é o ângulo relativo a partição 4, porque elencamos que na parte de cima do semicírculo serão expostas as configurações mais dependentes. E o ângulo que fica ao topo do semicírculo é $\frac{\pi}{2}$. Seguindo,

$$\frac{\pi}{4} - k = \frac{\pi}{2} \therefore k = -\frac{\pi}{4} \quad (9)$$

Equação 9: Parte final do cálculo usado para encontrar o valor do fator de correção *k*.

O segundo elemento da subtração $(p(n) - 1)$ (o fator -1) existe apenas para conferir mais estabilidade nos cálculos. Poderíamos proceder sem esse número, contudo, nas partições iniciais o uso desse número revela denominadores que favorecem frações mais limpas.

O menor valor possível para *n*, na proposta da função textura, é 2. Porque vários outros mecanismos analíticos já desempenham o papel analítico para configurações em partições $n = 1$ no contexto do domínio sonoro. Assim, quando $n = 2$, teremos $\frac{\pi}{(p(n)-1)} = \pi$.

Tabela 2: Valores para o fator de correção *k* quando *p*(*n*) é 5. Neste caso, *n* = 4.

	Partições *n* = 4, p(*n*) = 5				
	1^4	$1^2\,2$	$2\,2$	$3\,1$	4
Fator de correção ***k***	$-\frac{5\pi}{4}$	$-\frac{3\pi}{2}$	$\frac{\pi}{4}$	0	$-\frac{\pi}{4}$

	Partições *n* = 3, p(*n*) = 3		
Fator de correção ***k***	1^3	$1^2\,3$	3
	$-\frac{\pi}{2}$	$-\pi$	$\frac{\pi}{2}$

	Partições *n* = 2, p(*n*)2 = 2	
Fator de correção ***k***	1^2	2
	$-\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$

	Partições *n* = 5, p(*n*) = 7						
Fator de correção ***k***	1^5	$2\,1^3$	$2\,2\,1$	$3\,1^2$	$3\,2$	$4\,1$	5
	$-\frac{4\pi}{3}$	$-\frac{3\pi}{2}$	$-\frac{5\pi}{6}$	$\frac{\pi}{6}$	0	$-\frac{\pi}{6}$	$-\frac{\pi}{3}$

A tabela de valores para o fator de correção ***k*** pode seguir ao infinito, porém, delimitaremos um limite. Estamos operando em configurações texturais que não ultrapassem

$n = 5$ até o atual momento da presente pesquisa. A automação desse processo por aplicativos computacionais parece ser o desenvolvimento natural nas próximas fases da presente pesquisa.

A Figura 32 expõe o semicírculo do terceiro termo da função textura.

Em seguida expomos o gráfico função textura com os dois círculos (que contém os semicírculos e quadrantes utilizados) (Figura 33). A análise do *String Quartet n.03* "*Mishsima*" – *VI movement* "*Closing*", de Philip Glass, será realizada na seção 4.3 somente com uso da função textura.

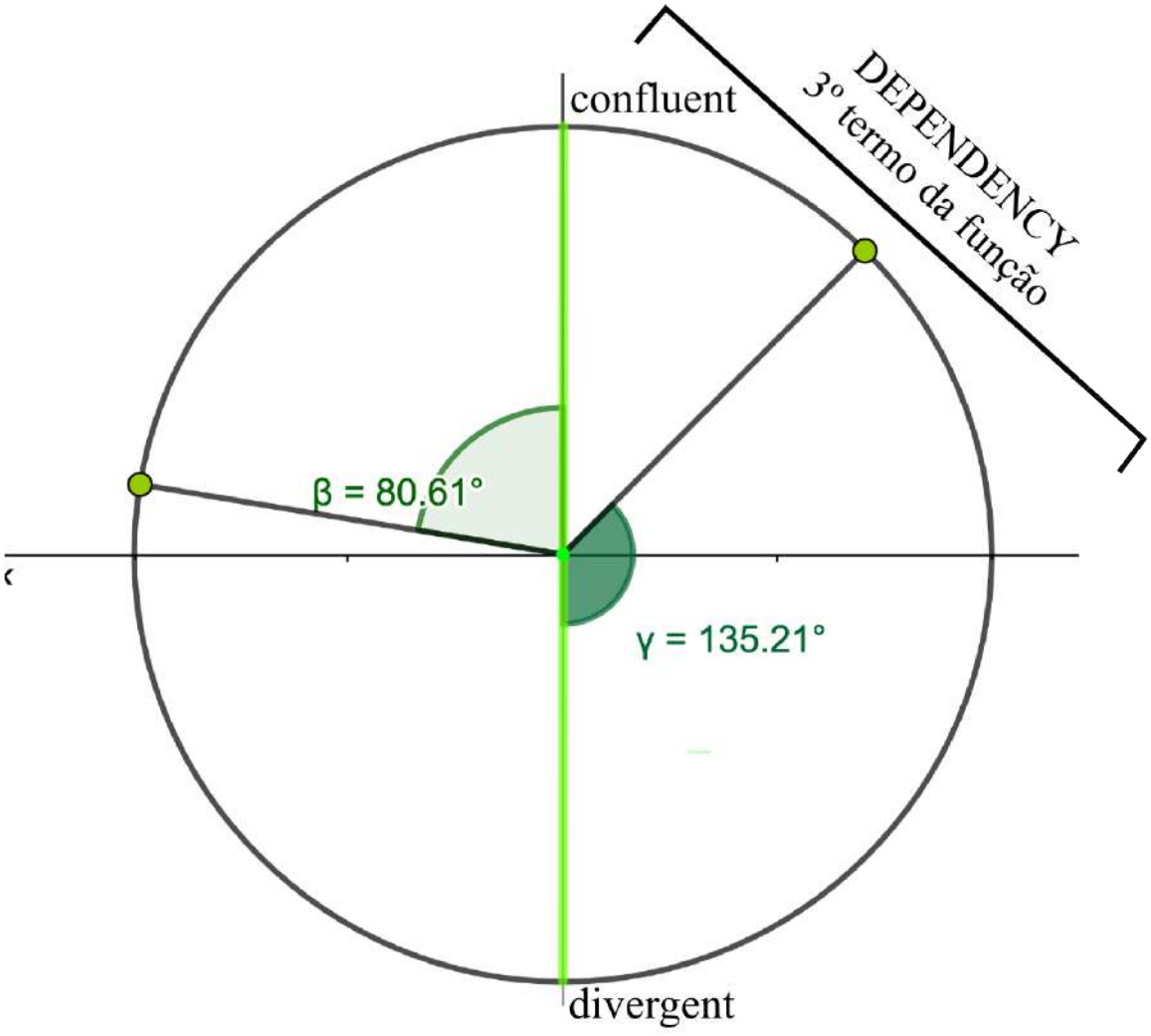


Figura 32: Exposição do terceiro termo da função textura que quantifica a confluência e a divergência textural, nos primeiro e quarto quadrantes do semicírculo. Está retratada uma situação hipotética onde uma configuração mais confluente é produzida**.**

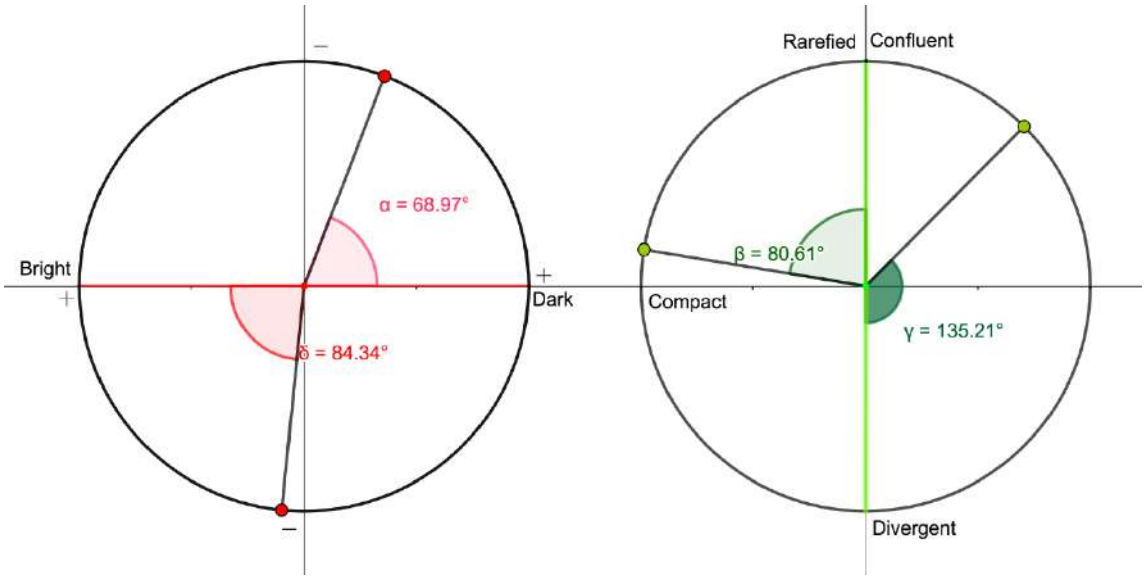


Figura 33: Função textura aplicada em três parâmetros. O primeiro círculo é relativo ao parâmetro cor. O primeiro quadrante revela o nível da região B e o terceiro quadrante revela os níveis da região A. O segundo quadrante do segundo círculo revela os níveis de compressão textural. O semicírculo formado pelos primeiros e quarto quadrantes no segundo círculo revelam as relações de confluência e divergência rítmica. Concepção original do presente autor.

3.4 Notação matricial do PEC

Conforme visto na subseção 2.6.1, o PEC é constituído a partir da confluência de três parâmetros: altura, duração e dinâmica. Registramos cada parâmetro no formato vetorial e desta forma estipulamos que: as alturas serão simbolizadas pelos elementos p_1, p_2, p_3 ...p_n; as durações pelos elementos t_1, t_2, t_3 ...t_n, e; as dinâmicas serão representadas pelos elementos d_1, d_2, d_3 ...d_n[233]. Ao agrupar os parâmetros, uma matriz $A_{3\ x\ n}$[234] é revelada. Cada elemento é alocado em uma linha da matriz e as colunas da matriz revelam os vetores que formam a matriz PEC. Usaremos, portanto, a notação matricial para descrever o PEC, que fica formalizada como:

$$A = \begin{bmatrix} p \\ t \\ d \end{bmatrix} = \text{PEC ou } A^t = [p\ t\ d]^{235} = \text{PEC}$$

[233] Onde *p* é a abreviação para *pitch*, t é a abreviação para *time* e *d* é a abreviação para *dynamics*.
[234] Onde 3 é o número de linhas e *n* é o número de colunas. Como estamos determinando o uso de três parâmetros, a matriz que descreve o PEC nunca será composta por mais do que três linhas. Contudo, cada parâmetro, entendido como um vetor, poderá ter *n* número de elementos, o que levará a matriz a ter *n* número de colunas.
[235] Utilizaremos, em alguns momentos, a notação da matriz transposta (A^t) para privilegiar a fluidez do texto. A matriz transposta é obtida a partir da matriz A, original, trocando-se ordenadamente as linhas por colunas ou as colunas por linhas.

A Figura 34 expõe a estrutura da matriz que representa o PEC.

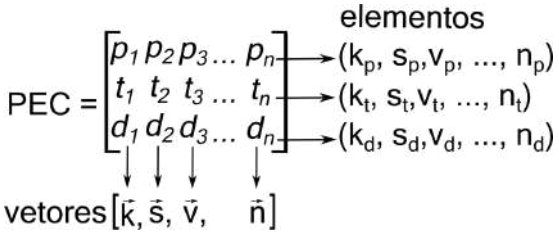
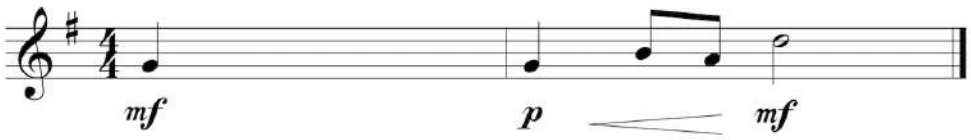


Figura 34: Estrutura da matriz PEC.

Nesse sentido, dizemos que o PEC é composto por três componentes vetoriais: o componente altura (*p*), o componente duração (*t*) e o componente dinâmica (*d*). O registro dos três componentes é feito através de relações estabelecidas entre os parâmetros e números inteiros e fracionários. Em outras palavras, os registros dos componentes se dão pela quantificação dos parâmetros musicais em registros numéricos que, por sua vez, são obtidos através de mecanismos próprios.



Exemplo 6: Trecho musical exemplificando possíveis PECs.

O componente altura se baseia na consagrada notação com inteiros[236], onde as doze classes de notas[237] são representadas por números inteiros. A notação do componente temporal será dada em segundos, ou seja, a quantidade de tempo gasta em cada evento tendo o segundo (*s*) como unidade de medição. Já o componente dinâmica será descrito a partir de uma tabela específica baseada em formulações matemáticas que, por sua vez, representam a equivalência natural entre as marcações.

---

[236] Foi apenas em 1973, no livro "*The Structure of Atonal Music*", que Allen Forte apresentou uma teorização para o espaço de alturas da música atonal formalizando algumas práticas correntes desde o início do século XX bem como introduzindo novos conceitos e práticas para análise musical da música atonal. Nessa formalização, esse espaço foi tratado com um grau ainda mais elevado de abstração em relação ao espaço acústico. Isso permitiu que teoricamente todos os conjuntos possíveis de classes de alturas fossem ordenados e classificados de acordo com critérios teóricos" (FERREIRA, 2012, p. 50). Essa notação foi utilizada por Forte (1973), Rahn (1980), Lewin (1987), Morris (1987), Strauss (1989, 2005, 2013) dentre outros, em seus diversos trabalhos. Contudo, em nossa abordagem, proporemos algumas distinções a serem reveladas mais adiante.

[237] Considerando a equivalência harmônica e de oitava. "O conceito de classe de altura como vimos é implícito em práticas composicionais anteriores à teoria de classes de altura. Ele decorre logicamente da prática de se desconsiderar a diferença de oitavas e as enarmonias no trabalho com séries de doze sons" (FERREIRA, 2012, p. 51).

O Exemplo 6 apresenta dois possíveis PECs: um sendo composto por um único evento, (uma nota) o que revelará uma matriz com apenas uma coluna, ou seja um elemento para cada um dos componentes formadores do PEC; o outro formado por quatro notas, o que revelará uma matriz com quatro colunas, isto é, com quatro elementos em cada componente intrínseco ao PEC.

Quadro 4: Registro dos componentes constituintes do PEC[238].

Componente altura	
Inteiros	*Conteúdo da classe de notas*
0	Si♯, Dó, Ré*bb*
1	Dó♯, Ré*b*
2	Dó**x**, Ré, Mi*bb*
3	Ré♯, Mi*b*
4	Ré**x**, Mi, Fá*b*
5	Mi♯, Fá, Sol*bb*
6	Fá♯, Sol*b*
7	Fá**x**, Sol, Lá*bb*
8	Sol♯, Lá*b*
9	Sol**x**, Lá Si*bb*
10	Lá♯, Si*b*
11	Lá**x**, Si, Dó*b*

Componente temporal[239]							
Tempo em segundos	𝅗𝅥	♩	♪	♪.	𝅘𝅥𝅯		
	2s	1s	0.5s	0.75s	0.25s	(etc.)	

Componente dinâmica								
Dinâmicas	***ppp***	***pp***	***p***	***mp***	***mf***	***f***	***ff***	***fff***
$\boldsymbol{a} \in \boldsymbol{Z}$, $\boldsymbol{a} \geq \mathbf{2}$[240]	$-(a^3)$	$-(a^2)$	$-(a)$	$-(\frac{a}{2})$	$(\frac{a}{2})$	(a)	(a^2)	(a^3)
Valor numérico	-8	-4	-2	-1	1	2	4	8

[238] As relações entre os inteiros e os distintos parâmetros são concepções originais do presente autor. A exceção é a relação entre inteiros e conteúdo de classe de notas (ver notas 206 e 207).

[239] Para que as relações de proporção fossem mantidas da maneira mais clara possível, arbitramos a semínima como valendo 1 segundo. Essa arbitrariedade não representa alguma perda na extração de dados no momento da análise. Pois, evidentemente, as relações proporcionais estarão sempre mantidas, qualquer que seja a duração atribuída a semínima.

[240] O valor de $\boldsymbol{a}$ pode variar entre qualquer número inteiro dentro do conjunto $[2, \infty] \in \mathbf{Z}$, onde $\mathbf{Z}$ é conjunto dos inteiros. Se $\boldsymbol{a}$ variar abaixo de 2, no caso 1, todos os resultados serão também 1, o que não faz sentido. Se $\boldsymbol{a}$ variar a partir de (-1), todos os valores terão sinal invertidos, o que também não faz sentido.

Chamaremos de PEC*a* o que é composto por uma nota (c.1). E de PEC*b* o que é composto de quatro eventos. Os números negativos que aparecem especificamente no PEC*b* representam apenas as marcações de dinâmica ***p*** (Quadro 4). Suas descrições ficam da seguinte maneira:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{PECb} = \begin{bmatrix} 7 & 11 & 9 & 14 \\ 1 & 0.5 & 0.5 & 2 \\ -2 & -2 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

A notação matricial aplicada às operações de transformação entre os PECs (a serem examinadas na seção seguinte) revelam a estrutura incipiente de cada PEC habilitando o tratamento vetorial dado a cada parâmetro. Assim, o que se entende por PEC tem relação direta com sua decodificação por meio de uma matriz. A questão é não apenas elencar o nível de complexidade a constituir o PEC, mas também embasá-lo. Essa questão tem relação direta com o formato matricial em que é escrito o PEC.

Pois, no caso de um agrupamento de notas (como um acorde, por exemplo), haverá maior número de elementos no componente das alturas do que nos da duração e dinâmica, e isso poderia resultar num problema hermenêutico.

Como podemos dizer que um acorde pode ser a união de vários PECs (Figura 35) a pergunta, nesse caso, seria: por que um acorde pode simbolizar um PEC e uma simples nota não? Qual é crivo no qual se baseia essa escolha?

Conforme exposto na subseção 2.6.1, vimos que o PEC, ou um evento musical, por mais básico que seja, é necessariamente formado por altura (definida ou indefinida), qualquer duração e qualquer dinâmica, e a união desses três parâmetros constitui o que chamamos de PEC. Acrescentando a essa informação que o evento PEC está fora do tempo, essas são as condições ontológicas impostas ao PEC. Portanto, se essa condição é o crivo, então a resposta para as perguntas levantadas acima é que tanto uma nota singular quanto um acorde podem ser compreendidos como um PEC. Até mesmo um trecho com várias notas ou vários acordes. Na verdade, a real questão é qual o nível de complexidade que se quer empregar ao PEC e as suas relações. Sempre haverá relações de derivação entre um PEC e outro, passíveis de completa descrição, seja lá qual for seu "tamanho", restando assim apenas a questão semântica.

Assim, uma matriz PEC pode ter um ou vários elementos no *componente altura*, um ou vários elementos no *componente duração* e um ou mais elementos no *componente dinâmica*. A passagem do nível mais básico (ou superficial) para o mais complexo (ou

profundo), ou seja, a passagem de uma matriz PEC com menos elementos para uma com mais elementos, dependerá do grau de ampliação desejado no ato analítico. No caso da Figura 35 o nível mais complexo significa considerar o acorde E, G, C como a união de três PECs.
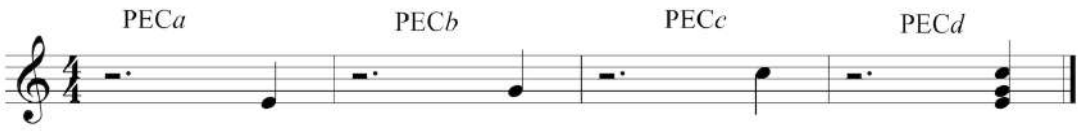


Figura 35: O PEC*d* pode ser entendido como sendo formado pela união dos PECs *a*, *b* e *c*. Ou, o acorde contendo as notas E, G e C pode ser entendido como PEC*d*.

Partir de níveis menos complexos, ou seja, considerar a constituição dos PECs *a*, *b* e *c* e alcançar a maior complexidade na formação do PEC*d* (PECs *a*+*b*+*c*), favorece a escrita matricial. Isto porque estamos dizendo que o PEC*d* é formado por três PECs mais simples, nos quais existem apenas um elemento para os componentes altura, duração e dinâmica. Assim, descrever os PECs *a*, *b* e *c* seria descrever como foi formado o PEC*d*. Os descrevemos da seguinte forma[241]:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}, \text{PECb} = \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} \text{ e PECc} = \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Partir do nível mais complexo seria considerar o PEC*d* como unidade básica do discurso musical no momento da análise. Ou seja, o PEC*d* não seria resultado da conjunção de outros três PECs. O maior nível de complexidade reside no fato de que o PEC*d* contém três elementos na componente das alturas e um elemento para os componentes duração e dinâmica. Nesse caso, ele ficará descrito da seguinte forma[242]:

$$\begin{bmatrix} (0,4,7) \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Parece óbvio inferir que partir de níveis mais simples e gradativamente alcançar níveis mais complexos é o caminho mais prático a seguir. Contudo, estamos arbitrando o âmbito

[241] Estamos utilizando a notação das alturas segundo a Teoria dos Conjuntos de Classes de notas (FORTE, 1973) e (STRAUS, 2004), contudo, mais a frente apresentaremos algumas distinções.
[242] Adotaremos os parêntesis para simbolizar que, para cada um elemento de um (ou mais) componente(s) qualquer, existem *x* elementos de outro(s) dado(s) elementos(s).

de processamento dos mecanismos de análise originalmente desenvolvidos na presente pesquisa a um espaço reduzido, porém determinado. Esse território delimitado de aplicação analítica implica um limite de complexidade, para mais e para menos, atribuído ao PEC. Pois o enfoque é dado nas relações entre PECs e tanto partir de níveis muito simples ou muito complexos para estabelecer a unidade básica PEC, resultaria num afastamento da superfície musical.

A Figura 36 ilustra o limite de complexidade atribuído ao PEC a partir da análise dos conjuntos de classes de notas. De acordo com Schwarz (2013, p. 1), no primeiro movimento do *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern, as "transformações entre os conjuntos de classe (014) e (015) são perceptíveis, estão na superfície dos dois instrumentos em questão (piano e violoncelo) e compõem a estrutura da peça". Nesse sentido o PEC*a* que é formado pelo conjunto [478], o PEC*b* que é formado pelo conjunto de notas [B03] e o PEC*c* que é formado pelo conjunto [458], representam, na verdade, a mesma classe de conjunto de notas (014). Os PECs ficam descritos da seguinte maneira:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 8 & 4 & 7 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ -4 & -4 & -2 \end{bmatrix}, \text{PECb} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 11 \\ 0.75 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -4 \end{bmatrix} \text{ e PECc} = \begin{bmatrix} 4 & 5 & 8 \\ 0.25 & 0.25 & 1 \\ -1 & -1 & -2 \end{bmatrix}.$$

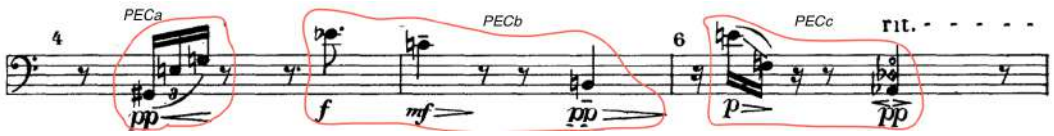


Figura 36: PECs *a*, *b* e *c* no trecho da parte do violoncelo, do *Op. 11, I - Mäßige Achtel*, de Webern

Nesse sentido, a formação dos PECs em questão parte de um princípio que suporta a obra e que se evidencia nela mesma. Não faz sentido, portanto, lançar o enfoque de menor complexidade sobre o PEC num contexto onde as relações entre os PECs pré-determinam a delimitação territorial que os constituirá. No entanto, não estamos dizendo que é imperativo uma análise prospectiva para se determinar o nível de complexidade que determinará o que será o PEC. Estamos pontuando que é necessário observar a delimitação do PEC aproximando-o ao contexto analítica mais próximo à superfície possível.

Não há aqui um argumento que determine o limite territorial do PEC, ou um fundamento que estipule o nível de complexidade a ele atribuído em sua constituição. Porém, na presente pesquisa, por uma decisão processual que não encerra (e nem pretende encerrar) a discussão (mas beneficia a operabilidade dos processos), buscaremos conceber os PECs a partir

de níveis mais complexos. Ou seja, sempre que possível, começaremos as análises e as composições tratando a unidade básica do discurso musical (os PECs) como eventos que se constituem a partir de um maior número de elementos em seus três componentes integradores (altura, duração e dinâmica) no intuito de que esse enfoque valorize as relações entre os PECs.

Maiores elucidações acerca da escrita matricial aplicada aos processos de análise adotados serão expostas a seguir.

Vamos ainda salientar uma última questão com relação a utilização da notação das alturas no presente trabalho. Diferentemente da abordagem clássica da notação de classes de notas por intermédio de números inteiros, no âmbito do domínio sonoro a notação matricial aplicada aos PECs busca revelar sentido e direção próprios entre duas alturas quaisquer, e esta informação tem conexão direta com o registro apreendido. Portanto, em nossa proposta, estamos considerando o registro da altura e não adotaremos o MOD 12 (STRAUS, 2004), pois nos interessa exatamente o espaço percorrido de uma altura a outra[243].

Ferreira (2012, p. 52) aponta para questão do espaço modular na teoria dos conjuntos. Pois "para a classificação dos conjuntos de notas possíveis, a ordenação dos elementos dos conjuntos (as notas) também tem que ser alterada. Qualquer agrupamento de notas passa a ser classificado de acordo com sua configuração dentro desse espaço modular", ou seja, o espaço modular é estático e exaurido de direção intervalar.

Retomemos a Figura 36: observando o sentido e direção intervalares os PECs, portanto, ficam descritos da seguinte maneira:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 8 & 16 & 19 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ -4 & -4 & -2 \end{bmatrix}, \text{PECb} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & -13 \\ 0.75 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -4 \end{bmatrix} \text{ e PECc} = \begin{bmatrix} 4 & -7 & -16 \\ 0.25 & 0.25 & 1 \\ -1 & -1 & -2 \end{bmatrix}.$$

Na notação acima ficam evidenciados o sentido, a direção e a distância entre os intervalos. E no âmbito do domínio sonoro, esta é a informação que mais interessa: o quanto de espaço (no que diz respeito às alturas e à dinâmica) foi percorrido num certo período de tempo.

Essa proposta de descrição intervalar, imbuída de sentido e direção, através dos PECs, se conecta com abordagem de Reichenbach[244] por se basear nos seus pressupostos que implicam ordenação e direcionalidade ao tempo. Para Reichenbach, a ordenação temporal é emergida a partir relação à direta de e à esquerda *de*, ou, antes de e depois de. E a direção do

[243] Nesse sentido, o espaço intervalar é, na verdade, um espaço modular, exaurido, em termos práticos, de direção intervalar.
[244] Para maiores informações, ver subsubseção2.1.

tempo se manifesta a partir da diferenciabilidade dos espaços limitados pelas marcações de ordenação temporal. Isto é, a porção de espaço ressurgente que é delimitada pelo início e fim de cada ponto de ordenação no tempo, e que precisa ser imbuída da relação *maior que* e *menor que* a fim de que haja direção temporal.

Contudo, a notação usada por Forte (1973) e Straus (1990), (e em grande parte a notação utilizada na teoria dos contornos (MORRIS, 1987, 1993; MARVIN, 1987, 1988, 1991; FRIEDMANN, 1985, 1987; SAMPAIO, 2103 e MOREIRA, 2015) não expõe exatamente o sentido do movimento intervalar porque nem a ordem nem a direção do tempo estão implícitas nos espaços intervalares expostos[245]. A aplicação do MOD 12 é uma ferramenta que, justamente, encerra o espaço intervalar a um espaço unicamente modular, descolando-se de qualquer característica temporal. Ferreira (2012, p. 52) aponta que

> "ao se fazer uma operação na teoria dos conjuntos não se considera intervalos entre alturas, mas sim intervalos entre classes de altura. Dessa forma não se observa o espaço "real" entre as notas, mas sim um espaço modular que é normalmente representado por um círculo cromático ou um relógio tonal, onde cada hora é uma unidade em módulo doze de 0 a 11."
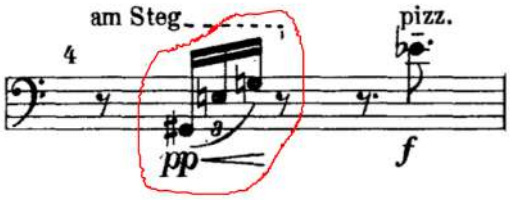
É nesse sentido que o espaço intervalar no contexto da teoria dos conjuntos, é esvaziado de relações reais de distância, pois é encapsulado por uma outra estrutura modular e atemporal. Esse encapsulamento é exposto e atenuado, de forma gradativa, entre as instâncias de notação utilizadas sobretudo por Straus (2004) em seu refinamento da teoria iniciada por Forte, em 1973. Inicia-se com o conjunto de classes de notas (que opera em MOD 12), avança para a forma normal, chega à forma prima e, por fim, ao vetor intervalar. Por exemplo, a "forma normal de um conjunto de classes de notas é a ordenação considerada mais compacta de determinado agrupamento (...) que é calculada seguindo-se um algoritmo[246]" (FERREIRA, 2012, p. 52). Contudo, na própria notação primária das classes de notas, a direção interna do espaço intervalar é esvaída. O exemplo mostra como o PEC*a* do trecho de *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern (apresentado na Figura 36) fica exposto de acordo com a notação tradicional das classes de alturas[247].

---

[245] Estamos limitando a discussão a apreensão do parâmetro altura.

[246] [1] eliminam-se as repetições de notas:); [2] ordenam-se o agrupamento em ordem crescente; [3] calcula-se a diferença entre a última e a primeira nota da lista, para cada uma das rotações dessa lista ordenada escolhendo-se aquela que tenha o menor valor possível em módulo 12 como sendo a forma prima. Se nessa etapa houver empate de duas ou mais ordenações que tenham ao mesmo valor entre a última e a primeira nota, repete-se o procedimento com os ordenamentos que empataram, mas agora considerando a diferença entre a penúltima e a primeira nota da lista, e assim sucessivamente. Se em todas as rotações o valor entre a primeira e a última nota for o mesmo, considera-se a forma ordenada no passo [2] como sendo a forma normal" (FERREIRA, 2012, p. 53).

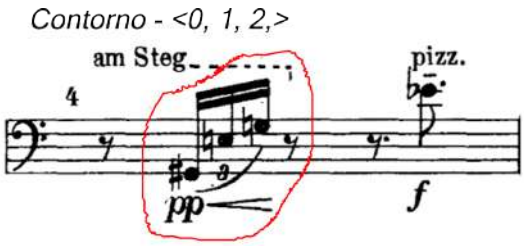
[247] Os espaços de altura de Robert Morris também resolvem essa questão. "Morris desenvolve os espaços de alturas (*pitch-space* ou *p-space*), propondo a taxonomia das possibilidades de organização das alturas de acordo com



Classes de alturas - 8,4,7
Forma normal - [4,7,8]
Forma Prima - (0,1,4)
Vetor intervalar - <1,0,1,1,0,0>

Exemplo 7: Exposição de um trecho de Op. 11 (I - Mäßige Achtel), de Webern, utilizando a notação das classes de alturas proposta por Straus (2004).

Já um contorno musical revela um certo nível de direção temporal, contudo, eliminando relações mais básicas de ordenação temporal. Segundo Marcos Sampaio e Tharcisio Moraes (2015, p. 1) "um contorno melódico é uma abstração das alturas (notas musicais) [e] tem características como direção, oscilação, tamanho, etc." Sampaio continua, "um contorno musical é entendido como um conjunto ordenado de pontos distintos com ou sem repetição (...) e enumerados com valores inteiros a partir de zero, do menor para o maior valor" (SAMPAIO, 2015, p. 1). No Exemplo 8, o mesmo PEC*a* retirado do trecho de *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern (apresentado no Exemplo 8)é notado como o contorno <012>.



Exemplo 8: Exposição de um trecho de *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern, utilizando a notação da Teoria dos Contornos.

Portanto, apesar de um contorno revelar relações de antes de e depois de entre os valores emergidos (diferentemente da notação das classes de notas), a relação *maior que* e *menor que* é fragmentada e limitada a um subespaço de valores, e, de certa, forma distante da superfície musical. Na verdade, este é o conceito de espaço de contorno, ou seja, "uma abstração de espaço musical que consiste em elementos organizados do menor para o maior valor (...)

critérios específicos" (MOREIRA, 2016). No caso, o *p-space* é o "epaço liner, com subdivisões regulares" que se equipara com nossa proposta de descrição das alturas (MOREIRA, 2016).

onde n é a ordem do contorno, isto é, o número total de elementos distintos (MORRIS, 1987, p. 26).” Assim, “o espaço de contorno é um conjunto não ordenado de pontos enumerados com valores inteiros do menor para o maior, mapeados a partir de uma dada dimensão musical” (SAMPAIO, 2012, p. 20).

Ambas propostas têm aplicações analíticas e composicionais amplas e muito bem definidas que se baseiam justamente na estrutura notacional elencadas e nos dados que, através dessa estrutura, são revelados. A questão é que as aplicações analíticas e composicionais relativas ao Domínio Sonoro estão baseadas em dados que empregam direção concreta ao espaço intervalar instaurado, e, portanto, não se poderá operar num espaço intervalar modulado. A Figura 37 mostra a diferença entre as três formas de notação relativas a um mesmo trecho.

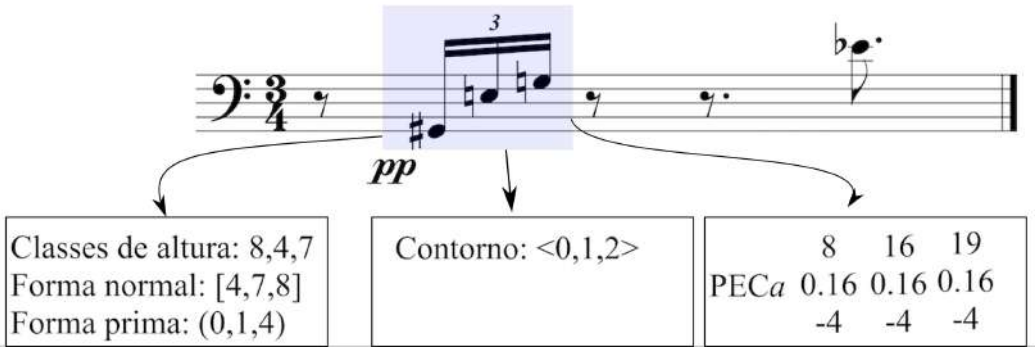


Figura 37: Exposição de um trecho de *Op. 11* (*I - Mäßige Achtel*), de Webern, utilizando a notação de Forte (2013) e Straus (2004), da Teoria dos Contornos e a do Domínio Sonoro.
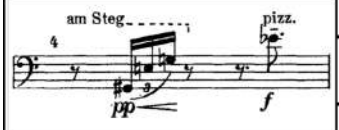
Apropriando-nos das relações *maior que* e *menor que* e inferindo-as às classes de notas reveladas na figura acima (8,4,7), a trajetória manifestada aponta para uma direção contrária a da revelada pela notação da teoria dos contornos <012>. Pois, se na primeira situação temos um declínio e uma elevação (8,4,7), o contorno <012> revela duas elevações. Assim, a questão da direcionalidade do tempo é essencialmente abstraída da notação das classes de alturas, enquanto a escrita dos contornos ainda guarda essa relação. Apesar de todo o ganho que tanto a notação clássica com inteiros quanto a notação original da teoria dos contornos revelam, a real distância, o sentido e a direção entre os grupos intervalares não ficam evidenciadas.

A diferença está na qualidade do salto intervalar, o que aproxima o espaço intervalar à superfície musical. Ao isolar as alturas do PEC*a* (temos *p* = [8 16 19], onde *p* representa o componente altura) é revelado não apenas dois saltos ascendentes, mas também a real quantidade de semitons envolvidos no salto, ou seja, é manifestada a qualidade dos intervalos envolvidos mantendo-se mais fielmente as relações *maior que* e *menor que* entre os elementos do componente altura. Pode-se dizer que o mesmo componente [8 16 19] fica melhor descrito

adotando-se a o menor valor como o valor zero [0]. Nesse caso, o componente ficaria descrito como [0 8 11], o que faz todo sentido. Ainda assim, anotar [0 8 11] ao invés de [9 16 19] parece ser uma abstração onde a direção e ordenação intervalar são mantidas, porém, o valor real da altura não é correspondente. Isso não representaria um problema, a priori. No entanto, conforme veremos na seção 3.5, adotaremos um mecanismo de abstração intervalar que, por si só, já emprega um certo afastamento da superfície musical. Nesse sentido, manteremos a notação das alturas em fidelidade ao seu correspondente numérico em confluência com a qualidade intervalar.

Se as relações *antes de*, *depois de*, *maior que* e *menor que* estão corporificando a qualidade intervalar, então, a unidade de medição é o próprio semitom. Na verdade, essa é a condição perdida na notação das classes de altura e na notação dos contornos. Pois é a coexistência entre um conjunto com *x* semitons contra outro com *x* + 1 semitons que empregará justamente a relação *maior que* e *menor que* no caso da apreensão do parâmetro altura. Nesses dois casos de apreensão do evento musical (a notação a partir da teoria dos contornos e a partir das classes de alturas), sobretudo no que diz respeito ao parâmetro altura[248], a unidade de medida existe, porém ela se descola da superfície para ser empregada num espaço já modulado (ou espaço de contorno), e mesmo que haja relações de diferenciabilidade entre os elementos, não há meios de qualificar o real espaço intervalar mais próximo à superfície (Quadro 5)[249].

Quadro 5: Quadro comparativo entre as características da notação de classes de altura (espaço modular, *p-space*), de contornos (espaço de contorno, *c-space*) e do PEC (espaço intervalar, *pc-space*).



classes de alturas	contornos	PEC	
8, 4, 7	<0,1,2>	[8, 16, 19]	**abstrações**
X	**X**	**X**	relação de ordem *antes de / depois de*
-	**X**	**X**	relação de direção *maior que / menor que*
-	**-**	**X**	distância real no tempo
espaço modular	***espaço de contorno***	***espaço intervalar***	

[248] Tanto a notação a partir da teoria dos contornos quando a das classes de alturas, podem ser aplicadas a outros parâmetros, tais como o ritmo. Um exemplo dessa aplicação pode ser visto em MOREIRA (2016), LIMA e ALVES (2018) e SAMPAIO (2012), dentre outros.

[249] Morris (1987) define bem esses espaços: o espaço modular por *pc-space*, o espaço de contorno por *c-space* e, o espaço intervalar por *p-space*. Uma relação resumida dos espaços elencados por Morris pode ser encontrada em Moreira (2016).

Contudo, nem mesmo através da escrita matricial aplicada ao PEC, essas informações ficam completamente claras a princípio. Nesse sentido, propomos a análise intravetorial, que se propõe a revelar esses dados de maneira mais objetiva. Exporemos a análise intravetorial na próxima seção.

3.5 Análise Intravetorial

A análise intravetorial[250] é uma ferramenta analítica que tem por objetivo descrever algebricamente relações entre os componentes dos PECs incorporando operações consagradas no ambiente da teoria e da análise musical, tais quais: transposição, inversão, retrogradação e rotação. Mais a frente, vamos propor mais duas novas operações: relocação positiva e relocação negativa. As operações internas são decodificadas através de vetores específicos e a esse processo de decoficação chamamos de análise intravetorial.

Observando dois PECs, os quais são notados usando o formato matricial $A^t = [p\ t\ d]$[251] é possível determinar um vetor a partir de condições específicas (independente no número de elementos em cada um dos PECs, ou seja, independente das relações de semelhança ou dissemelhança entre eles considerando parâmetro a parâmetro), como apresentado a seguir.

Tomemos como exemplo um PEC*a* formado pelos vetores $\vec{l}, \vec{k}, \vec{m}$, e que $\vec{k} = (p_{11}, t_{11}, d_{11})$, $\vec{l} = (p_{12}, t_{12}, d_{12})$, $\vec{m} = (p_{13}, t_{13}, d_{13})$. Tomemos outro PEC*b* formado pelos vetores $\vec{q}$, $\vec{s}$, $\vec{z}$, e que $\vec{q} = (p_{21}, t_{21}, d_{21})$, $\vec{s} = (p_{22}, t_{22}, d_{22})$, $\vec{z} = (p_{23}, t_{23}, d_{23})$. Então:

$$\vec{u} = (a, b, \ldots. n), \vec{v} = (c, d, \ldots n), \vec{w} = (e, f, \ldots n)^{252} \therefore$$

$$p_{12} - p_{11} = a, p_{13} - p_{12} = b, p_n - p_{n-1} = n_p; t_{12} - t_{11} = c, t_{13} - t_{12} = d,$$

$$t_n - t_{n-1} = n_t; d_{12} - d_{11} = e, d_{13} - d_{12} = f, d_n - d_{n-1} = n_d.$$

E,

$$\vec{u}_1 = (a_1, b_1, \ldots. n_1), \vec{v}_1 = (c_1, d_1, \ldots n_1), \vec{w}_1 = (e_1, f_1, \ldots n_1) \therefore$$

---

[250] O nome intravetorial pode ser redundante, pois por si só um vetor é o resultado de operações que determinam a distância, o sentido e a direção de um segmento de reta entre pontos. Em si, o vetor já possui alguma característica interna. No entanto, no contexto do domínio sonoro, o nome intravetorial é mais revelador do que redundante, pois expõe informações fundamentais entre os PECs, quando escritos vetorialmente e/ou matricialmente. Esta nomenclatura é aplicada também em diversas subáreas das Ciências Biológicas.

[251] Utilizamos a notação da matriz transposta (A^t) para privilegiar a fluidez do texto. A matriz transposta é obtida a partir da matriz A, original, trocando-se ordenadamente as linhas por colunas ou as colunas por linhas.

[252] Onde $a, b, c, d, e, f, \ldots n$ são escalares, ou seja, $(a, b, c, d, e, f, \ldots n) \in \mathbf{R}$.

$$p_{22} - p_{21} = \boldsymbol{a_1}, p_{23} - p_{22} = \boldsymbol{b_1}, p_{n} - p_{n-1} = n_{1p}; t_{22} - t_{21} = \boldsymbol{c_1}, t_{23} - t_{22} = \boldsymbol{d_1},$$
$$t_{n} - t_{n-1} = n_{1t}; d_{22} - d_{21} = \boldsymbol{e_1}, d_{23} - d_{22} = \boldsymbol{f_1}, d_{n} - d_{n-1} = n_{1d}.$$

Podemos generalizar da seguinte forma:

$$\vec{\boldsymbol{u}} = [(\vec{\boldsymbol{l}}_p - \vec{\boldsymbol{k}}_p), (\vec{\boldsymbol{m}}_p - \vec{\boldsymbol{l}}_p)] \; ; \vec{\boldsymbol{v}} = [(\vec{\boldsymbol{l}}_t - \vec{\boldsymbol{k}}_t), (\vec{\boldsymbol{m}}_t - \vec{\boldsymbol{l}}_t)], \text{ e;}$$
$$\vec{\boldsymbol{w}} = [(\vec{\boldsymbol{l}}_d - \vec{\boldsymbol{k}}_d), (\vec{\boldsymbol{m}}_d - \vec{\boldsymbol{l}}_d)].$$

E,

$$\vec{\boldsymbol{u}}_1 = [(\vec{\boldsymbol{s}}_p - \vec{\boldsymbol{q}}_p), (\vec{\boldsymbol{z}}_p - \vec{\boldsymbol{s}}_p)] \; ; \vec{\boldsymbol{v}}_1 = [(\vec{\boldsymbol{s}}_t - \vec{\boldsymbol{q}}_t), (\vec{\boldsymbol{z}}_t - \vec{\boldsymbol{s}}_t)], \text{ e;}$$
$$\vec{\boldsymbol{w}}_1 = [(\vec{\boldsymbol{s}}_d - \vec{\boldsymbol{q}}_d), (\vec{\boldsymbol{z}}_d - \vec{\boldsymbol{s}}_d)].$$

Temos, portanto que **S** = $\{(\vec{\boldsymbol{u}}, \vec{\boldsymbol{v}}, \vec{\boldsymbol{w}}), (\vec{\boldsymbol{u}}_1, \vec{\boldsymbol{v}}_1, \vec{\boldsymbol{w}}_1) \ldots, (\vec{\boldsymbol{u}}_n, \vec{\boldsymbol{v}}_n, \vec{\boldsymbol{w}}_n)\}$ (Tabela 3). **S** é, portanto, o conjunto de vetores que mapeiam as transformações existentes entre esses PECs. Chamamos o conjunto **S** de conjunto de transformações vetoriais, ou, como dissemos acima, o conjunto **S** é o conjunto das relações intravetoriais que mapeiam as derivações ou transformações entre os PECs componente a componente.

Tabela 3: Exemplo de aplicação intravetorial. Utilizamos cores diferenciadas para auxiliar na exposição das operações.

PECs	Vetores	Operações		Intravetores	
PEC*a*	$\vec{k} = (2, 1, 2)$	$[(\vec{l}_p - \vec{k}_p), (\vec{m}_p - \vec{l}_p)];$	(1 – 2), (3 – 1)	$\vec{u} = (-1, 2)$	S
	$\vec{l} = (1, 2, 2)$	$[(\vec{l}_t - \vec{k}_t), (\vec{m}_t - \vec{l}_t)];$	(2 – 1), (1 – 1)	$\vec{v} = (1, 0)$	
	$\vec{m} = (3, 1, -1)$	$[(\vec{l}_d - \vec{k}_d), (\vec{m}_d - \vec{l}_d)].$	(2 – 2), (-1 – 2)	$\vec{w} = (0, -3)$	
PEC*b*	$\vec{q} = (1, 1, 2)$	$[(\vec{s}_p - \vec{q}_p), (\vec{z}_p - \vec{q}_p)];$	(2 – 1), (0 – 2)	$\vec{u}_1 = (1, -2)$	
	$\vec{s} = (2\ 0.5, 2)$	$[(\vec{s}_t - \vec{q}_t), (\vec{z}_t - \vec{q}_t)];$	(0.5 – 1), (1 – 0.5)	$\vec{v}_1 = (-0.5, 0.5)$	
	$\vec{z} = (0, 1, 1)$	$[(\vec{s}_d - \vec{q}_d), (\vec{z}_d - \vec{q}_d)].$	(2 – 2), (1 – 2)	$\vec{w}_1 = (0, -1)$	

Na primeira e segunda colunas da tabela 5 temos os PEC*a* e o PEC*b* e seus respectivos vetores formadores. Nas colunas do meio são expostas as operações entre os vetores originais, tomando componente a componente. Nas duas últimas colunas são expostos os intravetores resultantes e o conjunto **S**, que representa o conjunto de intravetores obtidos. Os intravetores obtidos revelam, portanto, as relações de transformação agrupando os componentes (ou parâmetros). O intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}$ = (-1, 2) por exemplo, expõe as transformações relativas ao

componente altura do PEC*a*, enquanto o intravetor $\vec{u}_I$ = (1, -2) expõe as transformações ocorridas no componente altura que pertence ao PEC*b*. Comparando os dois vetores uma relação de inversão é revelada (pois $\vec{u}$ = (-1, 2) e $\vec{u}_I$ = (1, -2)) e é esta relação que nos interessa. Pois através dessas relações intrínsecas aos intravetores relacionaremos todas as transformações existentes por intermédio da descrição algébrica originalmente proposta na presente pesquisa. Todas as relações serão descritas na seção seguinte.

Os números negativos podem causar alguma estranheza. No entanto eles revelam uma característica intrínseca à análise intravetorial. Seja em qualquer componente, os intravetores revelam o sentido da transformação ocorrida. No caso do intravetor $\vec{u}$ = (-1, 2), a informação revelada é que entre os componentes altura e temporal do PEC*a* primeiro houve um movimento intervalar decrescente de um semitom, e, em seguida, um movimento intervalar ascendente de dois semitons. Comparando com o intravetor $\vec{u}_I$ = (1, -2) temos o caminho inverso. Ou seja, no componente altura do PEC*b*, temos primeiramente o intervalo ascendente de um semitom sendo seguido por um intervalo descendente de dois semitons.

Já no caso do intravetor $\vec{v}$ = (1, 0), a informação obtida é que do primeiro para o segundo elemento do componente temporal, houve acréscimo de um segundo, e do terceiro para o segundo houve manutenção da figura rítmica, portanto, sem acréscimo ou decréscimo entre os elementos do componente temporal do PEC*a*. O intravetor $\vec{v}_I$ = (-0.5, 0.5), por sua vez, revela que houve decréscimo de meio segundo entre os primeiro e segundo elementos, e ainda, aumento de meio segundo entre os segundo e terceiro elementos do componente temporal do PEC*b*.

Considerando os intravetores $\vec{w}$ = (0, -3) e $\vec{w}_I$ = (0, -1), ambos revelam a manutenção entre os primeiro e segundo elementos do componente dinâmica dos PEC*a* e *b*. Contudo, o intravetor $\vec{w}$ revela um maior afastamento entre segundo e terceiro componentes do componente dinâmica do PEC*a* em relação aos segundo e terceiros elementos do componente dinâmica do PEC*b* revelado pelo intravetor $\vec{w}_I$.

A Figura 38 exibe como o PEC*a* e o PEC*b*, expostos na Tabela 3, seriam grafados na partitura e como as informações reveladas pelos intravetores $\vec{u}$ e $\vec{u}_I$ estão presentes na superfície musical.

Ao comparar esses vetores específicos entre si e plotá-los num gráfico bidimensional (ou seja, transformar esses vetores específicos em funções de primeiro grau), são emergidas relações de aproximação (semelhança) ou distanciamento (dissemelhança) entre as operações. Propomos este meio de visualização para evitar ao máximo a (natural) abstração

algébrica e, de forma mais didática possível, apresentar as relações resultantes da análise intravetorial. Assim, todo vetor específico tem, também, seu aparato visual específico (Figura 39).

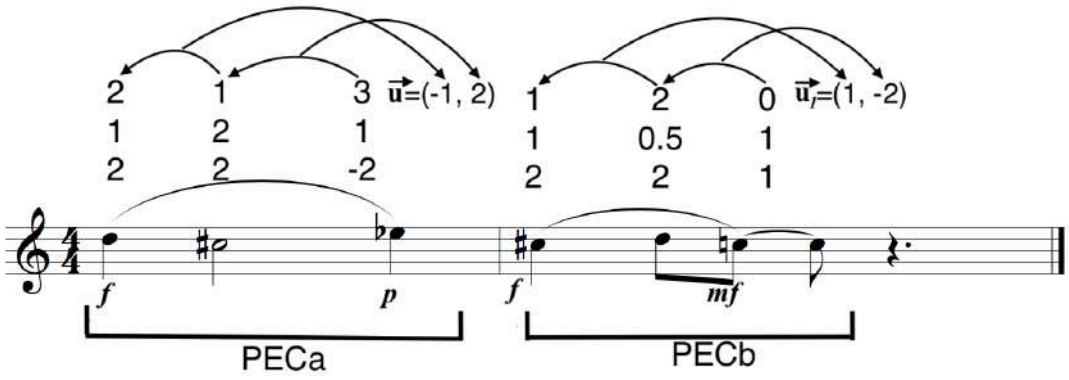


Figura 38: Exemplo de extração dos intravetores $\vec{u}$ e $\vec{u}_1$ dos PEC*a* e PEC*b*.

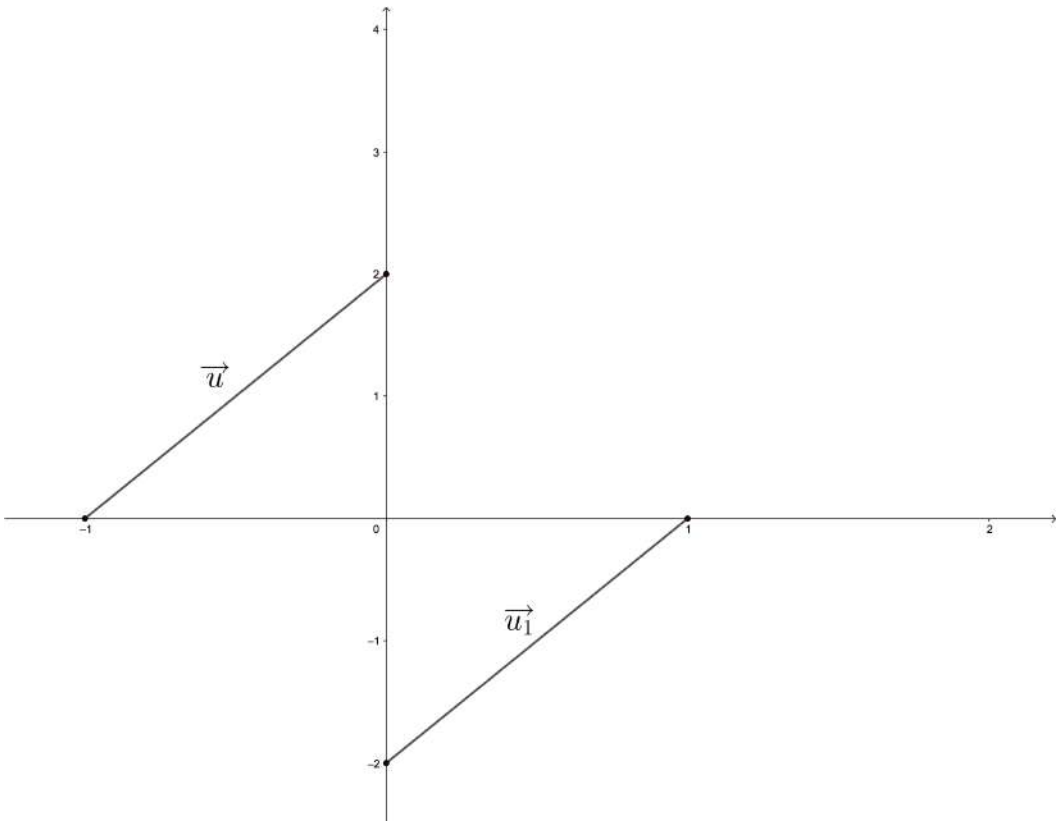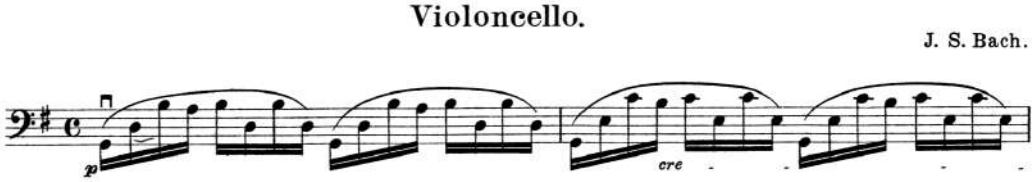


Figura 39: Intravetores $\vec{u}$ e $\vec{u}_1$ representados como funções de primeiro grau em um gráfico bidimensional, por intermédio de um segmento de reta.

Nesse caso, extraímos coordenada a coordenada para construir o gráfico revelado: extraímos a coordenada *x* do intravetor $\vec{u}$ e igualamos a zero sua coordenada *y*; extraímos a

coordenada *y* e igualamos a zero a coordenada *x*. Assim, os pontos (-1, 0) e (0, 2) são os pontos que formam a semirreta descrita pela função $f(x)$ que, por sua vez, contém o intravetor $\vec{u}$. De maneira análoga, agimos com o intravetor $\vec{u}_1$.

A qualidade das relações entre os intravetores, suas relações com as operações básicas de desenvolvimento e derivação, bem como suas representações bidimensionais serão pormenorizadas na seção 3.7.

Contudo, há uma informação muito importante contida apenas na realização intravetorial. Se o conceito de perturbação está conectado com a quantidade de variação de movimento do espaço em função do tempo, o número zero (0) revela justamente o nível nulo de perturbação. Pois o número zero revela que não houve salto intervalar, ascendente ou descendente no componente altura, que não houve mudança na figuração rítmica entre os elementos do componente temporal e não houve variação de intensidade entre os elementos do componente dinâmica. O *Prelúdio* da *Suíte I*, de J. S. Bach, retratado no Exemplo 9 expõe a situação de nível de perturbação nulo no que diz respeito ao componente temporal dos PECs que compõem a obra.



Exemplo 9: Trecho do *Prelúdio* da *Suíte I*, de J. S. Bach, para violoncelo solo.

Isolando o componente temporal do trecho exposto acima, e desconsiderando a limitação dos PECs, teríamos a seguinte configuração:

$$\text{PEC}a + \text{PEC}b + \text{PEC}n \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} & p_{16} & p_{17} & p_{18} & \dots p_{\text{n}} \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} & d_{16} & d_{17} & d_{18} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix}$$

Neste caso, a limitação dos PECs não apontará diferenças no que diz respeito ao nível de perturbação, já que a obra quase que inteira obedece a mesma configuração rítmica[253]. O intravetor relacionado ao componente temporal é revelado por $\vec{u}$ = (0, 0, 0, ...). Ou seja, não há variação entre os elementos do componente temporal, o que expõe o nível nulo de

[253] Os únicos compassos em que a configuração rítmica de quatro semicolcheias por unidade de tempo não é utilizada, são os c.20, 27 e 40 de um total de 40 compassos.

perturbação. Desta maneira, o número zero tem significativa importância no trato da análise intravetorial por revelar a inexistência de perturbação, um conceito central na presente pesquisa.

Contudo, a perturbação não está delimitada apenas ao componente temporal. Ela é medida, conforme apontamos na seção 3.1.4, nos três parâmetros que compõem o PEC e de forma independente. Assim, o número zero revela o nível nulo de perturbação em qualquer dos componentes. A Figura 40 expõe a situação específica onde não há perturbação em nenhum dos três componentes constituintes do PEC.

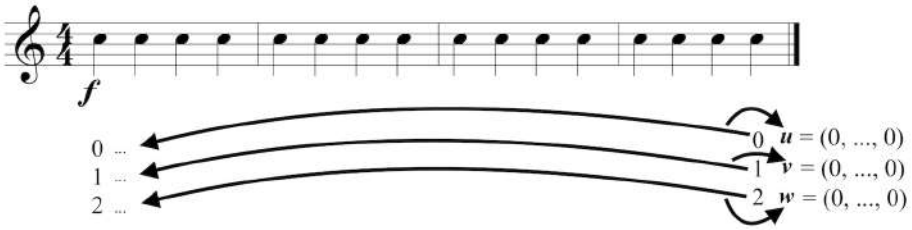


Figura 40: Exemplo de um trecho onde o nível de perturbação é nulo.

No exemplo acima, não há saltos intervalares, a figuração rítmica é mantida e não há variação de dinâmica. Desse modo, o nível de perturbação que é globalmente nulo, fica revelado nos intravetores $\vec{u}$ = (0, ..., 0), $\vec{v}$ = (0, ..., 0), $\vec{w}$ = (0, ..., 0). Fica, portanto, a cargo da análise intravetorial revelar a existência ou não de perturbação em qualquer um dos componentes e entre os PECs.

A análise intravetorial, sua aplicabilidade e a conexão de seus mecanismos descritores com as operações de transformação, será retomada na seção 3.7.

3.6 Realizações Gráficas

Propomos dois tipos de realizações gráficas: *Interação Linear* e *Interação Multilinear*[254]. Resumidamente, a diferença entre elas é quantidade de parâmetros envolvidos. Os parâmetros em questão são justamente aqueles que corporificam o PEC: altura, duração e dinâmica. Por essa razão, os dois gráficos se relacionam essencialmente com os PECs. Ambos os gráficos são concebidos a partir dos modelos matemáticos analíticos (expostos na seção 3.2) que geram o conceito de perturbação (ver subseção 3.1.4). Mais precisamente, os gráficos expõem os índices de perturbação (ver subseção 3.2.1) ponto a ponto no tempo, ou seja, os gráficos exibem o nível de perturbação de maneira singular (Interação Linear), por parâmetro,

[254] Concepção original do presente autor.

ou de maneira plural (Interação Multilinear), com todos os parâmetros dos PECs atuando concomitantemente.

Adotamos algumas convenções visuais para facilitar a compreensão das características de cada componente do PEC expostas nos gráficos. São elas:

Componente temporal: Usaremos a cor preta para definir a ocorrência deste componente. Cada evento, nota ou pausa, é representado por um ponto aberto ou fechado. Denominamos esses pontos de pontos de tempo[255]. As pausas são representadas por pontos abertos. Da mesma forma como apresentado na seção 3.2.1, os pontos maiores indicam a ocorrência de índices de perturbação. A notação se faz compasso a compasso, por isso, a cada início de compasso, a linha que exibe a configuração temporal será reiniciada exatamente no ponto no tempo em que o compasso se inicia, revelado no eixo *x* (Figura 41);

Componente altura: Será notado em cor vermelha. Os pontos fechados indicam a ocorrência da nota e os chamamos de pontos de altura. Os pontos de altura abertos revelam a exata posição no tempo onde elas, as notas, se encerram. As linhas pontilhadas e as setas sobrepostas a elas, revelam o caminho e a direção intervalar empregada (ascendente ou descendente). Para exibir as pausas usaremos os pontos de altura pretos e abertos, assim como no componente temporal. As alturas estão plotadas no eixo *y* (Figura 41);

Componente dinâmica: Adotamos a cor azul para expressar a componente dinâmica. Os números relativos a cada valor desta componente estão estabelecidos na Quadro 4 e estão plotados também no eixo *y*[256]. Os pontos fechados azuis, chamados de pontos dinâmica, revelam esses valores e podem ser maiores ou menores. Os de tamanho reduzido indicam simplesmente a incidência de um valor de dinâmica. Os pontos fechados de maior tamanho, indicam índices de perturbação assim como ocorre na componente temporal. Os pontos abertos azuis, indicam simplesmente pausas (Figura 41).

Tanto a interação linear quanto a interação multilinear são ferramentas analíticas da TDS que lançam o enfoque globalizado sobre a partitura se comparados à função textura. Por enfoque global, na presente abordagem, entendemos ser a delimitação territorial analítica que nos permite a extração de dados específicos a partir do isolamento das unidades básicas do discurso musical, ou seja, o PEC. Isto é, os gráficos interação linear e multilinear ao menos

[255] Aqui existe uma clara ligação com o conceito de pontos de ataque de Babbitt. Para maiores informações, ver subseção2.4.

[256] Na verdade, o que permite considerarmos os pontos do eixo *y* tanto como pontos de altura como pontos de dinâmica, é o fato de que, ante de mais nada, os pontos do eixo *y* simbolizam eventos equidistantes do espaço. Assim, estamos entendendo como evento ora pontos de altura, ora pontos de dinâmica.

tendem a observar as relações de desenvolvimento do discurso musical PEC a PEC, seja pelo isolamento dos parâmetros, seja pela interlocução simultânea dos mesmos.

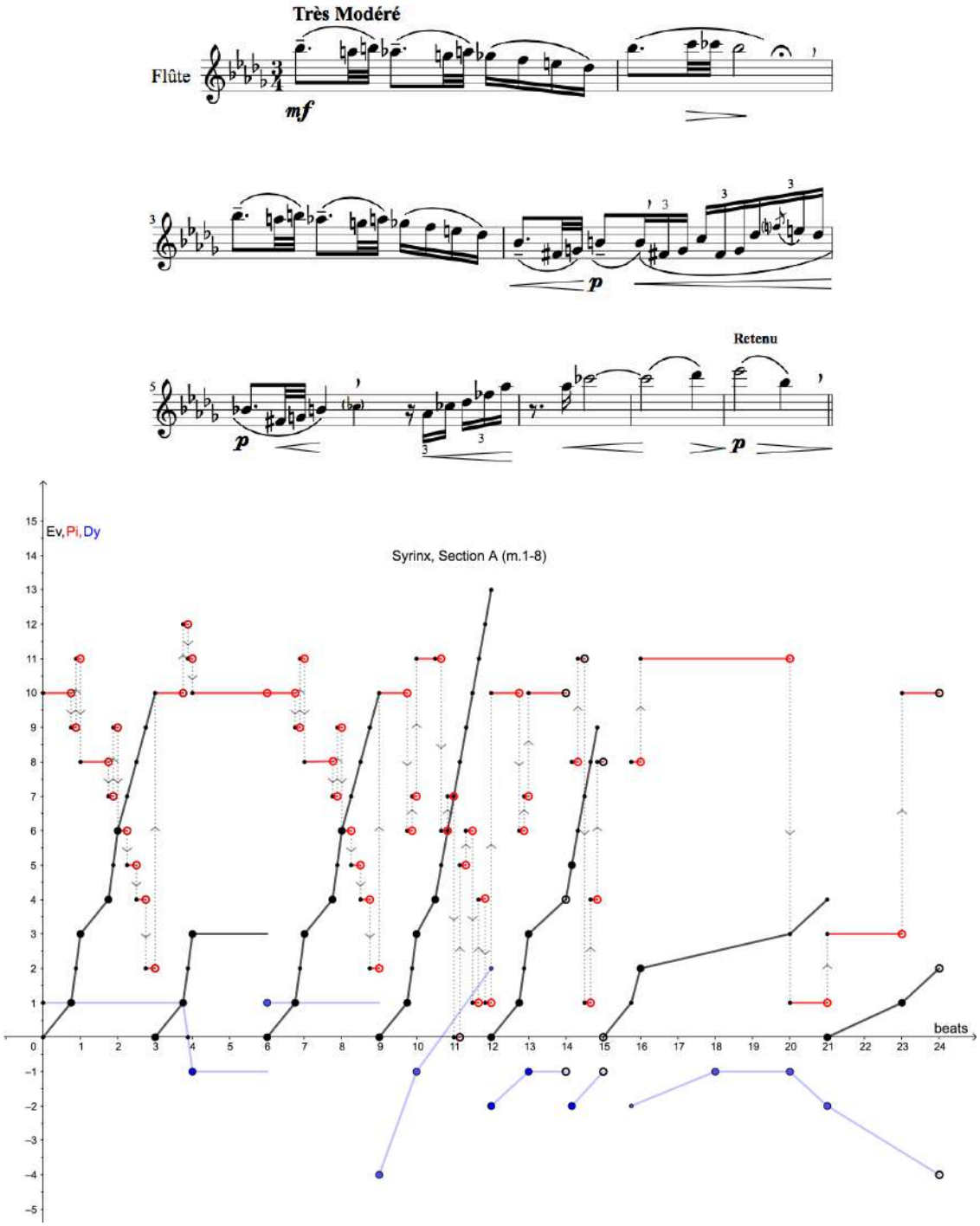


Figura 41: Gráfico Interação Multilinear apresentando as componentes altura, temporal e dinâmica, dos primeiros 8 compassos de *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor.

Contudo, as interações linear e multilinear também podem operar em delimitações territoriais amplas, como é o caso apresentado na Figura 41. Nesse caso, o enfoque global é tomado no sentido mais tradicional, delimitando o território por seções, períodos, frases ou membros de frase. Não há perda de informação em relação ao território mais reduzido, mas, obviamente, há uma saturação de informações.

Na presente pesquisa, apresentaremos os gráficos a partir de delimitações reduzidas e amplas, contudo, a fim de favorecer os conceitos intrínsecos à teria do domínio sonoro, sempre que possível optaremos por delimitações mais reduzidas para evidenciar os processos transformacionais PEC a PEC. Todos os gráficos provenientes de formulações matemáticas foram desenvolvidos no ambiente *Geogebra*[257].

3.6.1 INTL – Interação Linear

Conforme apresentado anteriormente, a interação linear é uma realização gráfica que visa expor os índices de perturbação de cada componente natural ao PEC separadamente. As Figura 42 e Figura 43 mostram a extração do componente temporal e do componente altura, bem como suas exposições isoladas. Em relação à partitura, os gráficos interação linear evidenciam a perturbação do espaço que ocorre em cada um dos parâmetros isoladamente, a medida em que os respectivos índices de perturbação são expostos, como é o caso da Figura 42.

O exemplo da Figura 43 exibe o mapeamento dos intervalos, com direção e sentido, no tempo. Por exemplo, o conjunto das três primeiras notas que é formado por B♭ – A – B, está mapeado no conjunto de classe de alturas [10 9 11]. Não apenas isso, mas o gráfico também mostra que existe uma maior duração da primeira nota em relação às demais. É possível estabelecer uma relação com a teoria dos contornos. Nesse caso, estaríamos tratando do contorno <102>. Contudo, o gráfico está agregando características temporais, com qualidade de direção e sentido, à informação puramente intervalar comumente extraída em outras análises.

No entanto, não são exibidos os índices de perturbação do componente altura. Isto porque, tanto a realização gráfica interação linear quanto a multilinear, se dedicam a revelar o

[257] GeoGebra é um aplicativo de matemática dinâmica que combina conceitos de geometria e álgebra em uma única GUI. Sua distribuição é livre, nos termos da GNU *General Public License*, e é escrito em linguagem Java, o que lhe permite estar disponível em várias plataformas. Pode ser acessado em www.geogebra.org

caminho (com direção, sentido e até duração) intervalar percorrido[258]. Os níveis de perturbação específicos do parâmetro altura são revelados pela análise intravetorial, conforme apresentado na seção 3.5.

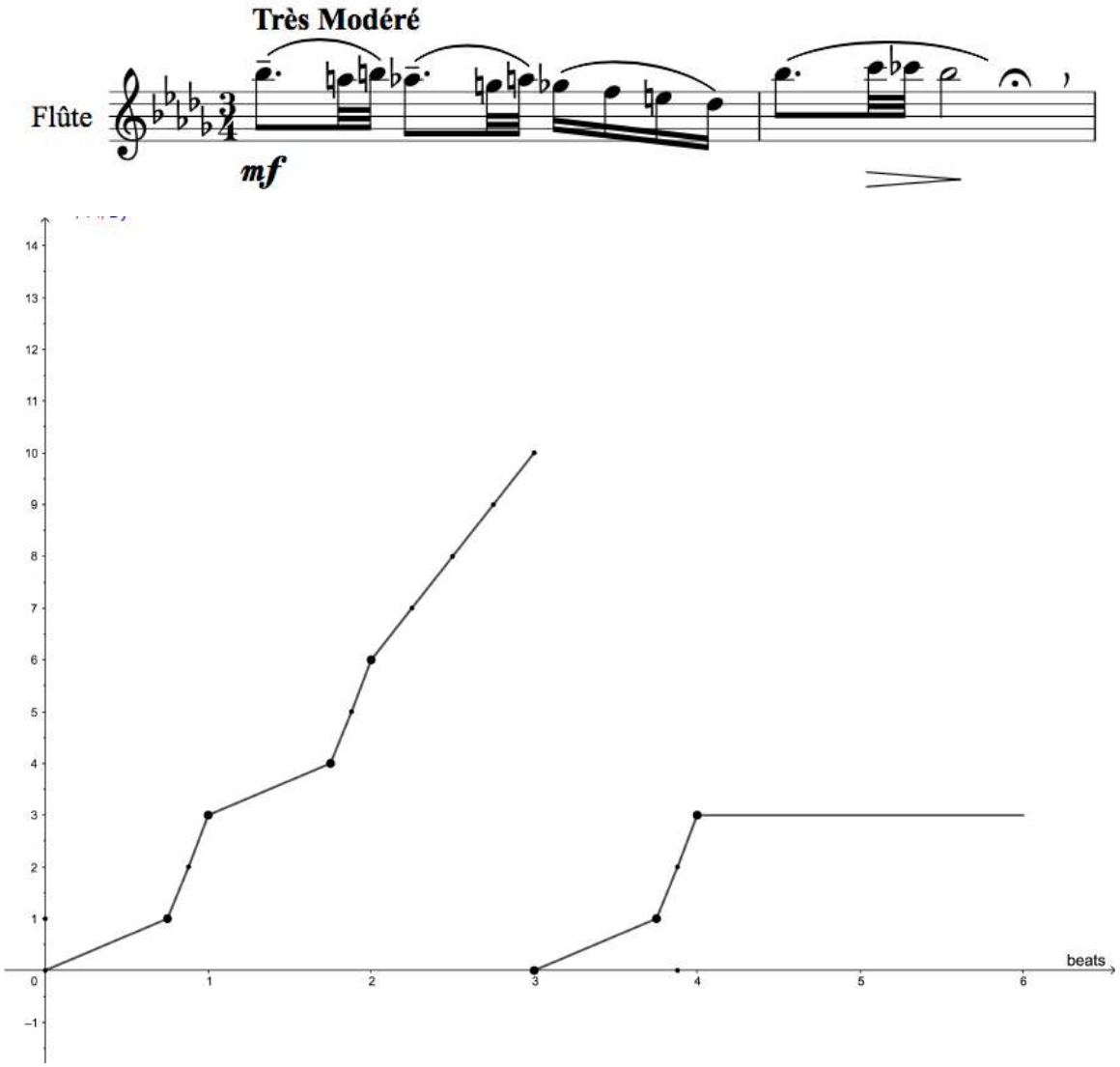


Figura 42: Gráfico Interação Linear apresentando o componente temporal nos primeiros 2 compassos de *Syrinx*, de Debussy. Existem 7 índices de perturbação expostos e não há pausas. Concepção original do presente autor.

[258] Existem outras formas de representação exclusivas da melodia, já consagradas, nas quais o gráfico INTL aplicado à melodia se baseia. Estamos tão só propondo uma alternativa visual que conjugue os conceitos importantes à TDS.

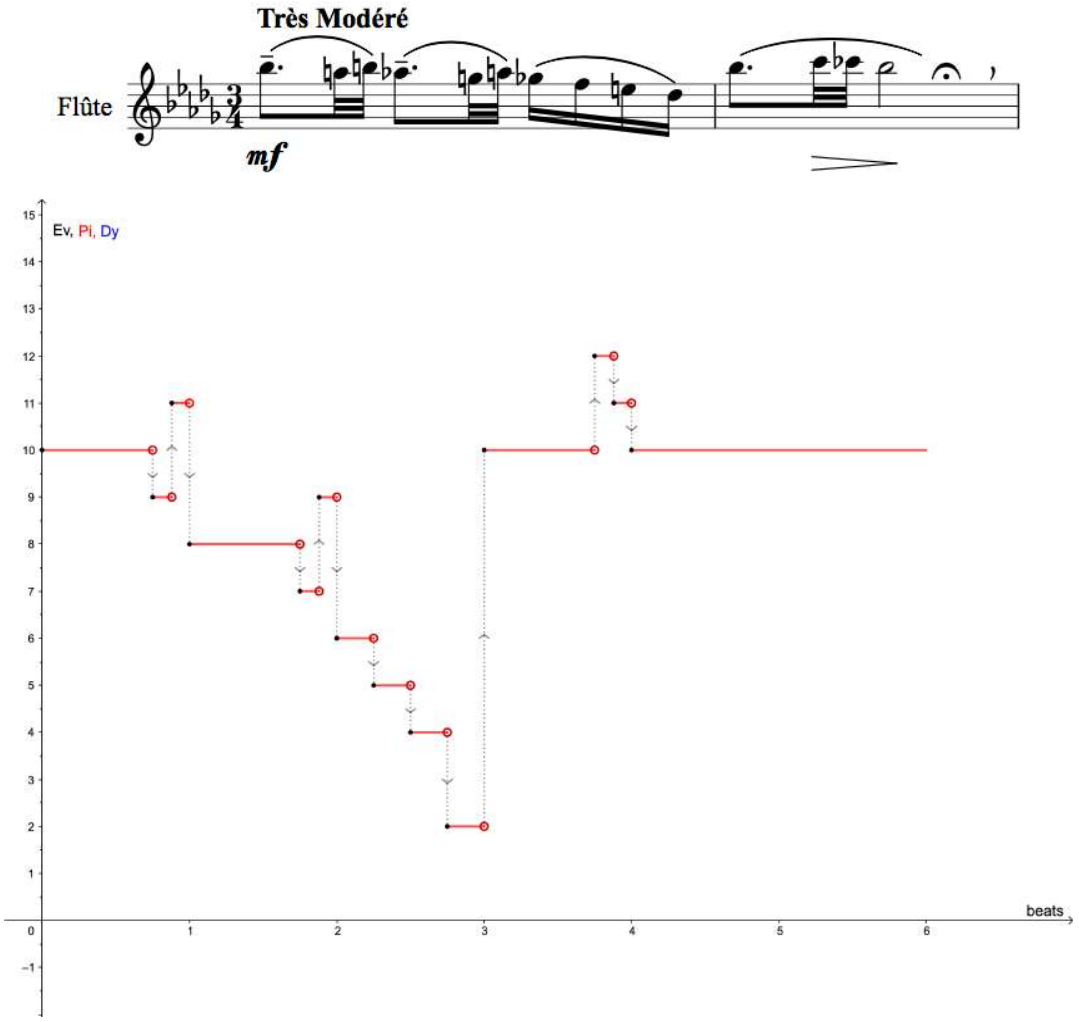


Figura 43: Gráfico Interação Linear apresentando a componente altura nos primeiros 2 compassos de *Syrinx*, de Debussy. Existem 14 notas sendo executadas alternadamente, sem nenhuma pausa. Concepção original do presente autor.

Também podemos medir a incidência de perturbação mapeando os gestos intervalares e tratando-os como eventos. Ou seja, podemos mensurar a ocorrência de variação do padrão intervalar entendendo-o como critério para medida de perturbação do trecho, uma vez que a interação linear expõe o padrão intervalar e também sua duração (sua medida no tempo). Tomemos uma vez mais o exemplo dos dois primeiros compassos de *Syrinx*, de Debussy, agora identificando padrões intervalares, ou gestos intervalares (Figura 44).

Entre os gestos *a*, (c.1) e *a*' (c.1), existe relação de repetição literal e de transposição. De repetição porque se esvaziarmos o gesto dos valores reais das alturas e consideramos, por exemplo, o contorno, veremos que os dois gestos são formados pelo contorno <102>. A relação de transposição fica clara quando consideramos as alturas envolvidas. Se no gesto *a* temos o conjunto [10 9 11] e no gesto *a*' o conjunto [8 7 9], fica claro que a relação

entre eles é uma transposição descendente de dois semitons. Desse modo, podemos considerar que entre os gestos *a* e *a*' não existe índice de perturbação. Contudo, entre os gestos *b* (c.1) e *d* (c.2) existem claras diferenças. Podemos dizer então que, ocorrem dois índices de perturbação no que diz respeito aos gestos intervalares. A Figura 45 expõe uma possível realização gráfica deste dado[259].

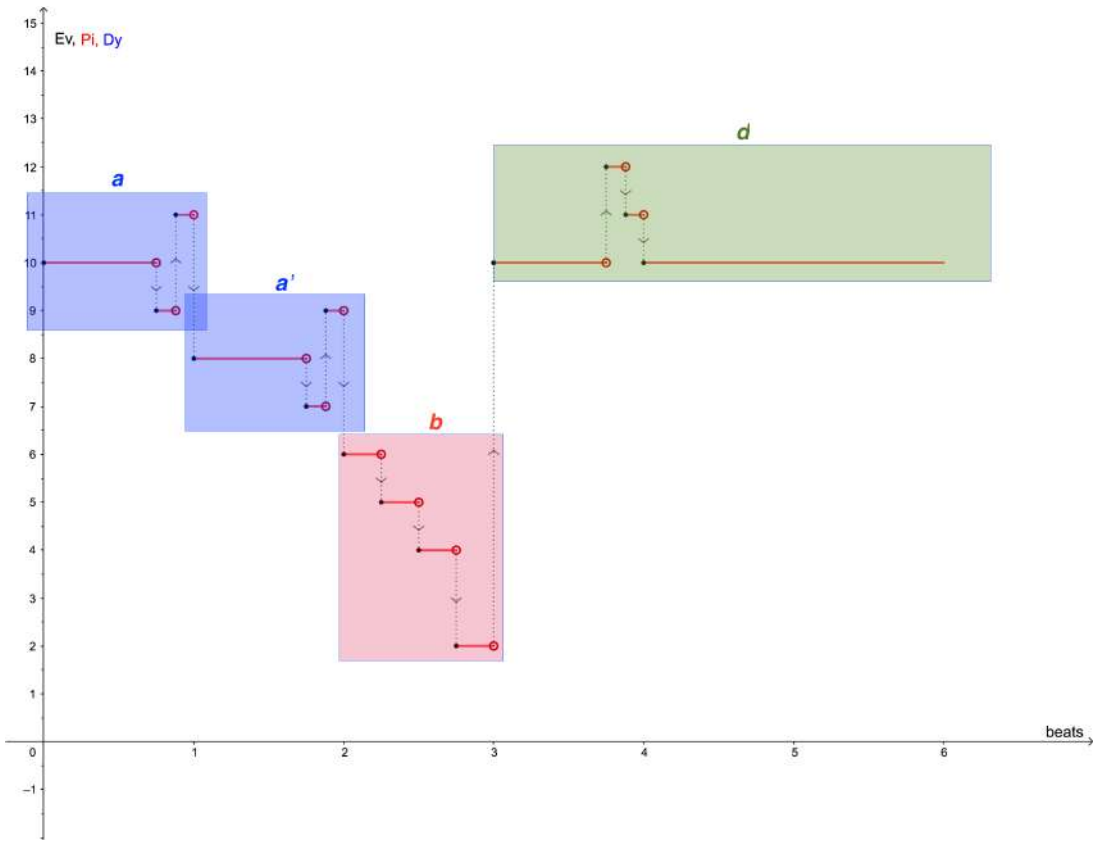


Figura 44: Gráfico Interação Linear exibindo a ocorrência dos gestos *a*, *a*', *b* e *d* em *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor.

Nesse caso, a variação do padrão gestual está conectada a maior quantidade de notas envolvidas do que propriamente a quantidade de tempo gasto em cada gesto. Os gestos *a* e *a*' são similares e não ocorre entre eles nenhum índice de perturbação. Ainda assim, entre esses gestos e o gesto *b*, ocorre um índice de perturbação considerando as diferenças expostas entre eles. Contudo, tanto os gestos *a* e *a*' quanto o gesto *b* possuem a mesma duração, ou seja, não estão variando no tempo considerando um viés externo.

[259] Há aqui uma íntima relação com a redução de contorno. Para maiores informações, ver: SAMPAIO (2012).

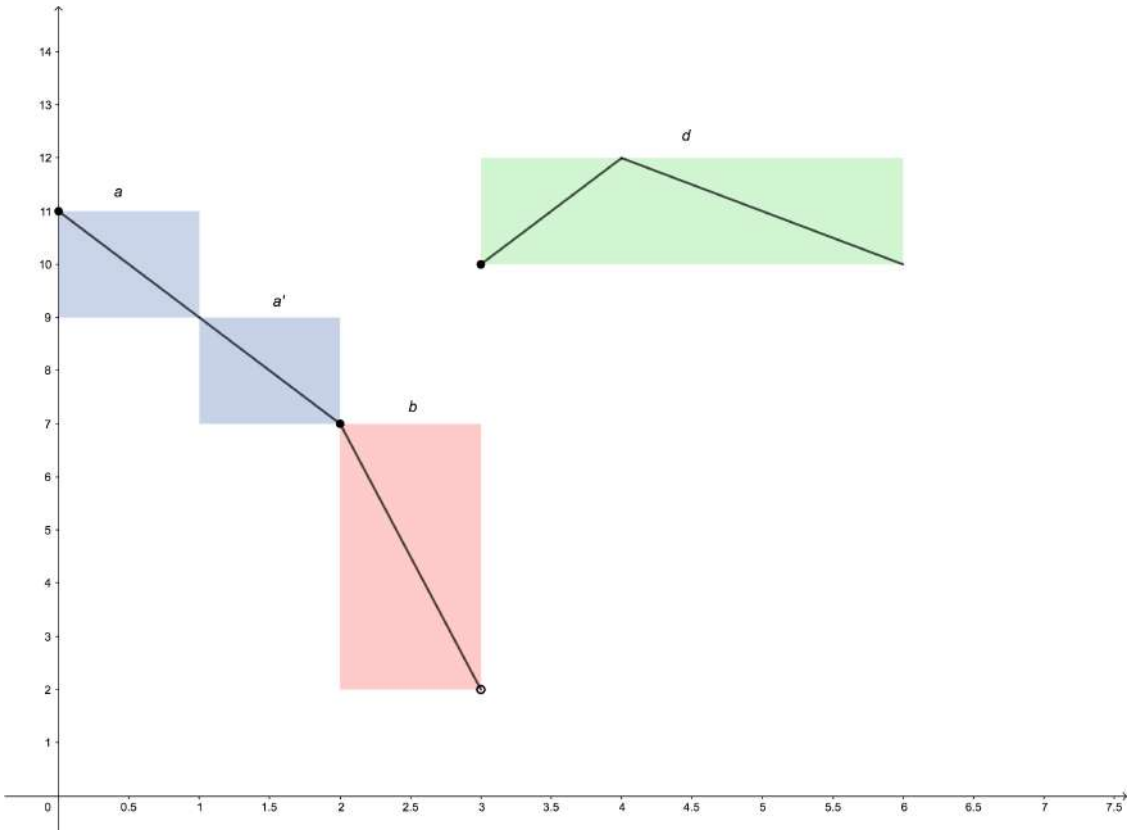


Figura 45: Possível realização gráfica dos índices de perturbação considerando os gestos intervalares *a*, *a*', *b* e *d* em *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor.

Considerando o gesto *d* as dessemelhanças entre as durações dos gestos ficam evidentes. Contudo, as diferenças gestuais intervalares também são evidentes.

Desta maneira, é insustentável dizer que a perturbação ocorre tanto pela variação duracional quanto pelas diferenças nos padrões gestuais. Ou seja, considerando apenas as alturas, as relações de perturbação do espaço não ficam claras pois, o conceito de perturbação está conectado com a variação temporal de um dado padrão num dado espaço. Exaurindo do PEC as informações temporais, restam as alturas e relações temporais subsidiárias que, a princípio, não fornecem uma base sólida para extração de dados que viabilizem o viés da perturbação do espaço no escopo da presente pesquisa.

No entanto, uma possível saída para o problema seria aplicar o conceito de perturbação a partir da teoria dos contornos. Nesse caso, vemos que os gestos *a* e *a*' revelam o contorno <102>, o gesto *b* expõe o contorno <3210> e o gesto *d* revela o contorno <021>. Teríamos uma variação de padrões de contorno[260] caracterizando perturbações do espaço.

[260] Em um nível mais próximo a superfície, consideramos o contorno <102> e <021> como sendo distintos. Seria perfeitamente plausível considerar <102> e <021> sendo o mesmo contorno diferindo apenas por uma operação de rotação. No entanto, consideramos dois contornos diferentes apenas para reforçar nossa abordagem no exemplo em questão.

Desta forma, não estamos encerrando a questão. No presente trabalho os gráficos interação linear não apontarão índices de perturbação quando o parâmetro altura for levado em conta. Ainda assim, uma das propostas de ampliação da presente pesquisa é justamente propor o diálogo com outras teorias (como a teoria dos contornos) a fim de expandir as aplicações da TDS. Em fase posterior, é pretendido que tais problematizações sejam propostas e analisadas.

3.6.2 INTML – Interação Multilinear

Na interação multilinear o PEC é exposto de forma integral, sem os desvencilhamento de seus componentes formadores. O gráfico interação multilinear exposto na Figura 46 mostra os gestos intervalares do componente altura e os índices de perturbação dos componente temporal e dinâmica.

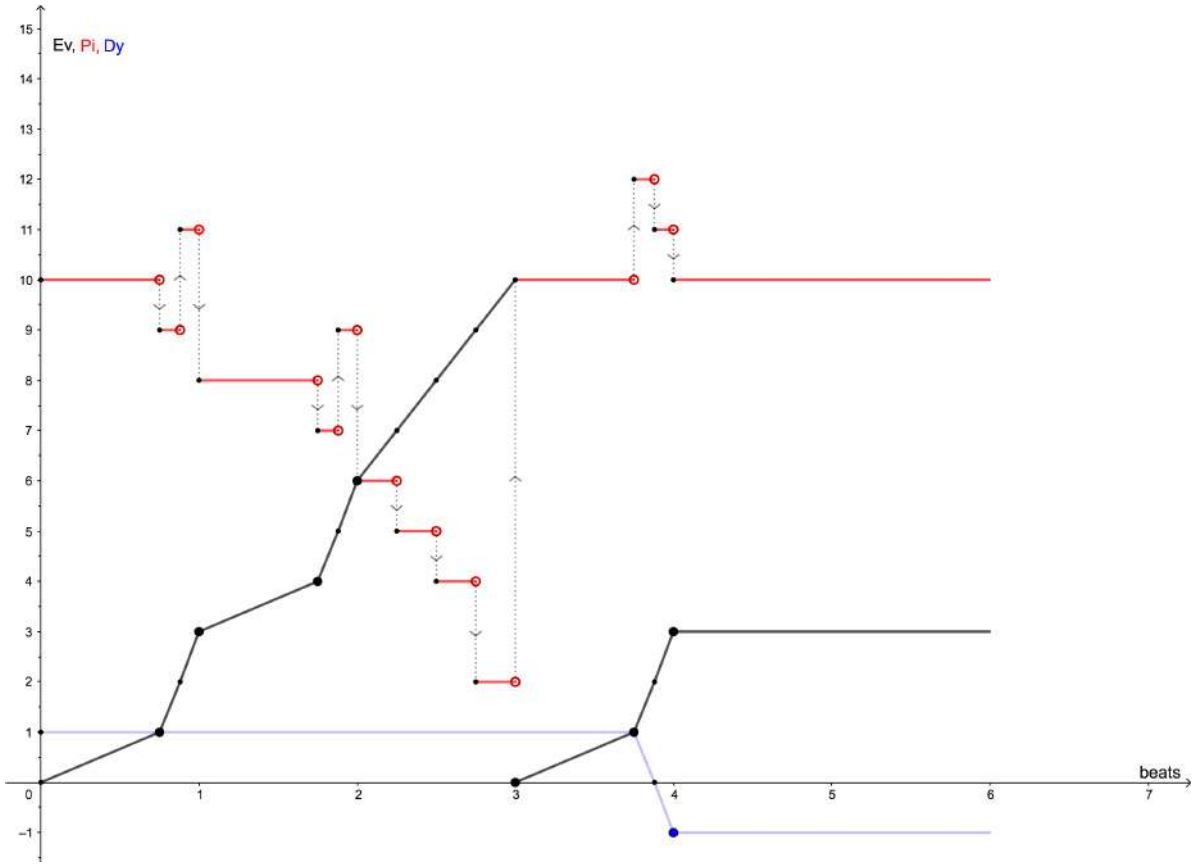


Figura 46: Gráfico interação multilinear apresentando as componentes altura, temporal e dinâmica, nos dois primeiros compassos de *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor.

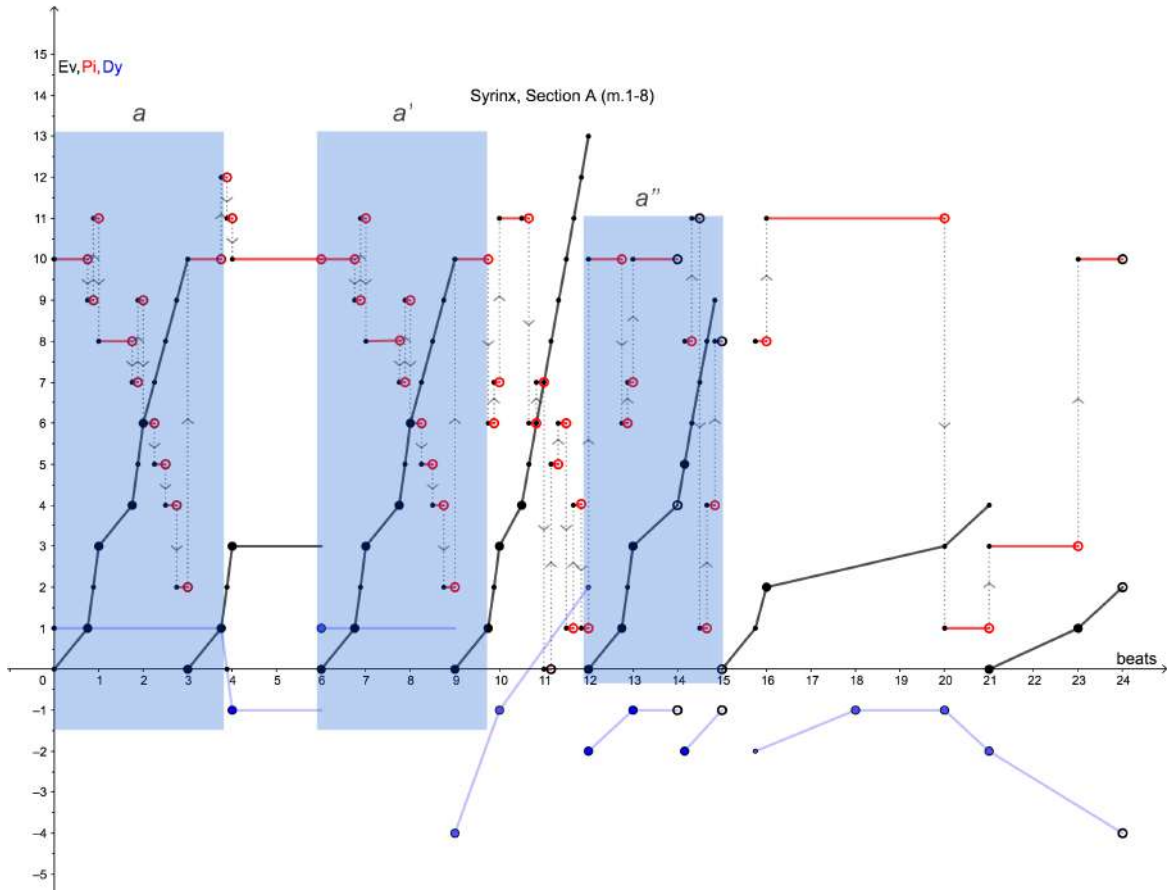


Figura 47: Gráfico interação multilinear apresentando os gestos texturais *a*, *a*' e *a*'' na seção A de *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor.

Se o isolamento do componente altura no gráfico interação linear permite inferir uma abordagem gestual sobre padrões figurativos das alturas, a junção dos três componentes no gráfico interação multilinear permite o enfoque gestual textural sobre o trecho. A Figura 47 exibe uma interpretação da interação multilinear a partir de gestos texturais revelados no próprio gráfico. A semelhança entre os gestos emergidos pelo gráfico revela que pelo menos três grandes gestos (*a*, *a*' e *a*'') mantêm relações de derivação entre si.

O uso de gráficos paramusicais[261] e a ampliação do território a ser investigado (ou seja, lançar o viés global sobre o trecho analisado) naturalmente levantará a abordagem gestual textural. Pois, "é intrínseca ao gesto, a propriedade 'gestáltica', ou seja, "o que o define não é um trabalho isolado, mas a interação entre os diversos procedimentos presentes em um contexto composicional que convergem em direção a um efeito global." (CASTELLANI, 2010, p. 189). A abordagem gestual dada a padrões texturais é aplicada, por exemplo, na Análise Particional[262]

[261] Gráficos baseados em notação não tradicional que são formalizados a partir de processos de análise inferidos sobre a partitura, ou gráficos que não são produto de análises, mas simplesmente figuram como um sistema de códigos organizados diferentemente das formas de notação musical tradicionais.
[262] Para maiores informações, ver notas 163 e 164.

que também faz uso de gráficos paramusicais[263]. Codeço (2014, p. 23) define os gestos texturais no ambiente da Análise Particional como "conjuntos de bolhas, ou segmentos de bolhas, que representam as progressões texturais e que tem perfil recorrente durante uma determinada obra". As progressões texturais são captadas pelo gesto a partir de relações gestálticas, relações de similaridade e dissimilaridade dos padrões gestuais revelados pelos gráficos.

No entanto, apesar do potencial global intrínseco ao gráfico interação multilinear, a presente pesquisa delimitará, sempre que possível, o enfoque observando as relações de desenvolvimento dos PECs a partir da perspectiva integrada de seus três componentes. Isto é, antes de observar o padrão gestual de conjunto de PECs, procuraremos observar o comportamento resultante da integração dos componentes a partir da delimitação territorial que permita o enfoque na relação PEC a PEC, observando as conexões entre seus componentes constituintes (Figura 48). Em outras palavras, estamos arbitrando um enfoque menos global e mais local.

Existem características intrínsecas aos PECs que ficam evidenciadas quando estão sob o enfoque local. Como exemplo, ressaltamos as relações de transposição entre o PEC*a* e o PEC*a*' (ambos c.1), no que diz respeito aos componentes altura e temporal, e de repetição literal, no que concerne ao componente dinâmica. Na verdade, a exposição dos PECs *a*, *a*', *a*'' e *a*''' revela inúmeras relações entre eles e no intuito de fazer emergir essas relações, optamos pelo enfoque localmente delimitado ao PEC.

Obviamente não estamos encerrando a questão do enfoque aplicado sobre a interação multilinear, mas, clarificando que a aplicação gestual textural é plausível e promissora, no entanto, contemplará uma fase posterior da presente pesquisa[264].

[263] A saber, o indexograma e o particiograma. Para maiores informações, ver a nota 196.

[264] Nesse sentido, a hipótese é de que a aproximação da proposta gráfica interação multilinear com a Análise Particional, permitirá a ampliação da abordagem textural a partir dos dados específicos revelados pelo gráfico interação multilinear.

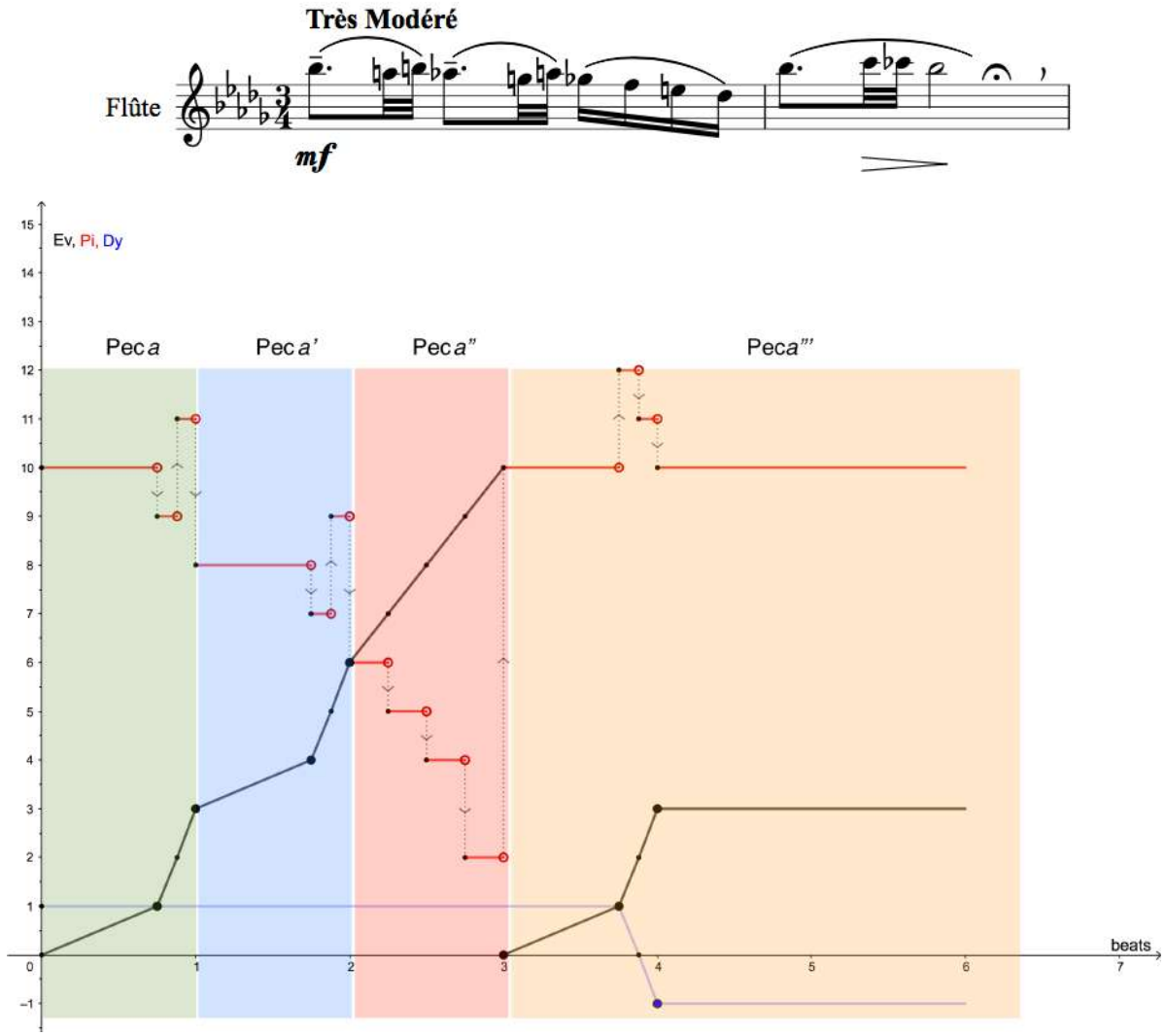


Figura 48: Gráfico interação multilinear apresentando os PEC*a*, PEC*a*', PEC*a*'' e PEC*a*''' em *Syrinx*, de Debussy. Concepção original do presente autor.

3.7 Descrição Algébrica Derivativa (DAD)

Considerando o contexto das instâncias organizacionais do *Pensamento Sincrético,* procuramos descrever algebricamente todo processo de derivação dos eventos, isto é, dos PECs. Chamamos esse processo de *Descrição Algébrica Derivativa* (doravante DAD) Separamos todas as operações em três eixos básicos[265]:

a) expansão;

b) substituição;

[265] Há uma semelhança imediata com as classificações tradicionais de ampliação, contração e variação. Porém, como estamos citando diretamete a abordagem de Levenshtein, manteremos suas nomenclaturas originais.

c) retração.

Na verdade, esta proposta tem sua gênese na abordagem de Vladimir Levenshtein[266] chamada *Levenshtein distance*, levantada por Godfried Theodore Patrick Toussiant (2013). De acordo com Toussaint (2013, p. 253), essa distância é "definida como o mínimo número de edições (ou mutações) necessárias para converter uma sequência em outra"[267]. O argumento de Toussaint lida não apenas com a análise de ritmos com o mesmo número de *beats* (isto é, passagens rítmicas que contêm a mesma duração) e a qualidade das edições necessárias para que uma sequência se iguale a outra. Mas, também, como no caso da *Levenshtein distance* – chamado por Toussaint de distância de edição – estão em jogo as interações dos casos em que os arranjos são feitos entre sequências com durações diferentes (Figura 49). Por exemplo, "uma maneira de converter a sequência de letras **WAITER** na sequência **WINE** é pelo uso de duas deletações (**A** e **R**) obtendo **WITE**, seguido por uma substituição de **T** por **N**, resultando, no total, de três operações de edição (TOUSSAINT, 2013, p. 253).

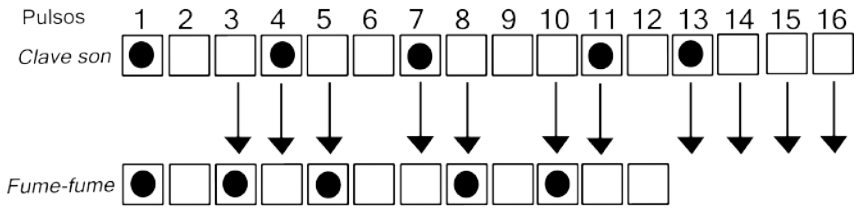


Figura 49: Exemplo de conversão de uma estrutura rítmica de 16 pulsos (Clave son) em uma de 12 pulsos (Fume-fume). No caso, são empregadas onze operações de edição: sete substituições e quatro exclusões. Os círculos pretos indicam pontos de ataque (TOUSSAINT, 2013, p. 254).

O objetivo principal é definir não apenas a quantidade, mas também a qualidade das edições necessárias para transformar uma seção ou um trecho em outro, havendo ou não entre eles diferenças em tamanho ou duração. No caso da Figura 49 as características internas de uma seção, isto é, a configuração estrutural a partir da incidência dos pontos de ataque, é submetida ao jogo das operações que descrevem o processo mutacional entre trechos ou seções

[266] "Vladimir Iosifovich Levenshtein foi um cientista russo que realizou pesquisas no campo da teoria da informação, correção de códigos e desing combinatorial. Entre outras contribuições, ele é conhecido pela Among *Levenshtein distance* e o *algoritmo Levenshtein*, os quais foram desenvolvidos em 1965 em seu artigo "*Binary codes capable of correcting deletions, insertions and reversals*". É considerado o pai da Teoria da Informação Russa" (TOUSSAINT, 2013, p. 253).
[266] Toussaint, 2013, p. 253
[267] Toussaint, 2013, p. 253.

distintas. Portanto, transformações realizadas entre trechos com durações[268] (ou tamanho) distintas ou semelhantes são descritas pela *Levenshtein distance*.

Existem três operações propostas por Levenshtein e que são apropriadas por Toussaint: *Inserção*, *Deleção* e *Substituição*. No caso da Figura 49 ocorrem sequencialmente: sete substituições (pulsos 3,4 5, 7, 8, 10 e 11) e quatro deleções (pulsos 13, 14, 15 e 16). Em outras palavras, revela-se: 1) o aspecto quantitativo, ao dizer que 11 operações ocorreram, e; 2) o aspecto qualitativo, ao dizer que ocorreram operações de substituições e de deleções. Nesse sentido, podemos dizer que

> "(...) uma inserção insere um símbolo em uma sequência, deixando-a, assim, mais longa. Uma deleção apaga um símbolo em uma sequência deixando-a mais curta. Uma substituição diz respeito a troca de um símbolo por outro, e, portanto, não havendo nenhuma alteração na duração da sequência em jogo" (TOUSSAINT, 2013, p. 253).

Contudo, enquanto Toussaint aplica a abordagem de Levenshtein descrevendo mutações do ponto de vista das durações dos eventos, nós a aplicaremos na tentativa de sistematização de todas as derivações possíveis considerando o tratamento analítico natural ao domínio sonoro. Aplicaremos as operações de Toussaint em nossa proposta de descrição algébrica nos apropriando também das instâncias organizacionais do *Pensamento Sincrético*.

Quadro 6: Categorias básicas, suas operações e suas abreviações.

Categorias de transformação	**Operações**		**Abreviatura**
EXPANSÃO	*Literal*		***L***
	Dilatação		***D***
	Sobreposição	*Defasagem*	***Sd***
		Justaposição	***Sj***
SUBSTITUIÇÃO	*Transposição*		***T***
	Inversão		***I***
	Retrogradação		***R***
	Rotação		***Ro***
	Relocação positiva		$\boldsymbol{Re^{+}}$
	Relocação Negativa		$\boldsymbol{Re^{-}}$
RETRAÇÃO	*Retração*		***Rt***

[268] Não apenas o número de pontos de ataque, mas a soma de suas durações que resultarão na duração total do trecho.

Desta maneira, estamos propondo três categorias básicas de transformação[269] - a saber: expansão, substituição e retração, diluídas em várias operações intrínsecas a cada categoria, conforme mostra o Quadro 6.

Antes de apresentar, vias de fato, a DAD, pontuaremos duas questões estruturais. Primeiro, estamos incorporando ao nosso modelo operações consagradas no ambiente da teoria e da análise musical, tais quais: transposição, inversão, retrogradação e rotação. Mais a frente, vamos propor mais duas novas operações: relocação positiva e relocação negativa.

Em segundo lugar, a DAD permite a descrição das derivações entre os PECs a partir dos três parâmetros que os constituem: alturas, duração e dinâmica. Considerando cada parâmetro, a DAD é estabelecida a partir de operações internas e externas. Operações externas são baseadas na escrita matricial clássica. As operações internas são decodificadas através da análise intravetorial.

Convencionaremos a notação para expressar as operações da seguinte maneira: seja um PEC*a* qualquer, um PEC*a'* e entre eles exista uma operação de expansão literal. A operação fica notada no formato: PEC*a* $\rightarrow$ PEC*a*' (**E**)***L*** = PEC(A). Utilizamos a letra (A) para nos referir ao PEC resultante. A letra **E** se refere ao eixo da expansão e a letra ***L*** está atribuída à operação de expansão literal, conforme o Quadro 6.

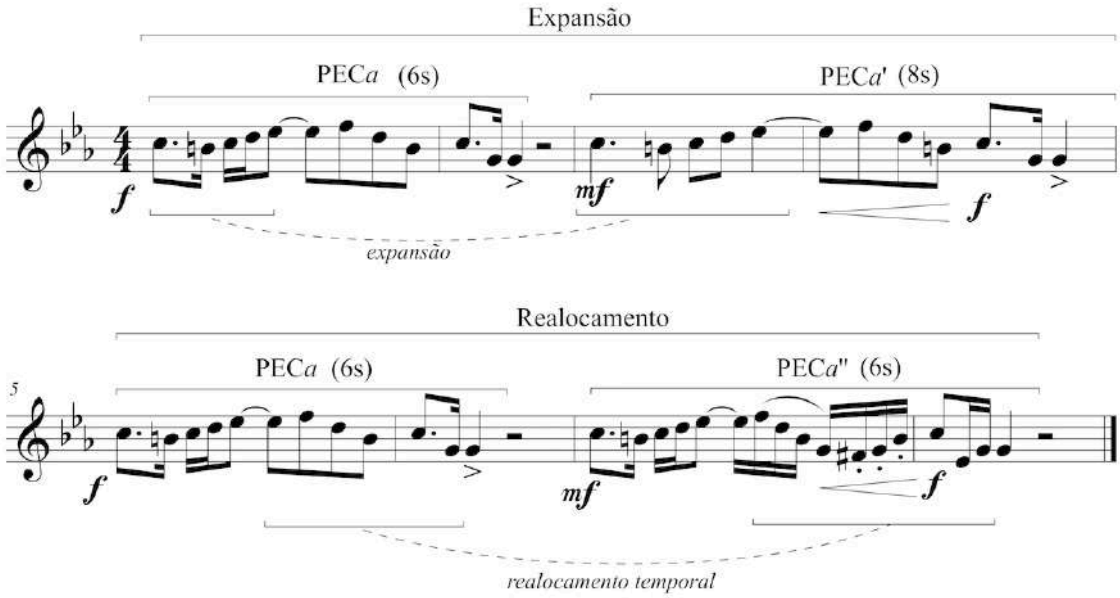
Dizemos que o PEC*a*' sofreu uma transformação por operação de expansão por dilatação, ou de forma mais simples, que o PEC*a*' sofreu expansão por dilatação. Contudo, no intuito de abreviar as nomenclaturas, podemos dizer que o PEC*a*' sofreu expansão por dilatação.

3.7.1 Expansão

As operações de expansão estão conectadas com a ideia de expansão temporal. Nesse sentido, duas situações são possíveis a priori. Imaginemos, por exemplo, um PEC resultante que dure $x + n$ segundos. Assumindo que os PECs originais, ou geradores, têm a duração de x segundos, dizemos que houve expansão, pois houve aumento na duração do PEC resultante em relação aos PECs originais. Portanto, a expansão só pode ocorrer quando existe acréscimo de elementos ao componente da duração ou quando existe o mesmo número de elementos, porém, com adições de valores temporais a eles. Este é o primeira situação, quando ocorre expansão apenas no componente da duração.

[269] Por inserção entenderemos expansão, por deleção, retração, e manteremos a nomenclatura substituição.

A segunda situação se coloca quando ocorre inserção de elementos no componente das alturas sem a expansão no componente temporal. Nesse caso, não há mudança na duração do PEC, e, portanto, não houve expansão. Dizemos que houve um realocamento positivo (Exemplo 10). Voltaremos a este caso específico mais a frente.



Exemplo 10: Exposição do PEC*a* em diferentes transformações. O PEC*a*' representa uma operação de transformação por expansão e o PEC*a*'' representa uma operação de transformação por realocamento.

O PEC*a* registrado no Exemplo 10 possui duas variações: PEC*a*' e PEC*a*''. Na pauta de cima, o PEC*a*' representa a transformação por expansão pois dura 2 segundos a mais do o que PEC original. A expansão ocorre nas primeiro cinco notas do PEC*a*' dobrando a quantidade de tempo gasta nas cinco primeiro notas do PEC original[270].

Na segunda pauta do Exemplo 10, são inseridas cinco notas novas no PEC*a*', sem alteração, no entanto da duração original. As notas 5 a 8 <E♭ F D B> têm valores contraídos e entre as notas 8 e 9 são inseridas quatro novas ocorrências: <G F♯ G B>. Como os processos de contração e inserção são contrapostos, o resultado das operações não altera o tempo global já existente. A realocação apenas insere novos elementos re-dividindo a quantidade de tempo já existente, e por isso, não é configurada com expansão. O caso específico da realocação será examinado ainda nesta seção.

[270] As operações propostas na derivação algébrica descritiva são, na verdade, alternativas às nomenclaturas tradicionais e já consagradas. Nosso intuito não é recriá-las, mas, pelo contrário, dialogar com tais conceitos tradicionais. Essa, inclusive, é uma das futuras aplicações do presente trabalho.

Uma vez exposta a condição *sine qua non* das operações de transformação por expansão, propomos as seguinte suboperações: *literal*, *dilatação* e *sobreposição*.

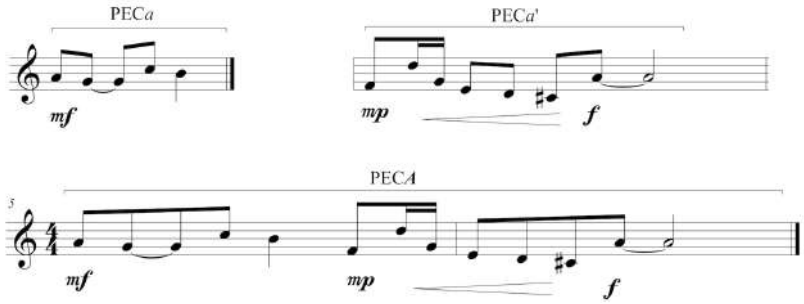
Literal: Nesse caso, a expansão se dá pela união literal de dois PECs idênticos ou diferentes, sem que haja mudança em seus componentes no processo. É a união literal entre dois PECs (Exemplo 11). Do ponto de vista das operações externas, propomos:

$$\text{Seja um PEC}a = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}\ t_{12}\ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix} \text{ e outro PEC}a\text{'} = \begin{bmatrix} p_{11}{}'\ p_{12}{}'\ \dots p_{\mathrm{n}}{}' \\ t_{11}{}'\ t_{12}{}'\ \dots t_{\mathrm{n}}{}' \\ d_{11}{}'\ d_{12}{}'\ \dots d_{\mathrm{n}}{}' \end{bmatrix}.$$

A expansão literal é descrita da seguinte forma:

$$\text{PEC}a + \text{PEC}a\text{'} = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}\ t_{12}\ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} p_{11}{}'\ p_{12}{}'\ \dots p_{\mathrm{n}}{}' \\ t_{11}{}'\ t_{12}{}'\ \dots t_{\mathrm{n}}{}' \\ d_{11}{}'\ d_{12}{}'\ \dots d_{\mathrm{n}}{}' \end{bmatrix} = \qquad (2.1)$$

PEC(A)



Exemplo 11: PEC*a* e PEC*a*' concebidos e apresentados separadamente. O PEC(A) é formado pela união literal dos PEC*a* e PEC*a*'.

Expressamos essa operação como se segue: PEC*a* → PEC*a*' [***L***] = PEC(A). O PEC*a* e o PEC*a*' são entidades desacopladas e não referenciadas entre si na superfície musical. Desta maneira, a união literal destes PECs constitui o PEC(A) como uma entidade em plena unidade com seus componentes formadores. A descrição do caso apresentado acima fica da seguinte forma:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 9 & 7 & 12 & 11 \\ 0.5 & 1 & 0.5 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{ então}$$

$$\text{PECa'} = \begin{bmatrix} 5 & 14 & 7 & 4 & 2 & 1 & 9 \\ 0.5 & 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 2.5 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}, \text{ e temos que:}$$

$$\text{PEC(A)} = \begin{bmatrix} 9 & 7 & 12 & 11 & 5 & 14 & 7 & 4 & 2 & 1 & 9 \\ 0.5 & 1 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 2.5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}.$$

Aplicando a análise intravetorial apenas ao componente altura, temos que $\vec{u} \in$ PEC*a* e $\vec{v}$, $\in$ PEC*a*'. Assim: $\vec{u}$ = [-2 5 -1]; $\vec{v}$ = [9 -7 -3 -2 1 3] (Tabela 4). Deste modo, isolando o componente altura, a operação de expansão literal sob o viés da análise intravetorial fica limitada a: **S** = **($\vec{u}$)** + **($\vec{v}$)** = PEC(A).

Salientamos que, nesse caso, não existem relações de semelhança entre os intravetores revelados pela operação de expansão literal. Portanto, o conjunto **S** apenas mapeia as transformações ocorridas entre os PECs. No entanto, pode haver o caso onde exista relações de semelhança entre os PECs geradores, porém essa não é uma premissa para que a operação se estabeleça[271].

Tabela 4: Tabela apresentando os cálculos realizados para a obtenção dos intravetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$, relativos aos componente altura dos PEC*a* e PEC*a*'.

PEC*a*			***intravetor***
comp.	(7 – 9)	-2	$\vec{u}$ = [-2 5 -1]
p	(12 – 7)	5	
	(11 – 12)	-1	
PEC*a*'			***intravetor***
comp.	(14 – 5)	9	$\vec{v}$ = [9 -7 -3 -2 -1 3]
	(7 – 14)	-7	
p	(4 – 7)	-3	
	(2 – 4)	-2	
	(1 – 2)	-1	
	(9 – 12)	3	

Dilatação: A diferença entre este caso e o apresentado anteriormente, é que a dilatação ocorre necessariamente, mas não apenas, sobre o componente temporal do PEC e não

[271] Por exemplo, em colagens e formas semelhantes de composição.

advém da união de dois PECs já existentes. Queremos dizer que no caso da dilatação pode existir acréscimo na quantidade de elementos, e quando ocorrer, precisa haver, obrigatoriamente, acréscimo no componente temporal. Mas, nos casos em que não ocorrem aumento da quantidade dos elementos dos componentes do PEC, existirá uma dilação no componente temporal. Por esta razão, dizemos que a operação de dilatação é realizada necessariamente sobre o componente temporal. O Exemplo 12 e o Exemplo 13 mostram como a dilatação é configurada nos dois casos.

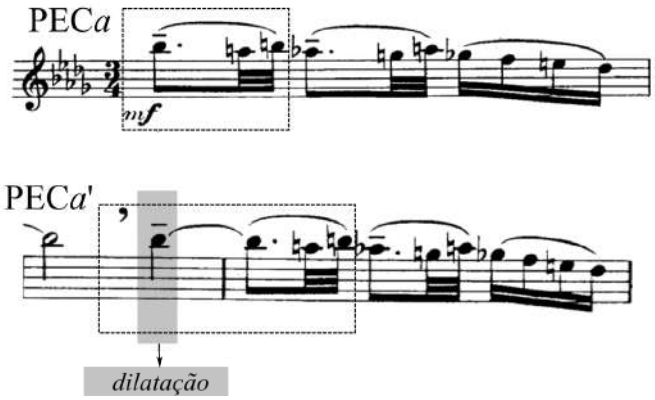
Expressamos essa operação da seguinte maneira: PECa $\rightarrow$ [**E**]***D*** = PEC(A) e propomos a seguinte descrição para os casos onde não há inserção de novos elementos:

$$\text{Seja um PEC}a = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix}.$$

$$\text{Assim, } \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{(\text{n+m})} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix} = \text{PEC(A)}.$$

Já para os casos onde há inserção de novos elementos, propomos a seguinte descrição: Seja

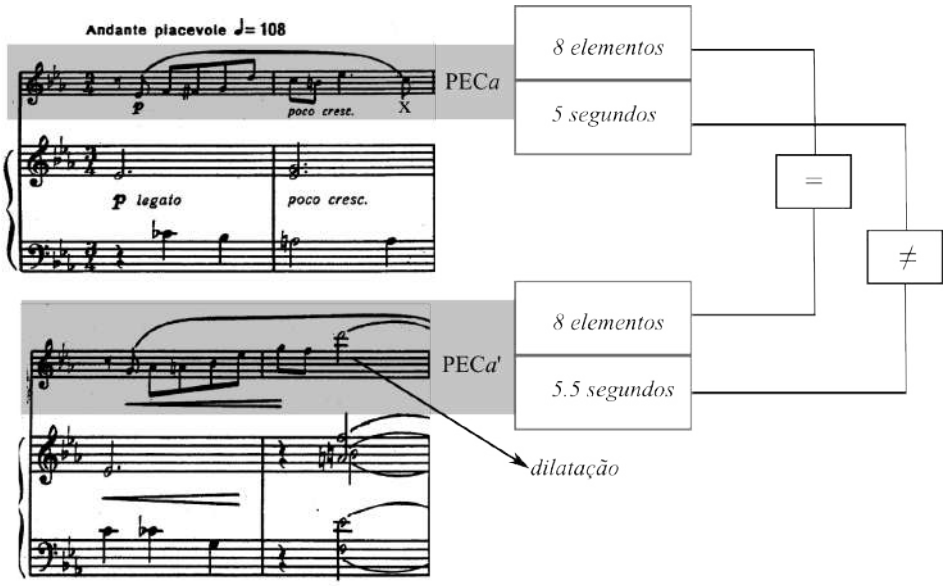
$$\text{PEC}a = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix}. \text{ PEC(A)} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} & p_{11}' & x \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} + & t_{12}' & \dots t_{(\text{n+m})} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\text{n}} & d_{11}' & x \end{bmatrix}.$$



Exemplo 12: Exemplo de dilação entre os PEC*a* e PEC*a*', com aumento de elementos, em *Syrinx*, de Debussy.

No Exemplo 12, o PEC*a* (inserido em um retângulo), composto por três elementos altura distintos, tem a duração de 1 segundo[272] (considerando a semínima com duração de 1 segundo). A dilatação ocorre sobre o PEC*a*' que tem quatro elementos no componente temporal, três elementos distintos no componente altura e tem a duração de 2 segundos. A inserção de um novo elemento ao componente temporal é o que caracteriza a dilatação nesse caso e a única diferença entre os dois PECs é exatamente o novo elemento inserido. Isso quer dizer que a o PEC*a* é quase literalmente repetido no PEC*a*', ou seja, a única relação de transformação entre os PECs é a operação de expansão por dilatação.

Já no Exemplo 11 apresentado no Exemplo 13 o PEC*a*' é dilatado em relação ao PEC*a*. Apesar de terem durações divergentes, os dois PECs têm a mesma quantidade de elementos. A dilatação ocorre no último elemento do PEC*a*', através do acréscimo de 0.5s. Contudo, essa não é a única operação de transformação ocorrendo no entre os PECs. Além da dilatação, existem relações de transposição. Esse fato revela que as operações podem atuar em conjunto, quando possível, e que a operação de expansão pode atuar em conjunto com outras operações de substituição e/ou expansão.



Exemplo 13: Excerto de *Feuillet d'Album*, *Op. 45 n. 1*, de Scriabin. Exemplo de expansão por dilatação entre os PEC*a* e PEC*a* sem acréscimo de elementos.

Notando o Exemplo 13, temos:

[272] Mantemos a unidade de medida do tempo em segundos em relação ao *beat* porque: 1) já elucidamos que a unidade de tempo terá sempre o valor de 1 segundo. Não estamos buscando uma correspondência com a performance, e se estivéssemos, seria o caso de ajuste de escala de medição. As proporções serão sempre mantidas, seja qual valor arbitrarmos para a unidade de tempo. E, 2) haveria uma ambiguidade conceitual com o termo tempo e preferimos evitar nessa fase da pesquisa.

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 6 & 7 & 14 & 12 & 11 & 15 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 1.5 \\ -2 & -2 & -2 & -2 & -2 & -2 & -2 & -2 \end{bmatrix}, \text{ e}$$

$$\text{PEC(A)} = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 9 & 10 & 15 & 19 & 17 & 26 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 2 \\ -2 & -2 & -2 & -2 & -2 & -2 & -2 & -2 \end{bmatrix}.$$

Observaremos as relações intravetoriais de todos componentes. Deste modo, temos que: $(\vec{u}, \vec{r}, \vec{k}) \in$ PEC*a* e $(\vec{v}, \vec{s}, \vec{t}) \in$ PEC*a*', onde $\vec{u}$ e $\vec{v}$ são intravetores relativos ao componente altura, $\vec{v}$ e $\vec{s}$ são intravetores relativos ao componente temporal, $\vec{k}$ e $\vec{t}$ são intravetores relativos ao componente dinâmica. Portanto: $\vec{u}$ = [2 1 1 7 -2 -1 4]; $\vec{v}$ = [1 1 1 5 4 -2 8]; $\vec{r}$ = [0 0 0 0 0 0 1]; $\vec{s}$ = [0 0 0 0 0 0 1.5]; $\vec{k}$ = [0 0 0 0 0 0 0]; $\vec{t}$ = [0 0 0 0 0 0 0]. Desse modo **S** = ($\vec{v}$, $\vec{s}$, $\vec{t}$) = PEC*a*'. Se observarmos as semelhanças entre os pares de intravetores podemos notar que existem operações ocorrendo simultaneamente. Contudo, o conjunto das relações concomitantes serão consideradas mais tarde, quando todas as operações forem singularmente expostas.

Assim, temos que $\vec{k} = \vec{t}$, ou seja, todas as características de dinâmicas entre os PECs são preservadas. Entre $\vec{u}$ e $\vec{v}$ são reveladas relações de substituição por transposição (e por outras operações)[273] pois os segundo e terceiro elementos dos dois intravetores são idênticos. Entre $\vec{r}$ e $\vec{s}$ a dilatação é clarificada e evidenciada pelo diferença de 1 segundo entre os valores 0.5 e 1.5 apresentados nos últimos elementos dos intravetores. Isso que dizer nos casos em que a operação de expansão por dilação ocorrer entre PECs com o mesmo número de vetores [*p t d*], a desigualdade de duração entre os PECs será justamente a diferença entre elementos dissemelhantes revelados pelos respectivos intravetores. No caso em que a dilatação ocorrer entre PECs com números não iguais de elementos, a diferença da soma dos intravetores relativos ao componente temporal revelará o valor duracional acrescido pela dilatação (Tab. Tabela 5).

Pela análise intravetorial temos que $(\vec{u}, \vec{r}, \vec{k}) \in$ **C** e $(\vec{v}, \vec{s}, \vec{t}) \in$ **H**, e que **C** ≠ **H**. Embora não haja necessidade de haver semelhança entre os intravetores nas operações de expansão por dilatação, existem relações intrínsecas a esta operação específica conforme

[273] As relações intravetoriais próprias das operações de substituição por transposição serão elucidadas mais adiante, bem como das outras operações de substituição também presentes no trecho.

descrito acima. Por isso, a análise nesses casos deve ser tomada caso a caso a fim de revelar a diferença temporal entre os PECs envolvidos.

Tabela 5: Tabela apresentando os cálculos realizados para a obtenção dos intravetores ($\vec{u}$, $\vec{r}$, $\vec{k}$) ∈ PECa e ($\vec{v}$, $\vec{s}$, $\vec{t}$) ∈ PECa' e a diferença temporal entre eles.

PEC*a*		***intravetores***	PEC*a*'		***intravetores***
comp. altura	(5 – 3)	$\vec{u}$ = [2 1 1 7 -2 -1 4]	*comp. altura*	(8 – 7)	$\vec{v}$ = [1 1 1 5 4 -2 8]
	(6 – 5)			(9 – 8)	
	(7 – 6)			(10 – 9)	
	(14 – 7)			(15 – 7)	
	(12 – 14)			(17 – 15)	
	(11 – 12)			(19 – 17)	
	(15 – 11)			(26 – 19)	
comp. temporal	(0.5 – 0.5)	$\vec{r}$ = [0 0 0 0 0 0 1]	*comp. temporal*	(0.5 – 0.5)	$\vec{s}$ = [0 0 0 0 0 0 1.5]
	(0.5 – 0.5)			(0.5 – 0.5)	
	(0.5 – 0.5)			(0.5 – 0.5)	
	(0.5 – 0.5)			(0.5 – 0.5)	
	(0.5 – 0.5)			(0.5 – 0.5)	
	(0.5 – 0.5)			(0.5 – 0.5)	
	(1.5 – 0.5)			(2 – 0.5)	
comp. dinâmica	[-2 – (-2)]	$\vec{k}$ = [0 0 0 0 0 0 0]	*comp. dinâmica*	[-2 – (-2)]	$\vec{t}$ = [0 0 0 0 0 0 0]
	[-2 – (-2)]			[-2 – (-2)]	
	[-2 – (-2)]			[-2 – (-2)]	
	[-2 – (-2)]			[-2 – (-2)]	
	[-2 – (-2)]			[-2 – (-2)]	
	[-2 – (-2)]			[-2 – (-2)]	
	[-2 – (-2)]			[-2 – (-2)]	
		$\vec{s}$ – $\vec{r}$ = ↓ [0 0 0 0 0 0 **1.5**] – [0 0 0 0 0 0 **1**] ↓ (1.5 – 1) = **0.5s** →	*(isolando o componente temporal)* ***Diferença temporal entre os PECs causada pela dilatação***		

<u>*Sobreposição*</u>*:* Da mesma forma, essa operação se relaciona necessariamente com o componente temporal e descreve relações verticais entre os PECs. Quando dois PECs são

sobrepostos, verticalmente, existem duas possibilidades de configuração: defasagem e justaposição. A justaposição ocorre quando dois PECs são superpostos sem nenhuma alteração em seus componentes temporais. É a simples superposição de dois PECs[274]. Já a defasagem é caracterizada pelo deslocamento temporal entre os PECs superpostos. Ocorre tanto na inserção de pausas quanto de novos elementos aos componentes temporais, como na dilatação[275].

Considerando as duas classes de sobreposição, propomos:

$$\text{Seja PECa} = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}\ t_{12}\ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix} \text{ e}$$

$$\text{PECa'} = \begin{bmatrix} p_{11}{}'\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}{}'\ t_{12}\ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}{}'\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}.$$

A defasagem com emprego de pausas é configurada como:

$$\text{PEC}a + \text{PEC}a' = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}\ t_{12}\ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} p_{11}{}'\ p_{12} & \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}{}'\ t_{12}\ x\ \dots x_{\mathrm{n}} & \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}{}'\ d_{12} & \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}. = \text{PEC(A)}$$

Nesse caso, as pausas estão simbolizadas pela letra *x*. Para os casos de expansão por defasagem, expressamos a operação como se segue: PEC*a* → PEC*a*' (**E**)***Sd*** = PEC(A) (Exemplo 14).

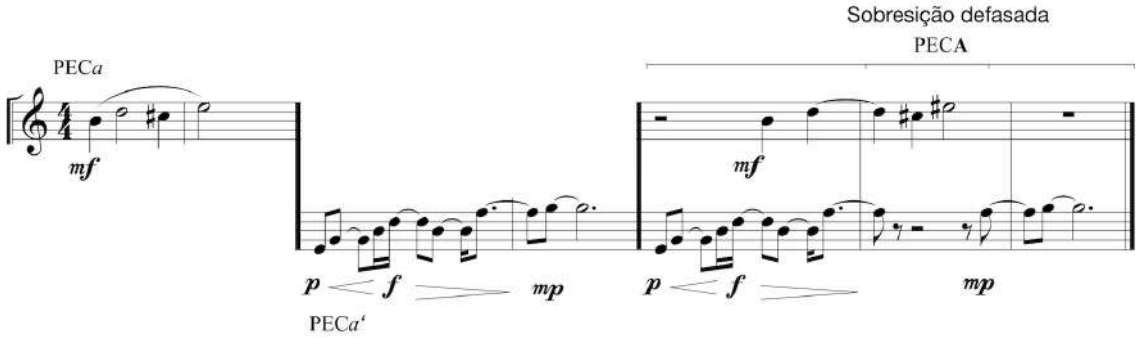
A sobreposição, é, portanto, mais uma operação de ampliação vertical do que horizontal, ou seja, a ampliação do PEC(A), exposta acima, se dá pelo acúmulo de camadas texturais a partir da sobreposição vertical dos PEC*a* e PEC*a*'.

Contudo, no caso da sobreposição por defasagem, além da relação de ampliação vertical, ocorrem transformações de dilatação horizontais, pois a expansão também ocorre singularmente entre os PECs envolvidos, como é o caso do PEC*a*' exposto no Exemplo 14. A operação de sobreposição por defasagem se caracteriza, sobretudo, pela expansão vertical

[274] Obras baseadas em estilos contrapontístico são ótimos exemplos de sobreposição, de uma maneira geral. As razões são óbvias.

[275] A situação onde os PECs são diminuídos e são desfasados, também podem ocorrer. Nesse caso, chamamos essa operação de retração desfasada e analisaremos essa situação específica um pouco mais adiante, nesta mesma seção.

através do empilhamento de PECs, e pela expansão horizontal aplicada singularmente ao(s) PEC(s). Dessa forma, em relação ao PEC(A), a dilação em verticalidade é uma característica externa enquanto a dilação em horizontalidade é uma caraterística interna (aplicada a um ou mais PECs internos).

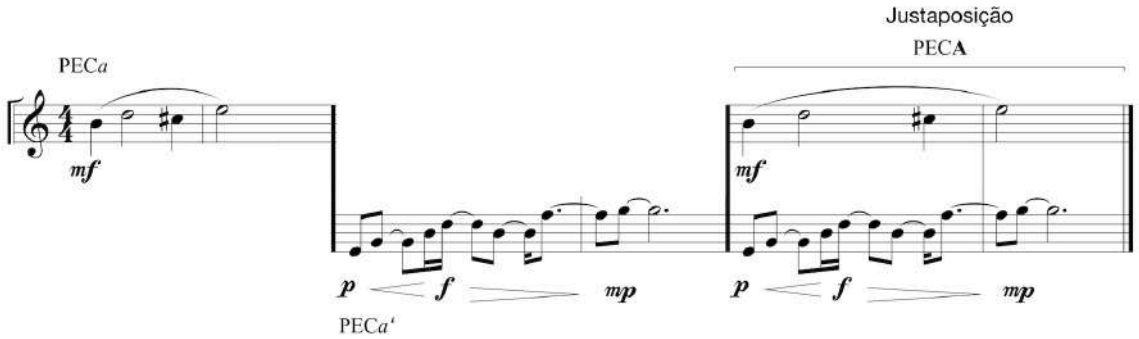


Exemplo 14: No exemplo, os PEC*a* e o PEC*a*' estão sobrepostos configurando a operação sobreposição desfasada.

Já a operação de sobreposição por justaposição é expressa como se segue: PEC*a* → PEC*a*' (**E**)***Sj*** = PEC(A). Propomos a seguinte descrição para esses casos:

$$\text{PEC}a + \text{PEC}a' = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\text{n}} \\ t_{11}\ t_{12}\ \dots t_{\text{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} p_{11}'\ p_{12}\ \dots p_{\text{n}} \\ t_{11}'\ t_{12}\ \dots t_{\text{n}} \\ d_{11}'\ d_{12}\ \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix} = \text{PEC(A)}$$



Exemplo 15: PEC*a* e o PEC*a*' estão sobrepostos configurando a operação de justaposição

No primeiro exemplo (Exemplo 15), o PEC(A) expõe uma sobreposição por justaposição simplesmente por relacionar os PEC*a* e PEC*a*' verticalmente sem alterar suas respectivas estruturas, ou seja, não ocorrem ampliações temporais singularmente nos PECs envolvidos. A sobreposição por justaposição é uma operação de ampliação vertical que se dá

pelo acúmulo de camadas texturais. De maneira geral, é o caso de escrita contrapontística, onde os materiais são superpostos a fim de gerar relações verticais em detrimento das horizontais (Exemplo 16).



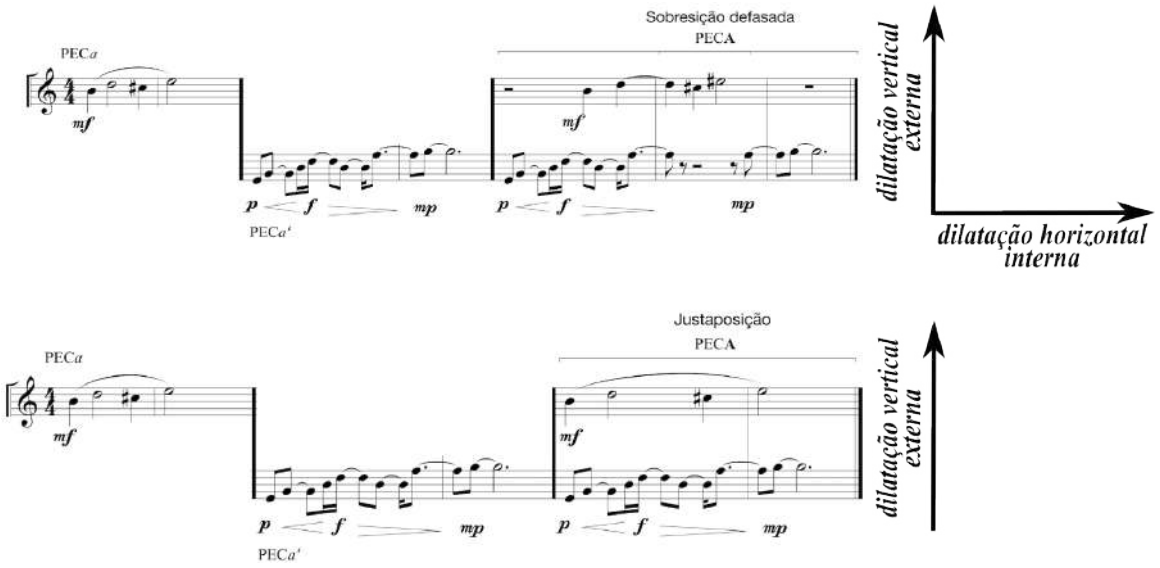
Exemplo 16: Exemplo de sobreposição por justaposição na *Fugue XII* (*Das wohltemperierte Klavier I*) de J. S. Bach.

No Exemplo 16, o sujeito, entendido como PEC*a* (em cor marrom), é reexposto (c.4) mantendo integralmente sua estrutura temporal, apesar de haver outras operações ocorrendo (adaptações intervalares e transposições). É nesse sentido que a operação de sobreposição por justaposição se diferencia da sobreposição por defasagem. Enquanto uma revela relações verticais externas e horizontais internas, a outra revela apenas relações verticais externas. A duração do PEC resultante se constitui exclusivamente pela superposição dos PECs internos sem que haja alteração temporal entres estes quando relacionados ao seu formato original[276]. Ou seja, na sobreposição por justaposição, a expansão é dada pela dilatação vertical externa, porém, na sobreposição por defasagem (Exemplo 17).

Como estamos procedendo relações verticais entre os PECs, as operações de sobreposição não possuem descritores intravetoriais[277].

[276] Uma vez mais, não estão consideradas as relações de alterações intervalares entre as repostas tonal ou real na reexposição dos sujeitos. Essas e outras relações de adaptações exclusivamente aplicadas ao parâmetro altura, e que não correm mudanças temporais.

[277] É possível descrever algebricamente as relações verticais entre os vetores. Estaríamos lidando com descrições algébricas que revelariam objetos em quatro ou mais dimensões, o que é bastante abstrato. Assim, na atual fase da pesquisa, nós escolhemos não usar esse nível de linguagem abstrata, mas, ainda assim, não fechar a questão.



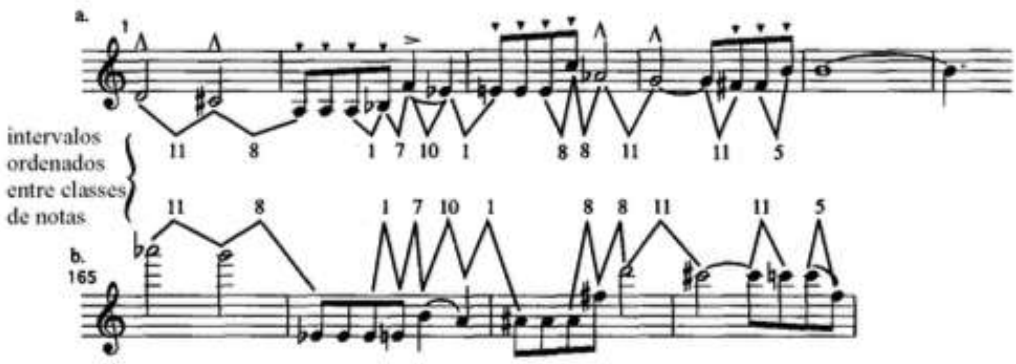
Exemplo 17: Exposição das relações de expansão vertical externa e expansão horizontal interna entre as operações de sobreposição por justaposição e por defasagem.

3.7.2 Substituição

A principal característica das operações de substituição é a invariância da duração dos PECs, ou seja, as operações de substituição se dão exclusivamente sobre o componente das alturas e/ou no componente das dinâmicas. Quando há variação temporal, haverá operações de expansão ou retração. Por conta dessas qualidades únicas, as operações de substituição revelam relações singulares quando aplicamos a análise intravetorial.

Transposição: A operação de substituição por transposição não difere da concepção tradicional de transposição usada no contexto musical. "Tradicionalmente, o termo transposição refere-se à transposição de uma linha de notas (...) em ordem, a algum intervalo" (STRAUS, 2013, p. 41). Straus aponta a diferença entre a transposição entre uma linha de notas e uma linha de classes de notas, pois "estaremos agora adicionando intervalos entre casses de notas para cada classe de notas na linha" (Exemplo 18). Contudo, no contexto do domínio sonoro, estamos considerando o registro. Assim, valerão as relações reais, nota a nota.

As operações de substituição por transposição podem ser aplicadas tanto ao componente altura quanto ao componente dinâmica. Se aplicadas ao componente temporal, obrigatoriamente estarão enquadradas ou como expansões ou como retrações.



Exemplo 18: Duas linhas de classes de notas relacionadas por transposição, no *Quarteto de Cordas nº 4*, de Schoenberg (STRAUS, 2013, p. 41).

Tomando as operações externas em conta, propomos a seguinte descrição:

$$\text{Seja um PEC}a = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{13} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix} \text{ e}$$

$$\text{PEC}b = \begin{bmatrix} \pm\alpha + & (p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}}) \\ & t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ \pm\alpha + & (d_{11} & d_{13} & \dots d_{\text{n}}) \end{bmatrix}.$$

A transposição ocorre nos componentes altura e dinâmica, expostos no PEC*b* **(**em relação ao PEC*a*), pela adição de um escalar[278] (nesse caso, α) positivo ou negativo. Se, por exemplo, ocorrer uma transposição para uma 2ª maior ascendente, uma transposição positiva de nível 4 (α = 4, 4 semitons) está empregada. Se a transposição está a uma 5ª justa inferior, ocorrerá uma transposição negative nível 10 (α = – 10). O escalar é exatamente o número de semitons a ser empregado que revela também a direção da transposição porque estamos considerando o registro e procuramos nos aproximar da superfície do discurso musical.

Assim, não aplicaremos as relações da operação de transposição elencadas por Straus (2013), como por exemplo, a simetria transpositiva. Isso porque estamos caminhando em direção oposta a grande parte da aplicação da teoria dos conjuntos (que estrutura o conceito de conjunto de classe de notas tendo como premissa a não consideração dos registros). Nossa proposta é exatamente apontar o sentido e direção dos movimentos intervalares, seja no componente altura ou no componente dinâmica, e revelá-los pela análise intravetorial.

[278] Em Física, uma grandeza escalar é um valor agregado a uma unidade de medida. Por exemplo, 2kg, 2m, 2s etc. No sentindo matemático, escalar é um valor numérico que, geralmente, está ligado a alguma operação de transformação. Na presente pesquisa, um escalar é o valor agregado, ou seja, o semitom como unidade de medida, a uma operação específica. Nesse caso, das operações de transposição.

Empregar a abordagem de Straus desconfiguraria por inteiro o uso da análise intravetorial como mecanismo analítico. Nesse sentido, a operação de substituição por transposição pode ser positiva ou negativa e terá notação diferenciada da tradicional. Um exemplo mais abstrato pode ser:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{13} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix} \text{ e}$$

$$\text{PECb} = \begin{bmatrix} 0 & 2 & -1 \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{13} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix},$$

Fica claro que a operação de transposição se dá pelo escalar α = -2. Descrevemos essa operação da seguinte maneira: PEC*a* $\rightarrow$ (**S**)$\boldsymbol{T_{-2}}$ = PEC*b*, ou seja, [2 4 1] $\rightarrow$ (**S**)$\boldsymbol{T_{-2}}$ = [0 2 -1].

As transposições de elemento a elemento não são aconselháveis, seja no componente altura ou dinâmica. Vejamos a razão. Considerando os PEC*a* e PEC(A) abaixo, temos que:

$$\text{PECa} = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{13} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix} \text{ e}$$

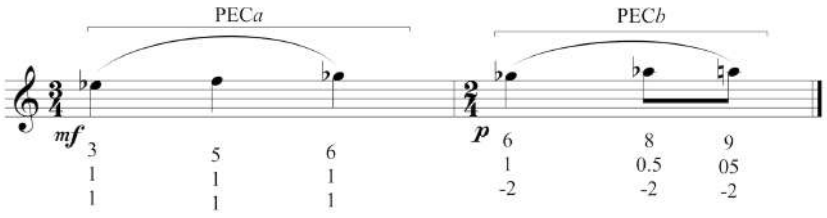
$$\text{PEC(A)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{13} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix}.$$

Fica evidenciado que escalares diferentes foram utilizados: com relação ao componente altura do primeiro vetor, o escalar α = -2; com relação ao componente altura do segundo vetor, o escalar α = -3, e; com relação ao componente altura do terceiro vetor, o escalar α = 2. Outra vez (conforme vimos na seção 3.4), a questão é o limite territorial atribuído ao PEC. Se tomado vetor a vetor, componente a componente, ou de grupo em grupo de vetores, aparecerão camadas internas de relação de transformação entre os PECs. Nesse sentido, quando o PEC é desfragmentado, a análise intravetorial fica enfraquecida, já que seus resultados são revelados a partir do agrupamento de vetores no mínimo par a par. Ou seja, a unidade estrutural do PEC dá força à abordagem da análise intravetorial.

Relações singulares são reveladas quando a análise intravetorial é aplicada às operações de substituição por transposição. Seja, por exemplo,

$$\text{o PEC}a = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{ e}$$

$$\text{um PEC}b = \begin{bmatrix} 6 & 8 & 9 \\ 1 & 0.5 & 0.5 \\ -2 & -2 & -2 \end{bmatrix} \text{(Exemplo 19).}$$



Exemplo 19: Exemplo de transposição entre os PEC*a* e PEC*b*.

Nota-se que há uma transposição positiva nível 3 ocorrendo entre os componentes altura e no componente dinâmica, além de outras operações no componente temporal (que não são configuradas como operações de substituição por transposição). A operação de substituição por transposição ocorrida no componente altura fica descrita como [3 5 6] → (**S**)$\boldsymbol{T}_3$ = [6 8 9], e a ocorrida no componente dinâmica fica descrita como [1 1 1] → (**S**)$\boldsymbol{T}_{-2}$ = [-2 -2 -2][279]. Aplicando a análise intravetorial, primeiramente ao componente altura, temos que: $\vec{\boldsymbol{u}}$ = (2 1) vindo do PEC*a*, e; $\vec{\boldsymbol{v}}$ = (2 1) vindo do PEC*b*. Do componente dinâmica temos que: $\vec{\boldsymbol{w}}$ = (0 0) vindo do PEC*a*, e; $\vec{\boldsymbol{s}}$ = (0 0) vindo do PEC*b*. Temos que $\vec{\boldsymbol{u}} = \vec{\boldsymbol{v}}$ e $\vec{\boldsymbol{w}} = \vec{\boldsymbol{s}}$. Generalizamos, portanto, que, no sentido intravetorial, as operações de transposição são estabelecidas da seguinte forma: $\vec{\boldsymbol{u}} = \vec{\boldsymbol{v}}$.

Essa relação fica mais clara se fizermos uso do plano cartesiano. Temos que (a, b) $\in \vec{\boldsymbol{u}}$, (c, d) $\in \vec{\boldsymbol{v}}$ e, ainda, (a, b) = (c, d). Quando tomamos a semirreta $\overrightarrow{AB}$ formada pelos vetores $\vec{\boldsymbol{u}}$ e $\vec{\boldsymbol{v}}$ escrevendo, respectivamente, como $f(x)$ e $g(x)$, temos que a transposição de $\vec{\boldsymbol{u}}$ to $\vec{\boldsymbol{v}}$ é revelada como $f(x) = g(x)$, como apontam os gráficos[280] expostos pela (Figura 50).

[279] A operação é uma transposição negativa de nível dois (**S**)$\boldsymbol{T}_{-2}$ pois estamos embasando a unidade de contagem na categorias apresentadas na tQuadro 4. Assim, a distância entre (1) e (-2) é (-2) ao invés de (-3), se estivessem apenas contando os números.

[280] Nesse caso, extraímos coordenada a coordenada para construir o gráfico revelado: extraímos a coordenada x do intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}$ e igualamos a zero sua coordenada y; extraímos a coordenada y e igualamos a zero a coordenada x. Assim, os pontos $(2, 0)$ e $(0, 1)$ são os pontos que formam a semirreta descrita pela função $f(x)$ que, por sua vez,

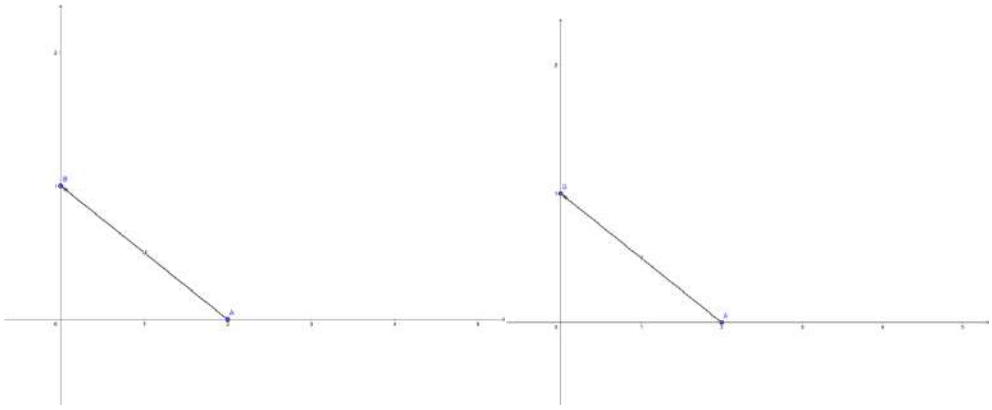


Figura 50: No primeiro gráfico tem-se o intravetor $\vec{u}$ como uma função $f(x)$. No segundo gráfico, temos o intravetor $\vec{v}$ como a função $g(x)$. Como se pode ver, $f(x) = g(x)$

<u>*Inversão*</u>: A inversão age exclusivamente sobre os componentes altura e dinâmica. Pois, se atuar sobre o componente temporal, serão configuradas, inevitavelmente, operações de expansão e/ou retração agindo em conjunto, como também operações de substituição por transposição[281]. Com relação às operações externas, propomos:

$$\text{Seja um PECa} = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}\ \ t_{12}\ \ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}.$$

A inversão fica estabelecida quando[282]:

$$\begin{bmatrix} p_{11}, (p_{11} - [p_{12} - p_{11}]), (p_{12} - [p_{\mathrm{n}} - (p_{\mathrm{n}} - 1)]) \\ t_{11}, (t_{11} - [t_{12} - t_{11}]), (t_{12} - [t_{\mathrm{n}} - (t_{\mathrm{n}} - 1)]) \\ d_{11}, (dd_{11} - [d_{12} - d_{11}]), (d_{12} - [d_{\mathrm{n}} - (d_{\mathrm{n}} - 1)]) \end{bmatrix} = \text{PEC(A).}$$

Tomemos os seguintes PECs como exemplos:

---

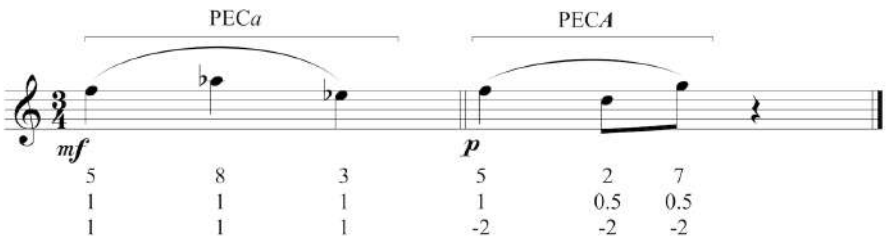
contém o intravetor $\vec{u}$. De maneira análoga, agimos com o intravetor $\vec{v}$. Desta maneira, $f(x) = g(x)$ Ver página 105.

[281] Veja nota de rodapé número 230. No entanto, quando aplicada ao componente temporal, o número zero (0) ocorre a interrupção da aplicação da operação. Se um componente temporal se apresenta como [*1 2 0.5*] e então, dá-se uma inversão, o componente passa a ser representado como [*1 0 1.5*]. Contudo, ao chegar no segundo elemento [1 0] já não é possível continuar a operação de inversão, pois não existe duração nula ou negativa. Pode-se criar uma função normalizadora, como já ocorre em operações de inversão na teoria dos conjuntos. Contudo, diferente dessas funções, manter a duração global é o núcleo das operações de substituição. Portanto, a possibilidade de uma função normalizadora é elencada como uma das futuras ramificações da pesquisa.

[282] Concepção do presente autor. Não se pode averiguar se esta proposta específica de descrição algébrica derivativa já foi levantada antes. Ao que tudo indica, não.

$$\text{PEC}a = \begin{bmatrix} 5 & 8 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ e}$$

$$\text{PEC(A)} = \begin{bmatrix} 5 & 2 & 7 \\ 1 & 0.5 & 0.5 \\ -2 & -2 & -2 \end{bmatrix} \text{ (Exemplo 20).}$$



Exemplo 20: Exemplo de inversão entre os PEC*a* e PEC(A).

Isolando os componentes altura, temos que: PEC*a* → (**S**)$\boldsymbol{I}$ = PEC(A). Ou seja, [5 8 3] → (**S**)$\boldsymbol{I}$ = [5 2 7]. A relação intravetorial resultante no primeiro componente é [3 -5] = $\vec{\boldsymbol{u}}$ e no segundo componente [-3 5] = $\vec{\boldsymbol{v}}$. Deste modo, $\vec{\boldsymbol{v}} = -\vec{\boldsymbol{u}}$ e $\vec{\boldsymbol{u}} = -\vec{\boldsymbol{v}}$, pois temos que ($a$, b) ∈ $\vec{\boldsymbol{u}}$ e (-a, -b) ∈ $-\vec{\boldsymbol{u}}$. Isto é, considerando a análise intravetorial, a inversão revela vetores simétricos[283], com direções iguais, porém, com sentidos diferentes.

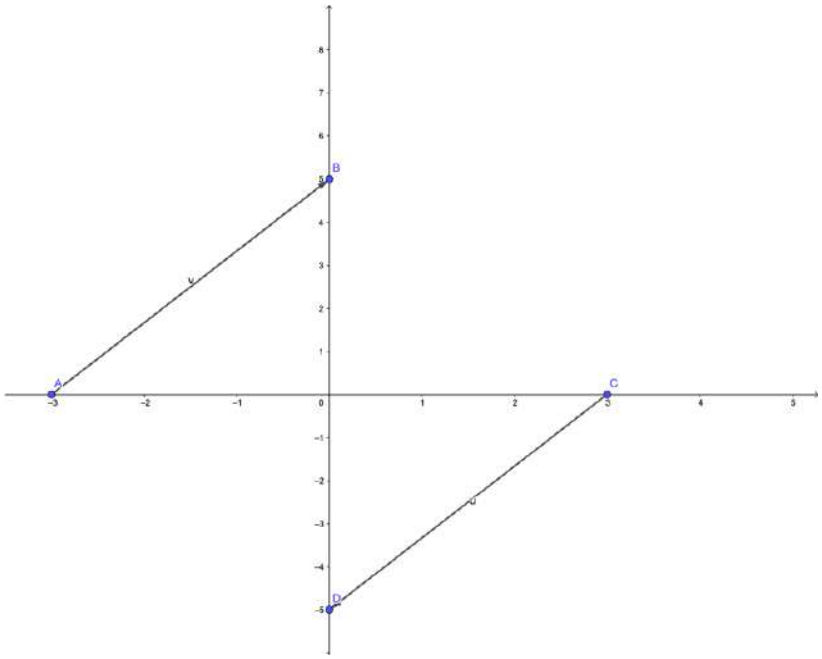
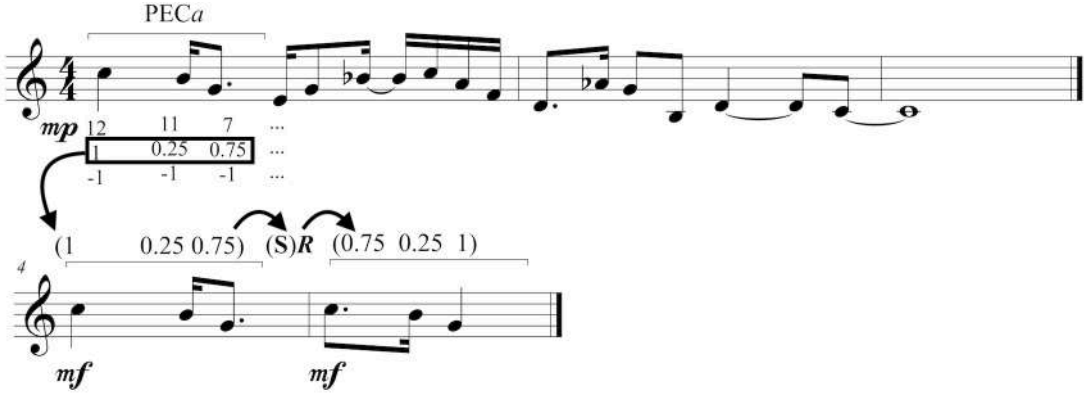


Figura 51: Exposição do vetor $\vec{\boldsymbol{u}}$ como $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x})$ e do vetor $\vec{\boldsymbol{v}}$ como $\boldsymbol{g}(\boldsymbol{x})$. Como podemos ver, $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}) = -\boldsymbol{g}(\boldsymbol{x})$.

[283] Um elemento inverso, em Matemática, é aquele cujo uso em uma operação binária matemática bem definida resulta no elemento neutro específico dessa operação.

Graficamente, a simetria dos vetores evidenciada pela análise intravetorial, revelará uma reflexão[284] da semirreta $\overrightarrow{AB}$ em torno do eixo *y*. Portanto, ao considerar a semirreta $\overrightarrow{AB}$ como uma função $f(x)$, a operação de substituição por inversão entre os vetores $\vec{u}$ e $-\vec{u}$ pode também ser descrita como $f(x) \neq g(x) = -f(x)$ (Figura 51).

<u>*Retrogradação*</u>: Diferentemente das operações de substituição por transposição e inversão, a operação de substituição por retrogradação pode ser aplicada aos três componentes dos vetores que compõem o PEC sem desconfigurar a principal característica das operações de substituição, que é sua preservação temporal. Ou seja, se tomarmos como exemplo o componente temporal [1 0.25 0.75], podemos verificar que o PEC tem duração de 2 segundos[285] (1+0.25+0.75=2). A retrogradação deste componente, configurada como [0.75 0.25 1], também tem duração de 2 segundos. Portanto, como [1 0.25 0.75] é igual a [0.75 0.25 1] em termos de duração (já que ambos duram 2 segundos), a operação de substituição por retrogradação não produz variação de duração temporal e é aplicada aos três parâmetros constituintes do PEC (Exemplo 21).



Exemplo 21: Exposição da operação de substituição por retrogradação no componente temporal do PEC*a*.

Propomos a seguinte descrição:

$$\text{Seja um PECa} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix}.$$

A retrogradação fica estabelecida quando

[284] A reflexão é um tipo de transformação entre funções em geral que são graficamente plotadas em um gráfico bidimensional. A reflexão ocorre através de uma reta chamada eixo. O ponto original e seu correspondente na reflexão tem a mesma distância em relação ao eixo.
[285] Tomando os segundos como medida de tempo real.

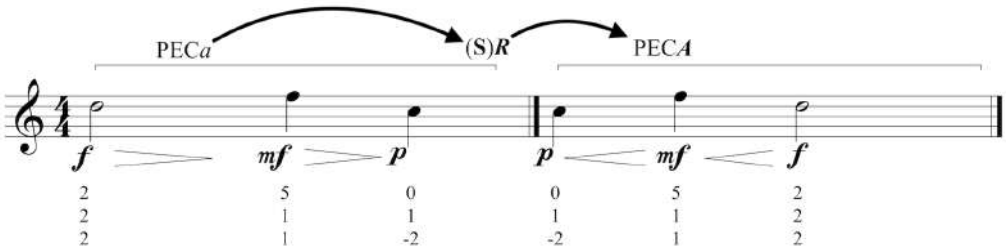
$$\begin{bmatrix} \dots p_{\mathrm{n}} & p_{12} & p_{11} \\ \dots t_{\mathrm{n}} & t_{12} & t_{11} \\ \dots d_{\mathrm{n}} & d_{12} & d_{11} \end{bmatrix} = \text{PEC(A)}$$

Tomemos por exemplo os seguintes PECs:

$$\text{PEC}a = \begin{bmatrix} 2 & 5 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -2 \end{bmatrix} \text{ e}$$

$$\text{PEC(A)} = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \\ -2 & 1 & 2 \end{bmatrix}.$$

Temos, no componente das alturas, que: PEC*a* → (**S**)***R*** = PEC(A) **(**Exemplo 22**)**



Exemplo 22: Exposição da operação de substituição por retrogradação do PEC*a* em relação ao PEC(A).

Isolemos, primeiramente, o componente altura do PEA*a*: sua forma retrogradada está exposta no componente altura do PEC(A) e será [2 5 0] → (**S**)***R*** = [0 5 2]. Aplicando a análise intravetorial temos que, de [2 5 0] obtém-se $\vec{\boldsymbol{u}}$ = [3 -5], e de [0 5 2] obtém-se $\vec{\boldsymbol{v}}$ = [5 -3]. Temos, portanto que (*a*, *b*) ∈ $\vec{\boldsymbol{u}}$, (-*b*, -*a*) ∈ $\vec{\boldsymbol{v}}$.

Na retrogradação aplicada aos outros componentes teremos que: [2 1 1] → (**S**)***R*** = [1 1 2], revelando os intravetores $\vec{\boldsymbol{w}}$ = [-1 0] e $\vec{\boldsymbol{s}}$ = [0 1]; [2 1 -2] → (**S**)***R*** = [-2 1 2] revelando $\vec{\boldsymbol{z}}$ = [-1 -3] e $\vec{\boldsymbol{k}}$ = [3 1]. Temos que $\vec{\boldsymbol{u}} \neq \vec{\boldsymbol{v}}$, $\vec{\boldsymbol{w}} \neq \vec{\boldsymbol{s}}$ e $\vec{\boldsymbol{z}} \neq \vec{\boldsymbol{k}}$**.** Desta maneira, a princípio, as relações entre os pares de intravetores $\vec{\boldsymbol{u}}$ e $\vec{\boldsymbol{v}}$**,** $\vec{\boldsymbol{w}}$ e $\vec{\boldsymbol{s}}$, $\vec{\boldsymbol{z}}$ e $\vec{\boldsymbol{k}}$ são de desigualdade.

Se considerarmos o componente altura, podemos inferir que a operação de substituição por retrogradação é estabelecida a partir de um tipo especial de inversão realizada em três passos[286]: Seja δ o componente [2 5 0]. Da aplicação intravetorial temos $\vec{\boldsymbol{u}}$ = [3 -5].

[286] Porém, partindo direto da primeira geração de intravetores, a inversão pode ser alcançada em dois passos: 1) uma inversão (*a*, *b*)→(-*a*, -*b*), e; 2) seguida por uma retrogradação entre os elementos do intravetor conectado ao

Aplicando uma inversão sobre δ temos [2 -1 4] = δ' e, intravetorialmente, chegamos a $\vec{z}$ = [-3 5], conforme esperado[287]. Aplicando a retrogradação a δ' encontramos [4 -1 2] = δ" e analisando intravetorialmente temos que $\vec{s}$ = [-5 3]. Invertendo δ" encontramos [4 9 6] = δ"', o que finalmente nos revela intravetorialmente $\vec{v}$ = [5 -3]. Contudo, está claro que a retrogradação direta de δ ≠ δ"', pois [0 5 2] ≠ [4 9 6]. Isso ocorre porque a análise intravetorial revela relações intervalares (relações espaciais) e relações de sentido (movimento ascendente ou descendente). Assim, de [0 5 2] e [4 9 6] advém o mesmo intravetor [5 -3][288].

Essa constatação revela o nível de abstração que a análise intravetorial emprega, o que pode ser considerado como um afastamento profundo da superfície musical. Ainda assim, poderíamos partir de [4 9 6] e chegar ao componente já retrogradado. Considerando $\delta_i = [x_i\ y_i\ z_i]$ = [2 5 0] e $\vec{v}$ = [5 -3] = [a, b] o intravetor relativo à δ"' = [4 9 6], bastaria aplicar a seguinte expressão: [z_i, ($z_i + a$), ($y_f + b$)], onde $y_f = (z_i + a)$, que chegaríamos naturalmente a [0 5 2], que é a forma retrograda de [2 5 0]. Contudo, estaríamos operando em um nível deveras afastado da superfície musical. Entendemos que na superfície musical, os valores numéricos dos componentes, que codificam valores pertencentes ao território unicamente musical, são mais importantes do que as relações abstratas que existem entre eles. Por essa razão, trataremos a operação substituição por retrogradação de maneira direta, onde (a, b) ∈ $\vec{u}$, (-b, -a) ∈ $\vec{v}$.

Partindo deste ponto, descreveremos este tipo único de inversão adotando a seguinte simbologia referente ao intravetor advindo do componente retrogradado: $\overleftarrow{\vec{u}}$. Esse símbolo implica a relação de rotação entre as semirretas obtidas plotando os intravetores no eixo *xy*. Estranhamente (pois a relação de retrogradação anuncia uma mudança de sentido e manutenção da direção), não há mudança de sentido, nem mudança de direção, apenas uma rotação da semirreta em torno de um do eixo *z* (considerando três dimensões) com deslocamento do ponto médio da semirreta (Figura 52).

A fim de tornar essa descoberta visível, tomemos a semirreta $\overrightarrow{AB}$ que formada pelos componentes do vetor $\vec{u}$ descrita pela função $f(x)$, e a semirreta $\overrightarrow{CD}$ que é formada pelos

PEC original, ou seja: (-a, -b)→(-b, -a). No caso do intravetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$, teremos primeiro a inversão (3, -5)→(-3, 5), e, em seguida, a retrogradação interna (3, -5)→(-5, 3).

[287] Ver página 130, sobre os dados revelados pela análise intravetorial no que diz respeito as operações de substituição por inversão.

[288] Nesse sentido, seria possível abordar certos intravetores como sendo parte de uma classe de conjunto de intravetores.

components do $\vec{v}$ descrita pela função $g(x)$. Nesse caso, observamos que $f(x) \neq g(x)$ (Figura 52)[289].

No entanto, se medirmos as normas dos vetores[290], observaremos que $\|\vec{u}\| = \|\vec{v}\|$ (Figura **53**). De fato, os intravetores revelados pelas operações de substituição por transposição, inversão e retrogradação terão a mesma norma. Porém, as relações de semelhança e/ou simetria entre os intravetores nos casos da transposição e inversão são mais claras. No caso da retrogradação a igualdade das normas revela a semelhança e a simetria entre os intravetores.

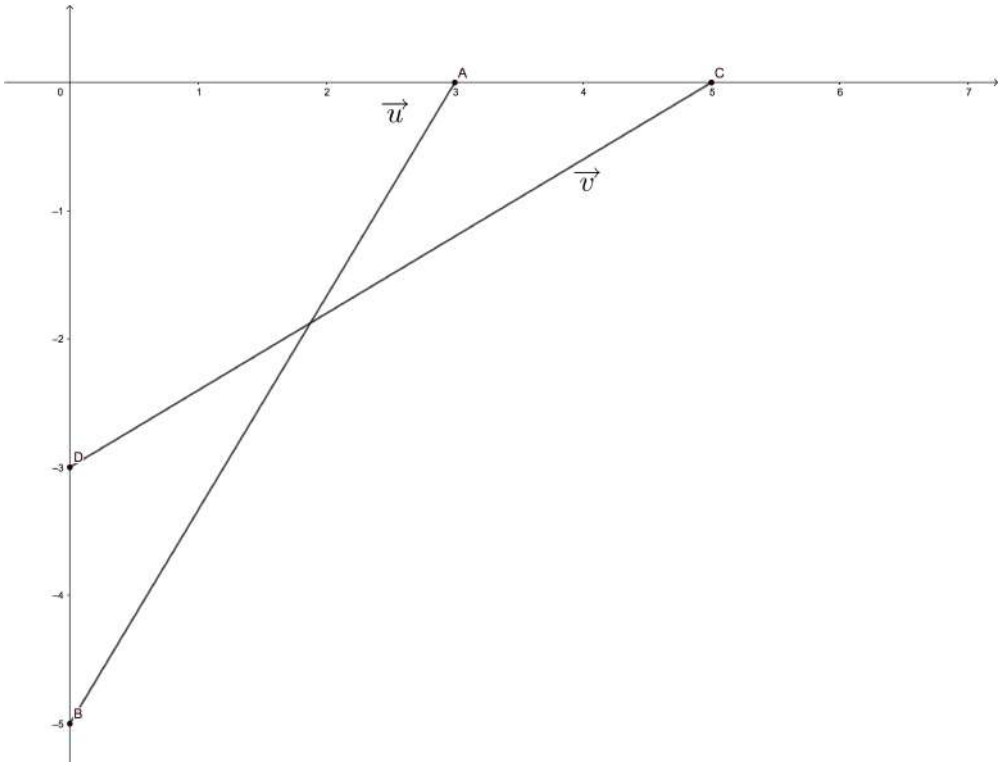


Figura 52: O gráfico expõe o intravetor $\vec{u}$ = [3, -5] como uma semirreta contida em $f(x)$ e o vetor $\vec{v}$ = [-5, 3] como um semirreta contida em $g(x)$. Como podemos ver, $f(x) \neq g(x)$, porém, $\|\vec{u}\| = \|\vec{v}\|$.

Dizer que dois vetores têm normas iguais significa dizer que esses vetores têm tamanhos iguais. No contexto da presente pesquisa, significa também dizer que as distâncias percorridas entre os elementos dos componentes dos PECs originais e dos retrogradados, são idênticas. Essa informação ganha valor quando aplicadas ao contexto da descrição derivativa

[289] Optamos por não plotar o eixo *z* no gráfico para facilitar a visualização da transformação ocorrida. Contudo, é possível imaginar a rotação da semirreta $\overrightarrow{AB}$ em torno do eixo *z*, com deslocamento de seu ponto médio. Por conta desse deslocamento, é que a semirreta $\overrightarrow{CD}$ tem seu ponto inical em $x_0 = 5$ enquanto a da semirreta $\overrightarrow{AB}$ tem seu ponto inical em $x_0 = 3$.

[290] A norma de um vetor é dada por $\|\vec{u}\| = \sqrt{(a)^2 + (b)^2}$, sendo $(a, b) \in \vec{u}$. Assim, nos casos da retrogradação, $\|\vec{u}\| = \sqrt{(\pm a)^2 + (\pm b)^2} = \|\vec{v}\| = \sqrt{(\pm b)^2 + (\pm a)^2}$. Na verdade, os intravetores provenientes das operações de retrogradação, transposição e inversão terão a mesma norma.

algébrica proposta no presente trabalho. Pois, as operações de substituição têm por prerrogativa a não alteração duracional de um PEC para outro. Portanto, se a retrogradação fosse realizada sobre o componente temporal, as normas dos intravetores se igualariam provando a manutenção da duração em ambos os PECs.

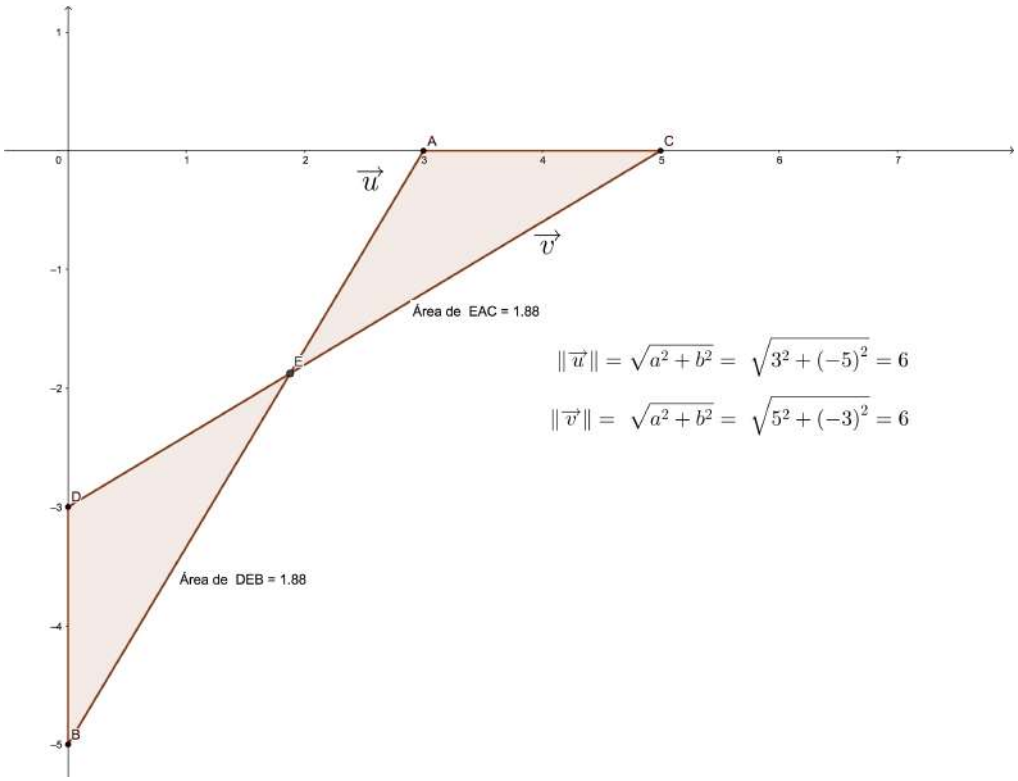


Figura 53: O gráfico expõe a área dos triângulos formados pelos pontos DEB e EAC, e as normas dos intravetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$ evidenciando a relação $\|\vec{u}\| = \|\vec{v}\|$.

Outra forma de observar a relação entre os intravetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$ é comparar a área dos triângulos formados pelos pontos de início e fim das semirretas e o ponto E que é o ponto de intercessão entre as semirretas. Se as normas dos vetores são idênticas e existe uma relação de rotação entre as semirretas $\overline{AB}$ e $\overline{CD}$, então a área dos triângulos DEB e EAD serão idênticas, conforme mostra a Figura 53.

Podemos ainda propor outra relação matemática para verificação dos intravetores oriundos das operações de substituição por retrogradação. Seja um intravetor $\vec{u} = (a, b, c, ..., n) \in$ PECa. As relações que revelarão os intravetores relativos ao PECa', resultante da operação de retrogradação, serão:

$$\{[a + (-(b) - (a)], [b + (-(c) - (b)], [c + (-(n) - (b)], -(a)\}^{291}$$

Equação 10: Formulação matemática que revelará intravetores relativos a um PEC retrogradado.

No caso dos intravetores $\vec{u}$, $\vec{w}$ e $\vec{z}$, ligados ao PECa (Figura 52 e Figura 53), existem apenas dois componentes intravetoriais. A Tabela 6 expõe a obtenção dos intravetores provenientes do PEC(A) retrogradado a partir dos intravetores $\vec{u}$, $\vec{w}$ e $\vec{z}$.

Tabela 6: Cálculo para obtenção dos intravetores $\vec{v}$, $\vec{s}$ e $\vec{k}$, a partir dos intravetores $\vec{u}$, $\vec{w}$ e $\vec{z}$.

PEC*a*			**Intravetor comp. orig.** [*a*, b]	**Operações**		**Intravetor comp. ret.** [*-b*, *-a*]
2	5	0	$\vec{u}$ **= [3, -5]**	$a + (-(b) - (a)]$ $-(a)$	3 + [-(-5) - (3)] = 5 $-(3)$	$\vec{v}$ **= [5, -3]**
2	1	1	$\vec{w}$ **= [-1, 0]**	$a + (-(b) - (a)]$ $-(a)$	-1 + (0 – (-1) = 0 $-(-1)$	$\vec{s}$ **= [0, 1]**
2	1	-2	$\vec{z}$**= [-1, -3]**	$a + (-(b) - (a)]$ $-(a)$	-1 + [-(-3) – (-1)] = 3 $-(-1)$	$\vec{k}$ **= [3, 1]**

<u>*Rotação*</u>: Assim como a retrogradação, a rotação também pode ser aplicada sobre os três componentes dos vetores que compõem o PEC sem alterar sua duração. Obviamente, isso ocorre porque a rotação não insere novos elementos no processo, apenas promove mudança de posição entre eles (o que também pode ser provado comparando as normas dos componentes). Desta maneira, mesmo que a operação de substituição por rotação seja aplicada sobre o componente temporal, a soma dos elementos permanece invariável. Propomos a seguinte descrição:

Seja um PECa = $\begin{bmatrix} p_{11}\ p_{12}\ \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11}\ \ t_{12}\ \ \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11}\ d_{12}\ \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}$.

A rotação é estabelecida a partir da seguinte relação:

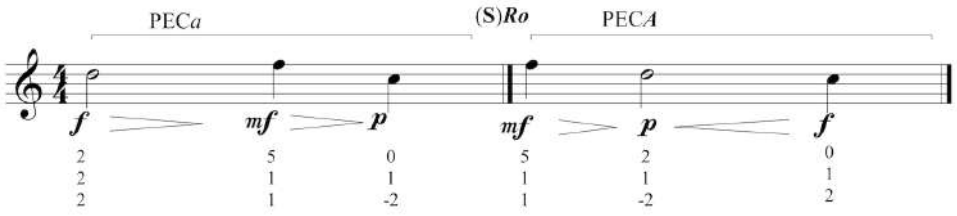
$$\begin{bmatrix} \dots p_{\mathrm{n}}\ \ p_{11}\ p_{12}\ p_{\mathrm{n}} - 1 \\ \dots t_{\mathrm{n}}\ \ t_{11}\ \ t_{12}\ \ t_{\mathrm{n}} - 1 \\ \dots d_{\mathrm{n}}\ \ d_{11}\ d_{12}\ d_{\mathrm{n}} - 1 \end{bmatrix} = \text{PEC(A)}$$

Tomemos como exemplo os seguintes PECs:

[291] Concepção original do presente autor.

Seja o PEC*a* = $\begin{bmatrix} 2 & 5 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$ e o

PEC(A) = $\begin{bmatrix} 5 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ -2 & 1 & 2 \end{bmatrix}$ (Exemplo 23).



Exemplo 23: Exposição da operação de substituição por rotação do PEC*a* em relação ao PEC(A).

Descrevemos a operação de substituição por rotação apresentada na figura 44 por: PEC*a* → (**S**)***Ro*** = PEC(A). Isolando o componente temporal do PEC(A) [1 2 1], é revelada uma rotação em relação ao componente temporal do PEC*a* [2 1 1]. Aplicando a análise intravetorial ao componente original e ao componente rotacionado, temos respectivamente: $\vec{\boldsymbol{u}}$ = [-1 0] e $\vec{\boldsymbol{v}}$ = [1 -1]. A princípio, a não há relação de semelhança entre os vetores, contudo, entre os vetores $\vec{\boldsymbol{u}}$ e $\vec{\boldsymbol{v}}$, existe relação de interseção por intermédio do elemento *b* do intravetor advindo do componente original. Vamos analisar melhor esta relação partindo de um componente com mais elementos.

Tomemos um componente altura original p_i = [5 3 8 2] e suas rotações: $\boldsymbol{Ro}_1(p_i)$ = [3 8 2 5]; $\boldsymbol{Ro}_2(p_i)$ = [8 2 5 3], e; $\boldsymbol{Ro}_3(p_i)$ = [2 5 3 8]. Partindo de p_i e suas respectivas rotações, temos os seguintes intravetores: $\vec{\boldsymbol{u}}$ = [-2 5 -6]; $\vec{\boldsymbol{v}}$ = [5 -6 3]; $\vec{\boldsymbol{k}}$ = [-6 3 -2], e; $\vec{\boldsymbol{w}}$ = [3 -2 5] (Quadro 7). Se (*a*, *b, c*) ∈ $\vec{\boldsymbol{u}}$; (*b*, *c*, *d*) ∈ $\vec{\boldsymbol{v}}$; (*c*, *d*, *e*); ∈ $\vec{\boldsymbol{k}}$, e; (*d*, *e*, *f*) ∈ $\vec{\boldsymbol{w}}$, as relações intravetoriais das operações de substituição por rotação se estabelecem algebricamente da seguinte maneira:

Seja um componente qualquer δ = [x_1 x_2 x_3 x_4 ... x_n] e seu intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}$ = (*a*, *b, c, ...n*), onde $x_2 - x_1 = a$, $x_3 - x_2 = b$, $x_4 - x_3 = c$, $x_{n-1} - x_n = n$.

$$\text{Se } \boldsymbol{Ro}_1(\delta) = \vec{\boldsymbol{v}} \text{ e } \vec{\boldsymbol{u}} = (x_2 - x_1, x_3 - x_2, x_4 - x_3, x_{n-1} - x_n) \therefore \quad \vec{\boldsymbol{v}} = (x_3 - x_2, x_4 - x_3, x_{n-1} - x_n, x_2 - x_1). \tag{3.1}$$

As relações intravetoriais advindas das operações de substituição por rotação são de dessemelhança, a não ser pelo fato da repetição de todos os elementos dos intravetores,

excetuando-se o primeiro, entre o grupo de intravetores ordenadamente rotacionados[292]. Os elementos de cor vermelha (Quadro 7) representam os valores que serão descartados na próxima rotação e os elementos restantes aparecerão, inclusive na mesma ordem, na próxima rotação. Esta característica era esperada, uma vez que os componentes em si são rotacionados no mesmo sentido e direção (repetindo a sequência de valores e excetuando-se o primeiro elemento).

Quadro 7: Exposição dos intravetores $\vec{v}$, $\vec{k}$ e $\vec{w}$, a partir dos componentes rotacionados e a estrutura intravetorial algébrica implícita.

Componente Altura original	**Rotações**			
p_i				
[5 3 8 2]	$Ro_1(p_i)$	$Ro_2(p_i)$	$Ro_3(p_i)$	
	[3 8 2 5]	[8 2 5 3]	[2 5 3 8]	
$\vec{u}$ = [-2 5 -6]	$\vec{v}$ = [5 -6 3]	$\vec{k}$ = [-6 3 -2]	$\vec{w}$ = [3 -2 5]	
$\vec{u} = [a, b, c]$	$\vec{v} = [b, c, d]$	$\vec{k} = [c, d, e]$	$\vec{w} = [d, e, f]$	**Intravetores**

$$\vec{u} = a\ \ b\ \ c$$
$$\vec{v} = b\ \ c\ \ d$$
$$\vec{k} = c\ \ d\ \ e$$
$$\vec{w} = d\ \ e\ \ f$$

Estrutura Intravetorial

$$p_i = [x_1\ x_2\ x_3\ x_4\ \ldots\ x_n]$$
$$\vec{u}(p_i) = (x_2 - x_1,\ x_3 - x_2,\ x_4 - x_3,\ x_{n-1} - x_n)$$
$$\vec{v}(Ro_1 p_i) = (x_3 - x_2,\ x_4 - x_3,\ x_{n-1} - x_n,\ x_2 - x_1)$$

Nesse sentido, tomando a Figura 54 como exemplo, descrevendo os intravetores $\vec{u}$ = [-1 0] e $\vec{v}$ = [1 -1] em termos das funções $f(x)$ e $g(x)$ respectivamente, e plotando-os num gráfico bidimensional, são reveladas retas assimétricas. Isto porque não possuem relação de reflexão ou rotação entre si, sendo também suas respectivas normas desiguais (Figura 54).

Desta maneira, intravetorialmente, as operações de substituição por rotações se caracterizam pela dessemelhança e assimetria, pois $f(x) \neq g(x)$ e $\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$.

<u>*Realocação*</u>: Essa operação é caraterizada essencialmente pela inserção ou eliminação de elementos conectados ao componente altura, contudo, sem variação duracional,

[292] Ou seja, na sequência descendente ou ascendente das rotações. Ex.: Ro_1, Ro_2, Ro_3, etc.

isto é, de quantidade de tempo consumido pelo PEC envolvido. Não é possível aplicar a operação de substituição por relocação ao componente temporal, pois, por razões óbvias, nesse caso seria configurada uma expansão.

A realocação pode ser positiva ou negativa. No caso da relocação positiva, ocorre inserção de novos elementos, e no caso da relocação negativa haverá a supressão de elementos. A realocação pode ter efeito sobre o componente dinâmica, pois os novos elementos podem tanto inserir quanto eliminar dinâmicas no discurso musical.

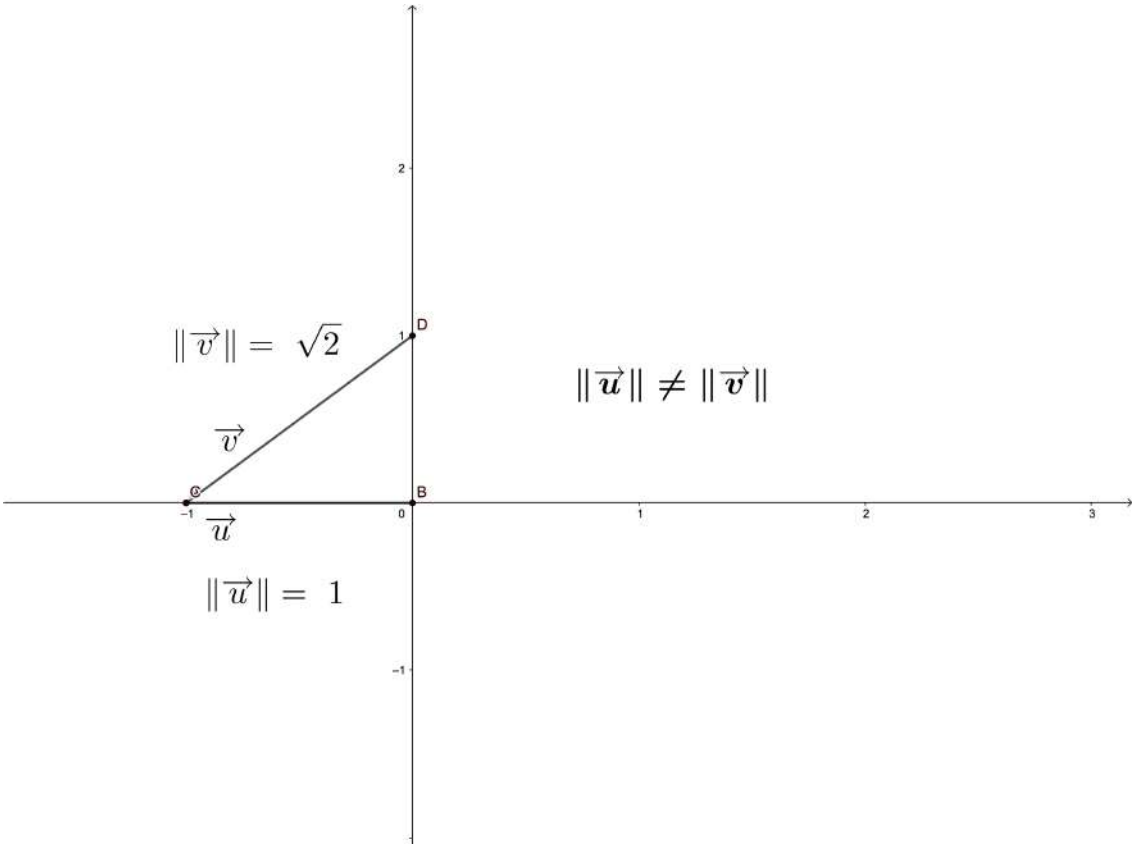


Figura 54: No gráfico o intravetor $\vec{u}$ é apresentado como uma semirreta pertencente a $f(x)$ e, analogamente, o intravetor $\vec{v}$, em relação a $g(x)$. As relações evidenciadas são $f(x) \neq g(x)$ e $\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$.

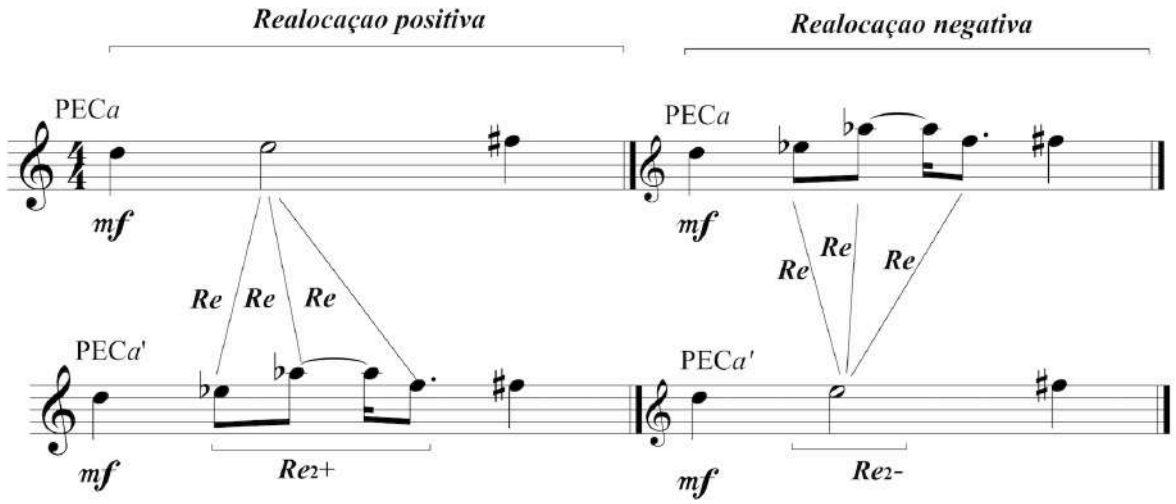
Em primeiro lugar, vamos apresentar nossa proposta de descrição para as operações de substituição por realocação positiva e negativa:

Seja um PEC$a = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}$.

$$\text{PEC}a \rightarrow \boldsymbol{Re_n}^{+} = \begin{bmatrix} p_{11}\ p_{11.1}\ p_{11.2} \cdots p_{11.\text{n}}\ p_{12}\ \cdots p_{\text{n}} \\ t_{11} \qquad\qquad\qquad t_{12}\ \ldots t_{\text{n}} \\ d_{11} \qquad\qquad\qquad d_{12}\ \ldots d_{\text{n}} \end{bmatrix} = \text{PEC}a\text{'}$$

$$\text{PEC}a \rightarrow \boldsymbol{Re_n}^{-} \begin{bmatrix} p_{11} & & \cdots p_{\text{n}} \\ t_{11}\ t_{12}\ t_{13} & & \ldots t_{\text{n}} \\ d_{11} & & \ldots d_{\text{n}} \end{bmatrix} = \text{PEC}a\text{'}$$

De maneira resumida, a operação de realocação é uma redisposição das configurações rítmicas, ou seja, uma nova distribuição da carga temporal do PEC a partir da reorganização estrutural essencialmente do componente altura (adição ou subtração de elementos). Assim, não há ganho ou perda de duração, mas uma redistribuição temporal pelo acréscimo ou decréscimo de elementos (Exemplo 24).



Exemplo 24: No primeiro exemplo, é exibido o PEC*a* que sofre operação de substituição por realocação positiva (Re_2^{+}) gerando o PEC*a*'. No segundo exemplo, o PEC*a* passa por realocação negativa (Re_2^{-}) gerando o PEC*a*'.

O Exemplo 24 apresenta os dois tipos de realocação. No primeiro caso, a realocação ocorre no componente altura pela inserção de dois novos elementos que são rearranjados no tempo sem diferença de duração entre os PEC*a* e PEC*a*' (Figura 55), ou seja, ambos os PECs têm a mesma duração. A altura [4] (E), é redistribuída nas novas alturas [3 8 5] (E♭, A♭, F) e descrevemos essa operação da seguinte forma: [2 4 6] → $\boldsymbol{Re_2}^{+}$ = [2 3 8 5 6][293] (Tabela 7).

No caso da realocação negativa o caminho é inverso, ou seja, um número de elementos altura de quantidade *n* é redistribuído em novo número de elementos de quantidade

[293] Nós não estamos dividindo o número 4 em três novos inteiros, pois tal operação estaria relacionada com a Teoria das Partições (ANDREWS, 1984), e seria, portanto, um tipo de operação particional. Ao invés disso, estamos adicionando dois novos elementos ao componente altura sem relações de proporção entre os números em si.

m, onde $n > m$, resultando na diminuição do número de elementos do componente altura. Contudo, as durações são iguais entre os componentes em questão, e entre os PECs em questão. As alturas [2 3 8 5 6] se redistribuem no grupo [2 4 6] através da operação [2 3 8 5 6] → $\boldsymbol{Re_2^-}$ = [2 4 6]. Nesse caso, as alturas [3 8 5] (E♭, A♭, F) são realocadas na altura [4] (E) (Tabela 8).

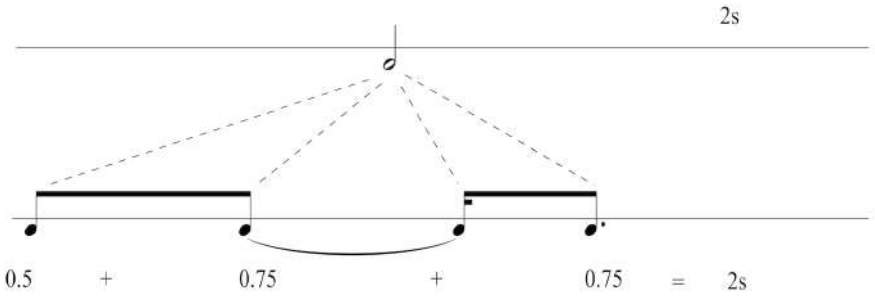


Figura 55: Redistribuição temporal em operação de realocação positiva e negativa mantendo a equivalência temporal entre as duas configurações rítmicas.

Tabela 7: Aplicação da operação de realocação positiva sobre o PECa. A cor em vermelho indica o componente sobre o qual incidirá a operação.

		$\begin{bmatrix} p \\ t \\ d \end{bmatrix}$					
PEC*a*	*comp. alt.*	2	**4**			*6*	
	comp. temp.	1	2			1	*duração 4s*
	comp. din.	1	1			1	
			$\boldsymbol{Re_2^+}$				
PEC*a*'	*comp. alt.*	2	**3**	**8**	**5**	*6*	
	comp. temp.	1	0.5	0.75	0.75	1	*duração 4s*
	comp. din.	1	1	1	1	1	

Tabela 8: Aplicação da operação de realocação negativa sobre o PEC*a*. A cor em vermelho indica o componente sobre o qual incidirá a operação.

		$\begin{bmatrix} p \\ t \\ d \end{bmatrix}$					
PEC*a*	*comp. alt.*	2	**3**	**8**	**5**	*6*	
	comp. temp.	1	0.5	0.75	0.75	1	*duração 4s*
	comp. din.	1	1	1	1	1	
			$\boldsymbol{Re_2^-}$				
PEC*a*'	*comp. alt.*	2	**4**			*6*	
	comp. temp.	1	2			1	*duração 4s*
	comp. din.	1	1			1	

A aplicação da análise intravetorial entre os componentes original e o realocado (seja positivamente ou negativamente), revelará relação de total dissemelhança e assimetria. Se $\vec{u}$ é o intravetor revelado pelo componente altura do PEC original, e se $\vec{v}$ é o intravetor revelado pelo componente altura do PEC realocado, temos que $\vec{u} \neq \vec{v}$ e que $\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$, independentemente de ser realocação positiva ou negativa.

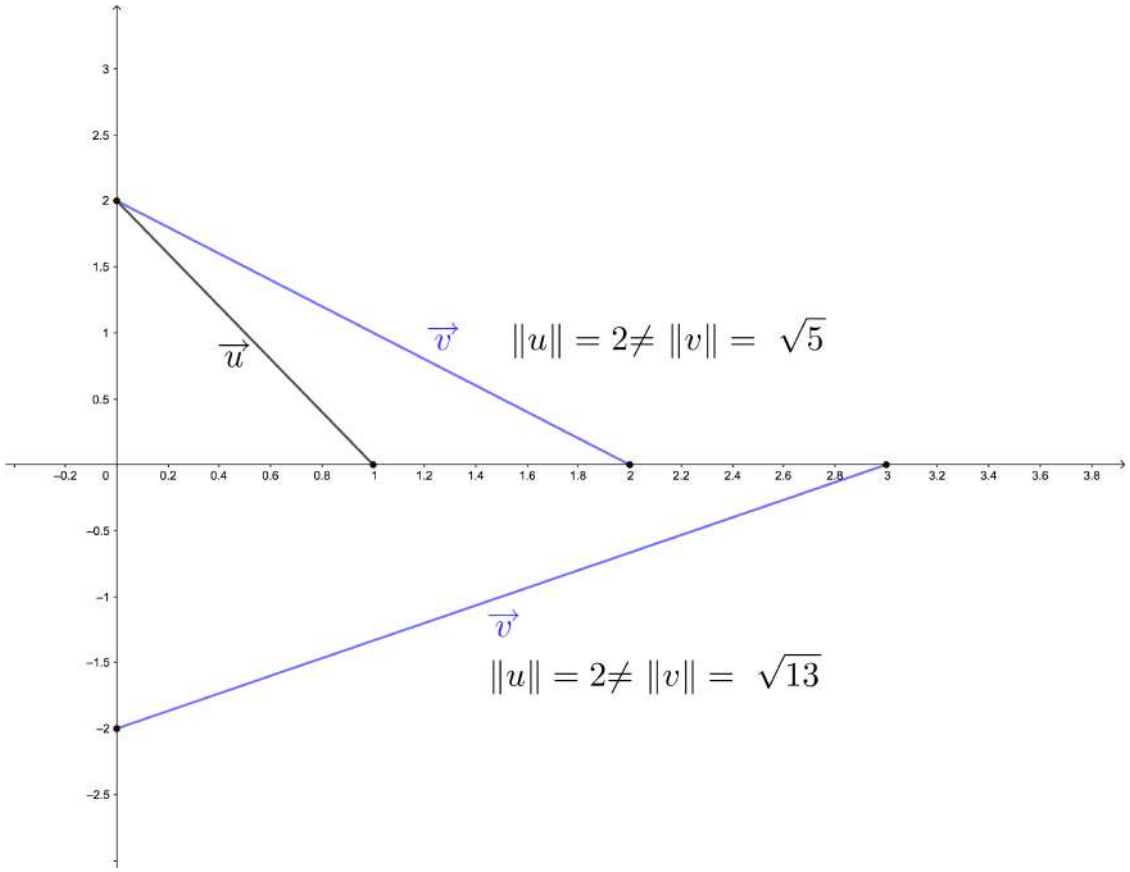


Figura 56: No gráfico o intravetor $\vec{u}$ é apresentado como uma semirreta pertencente a $f(x)$ e, analogamente, o intravetor $\vec{v}$, é apresentado em suas duas configurações gráficas possíveis, como semirretas pertencentes a $g(x)$ e $h(x)$. As relações evidenciadas são $f(x) \neq g(x) \neq h(x)$ e $\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$.

Tomando o caso de realocação positiva apresentado na Figura 55 e isolando o componente altura, temos que: de [2 4 6] obtemos $\vec{u}$ = [2 2], e de [2 3 5 8 6] obtemos $\vec{v}$ = [1 2 3 -2]. A razão é óbvia, pois entre os dois vetores existe diferença quando ao número de elementos envolvidos e não existe nenhum tipo de lei ou regra, a priori, que defina as entradas dos novos elementos. Desta maneira, fica evidente que a norma dos vetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$ também serão

diferentes[294]. Nesse sentido, se plotarmos os intravetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$ como parte de semirretas contidas em $f(x)$, $g(x)$ e $h(x)$ a relação revelada será $f(x) \neq g(x) \neq g(x)$[295] (Figura 56).

3.7.3 Retração

A operação de retração tem apenas uma categoria de transformação denominada também de retração (e desta maneira, a chamaremos de operação de retração) e está conectada com a ideia de contração temporal. Ou seja, ela age exclusivamente sobre o componente temporal reduzindo o PEC no que diz respeito a sua duração.

Se, por exemplo, um PEC resultante dura *y* segundos, e assumindo que os PECs originais, ou geradores, têm a duração de *x* segundos e que, ainda, $y = x - n$ (onde $n \geq y$), ou seja, que $y < x$, dizemos que houve retração. Portanto, a retração só pode ocorrer quando existe decréscimo quanto ao número de elementos relativos ao componente temporal.

Contudo, a operação retração pode se dar de maneira parcial ou total. Dizemos que ela é parcial quando os elementos do componente altura são mantidos, porém, dispostos numa configuração rítmica reduzida. Esse caso se assemelha ao caso da realocação negativa, no entanto, a realocação não altera a duração do PEC enquanto que, mesmo na retração parcial, o PEC tem sua duração temporal reduzida (Eq. 3.4) (Exemplo 25).

A retração total ocorre quando todo o vetor (formado pelos três componentes) é eliminado (Exemplo 25).

Seja um PEC$a = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}$.

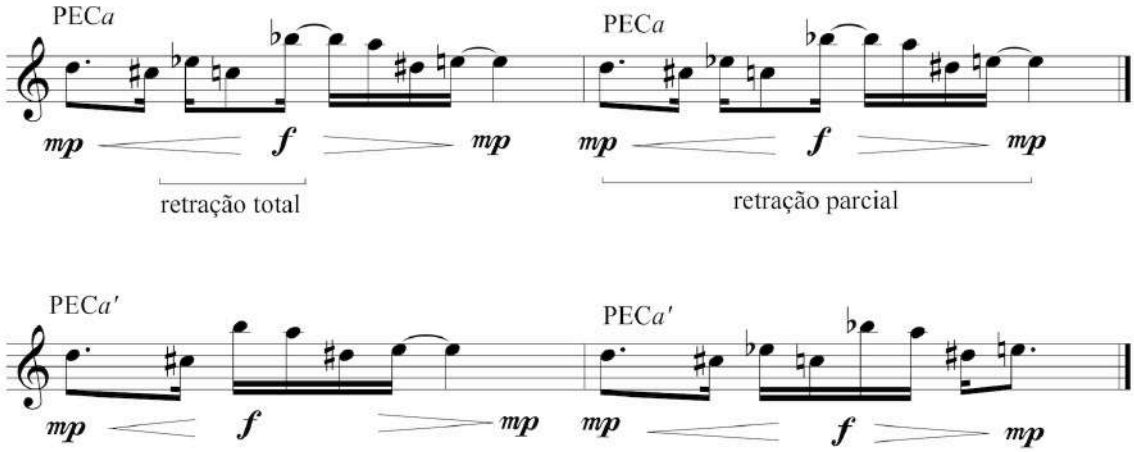
A operação de retração se estabelece das seguintes maneiras:

$$\text{PEC}a \rightarrow [\boldsymbol{Rt}] \begin{bmatrix} p_{11} & \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11} & \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11} & \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix} = \text{PEC}a'$$

[294] É claro que, no caso específico da figura 46, os intravetores revelados pelos componentes dinâmica são semelhantes e simétricos. Mas, essa foi apenas uma coincidência. Como as entradas de novos elementos ou a supressão de outros elementos se dão exclusivamente no componente altura, não é possível assegurar manutenção da configuração do componente dinâmica, até porque no máximo, o que pode ocorrer é a manutenção de um padrão considerando os novos elementos. Porém, jamais a repetição literal da configuração dinâmica entre os componente original e o realocado.

[295] Nesse caso, optamos por usar duas funções de primeiro grau para descrever o intravetor $\vec{v}$, já que a quantidade de elementos contidos nesse intravetor nos permite tal procedimento. Para maiores informações, ver subseção3.5.

$$\text{PEC}a \rightarrow [\boldsymbol{Rt}]\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\text{n}} \\ & t_{11} & \dots t_{\text{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\text{n}} \end{bmatrix} = \text{PEC}a\text{'}$$



Exemplo 25: Exemplos de retração total e retração parcial.

No primeiro caso, os vetores pertencentes ao PEC*a* (na forma [*p t d*]) [3 0.25 -1], [0 0.5 -1] e [10 0.25 1] são suprimidos no PEC*a*' configurando a retração total. No segundo caso, todas as alturas que apresentadas no componente altura do PEC*a* são mantidas no PEC*a*', porém, numa configuração rítmica reduzida.

Assim como na expansão e na realocação, a análise intravetorial aplicada nas operações de retração revelará relações de dessemelhança e assimetria entre os intravetores. Isolando o componente temporal do PEC*a* e comparando-o com o componente temporal do PEC*a*' no caso da retração total, temos respectivamente [0.75 0.25 0.25 0.50 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 1] e [0.75 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 1].

Respectivamente, obtemos os intravetores $\vec{\boldsymbol{u}}$ = [-0.5 0 0.25 -0.25 0 0 0 0 0.75] e $\vec{\boldsymbol{v}}$ = [0.5 0 0 0 0 0.75]. Como os intravetores são obtidos a partir de componentes com número de elementos diferentes, suas relações serão $\vec{\boldsymbol{u}} \neq \vec{\boldsymbol{v}}$ e, igualmente, suas normas se relacionam pela desigualdade, pois $\|\vec{\boldsymbol{u}}\| \neq \|\vec{\boldsymbol{v}}\|$. Consequentemente, qualquer forma de exposição gráfica de $\vec{\boldsymbol{u}}$ (mapeado em $f(x)$) e $\vec{\boldsymbol{v}}$ (mapeado em $g(x)$) como parte de funções (de primeiro, segundo ou qualquer outro grau), resultará em $f(x) \neq g(x)$.

O Quadro 8 apresenta todas as relações entre os intravetores, suas normas, possíveis gráficos e as operações de expansão, substituição e retração. A tabela também apresenta as principais características de cada uma das operações.

Quadro 8: Relação entre os intravetores, suas normas e os gráficos bidimensionais e as operações de transformação.

Categorias de transformação	***Operações***		***Relações entre***		
			intravetores	***normas***	***gráficos***
EXPANSÃO	*Literal*		$\vec{u} \neq \vec{v}$	$\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$
	Dilatação		$\vec{u} \neq \vec{v}$	$\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$
	Sobreposição	*Defasagem*			
		Justaposição			
SUBSTITUIÇÃO	*Transposição*		$\vec{u} = \vec{v}$	$\|\vec{u}\| = \|\vec{v}\|$	$f(x) = g(x)$
	Inversão		$\vec{u} = -\vec{v}$, $(\vec{v} = -\vec{u})$ $\vec{u} = (a, b)$, $\vec{v} = (-a, -b)$	$\|\vec{u}\| = \|\vec{v}\|$	$f(x) = -g(x)$
	Retrogradação		$\vec{u} \neq \vec{v}$ $\vec{u} = (a, b)$, $\vec{v} = (-b, -a)$	$\|\vec{u}\| = \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$
	Rotação		$\vec{u} \neq \vec{v}$	$\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$
	Relocação positiva		$\vec{u} \neq \vec{v}$	$\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$
	Relocação Negativa		$\vec{u} \neq \vec{v}$	$\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$
RETRAÇÃO	*Retração*		$\vec{u} \neq \vec{v}$	$\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$	$f(x) \neq g(x)$

Principais características	
EXPANSÃO **Afeta impreterivelmente o componente temporal. Manifesta-se pelo aumento da duração do PEC.**	
Literal	É a junção literal de dois PECs
Dilatação	Ampliação duracional do PEC, podendo ou não haver novos elementos
Defasagem	Relações temporais verticais ampliadas
Justaposição	Dois PECs superpostos sem nenhuma alteração horizontal. É uma expansão literal, porém vertical.
SUBSTITUIÇÃO **Pode ou não haver novos elementos aos componentes. Manifesta-se pela conservação da duração do PEC.**	
Transposição	Manutenção da direção intervalar, ordenação e número de elementos.
Inversão	Exibe direção intervalar inversa, mantem ordem, mantém número de elementos.
Retrogradação	Exibe direção intervalar e ordem retrogradadas e mantém número de elementos.
Rotação	Não mantém direção e ordem, mas mantém o número de elementos.
Realocação	Não mantem direção, ordem e número de elementos. Mantem o valor duracional do PEC
RETRAÇÃO **Afeta impreterivelmente o componente temporal. Manifesta-se pela diminuição da duração do PEC**	
Retração	Diminuição duracional do PEC, podendo ou não haver novos elementos

3.7.4 Operações externas e internas

Antes de descrevermos algebricamente as operações externas e internas, abreviaremos o componente altura por *p*, o componente temporal por *t* e o componente dinâmica por *d*. Portanto, considerando um PEC*a*, ao nos referirmos: ao componente altura do

escreveremos *pa*, ao componente temporal escrevemos *ta*, e ao componente dinâmica escreveremos *da*.

A abordagem externa se cumpre quando as operações de transformação são aplicadas e estendidas ao completo território ao PEC. Ela pode se dar em dois níveis: 1) integral, quando aplicamos as operações ao PEC por completo; ou, 2) parcial, quando as aplicamos à toda extensão de um dos seus componentes constituintes.

Na verdade, as operações parcialmente externas são, ao mesmo tempo, parcialmente internas, pois a aplicação independente das operações aos componentes pressupõe uma internalização das relações existentes nos PECs. No entanto, há relações específicas que surgem tomando no mínimo o par de elementos e que não se aplicam aos elementos dos componentes, sequencialmente. Esse é o nível integral relativo às operações internas. São transformações diversas que se dão de elemento a elemento e são descritas, sobretudo, a partir das relações intravetoriais. (Figura 57).

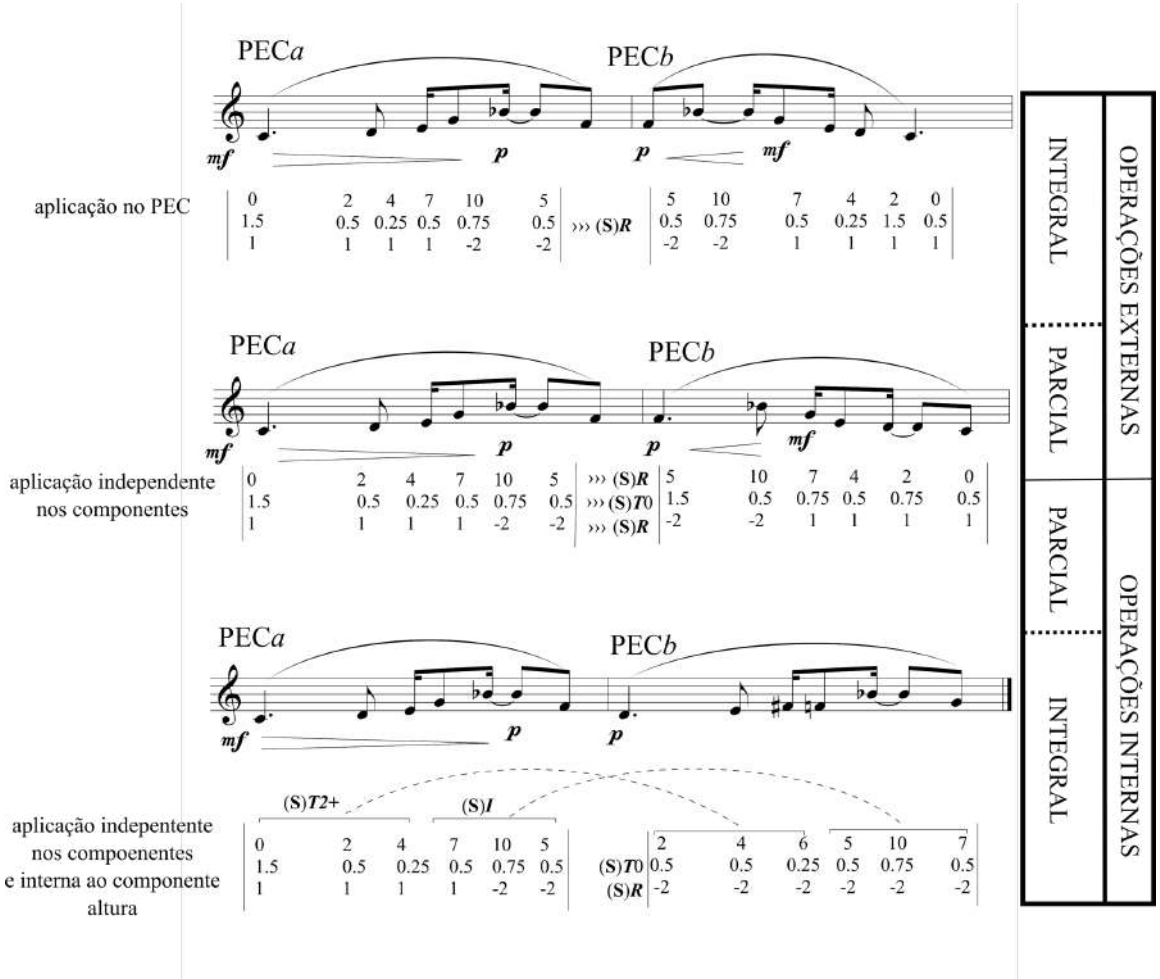


Figura 57: Três exemplos de operações externas e internas entre os PEC*a* e PEC*b*.

No exemplo da Figura 57 ocorrem três diferentes utilizações das operações de transformação no que diz respeito ao território aplicado. No primeiro exemplo, a operação de substituição por retrogradação é aplicada a todo o PEC, ou seja, os três componentes constituintes estão retrogradados por inteiro e os elementos dos componentes estão sequencialmente retrogradados.

No segundo exemplo, ocorrem operações distintas, mas simultâneas, a cada um dos componentes separadamente. O componente altura está retrogradado, o componente temporal está transposto a **(S)*T*$_0$** (o que é uma repetição literal, e o componente dinâmica está retrogradado. Mesmo com operações distintas acontecendo, os elementos dos componentes são sequencialmente atingidos pela operação em questão. Ou seja, toda a linha de elementos do componente altura está retrograda, toda a linha de elementos do componente temporal está transposta e toda a linha de elementos do componente dinâmica está retrogradada.

Porém, no terceiro exemplo, a aplicação das transformações é independente e, também, no caso do componente altura, interna ao próprio componente. Isso significa que as operações ocorrem tomando no mínimo o par de elementos desse componente.

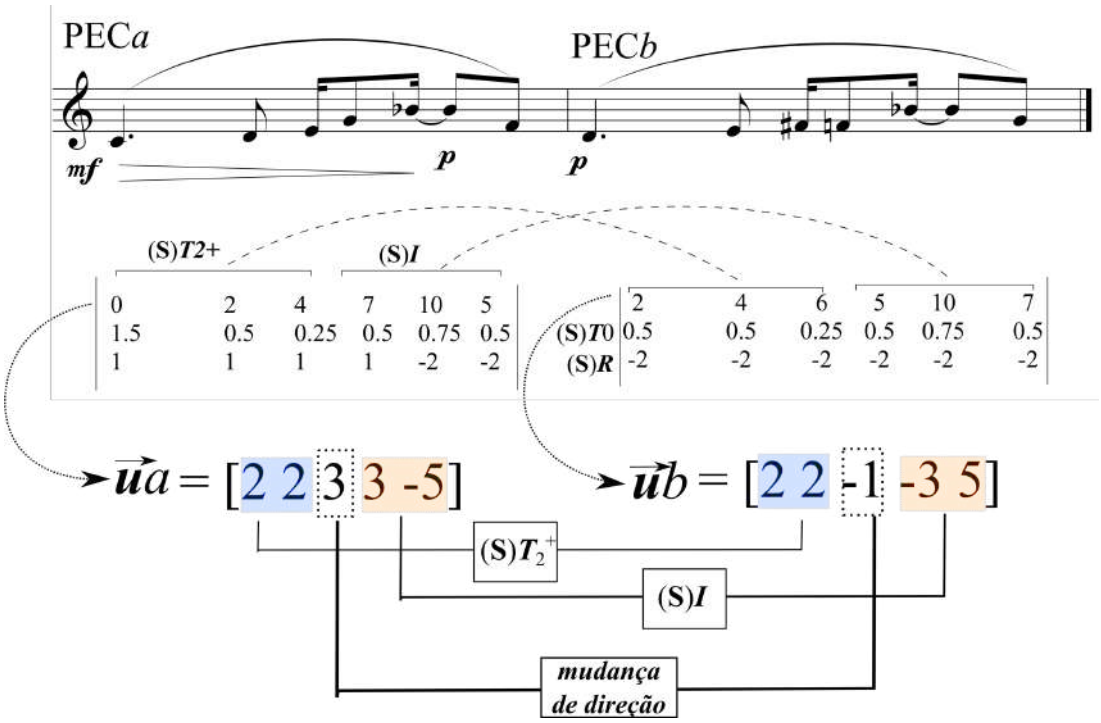


Figura 58: Operações internas ocorrendo nos componentes altura dos PECs a e *b*. Tomando a primeira metade do componente altura do PEC*a*, o subgrupo [0 2 4], ocorre uma **(S)*T*$_2^+$** que o leva até [2 4 6]. A segunda metade do componente altura do PEC*a*, o subgrupo [7 10 5] passa por uma **(S)*R*** que o leva até [5 10 7].

Podemos descrever essas operações partindo de relações internas aos intravetores. Extraindo o componentes altura *pa* = [0 2 4 7 10 5] (do PEC*a*) e *pb* = [2 4 6 5 2 7] (do PEC*b*), teremos os intravetores $\vec{\boldsymbol{u}}a$ = [2 2 3 3 -5] e $\vec{\boldsymbol{u}}b$ = [2 2 -1 -3 5]. Os dois primeiros elementos dos intravetores $\vec{\boldsymbol{u}}a$ e $\vec{\boldsymbol{u}}b$ revelam que uma operação de transposição está ocorrendo entre as três primeiras alturas descritas no componente[296], operação **(S)***T*$_2^+$ (já que $\vec{\boldsymbol{u}}a = \vec{\boldsymbol{u}}b$). Os dois últimos elementos dos intravetores, por sua vez, revelam uma operação de inversão **(S)*R*** (já que $\vec{\boldsymbol{u}}b = -\vec{\boldsymbol{u}}a$) (Figura 58).

O terceiro elemento dos dois intravetores indica uma mudança de direção intervalar e, em si, também guarda mais operações. Podemos dizer que a relação entre as trajetórias foi de uma transposição **(S)***T*$_2^+$ seguida de um outra transposição **(S)***T*$_4^-$ isolada na altura 9 (A). Também podemos dizer que a relação entre a trajetória [4 7], de *pa* (E – G), e a trajetória [6 5], de *pb* (F♯ – F), são por uma inversão (mudança de direção), seguida por uma transposição **(S)***T*$_2^+$ e uma transposição **(S)***T*$_2^+$ isolada aplicada na altura 3 (D♯)[297] (Figura 59).

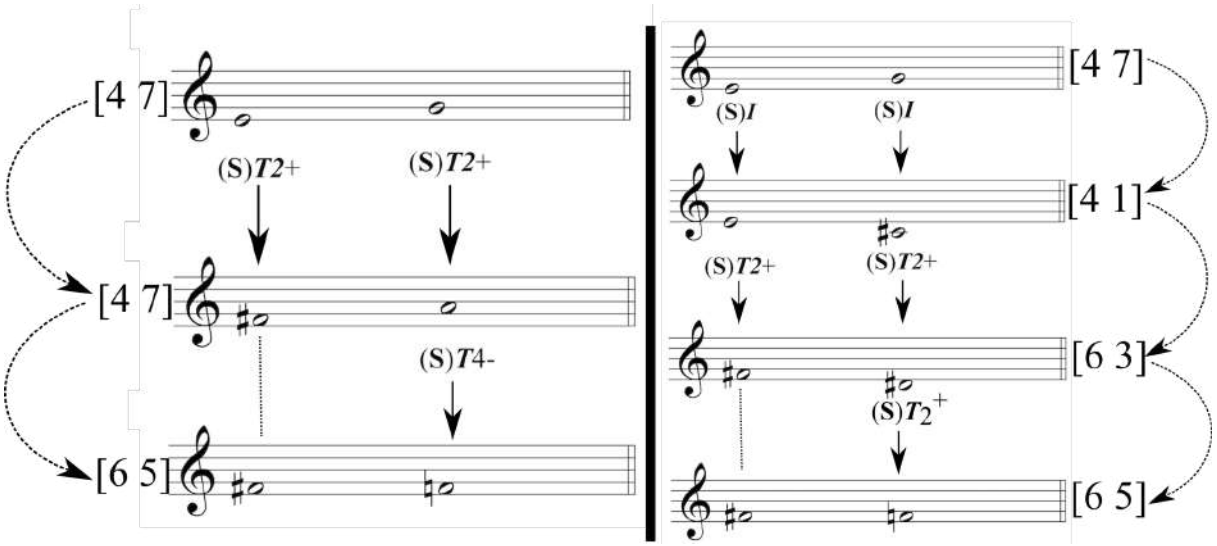


Figura 59: Possíveis transformações aplicáveis à trajetória [4 7] – [6 5]. Na figura da esquerda, a sequência de operações é realizada em duas partes: uma **(S)***T*$_2^+$ aplicada aos dois elementos e uma **(S)***T*$_4^-$ aplicada apenas no segundo elemento. Na figura da direita, as operações são realizadas em quatro passos: uma **(S)*I***, em seguida uma **(S)***T*$_2^+$ e, por fim, outra **(S)***T*$_2^+$ aplicada ao segundo componente.

[296] A relação entre os dois primeiros elementos dos intravetores e os três primeiros elementos dos componentes, é que um elemento de um intravetor é uma quantificação da relação entre dois eventos quaisquer ligados a um parâmetro. Ou seja, um elemento de um intravetor expõe a relação do par de elementos expostos nos componentes. Portanto, a cada valor numérico exposto nos intravetores, uma relação de um par de elementos está sendo descrita. Desse modo, dois elementos de um intravetor expõem a relação entre três elementos de um componente. Para maiores esclarecimentos, ver subseção3.5.

[297] Certamente, existem outras caminhos operacionais para a mesma trajetória [4 7] – [6 5].

Essa parece ser um janela de aplicação, tanto da análise intravetorial quando das operações de transformação, bastante satisfatória. Pois estaríamos aplicando os mecanismos descritivos das operações de transformações diretamente nos intravetores. Além de fortalecer tais mecanismos, algumas relações em subcamadas do discurso musical seriam expostas e modelos sistêmicos seriam extraídos e aplicados composicionalmente. Esse nível de operação, na verdade, fornece mecanismos analíticos para o que seria uma análise a níveis locais microscópicos.

Uma consequência, portanto, seria reduzir drasticamente o território de aplicação da análise. Porém, como vimos acima, nesse nível de atuação analítica muitas possibilidades operacionais permeiam uma mesma trajetória. Não que seja impossível operar nesse grau analítico minucioso, mas esse nível de aproximação local empregada ao objeto, no caso ao par de elementos, componente a componente, demandará um esforço analítico considerável. Essa aplicação figura como um dos principais naturais desdobramentos da presente pesquisa.

Porém, no presente trabalho não aplicaremos as operações internas a níveis como os apresentados na Figura 59. Nos ateremos às operações internas ocorridas, com parcimônia, ao considerar ao menos o par de elementos e para tal, usaremos a análise intravetorial. Pois, no presente trabalho, estamos focando nas relações delimitadas pela fixação territorial mais fechada dos PECs. Em outras palavras, estamos observando como os mecanismos descritivos se comportam ao analisar as relações PEC a PEC, componente a componente, segmento de componente a segmento, a partir de um arquétipo apreendido (contudo, evidenciando tais possibilidades em aplicações futuras na presente pesquisa).

Usaremos uma notação específica para mapear as operações integralmente internas. Tomando o exemplo exibido na Figura 58, descrevemos as operações internas da seguinte maneira: $\vec{\boldsymbol{u}}a \rightarrow [(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_2{}^{+}, (\mathbf{S})\boldsymbol{R}] = \vec{\boldsymbol{u}}b$.

3.7.5 Operações no círculo das alturas

As operações no círculo das alturas são formalizadas com o intuito de revelar o caminho percorrido pelos elementos constituintes dos componentes altura em decorrências das transformações causadas pelas operações de substituição[298], operando como uma ferramenta de auxílio visual. O que estamos propondo é o mapeamento das alturas num círculo, o que de fato não é novo[299]. No entanto, estamos propondo uma ferramenta de visualização que revele não

[298] Apenas as operações de substituição são aplicadas ao círculo das alturas. Pois tanto a expansão quanto a retração, apesar de também descreverem trajetórias de evolução, redefinem a configuração temporal do PEC.
[299] Straus apresenta uma vasta aplicação do assunto em seu livro *Introduction to Post-Tonal Theory* (2013).

apenas as alturas empregadas na trajetória intervalar (isto é, as relações intervalares sem registro – o espaço modular), mas, de uma certa forma, a direção tomada no caminho[300] (isto é, a ordenação intervalar revelada pela relação *antes que* e *depois que*). Ou seja, as operações de substituição, que são desenvolvidas com características temporais qualitativas, são também reveladas com as mesmas características no círculo das alturas. O que pretendemos é revelar não apenas a relação de grandeza intervalar (ou seja, a visualização estática das alturas em jogo), mas também a relação *antes de* e *depois de* que advém da consideração da ordenação dos elementos.

Consideremos um PEC formado por um componente altura [6 1 8] (Figura 60). Os segmentos de reta que conectam as alturas (os pontos no círculo) são formados por setas que indicam a direção do caminho intervalar proposto e, por isso, podemos ver que o trajeto é iniciado em F♯ [6], passa por C♯ [1] e termina em G♯ [8].

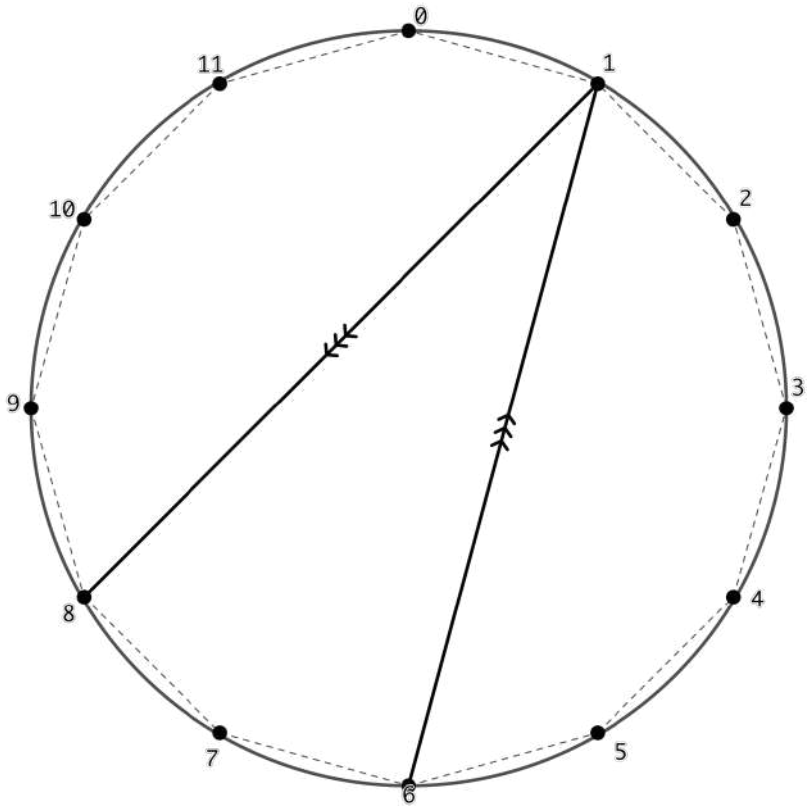


Figura 60: Representação do componente altura [6 1 8] no círculo das alturas.

[300] No círculo das alturas, o registro não é considerado. Ainda assim, as características qualitativas temporais, ou seja, a ordem dos intervalos é revelada. Para maiores informações, ver subseção3.4, no que diz respeito às informações de ordem e direção intervalar consequentes das relações *antes que*, *depois que*, *maior que* e *menor que*, e que são aplicadas na notação utilizada nos PECs.

Além de sua aplicação trivial, o círculo das alturas revela características singulares no que diz respeito às operações de substituição por transposição, inversão, retrogradação, rotação e realocação. Essas operações de substituição (sobretudo as de transposição, inversão e retrogradação) são rotações no círculo das alturas mantendo exatamente a mesma figuração original. Essa informação não é nova[301], no entanto, o que é determinante na maioria das abordagens clássicas referentes ao tema é o espaço intervalar modulado (espaço modular) e não a ordem intervalar.

Nesse sentido, a Figura 61 mostra a aplicação de uma transposição $\boldsymbol{T}_{4+}$ sobre o componente altura [6 1 8]. A notação do componente transposto [10 5 0] é, na verdade, uma rotação do componente altura original no sentido horário revelando a igualdade entre os espaços intervalares não só pela similaridade das figuras geométricas reveladas, mas, sobretudo, pela similaridade da ordenação em os componentes.

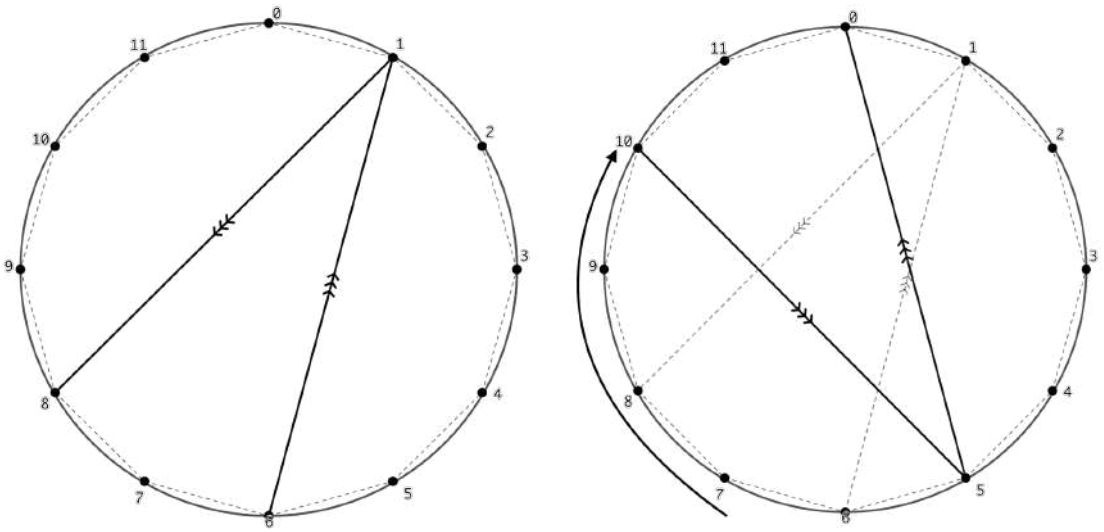


Figura 61: Representação do componente altura [10 5 0] no círculo modular das classes de alturas, uma T_{4+} de [6 1 8], revelando a similaridade de ordenação entre o componente original e o transposto.

Straus (2013) faz uso de alguns modelos circulares que expõem relações a partir da fixação de em espaço intervalar. O eixo de simetria, por exemplo, "é aquele ponto num conjunto em torno do qual todas as classes de notas equilibram-se simetricamente" (STRAUS, 2013, p. 118). Os ciclos intervalares são usados para "obter uma perspectiva útil sobre as coleções diatônica, octatônica, e tons inteiros, e outras coleções importantes, concentrando-nos nos intervalos que podem gerá-las" (STRAUS, 2013, p. 117). Existem muitas abordagens que

[301] Straus revela essa e outras relevantes informações em seu livro *Introduction to Post-Tonal Theory* (2013) expondo o conceito de ciclos intervalares. Contudo, em sua abordagem, o espaço intervalar é privilegiado em detrimento da direção intervalar. Já casos similares ao das operações de realocação não são abordados por Straus.

fazem uso das relações que emergem de espaços intervalares e que são manifestadas a partir da aplicação de círculos[302]. Aplicações como a de Straus revelam espaços intervalares que dizem respeito ao conjunto de características e estruturas (operações de transformação específicas, coleções diatônica, octatônica e de tons inteiros) comuns a um ou mais intervalos específicos. Essas relações são reveladas não pela qualidade de ordenação intervalar, mas por conta das características intervalares estáticas do espaço modular empregado, como no caso dos eixos intervalares. (Figura 62)[303].

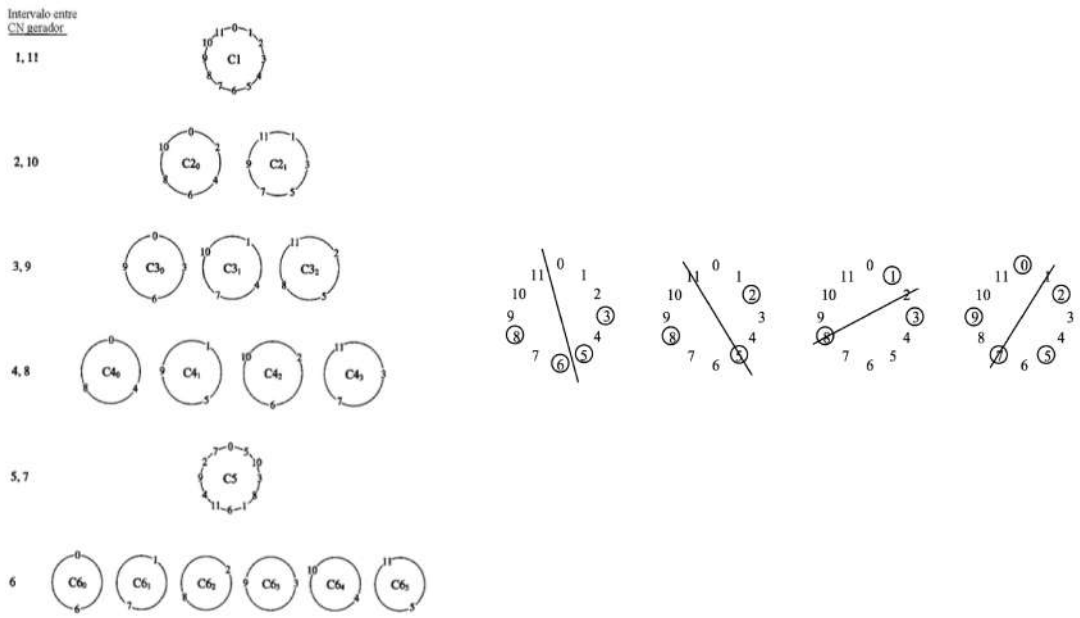


Figura 62: A esquerda, estão expostos os ciclos intervalares. A direita, os eixos de simetria utilizados por Straus (2013, p. 177, 119).

[302] Além do eixo de simetria, ciclo intervalar e centricidade, abordagens de Straus (2013), Forte (1973), Jamal Oliveira (1994), Babbitt (1973) também apontam aplicações nesse sentido.

[303] No caso dos ciclos intervalares, Straus diz que "podemos obter uma perspectiva útil sobre as coleções diatônica, octatônica, e tons inteiros, e outras coleções importantes, concentrando-nos nos intervalos que podem gerá-las. A figura (...) mostra o que acontece se começamos em qualquer classe de notas e movemo-nos repetidamente por qualquer intervalo. Se nos movemos pelo i1 ou i11, obtemos o ciclo de semitons, ou C1. Mover-se em torno do ciclo no sentido horário envolve o movimento por i1; mover-se no sentido anti-horário envolve o movimento por i11. De qualquer modo, o ciclo nos leva por todas as doze classes de notas antes de retornar ao ponto de partida. Como resultado, há somente um ciclo C1. Há dois ciclos C2, entretanto, um movendo-se através das classes de notas pares e um através das classes de notas ímpares. Esses ciclos são familiares para nós como as coleções de tons inteiros par e ímpar. Ao que nós previamente chamamos TI0 e TI1, podemos agora nos referir como C20 e C21. Há três ciclos C3, correspondentes aos três acordes de sétima diminuta, e quatro ciclos C4, correspondentes às quatro tríades aumentadas. O ciclo C5 é o familiar "círculo de quartas ou quintas". Qualquer segmento de sete notas de C5 representa uma das coleções diatônicas. Como com C1, há somente um ciclo C5, porque C5 nos leva através de todas as doze notas antes de retornar ao ponto de partida. Há seis ciclos C6, cada qual correspondendo a um dos seis trítonos". (STRAUS, 2013, p.118). Sobre o eixo de simetria, dizemos que "um eixo é aquele ponto num conjunto em torno do qual todas as classes de notas equilibram-se simetricamente. Um eixo de simetria pode funcionar como um centro de nota ou de classes de notas." (STRAUS, 2013, p. 118). O eixo de simetria apresentado na figura 62 "representa quatro conjuntos daquela maneira: [3,5,6,8], [2,5,8], [1,3,8] e [5,7,9,0,2]." (STRAUS, 2013, p. 118).

Deste modo, apesar de ficar claro que as transposições, inversões e retrogradações são operações de mesmo espaço modular, elas não operam na mesma ordenação intervalar. Esta informação corrobora com o que é revelado pelo cálculo das normas dos intravetores e das relações gráficas entre as funções $f(x)$ e $g(x)$ (expostas na seção anterior). Pois, no âmbito do círculo das alturas, a igualdade entre os normas dos intravetores, ou seja, as relações de simetria, significará a igualdade entre os espaços modulares, e as relações de semelhança entre os gráficos advindos de $f(x)$ e $g(x)$ têm conexão com a ordenação intervalar.

A operação de substituição por inversão no círculo das alturas é revelada pela reflexão em torno de um eixo iniciado no primeiro ponto correspondente ao primeiro elemento do componente da mesma forma que os intravetores revelam a mesma relação[304] (Figura 63 e Figura 64).

As diferenças entre os espaços intervalares revelados pelas operações de substituição por transposição e por inversão, ficam mais evidentes quando analisados sob as perspectivas gestuais reveladas pelos círculos das alturas.

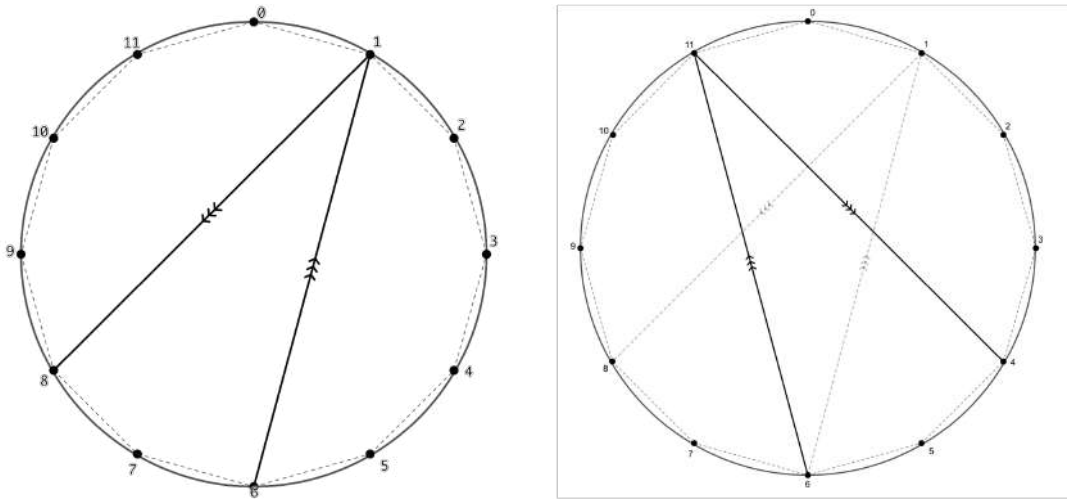


Figura 63: No primeiro círculo, temos a representação do componente altura [6 1 8]. No segundo, temos sua inversão [6 11 5] (em negrito) revelando a relação espelhada, ou a reflexão, em relação ao componente original (linhas pontilhadas).

Em primeiro lugar, a correspondência exata entre os cones[305] (figuras geométricas reveladas pelos componentes [6 1 8], [10 5 0], [6 11 5]), aponta para igualdade entre os seus espaços intervalares. Ou seja, a transposição e a inversão são operações que não desconfiguram o espaço intervalar original por não interferir no sentido de ordenação interna, por mais que as

[304] Para visualização deste gráfico bidimensional das funções $f(x)$ e $g(x)$, ver página 138.
[305] Correspondência significa semelhança geométrica verificável, pela norma dos segmentos envolvidos e pelo cálculo da área dos cones revelados, por exemplo.

classes de alturas não sejam idênticas entre si. Isso quer dizer que, no círculo das alturas, a manutenção da ordem dos elementos dos componentes resultará na manutenção das mesmas formas geométricas, sendo diferenciadas entre por rotações (apenas no caso da transposição) ou reflexões totais ou parciais (no caso da inversão e da transposição).

Em segundo lugar, estão as informações reveladas pela reflexão. No caso da inversão, haverá sempre reflexão em torno em de um eixo que se inicia no ponto do círculo que corresponde ao primeiro elemento do componente, e chamamos essa caraterística de reflexão total. Isso, ocorre porque a inversão é sempre uma operação de transposição intervalar e de inversão de direção[306] ao mesmo tempo. Straus (2013) também classifica a inversão como uma operação em duas etapas. Contudo, a partir do círculo das alturas, as relações entre a presente abordagem e de Straus se diferem.

Quando dizemos que a operação de inversão é uma operação de transposição intervalar, estamos evidenciando que, com exceção do primeiro elemento do componente, os elementos restantes são transpostos observando uma relação de equivalência intervalar espelhada. Essa contestação está de acordo com o concepção genérica de inversão no sentido de proporcionar o efeito de espelhamento.

Contudo, no âmago da operação de inversão está a inversão de direção intervalar[307]. Como os componentes original e o invertido têm o mesmo elemento inicial (o primeiro elemento da formação original é sempre mantido na inversão), a ordem interna será mantida, mas a direção será mudada. Podemos notar que as figuras geométricas reveladas (no caso da Figura 64, os cones, ou os cones) são idênticos entre si. Isso significa que a ordenação não está alterada, mas sim, a direção intervalar entre os elementos ordenados. O círculo das alturas revela claramente essa informação com a instituição das setas nas linhas que representam o caminho intervalar. Deste modo a reflexão total é resultado de alteração de direção intervalar e manutenção da ordem intervalar, e significa a existência garantida da reflexão em torno de um eixo que se inicia no ponto referente ao primeiro elemento do componente.

---

[306] Para Straus, "a inversão é uma operação composta: ela envolve tanto a inversão quanto a transposição. Iremos expressar essa operação composta como TnI, onde "I" significa "inversão" e "Tn" significa "Transposta a algum intervalo n". Por convenção, sempre invertemos primeiro e depois transpomos" (STRAUS, 2013, p. 38). Desta forma, a presente abordagem difere com a apresentada por Straus.

[307] Direção intervalar quer dizer literalmente os intervalados revelados pelos elementos constituintes do componente altura, nesse caso. Não quer dizer a direção dos elementos, mas o intervalo apreendido, ou seja, o material que é capaz de relevar a relação *maior que* e *menor que*, em termos finais, revela direcionalidade temporal. Para mais informações sobre direcionalidade temporal, ver subsubseção2.1.

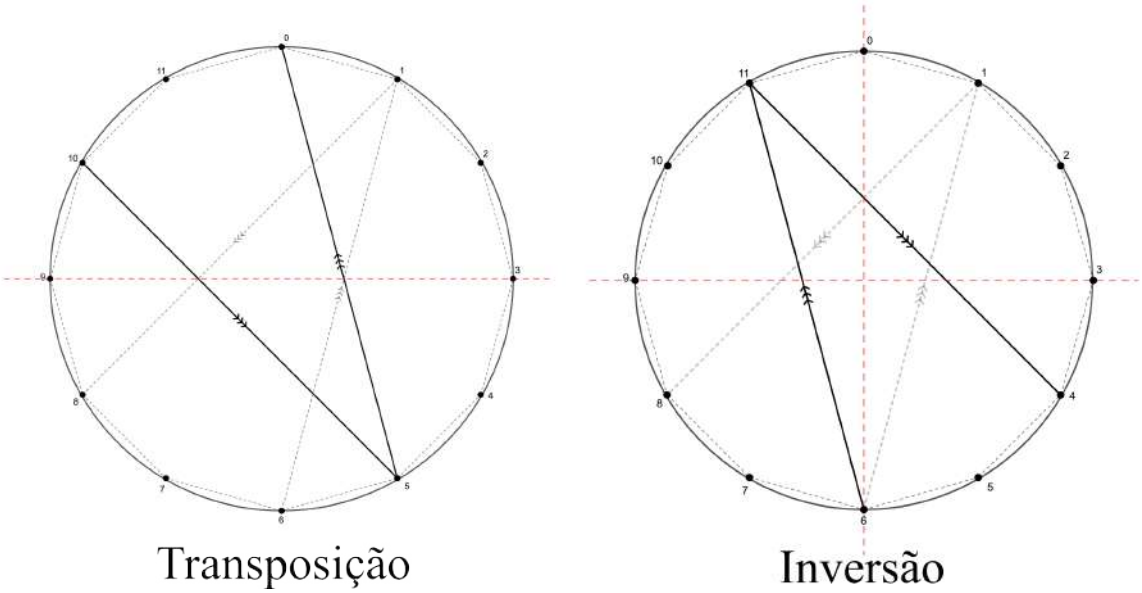


Figura 64: Exemplo de reflexão da operação de substituição por inversão em ambos os eixos *x* e *y*.

A Figura 65 mostra que além da formas geométricas idênticas, a inversão também sempre resultará em reflexão.

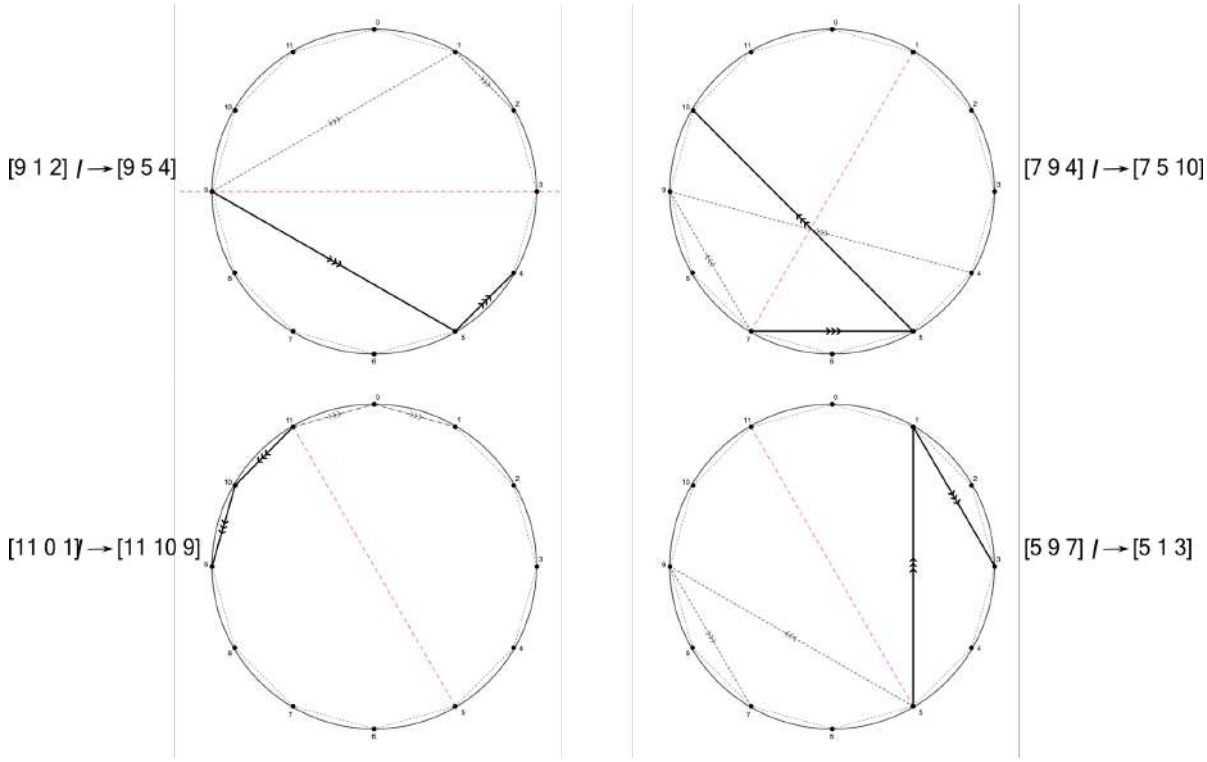


Figura 65: Exemplos de círculos de altura com inversões. Em ambas colunas estão expostas inversões com reflexões totais em torno do eixo que se inicia com no ponto correspondente ao primeiro elemento do componente.

As reflexões nos casos das operações de transposição, notadas no círculo das alturas, são parciais porque apenas em alguns casos específicos ela ocorrerá. Quando a

transposição for de um trítono, acima ou abaixo, ou seja, um transposição $\boldsymbol{T}_6$, ocorrerá sempre uma espécie de eixo de simetria[308] no círculo das alturas. Isso quer dizer que haverá uma linha de corte no círculo que revelará a reflexão. A Figura 66 mostra essas reflexões parciais nos casos que elas se dão em torno do eixo *x* e do eixo *y*.

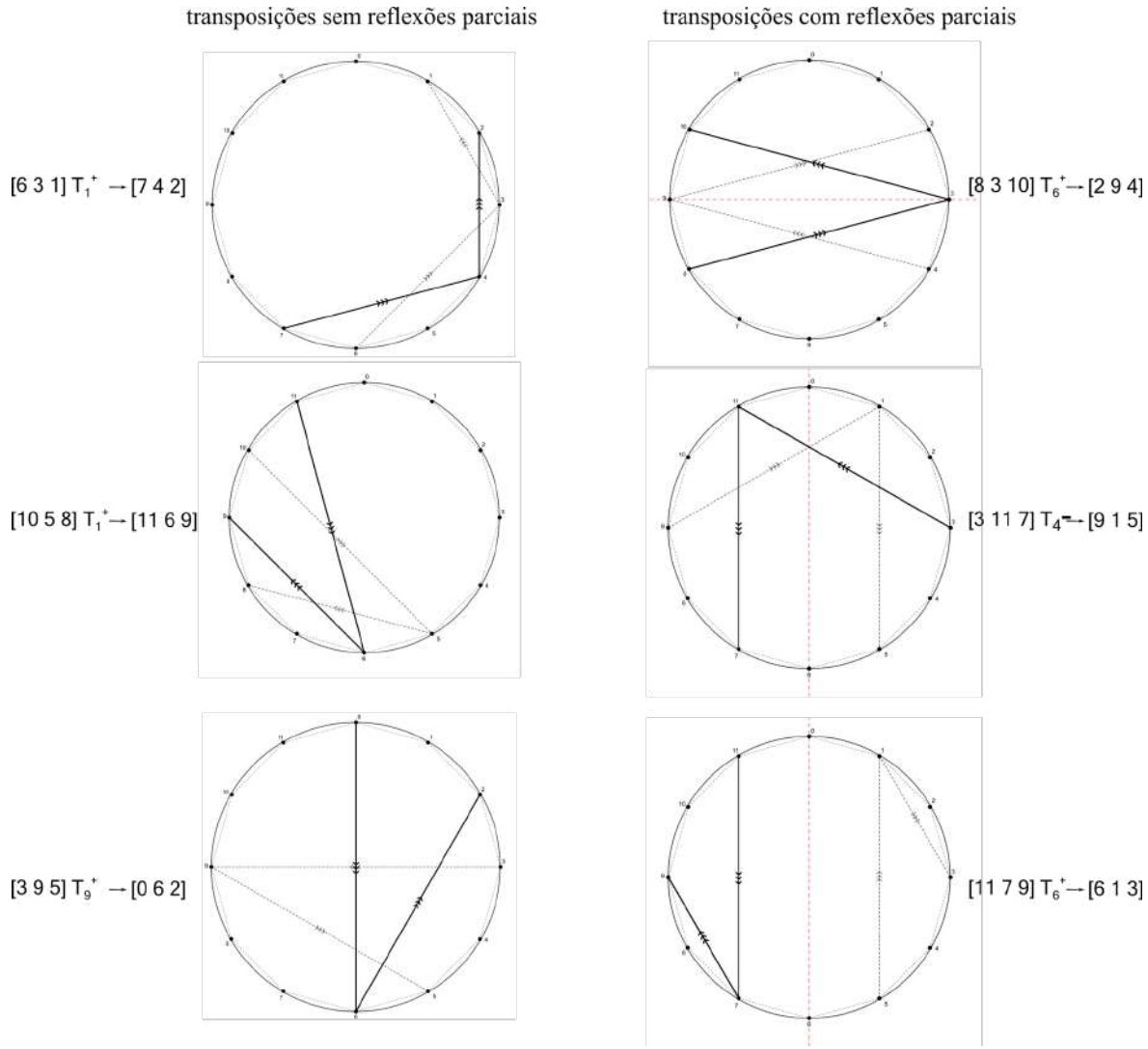


Figura 66: Exemplos de círculos de altura com transposições. Na primeira coluna estão expostas as transposições que não revelam reflexão. Na segunda coluna, estão expostas as reflexões que revelam reflexões parciais.

A operação de substituição por transposição não altera a ordenação interna e não altera a direção intervalar e é essa característica que preserva a forma geométrica revelada no

[308] Não estamos nos referindo ao eixo de simetria proposto por Straus que, naquele caso, quer dizer "um ponto médio em trono do qual todas as notas se equilibram. Um eixo de simetria pode funcionar como um centro de nota ou de classe de notas" (STRAUS, 2013, p. 146).

círculo das alturas. No entanto, a mudança de elementos, ou seja, a total diferença entre os elementos originais e os transpostos garante a reflexão parcial.

A operação de substituição por inversão mantém a ordenação interna dos elementos por outro mecanismo, o da inversão da direção intervalar. Assim, não só é mantida a semelhança entre as formas geométricas (entre componente original e o invertido), como também é garantida a reflexão total.

Se as operações de substituição por transposição e inversão alternam entre preservar ordem e direção intervalares, a retrogradação mantém intacta a relação de direção intervalar e altera, de certa forma, a ordenação interna. Contudo, uma característica peculiar apenas à retrogradação, garante a ela um resultado gestual único. A ordem interna é alterada, porém não são acrescidos novos elementos ao componente, não há permutações e todos os elementos estão sequencialmente e retrogradamente em jogo. Essa é a principal diferença entre a retrogradação e a transposição/inversão, ou seja, não há novos elementos na retrogradação. Isso garante que as exatas ordenação interna e direção intervalar permaneçam intactas, porém retrogradadas.

Deste modo, as figuras geométricas reveladas serão exatamente as mesmas, mudando apenas o ponto de origem e de chegada das linhas internas do círculo de alturas, cambiando a ordenação dos elementos e apresentando a mesma direção intervalar original, porém, retrogradada. A Figura 67 mostra como os círculos originais e os retrogradados se relacionam gestualmente.

Naturalmente, não há reflexão nas operações de substituição por retrogradação relevadas pelo círculo das alturas.

As operações de substituição por rotação também não injetam novos elementos ao jogo, porém, nem a ordenação interna nem a direção intervalar são preservados. Como a alteração é feita a partir do reposicionamento de um ou mais elementos, tanto a ordenação interna quanto a direção intervalar são abandonados a medida em mais elementos são redispostos (Tabela 9).

Nesse sentido, as relações gestuais entre os círculos original e rotacionado são de completa dessemelhança. Assim, também não serão reveladas relações de reflexão (Figura 68).

Na verdade, existem relações entre os círculos rotacionados e seus respectivos originais. Podemos dizer, por exemplo, que a maior parte do gesto intervalar do círculo original está preservado no gesto da primeira rotação (é o que evidenciamos na Tabela 9). Porém, a relação gestual mais forte entre os círculos é que, se superpostos, eles formam um mesmo gesto que fica seccionado por cada rotação (Figura 69).

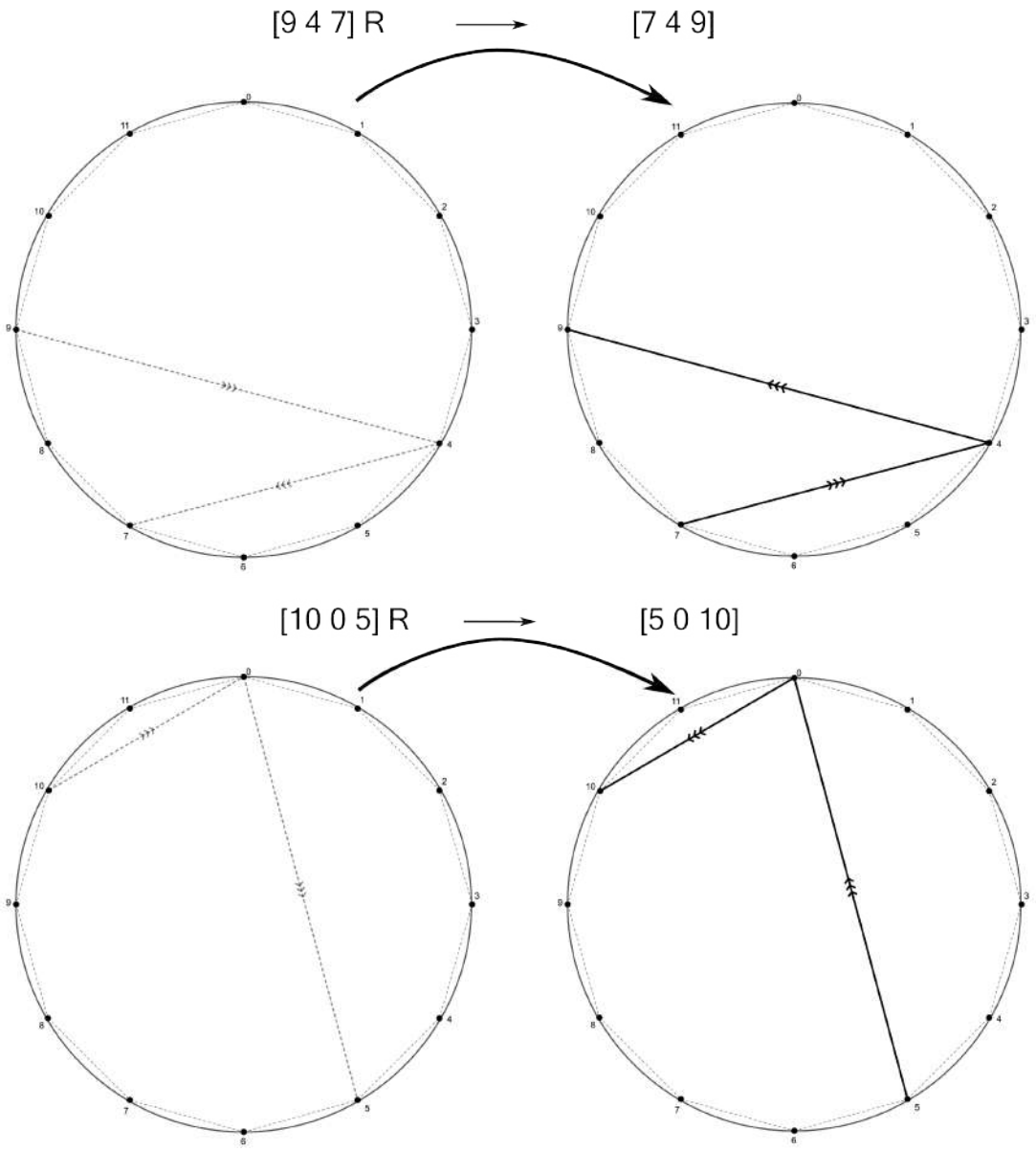


Figura 67: Exemplos de círculos de altura com transposições. Na primeira coluna estão expostas as transposições que não revelam reflexão. Na segunda coluna, estão expostas as reflexões que revelam reflexões parciais.

Tabela 9: Exemplo de afastamento proporcional natural à operação de substituição por rotação entre o componente original e suas rotações. Os sinais – e + indicam o nível de afastamento em relação ao componente original.

Componente original	***Ro***$_1$	***Ro***$_2$	***Ro***$_3$
[7 2 9 4]	[2 9 4 7]	[9 4 7 2]	[4 7 2 9]
Nível de afastamento	– –	– +	+ +
	[7 2 9 4]	**[7 2 9 4]**	**[7 2 9 4]**

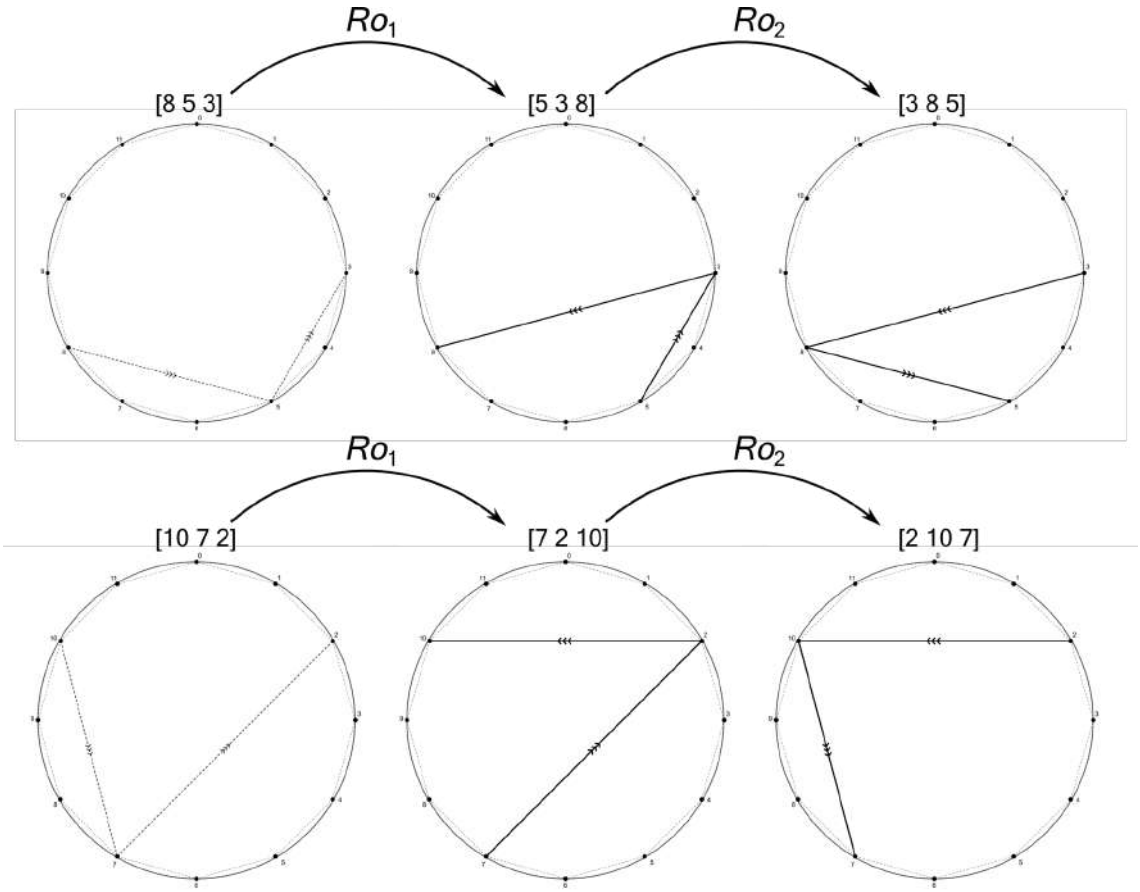


Figura 68: Operações de substituição por rotação revelando a dessemelhança entre os círculos originais e os rotacionados.

No entanto, essa é uma constatação que se relaciona com a condição elencada anteriormente (ver subseção 3.7.2) acerca das normas dos intravetores revelados nas operações de rotação. Uma das razões que leva a conclusão de que $\|\vec{u}\| \neq \|\vec{v}\|$, é que ao menos uma relação entre os componentes (ou seja, um intravetor) não está contemplada se compararmos as estruturas das rotações.

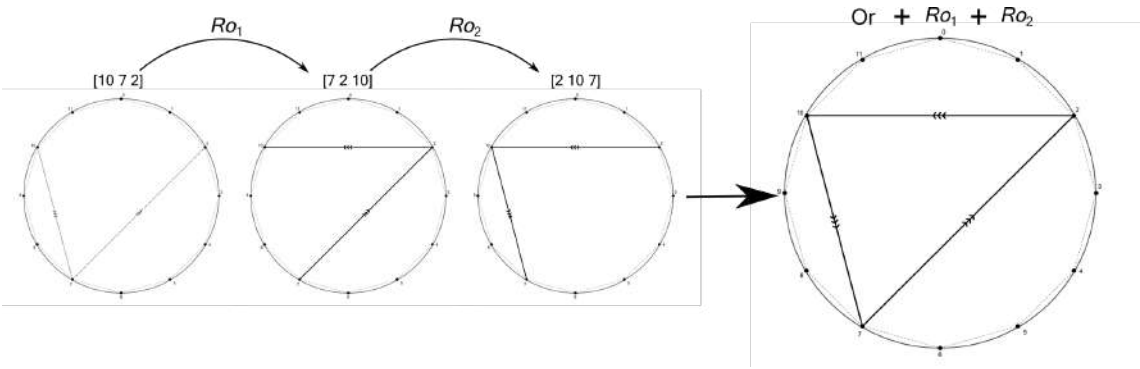


Figura 69: A superposição dos círculos originais e rotacionados dá forma a um círculo fechado e de forma única.

Se comparamos o círculo final, apresentado na Figura 69, com o círculo original, vemos que apenas uma linha não está anotada no círculo original. Esta linha é justamente o caminho entre o último componente [2] ao primeiro [10], que só é apresentada a partir da primeira rotação. Por mais que haja preservação de uma parte da forma geométrica original nos círculos rotacionados, a distância entre eles (o círculo original e o rotacionado) é grande. Sobretudo, quando comparamos as relações gestuais dos círculos reveladas nas operações de transposição, inversão e retrogradação. Por essa razão, as operações de substituição por rotação se afastam tanto da ordenação interna quanto da direção intervalar, firmando-se como uma operação de substituição por alto grau de dessemelhança.

Antes de explorarmos as relações das operações de substituição por realocação, examinemos o Quadro 9 que expõe todas as particularidades, apresentadas até agora, concernentes às operações de substituição por transposição, inversão, retrogradação e rotação. O Quadro 9 também relaciona essas caraterísticas com relações específicas advindas da análise intravetorial.

Quadro 9: Exposição das correspondências entre as operações de substituição por transposição, inversão, retrogradação e rotação no círculo das alturas e suas respectivas relações advindas na análise intravetorial.

Operação de substituição	***T***	***I***	***Re***	***Ro***
Arquétipo da ordenação interna original (relação *antes que* e *depois que*)	**Mantém**	**Mantem-se de maneira inversa**	**Mantem-se de maneira retrógrada**	**Não é mantida**
Arquétipo da direção intervalar original (relação *maior que* e *menor que*)	**Mantém**	**Mantém (de maneira inversa)**	**Mantem-se de maneira retrógrada**	**Não é mantida**
Reflexão	**Contextual**	**Total**	**Não há reflexão**	**Não há reflexão**
Número de elementos	**Mantém**	**Mantém**	**Não mantém**	**Mantém**
Novos de elementos	**Contextual**	**Contextual**	**Introduz e retira elementos originais**	**Não introduz**
Semelhança gestual com o círculo original	**Total**	**Total**	**Total**	**Nenhuma**
Relações intravetoriais	$\vec{u} = \vec{v}$ $\|\|\vec{u}\|\| = \|\|\vec{v}\|\|$ $f(x) = g(x)$	$\vec{u} = -\vec{v}$, $\|\|\vec{u}\|\| = \|\|\vec{v}\|\|$ $f(x) = -g(x)$	$\vec{u} \neq \vec{v}$ $\|\|\vec{u}\|\| = \|\|\vec{v}\|\|$ $f(x) \neq g(x)$	$\vec{u} \neq \vec{v}$ $\|\|\vec{u}\|\| \neq \|\|\vec{v}\|\|$ $f(x) \neq g(x)$

Podemos ainda, em termos de relacionar os resultados gestuais das operações de substituição no círculo das alturas, propor a análise entre os valores obtidos a partir do cálculo de suas áreas, conforme expõem Peck e Mamedov (2017). Segundo os autores, "uma análise da área musical (AMA[309]) interconecta dois ramos significativos da teoria musical: a Teoria Neo-riemanniana e Teoria dos conjuntos" (MAMEDOV e PEK, 2017. p. 1), comparando as representações geométricas de elementos musicais de múltiplas cardinalidades. A proposta é que "em cada forma geométrica, a notação com inteiros seja usada para expressar as notas de cada conjunto e plotá-las como pontos de coordenadas em um círculo unitário. Cada passo é representado como uma coordenada {x, y}" (MAMEDOV e PECK, 2017. p. 2).

De forma resumida, a proposta é relacionar áreas de formas específicas com grupos de tricordes, tetracordes, pentacordes, hexacordes, heptacordes, octacordes, nonacordes, decacordes, undodecacordes e dodecacores. Essa abordagem tem total semelhança com a proposta do círculo das alturas, pois pode ser usada para também relacionar a áreas formadas nos círculos e que são obtidas através das operações de substituição.

Interlocuções, sobretudo com a AMA, são objetivadas para as próximas fases da atual pesquisa com o intutito de expandir a aplicação do círculo de alturas.

As operações de substituição por realocação, por sua vez, se afastam consideravelmente das demais no que diz respeito ao aspecto gestual revelado pelos círculos. Nesse sentido, o círculo das alturas apenas fornece o aparato visual necessário para revelar a trajetória de cada realocação.

É extremamente importante resultar alguns aspectos visuais dessas operações no círculo das alturas. Visto que o círculo oferece visualização das operações relativas ao componente altura e a realocação é uma operação que não altera a duração dos PECs, as cores das linhas e as setas de direção serão os recursos encarregados de expor as caraterísticas intrínsecas às operações de realocação. As linhas em vermelho localizam o exato lugar onde houve realocamento. As linhas que não possuem as setas simbolizam o trajeto que foi realocado e, consequentemente, a linhas que possuem as setas simbolizam o(s) novo(s) trajeto(s) (Figura 70).

No primeiro exemplo da Figura 70, ambos PEC*a* e PEC*a*' têm a mesma duração (4s) e o componente altura original [6 1 8] é realocado em um novo componente [6 1 9 10 11]. A linha vermelha que liga a passagem das alturas |1 → 8| (C♯ – G♯) não contém nenhuma seta, portanto, a realocação acontece justamente na passagem |1 → 8|, que passa a configurar como

[309] *Area Musical Analysis*.

|1 → 9 → 10 → 11|. Com isso, estamos dizendo que a duração da passagem |1 → 8| = (***t***$_1$)*s* tem a mesma duração da passagem |1 → 9 → 10 → 11| = (***t***$_2$)*s*, e com isso entendemos que (***t***$_1$)*s* = (***t***$_2$)*s*. Além da duração global do PEC*a* ser idêntica a do PEC*a*', o extrato de duração afetado pela realocação também é e, na verdade, é isso o que a relação (***t***$_1$)*s* = (***t***$_2$)*s* quer dizer.

A altura 8 está sendo realocada em três alturas, porém é quantidade de tempo gasto nessa altura de termina a qualidade da realocação. Ou seja, durante todo a duração originalmente atribuída a altura [8] (1.25s), foram realocadas três novas notas no mesmo montante de duração. Assim, dizemos que houve uma realocação positiva Re_3^+.

No segundo exemplo, a passagem |8 → 10 → 0| (G♯ – B♭ – C) fica realocada em |8 → 3| (G♯ – E♭) configurando uma realocação negativa. A repetição da altura [8] no grupo realocado significa que a operação parte dela, e não que essa altura específica não pertence ao novo grupo realocado. A informação preponderante é que a altura [3] está ocupando a duração das três últimas notas do PEC*a*. Assim a realocação negativa Re_3^- se estabelece. No segundo círculo, as linhas pontilhadas vermelhas percorrendo a passagem |8 → 10 → 0| não possuem seta, e assim elas apenas representam a trajetória inicial (comparar com o círculo das alturas originais.

Desta forma, as alturas que são rearranjadas a partir de suas realocações no tempo, são mapeadas nos círculos revelando a reorganização do material em função do parâmetro altura (linhas em vermelho), porém, não omitindo a informação a respeito do tempo (linhas sem as setas).

Em nossos exemplos vimos de maneira quase que integral apenas círculos com três ou quatro alturas distintas. A razão dessa escolha foi privilegiar a clareza visual no uso das figuras, já que estamos apresentando uma ferramenta ainda não consolidada no meio acadêmico, e, portanto, ainda não familiarizada ao leitor do presente trabalho. Contudo, PECs com um maior número de entrada de vetores, automaticamente, gerarão um maior número de elementos nos três componentes. Isso não impossibilita o uso do círculo das alturas (Figura 71).

A questão é que, com o aumento do número de entradas no círculo (aumento do número de elementos nos componentes envolvidos), a percepção real da direção tomada acaba ficando prejudicada. Por essa razão[310] limitamos territorialmente o PEC a um nível de complexidade analítica que nos permita alcançar a operacionalidade nos mecanismos analíticos propostos.

[310] Existem outros argumentos em defesa da delimitação territorial do PEC implícita na presente pesquisa. Para maiores informações, ver subseção3.4.

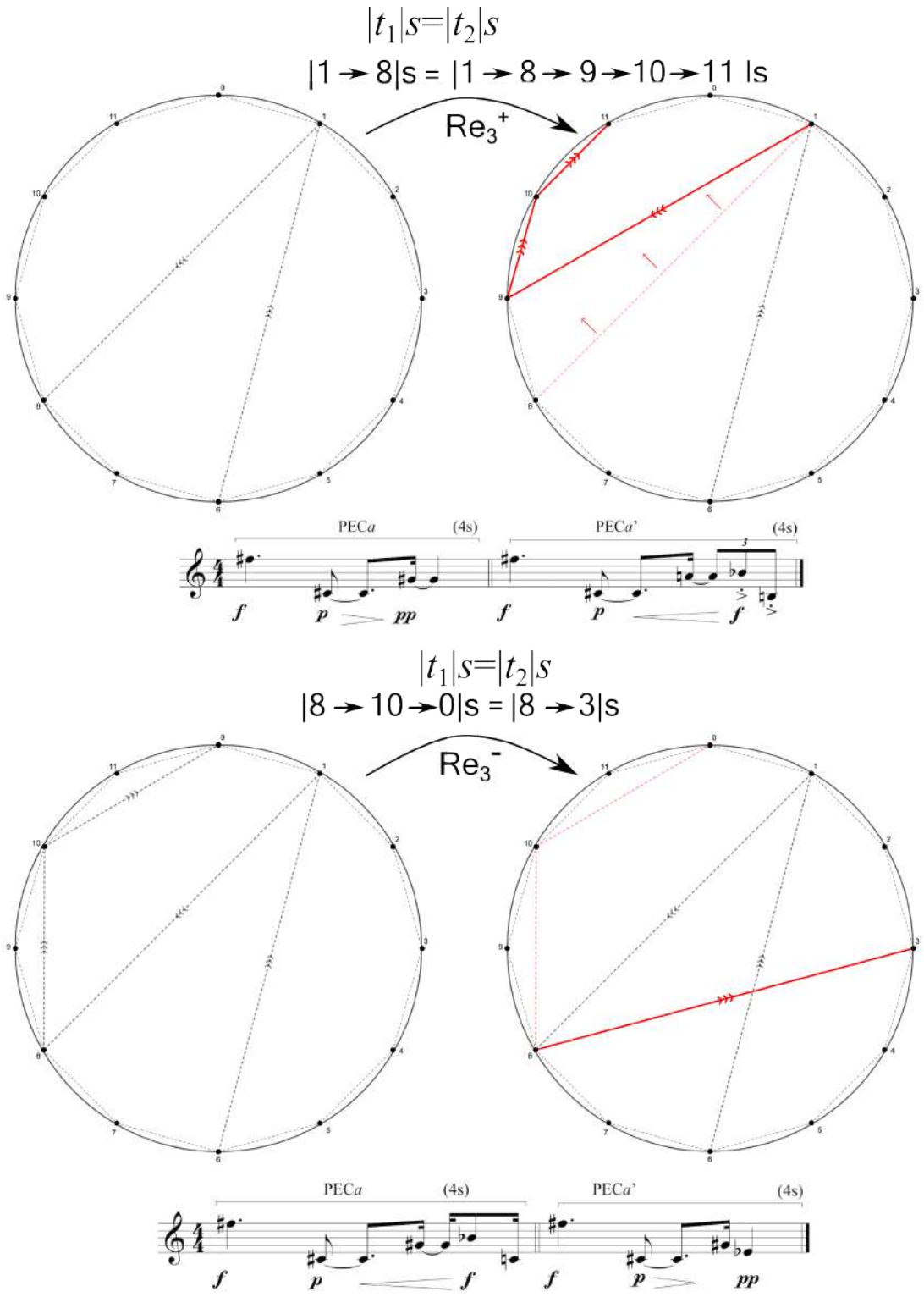


Figura 70: No exemplo mais acima temos uma realocação positiva ***Re***$_3^+$. No exemplo mais abaixo temos uma realocação negativa ***Re***$_3^-$.

Para que os círculos de altura operem satisfatoriamente, ou seja, para que revelem as relações de ordem, os PECs devem ser constituídos sob níveis menos complexos. Ou seja,

deve haver um número limite de elementos relativos a cada componente envolvido (corroborando com nossa proposta ontológica acerca do PEC).

Podemos propor, ainda, o uso do círculo elencando apenas o componente temporal ou o componente dinâmica. Basta observamos a menor e a maior durações (ou o intervalo entre as marcações de dinâmica) e plotá-las como pontos no círculo a partir da divisão igualitária, equidistante e em ordem crescente (Figura 72).

Essa e outras possíveis aplicações são objetivadas numa fase posterior a do presente trabalho. Dessa maneira, não estamos encerrando a questão, mas declarando que no âmbito da presente pesquisa vamos aplicar os círculos exclusivamente ao componente altura. E que será objetivado revelar as relações (sobretudo) de ordem, partindo de níveis de complexidade mais baixos no que diz respeito à formação do PEC e à aplicação de seus componentes ao círculo.

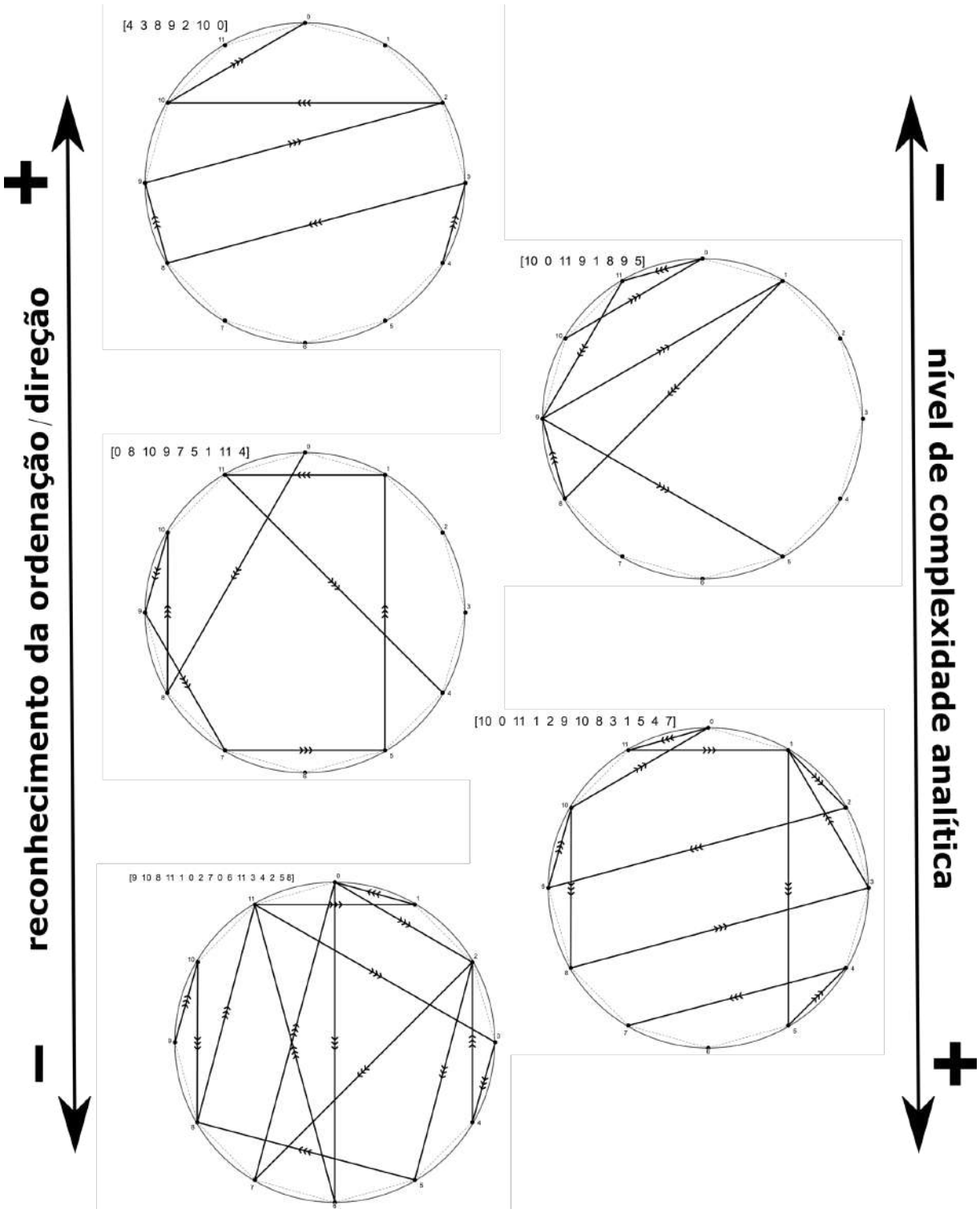


Figura 71: Exemplos de círculos de alturas notados com componentes contendo entre 7 a 16 elementos. A relação exposta é: quanto mais elementos compondo os componentes, mais complexidade é inferida e, assim, mais difícil se torna observar a característica de ordem e direção no círculo das alturas.

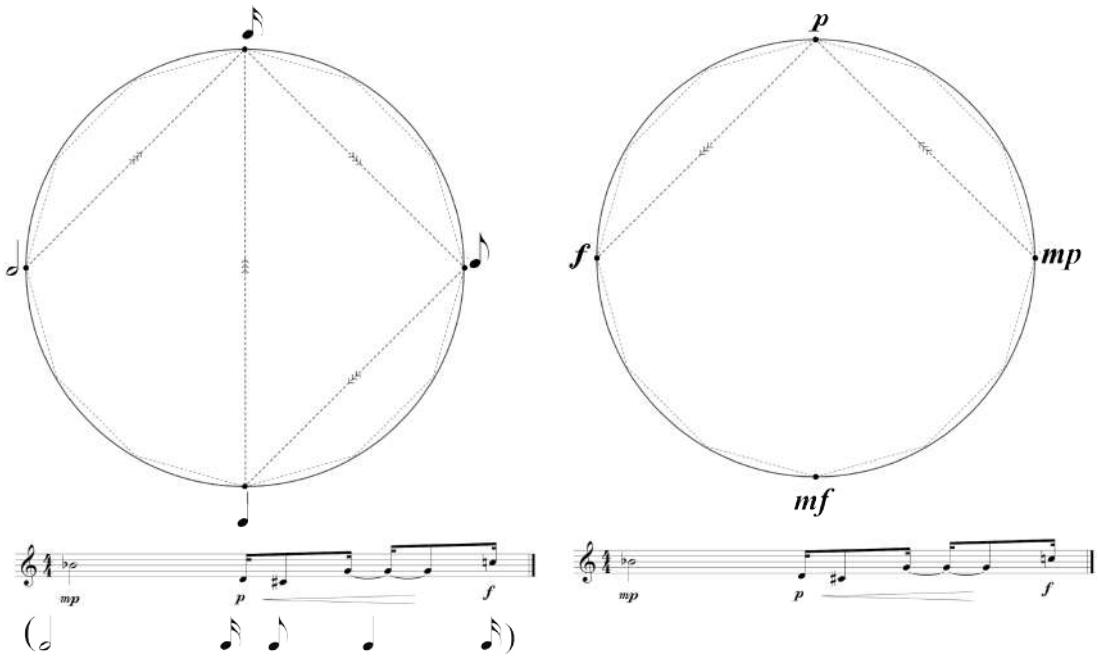


Figura 72: Exemplo de aplicação do componente temporal e do componente dinâmica em um círculo, organizando as figuras e instâncias de intensidade em ordem crescente.

4 APLICAÇÕES EM ANÁLISES

"Nem uma única experiência, nem mesmo milhares são suficientes para comprovar um teoria."

Popper

Passaremos à análise de quatro peças com a finalidade de avaliar o potencial do Domínio Sonoro em produzir modelos sistêmicos. Primeiramente, analisaremos *Syrinx* (1913), para flauta solo, de Debussy, na qual aplicaremos o conceito de perturbação (através do índice de perturbação), os gráficos INTL e INTML[311] além das operações de transformação. Pretendemos abstrair um modelo sistêmico das operações de transformação encontradas na obra a fim de aplicá-lo no planejamento composicional de uma nova obra.

Em seguida, analisaremos o Op. 11 (1914), de Webern, para piano e violoncelo (apenas o terceiro movimento, *III - Äusserst Ruhig*), onde, além de aplicar os gráficos INTL e INTML e observar os níveis de perturbação e as operações de transformação, aplicaremos também os conceitos matemáticos subsidiários ao índice de perturbação.

Na sequência, procederemos a análise do String Quartet n.3 *'Mishima'* (1985), (apenas o último movimento, VI – *Closing*) de Philip Glass, onde aplicaremos exclusivamente a função textura.

Nas análises realizadas neste capítulo, serão usadas as seguintes convenções:

1) PECs – (**A**), (**B**), (**C**) etc. Em suas derivações – a_1, b_1, c_1 etc.
2) As seções, quando utilizarmos as terminologias clássicas da análise musical, serão representadas da seguinte maneira – **A**, **B**, **C** etc. E suas reaparições – **A**1, **B**1 etc.
3) Os PECs serão algebricamente descritos como matrizes da seguinte maneira:

   PECx $\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots p_{\mathrm{n}} \\ t_{11} & t_{12} & \dots t_{\mathrm{n}} \\ d_{11} & d_{12} & \dots d_{\mathrm{n}} \end{bmatrix}$, onde: [$p_{11}$, p_{22}, ...p_n] refere-se ao componente altura p; [t_{11}, t_{22}, ...t_n] refere-se ao componente temporal t; [d_{11}, d_{22}, ...d_n] refere-se ao componente dinâmica d, e; $[p\ t\ d]$[312] = PEC^{t}x.

[311] No tocante às operações de transformação, evitaremos analisar os componentes dinâmicas. Isso se deve ao fato de que a passagem de uma dinâmica para outra, quase sempre é gradual em porções de tempo inferiores a um segundo. É o caso do crescendo e do decrescendo, pois se a notação matricial do PEC encapsula evento a evento, as configurações das dinâmicas variam numa camada inferior a esse encapsulamento. Essa constatação constará em nossas conclusões finais, onde esclareceremos o assunto um pouco mais.

[312] Notação usada para matriz transposta. Ver mais informações na nota 205.

4) Podemos também nos referir aos componentes de um determinado PECx_1 como px_1, tx_1 *ou* dx_1, e no caso de um determinado PECx_2, podemos nos referenciar aos seus componentes indicando px_2, tx_2 *ou* dx_2.
5) Adotaremos apenas três letras para nos referirmos aos intravetores: quando nos referirmos ao intravetor ligado ao componente altura, usaremos $\vec{\boldsymbol{u}}$; quando nos referirmos ao intravetor ligado ao componente temporal, usaremos $\vec{\boldsymbol{v}}$; e, quando nos referirmos ao intravetor ligado ao componente altura, usaremos $\vec{\boldsymbol{w}}$. No caso de comparação entre dois intravetores, de PECs diferentes, mas ligados ao mesmo tipo de componente, usaremos a seguinte convenção: se estamos nos referindo aos componentes altura dos PECs a_1, a_2 e a_3, notaremos $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$, $\vec{\boldsymbol{u}}a_2$ e $\vec{\boldsymbol{u}}a_3$. No caso dos componentes temporal: $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$, $\vec{\boldsymbol{v}}a_2$ e $\vec{\boldsymbol{v}}a_3$. O mesmo raciocínio é aplicado no caso dos componentes dinâmica[313].
6) A unidade de tempo (no contexto de cada obra) será definida como valendo 1 segundo para melhor grafismo.
7) As demais convenções sobre os gráficos INTL e INTML estão expostas na seção 3.6. Ainda assim, cabe salientar que: os pontos pretos abertos significam pausas ou interrupção do fluxo. Os pontos pretos fechados significam sucessão natural do fluxo. Os pontos pretos aumentados apontam índices de perturbação. E os pontos vermelhos (para o componente altura) e azuis (para o componente dinâmica), significam mudança de entrada sem interrupção do fluxo.
8) Com relação as análises onde a função textura será aplicada, identificaremos cada configuração textural encontrada pelas siglas Tx_1, Tx_2, Tx_3 e assim sucessivamente.

Nossa análise focará em reconhecer as transformações ocorrentes entre as unidades básicas do fluxo musical, ou os PECs. Nosso objetivo é submeter os mecanismos analíticos constituídos na presente pesquisa a fim de testá-los e verificar sua eficiência. Nesse sentido, elencamos os PECs a partir de suas recorrências gestuais e, para não contaminarmos os dados resultantes dos processos analíticos construídos e, doravante integralmente aplicados, iremos nos basear, quando possível, em análises consagradas. No caso de *Syrinx*, de Debussy e do Op. 11 de Webern, utilizaremos a análise de Cogan e Pozzi (1976), exposta em seu livro *Sonic Design: The Nature of Sound and Music.*

---

[313] Dessa maneira, uma matriz com os intravetores de um PECx seria da forma $\begin{bmatrix} \vec{\boldsymbol{u}} \\ \vec{\boldsymbol{v}} \\ \vec{\boldsymbol{w}} \end{bmatrix}$.

As análises relativas ao String Quartet n.3 *'Mishima'*, de Philip Glass, configurarão o único caso em que os procedimentos analíticos partirão de uma formalização proposta pelo presente autor.

4.1 Syrinx

Syrinx, de Debussy, é uma peça para flauta solo e foi composta em 1913 como música incidental para o terceiro e último ato do poema dramático *Psyché* de Gabriel Mourey[314]. A obra refere-se à morte do deus Pan, da mitologia grega, que perseguia Syrinx, uma ninfa. Syrinx não corresponde os sentimentos de Pan e se esconde, transformando-se numa planta. Assim, diante dessa situação, Pan, entoando sua flauta, revela sua profunda lamentação. O simbolismo é característica marcante em toda a obra de Debussy, como em *Clair de Lune*, *Prélude à L'Après-midi d'un faune*, *La Mer*, *Jeux*, dentre outras. *Syrinx* é uma peça importante não só por incorporar o repertório consagrado para o instrumento, mas também, porque é a primeira de uma série de obras para flauta solo que se seguiriam, como por exemplo, *Cinq Incantations per flauto* de André Jolivet *e Density 21.5* de Edgard Varèse.

A peça apresenta forma ternária (**A** – **B** – **A'**) e embora seja de curta duração, no presente trabalho vamos focar apenas na sessão **A** (c.1-8). Isso se deve ao fato de que estamos aplicando ferramentas analíticas que demandam o olhar local. Aplicar o enfoque local às outras sessões da obra demandaria uma empreitada analítica extensa. Assim, no que diz respeito às ferramentas analíticas aqui apresentadas, nosso objetivo é aplicá-las e expô-las passando por diferentes obras com diferentes texturas. O Quadro 10 expõe a estrutura encontrada na obra.

O PEC*a* é a unidade geradora, ou o gesto principal, que cruza toda a sessão **A** tendo ao menos seis diferentes derivações. Cogan e Pozzi (1976) chamam o PEC*a* de "célula linguística primária da obra"[315] nomeando-a de I*a* e apontam que esta mesma célula está presente "nas frases I*b*, II*a*, III*a*, III*b* e IV*a*, ou seja, as notas da célula e seus intervalos constituintes são a base formativa das demais frases e seções" (COGAN e POZZI, 1976, p. 141). Ainda reforçam a ideia de que o que aqui é considerado como PEC*a* percorre toda a peça observando que "no decorrer da peça, a célula é reordenada, fragmentada e deslocada para outros registros" (COGAN e POZZI, 1976, p. 141)(Exemplo 26).

---

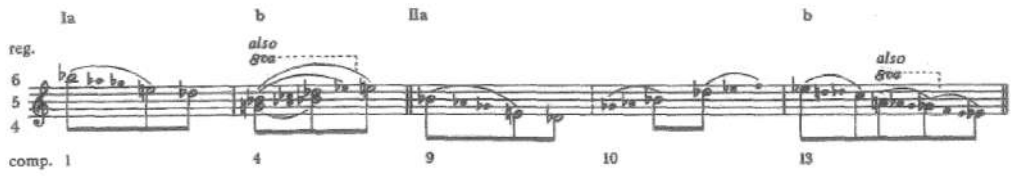
[314] Gabriel Mourey (1865-1943) foi um novelista francês, ensaísta, poeta, tradutor e crítico de arte. Acredita-se que era amigo pessoal de Debussy.

[315] Uma célula é uma pequena coleção de notas ou intervalos que é repetida. Suas notas ou intervalos podem ser sucessivos (horizontais) ou simultâneos (verticais - uma célula de sonoridade). As células podem passar por uma variedade de transformações: reordenamento, fragmentação, elaboração, redistribuição espacial e assim por diante (COGAN e POZZI, 1976, p. 287).

Quadro 10: Estrutura formal de *Syrinx*, de Debussy.

<table>
<tr><td colspan="3">Seção A (c.1-8)</td><td colspan="2">Seção B (c.9-25)</td><td>Seção A1 (c.25-35)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">PEC(A)
(c.1-2)
(frase 1a)</td><td rowspan="3">PECa
(c.1)</td><td>PECa_1</td><td>B1
(c.9-13)</td><td>B2
(c.13-25)</td><td rowspan="12"></td></tr>
<tr><td>PECa_2
(PECa_1’)</td><td colspan="2" rowspan="11"></td></tr>
<tr><td>PECa_3</td></tr>
<tr><td>PECb
(c.2)</td><td>PECb
(PECa_1”)</td></tr>
<tr><td rowspan="7">PEC(B)
(c.3-8)
(frase 1b)</td><td rowspan="3">PECa
(c.3)</td><td>PECa_1</td></tr>
<tr><td>PECa_2</td></tr>
<tr><td>PECa_3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PECc
(c.4)</td><td>PECc_1
(PECa_1’’’)</td></tr>
<tr><td>PECc_2
(PECa_1’’’’)</td></tr>
<tr><td>PECc_3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PECd
(c.5-8)</td><td>PECd_1
(c.5)</td></tr>
<tr><td>PECd_2
(c.5)</td></tr>
<tr><td>PECd_3
(c.6-8)</td></tr>
</table>

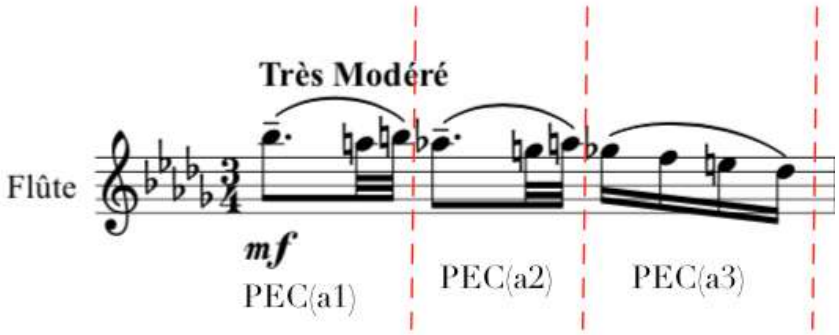
Nesse sentido, os PECs (A) e (B) coincidem com o que Cogan e Pozzi identificam como frase Ia e frase Ib (1976, p. 142), respectivamente (Exemplo 26). Apesar dos autores estarem mais interessados em extrair características intervalares e escalares entendendo como essas relações se conectam com o discurso musical e seu desenvolvimento globalmente, a formalização da seção **A** apresentada pelos autores conjuga a mesma estrutura que a apresentada no Quadro 10[316].



Exemplo 26: Representação das frases I*a*, I*b*, II*a*, II*b*, seus relativos compassos e relação com os PECs. (COGAN e POZZI, 1976, p. 142).

[316] Poderíamos perfeitamente entender as notas geradoras (B♭, A♭, G♭, E, D♭) como um PEC e mapeá-los. Contudo, na presente pesquisa nos ateremos à aplicação dos mecanismos analíticos tal como eles foram propostos deixando para as futuras etapas e fusão dos mecanismos com outras abordagens analíticas já consagradas.

De acordo com o Quadro 10 o PEC(A) (c.1-2) é formado pelos PECs *a* e *b*, e cada um deles é formado por outras subdivisões. O Exemplo 27 mostra a subdivisão do PEC*a* (c.1) nos PECa_1, PECa_2 e PECa_3. Deste modo, cada PEC contém as notas da célula linguística primária expostas acima.



Exemplo 27 – PEC*a* e suas primeiras derivações em *Syrinx*, de Debussy.

Escrevendo os PECa_1, PECa_2 e PECa_3, de acordo com as convenções estabelecidas na Quadro 4, temos as seguintes matrizes:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 10 & 9 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix};$$

$$\text{PEC}a_2 = \begin{bmatrix} 8 & 7 & 9 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{e;}$$

$$\text{PEC}a_3 = \begin{bmatrix} 6 & 5 & 4 & 1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Seja o PECa_1 = ($\vec{j}_1$, $\vec{l}_1$, $\vec{k}_1$) ∴ $\vec{j}_1$ = [10 0.75 1], $\vec{l}_1$ = [9 0.125 1], $\vec{k}_1$ = [11 0.125 1], e; PECa_2 = [$\vec{j}_2$, $\vec{l}_2$, $\vec{k}_2$] ∴ $\vec{j}_2$ = [8 0.75 1], $\vec{l}_2$ = [7 0.125 1], $\vec{k}_2$ = [9 0.125 1]. Ou seja, a matrizes PECa_1 e PECa_2 ficam algebricamente escritas da seguinte forma:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} j_{11} & l_{11} & k_{11} \\ j_{12} & l_{12} & k_{12} \\ j_{13} & l_{13} & k_{13} \end{bmatrix}, \text{PEC}a_2 = \begin{bmatrix} j_{21} & l_{21} & k_{21} \\ j_{22} & l_{22} & k_{22} \\ j_{23} & l_{23} & k_{23} \end{bmatrix} \text{ e PEC}a_3 = \begin{bmatrix} j_{31} & l_{31} & k_{31} \\ j_{32} & l_{32} & k_{32} \\ j_{33} & l_{33} & k_{33} \end{bmatrix}$$

Isolando o componente altura dos PECs a_1 e a_2, elencados acima, e aplicando a análise intravetorial, temos que: $\vec{\boldsymbol{u}}a_1 = (l_{11} - j_{11}, k_{11} - l_{11})$ e $\vec{\boldsymbol{u}}a_2 = (l_{21} - j_{21}, k_{11} - l_{21})$. Assim, $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [-1 2] e $\vec{\boldsymbol{u}}a_2$ = [-1 2], e, consequentemente, $\vec{\boldsymbol{u}}a_1 = \vec{\boldsymbol{u}}a_2$.

Isso significa que uma operação de substituição por transposição está ocorrendo entre os componentes altura dos PECa$_1$ e PECa$_2$. E como $l_{21} - l_{11}$ (8 – 10) = -2, sabemos que se trata de uma transposição negativa $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_{2^-}$.

Aplicando a análise intravetorial aos parâmetros temporal e dinâmica, teremos que outras operações estão ocorrendo concomitantemente. Vejamos, primeiramente, a análise intravetorial do componente temporal. Se $\vec{\boldsymbol{v}}a_1 = (l_{12} - j_{12}, k_{12} - l_{12})$ e $\vec{\boldsymbol{v}}a_2 = (l_{22} - j_{22}, k_{22} - l_{22})$, temos que $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$ = [-0.625 0] e $\vec{\boldsymbol{v}}a_2$ = [-0.625 0], ou seja, $\vec{\boldsymbol{v}}a_1 = \vec{\boldsymbol{v}}a_2$. Essa igualdade não se relaciona com a igualdade $\vec{\boldsymbol{u}}a_1 = \vec{\boldsymbol{u}}a_2$ simplesmente porque no primeiro caso a igualdade pressupõe uma operação de substituição por transposição e não existe transposição aplicável ao componente temporal (a não ser no caso onde ordem e direção temporal são mantidos). Pois, as transposições são operações de substituição e tem como premissa a manutenção da duração entre os PECs elencados e, uma transposição aplicada sobre o componente temporal resultará inevitavelmente numa expansão ou numa retração por alterar os elementos envolvidos[317].

No entanto, a igualdade entre os intravetores $\vec{\boldsymbol{v}}a_1 = \vec{\boldsymbol{v}}a_2$ tem dois significados distintos não comunicativos entre si e que são naturais apenas ao componente temporal (nesses casos específicos): 1) ambos componentes temporais têm a mesma configuração rítmica interna, isto é, o tempo é fraccionado igualmente entre os componentes, e 2) o PECa_1 e o PECa_2 têm a mesma duração, ou seja, [0.75 + 0.125 + 0.125 = 1s] para os dois PECs.

Dizemos que os dois significados acima apresentados são distintos, porque o fato de dois intravetores revelarem configurações rítmicas internas idênticas não implica necessariamente que os dois PECs envolvidos têm a mesma duração. Por exemplo, se o componente temporal do PEC*x* for [0.75 0.125 0.125] e o componente temporal do PEC*y* for [1.75 1.125 1.125], teremos que $\vec{\boldsymbol{v}}_{(x)}$ = [-0.625 0] e $\vec{\boldsymbol{v}}_{(y)}$ = [-0.625 0] e, portanto, que $\vec{\boldsymbol{v}}_{(x)} = \vec{\boldsymbol{v}}_{(y)}$. Contudo, o PEC*x* tem a duração de 1s enquanto o PEC*y* tem a duração de 4s[318].

A informação de que os PECs têm a mesma duração não vem da análise intravetorial, mas da própria notação matricial empregada para os PECs, que revela a repetição literal não só da proporção de divisão do tempo (configuração rítmica interna), mas também da quantidade de tempo gasto nos dois PECs.

---

[317] Essa questão foi tratada na sessão 3.7.2, na subsessão *transposição*.

[318] Para o PEC*x* 0.75 + 0.125 + 0.125 = 1s. E para o PEC*y* for 1.75 + 1.125 + 1.125 = 4s, o que é um caso de expansão por dilatação.

Portanto, em se tratando do componente temporal, quando ocorre a mesma configuração rítmica, (revelada pela análise intravetorial) isso significa que a ordenação interna foi integralmente mantida. Quando ocorre a mesma duração (revelada na notação matricial dos PECs), isso significa que a direção temporal, os intervalos internos de tempo, foram mantidos e estaremos diante do único caso possível de aplicação da operação de substituição por transposição ao componente temporal: a (**S**)$\boldsymbol{T}_0$.

Considerando o componente dinâmica, a análise intravetorial revela outra vez uma igualdade. Se $\vec{\boldsymbol{w}}a_1 = (l_{13} - j_{13}, k_{13} - l_{13})$ e $\vec{\boldsymbol{w}}a_2 = (l_{23} - j_{23}, k_{23} - l_{23})$, temos que $\vec{\boldsymbol{w}}a_1$ = [0 0] e $\vec{\boldsymbol{w}}a_2$ = [0 0], ou seja, $\vec{\boldsymbol{w}}a_1 = \vec{\boldsymbol{w}}a_2$. Nesse caso, a igualdade entre os intravetores revela uma operação de substituição por transposição e a igualdade entre os componentes dinâmica (d_{a1} = [1 1 1] e d_{a2} = [1 1 1]) revela que a operação de transposição foi (**S**)$\boldsymbol{T}_0$[319], pois $l_{13} - l_{23}$ (ou seja, 1 – 1) = 0.

Tabela 10: Relações de transformação e relações intravetoriais entre os PECa_1 e PECa_2.

PECa_1 (c.1)	***Operação de transformação***	PECa_2 (c.1)	***Perturbação (IPs)***
comp. altura [10 9 11]	(**S**)$\boldsymbol{T}_{2^-}$	***comp. altura*** [8 7 9]	*Níveis de perturbação idênticos com 2 IPs*
Intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [-1 2]	=	***Intravetor*** $\vec{\boldsymbol{u}}a_2$ = [-1 2]	
comp. temporal [0.75 0.125 0.125]	(**S**)$\boldsymbol{T}_0$	***comp. temporal*** [0.75 0.125 0.125]	*Níveis de perturbação idênticos com 1 IP*
Intravetor $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$ = [-0.625 0]	=	***Intravetor*** $\vec{\boldsymbol{v}}a_2$ = [-0.625 0]	
comp. dinâmica [1 1 1]	(**S**)$\boldsymbol{T}_0$	***comp. dinâmica*** [1 1 1]	*Nível nulo de perturbação idêntico, 0 IPs*
Intravetor $\vec{\boldsymbol{w}}a_1$ = [0 0]	=	***Intravetor*** $\vec{\boldsymbol{w}}a_2$ = [0 0]	

A análise intravetorial também revela localmente (nos PECs, de maneira isolada) o nível de perturbação relativos aos componentes temporal e dinâmica, e ainda os compara globalmente (de um PEC para o outro). Em relação ao componentes temporal, temos $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$ = [-0.625 0] ∈ PECa_1 e $\vec{\boldsymbol{v}}a_2$ = [-0.625 0] ∈ PECa_2. Como o último componente dos dois intravetores

[319] A operação (**S**)$\boldsymbol{T}_0$ possui um peculiaridade, ela representa uma simples repetição dos elementos entre os componentes analisados. Portanto, no âmbito do Domínio Sonoro, adotamos essa notação para descrever uma simples repetição.

é zero [0], fica revelado que houve apenas um índice de perturbação entre os três elementos que compõem esses componentes temporal. E como a configuração rítmica é a mesma, trata-se do mesmo nível de perturbação para os dois componentes.

Considerando os componentes dinâmica, temos $\vec{w}a_1$ = [0 0] e $\vec{w}a_2$ = [0 0] e, por conseguinte, $\vec{w}a_1 = \vec{w}a_2$ expondo o nível de perturbação identicamente nulo nos dos PECs. Desse modo, entre os PECa_1 e PECa_2 temos as seguintes relações (Tabela 10):

Por conta do alto grau de semelhança entre os PECs a_1 e a_2, dizemos que o PECa_2 é uma variação do PECa_1, ou seja, o PECa_2 = PECa_1'. Podemos descrever algebricamente as operações de transformação entre os PECs da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 10 & 9 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} (\mathbf{S})\boldsymbol{T}2- \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0 \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 7 & 9 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \text{PEC}a_2$$

Considerando o PECa_3, é observado que sua duração em relação as PECa_1 e PECa_2 é a mesma. Contudo, o número de notas entre eles é diferente. Podemos atestar essas informações através da simples soma dos elementos de ambos os PECs: dos PECa_1 e PECa_2 temos que

$$ta_1 = ta_2 = 0.75+0.125+0.125^{320} = 1.$$

E do PECa_3 temos que

$$ta_3 = 0.25+0.25+0.25+0.25 = 1.$$

Ou seja:

$$\sum_{i=1}^{n=a_{1n}} t_{a1}(i) = \sum_{i=1}^{n=a_{2n}} t_{a2}(i) = \sum_{i=1}^{n=a_{3n}} t_{a3}(i) = 1$$

Configura-se, portanto, a operação de substituição por realocação mediante a semelhança duracional e dessemelhança quanto ao número de elementos elencados em cada componente.

---

[320] Onde $t_i = (ti_1 + ti_2 + \dots ti_n)$.

A força descritiva das operações de realocação está na relações externamente reveladas, ou seja, na observação dos componentes anotados na própria matriz PEC. Contudo, mesmo que a análise intravetorial não revele a operação em si, ela pode revelar relações internas aos componentes. Nesse sentido, tomaremos inicialmente as relações externas.

Focando o componente temporal, a Figura 73 mostra que existem duas operações de realocações: uma positiva e outra negativa. Tomando o componente $ta_{1,2}$ para os PECs a_1 e a_2, e o componente ta_3 para os PECa_3, teremos $ta_{1,2}$ = [0.75 0.125 0.125] e ta_3 = [0.25 0.25 0.25 0.25]. O primeiro componente de $ta_{1,2}$ (o valor 0.75) é realocado nos três primeiros componentes de ta_3 (nos valores 0.25 0.25 0.25), enquanto os dois últimos componentes de $ta_{1,2}$ (os valores 0.125 0.125) são realocados no último componente de ta_3 (no valor 0.25). Como no primeiro caso três novas figuras são rearranjadas no espaço duracional de uma figura, a realocação foi (**S**)$\boldsymbol{Re}_3^+$. Já na segunda realocação, duas figuras foram suprimidas e convertidas em uma e, assim, temos uma (**S**)$\boldsymbol{Re}_2^-$.

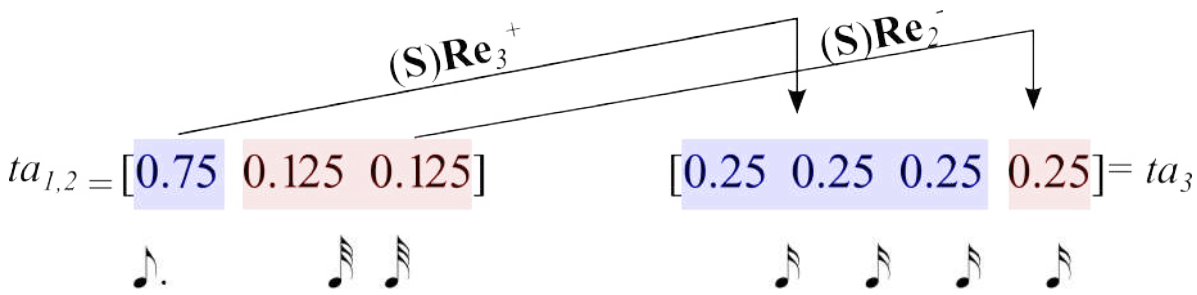


Figura 73: Realocações (**S**)Re_3^+ e (**S**)Re_2^- entre os PECs a_1/a_2 e a_3 em *Syrinx*, de Debussy.

O círculo das alturas mostra como a operação de realocação entre os PECs a_2 e a_3 se configura no que diz respeito ao componente altura. A altura A♭ (8) se realoca nas alturas G♯, F e E (6 5 4) enquanto as alturas G e A (7 9) são realocadas na altura D♭ (1), seguindo o mesmo modelo de divisão do componente temporal. A Figura 74 expõe essas trajetórias utilizando as linhas pontilhadas em vermelho, sem as setas de direção.

Comparando os círculos das alturas podemos perceber que as linhas que conectam as alturas (8 7) de pa_2 e as alturas (6 5) e (5 4), de pa_3, têm semelhança (os círculos mais ao alto da Figura 74). A relação em semelhança é direção intervalar, o que por sua vez caracteriza uma transposição que ocorre concomitantemente à operação de substituição por realocação.

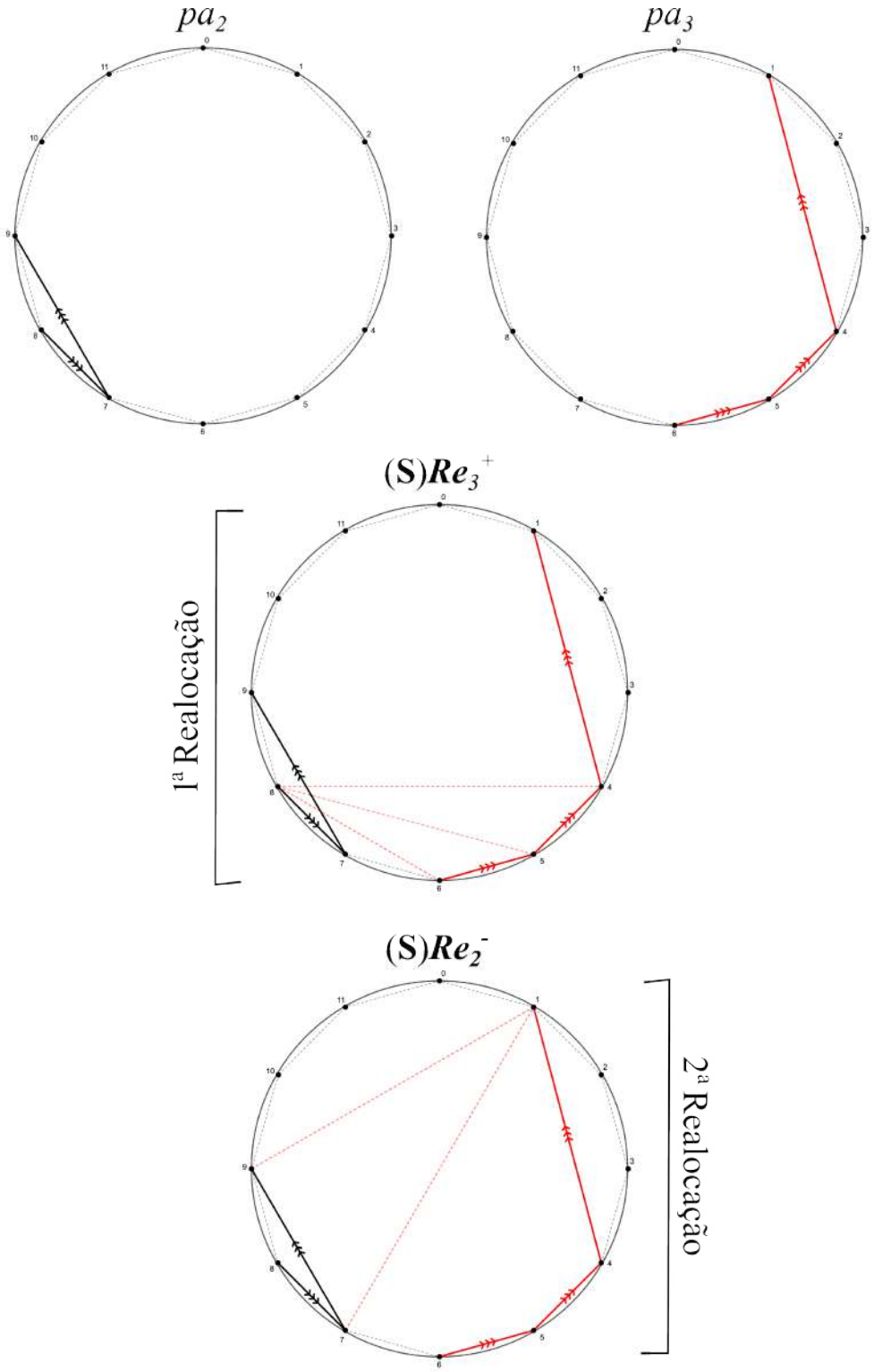


Figura 74: O primeiro círculo corresponde ao componente altura pa_2 (PECa_2); o segundo círculo corresponde ao componente altura pa_3 (PECa_3); o círculo do meio corresponde a primeira operação de realocação ((**S**)**Re**$_3^+$) entre os PECs a_2 e a_3. O círculo mais inferior corresponde a segunda realocação ((**S**)**Re**$_2^-$) entre os mesmos componentes.

Isolando o componente dos PECs a_2 e a_3 obtemos, respectivamente, pa_2 = [8 7 9] e pa_3 = [6 5 4 1]. Vimos que a análise intravetorial aplicada aos PECs a_1 e a_2 revela o intravetor

$\vec{u}a_1$ = [-1 2], caracterizando uma operação de substituição por transposição entre eles. Ao aplicar a análise intravetorial ao componente altura do PECa_3 é revelado o intravetor $\vec{u}a_3$ = [-1 -1 -3]. Isso significa que a direção intervalar entre os primeiros elementos do componente altura é mantida dentro da operação de realocação. Assim, a direção intervalar entre os dois primeiros elementos dos três componentes (pa_1, pa_2 e pa_3) é de total semelhança, apesar da realocação existente (Figura 75).

Isso fica evidenciado no primeiro número dos intravetores $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}a_2$. Contudo, como o PECa_3 possui um elemento a mais, também existirá uma relação intravetorial a mais, que no caso do intravetor $\vec{u}a_3$, é a repetição da direção intervalar antecedente.

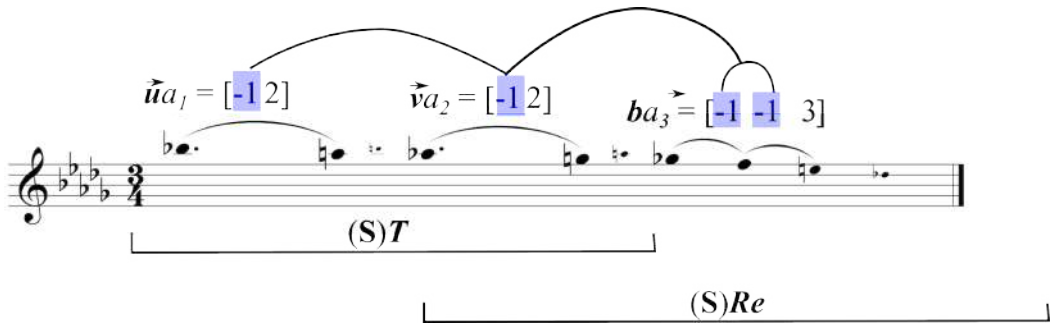


Figura 75: Exposição dos intravetores $\vec{u}$, $\vec{v}$ e $\vec{b}$, respectivamente relativos aos PECs a_1, a_2 a_3 revelando coesão intervalar interna do PEC*a*, em *Syrinx*, de Debussy.

A repetição da direção intervalar fica evidenciada pela repetição do número [-1] (o segundo elemento) no intravetor $\vec{u}a_3$, como aponta a figura Figura 75. Isso quer dizer que entre o segundo e o terceiro elementos do componente pa_3 também ocorre a mesma trajetória apontada em $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}a_2$.

Tomando o componente dinâmica, observamos que não há variância durante os PECs a_1, a_2 e a_3. A análise intravetorial aplicada aos três componentes dinâmica, revelam: de da_1 temos $\vec{w}a_1$ = [0 0]; de da_2 temos $\vec{w}a_2$ = [0 0] e de da_3 temos $\vec{w}a_3$ = [0 0 0]. Esses dados mostram que não há índice de perturbação em todo o PEC*a* no que diz respeito aos componente dinâmica envolvidos. Mais a frente iremos observar os gráficos relativos aos índices de perturbação de toda seção A.

Dessa forma, o PEC*a* (c.1), como um todo, mantém concordância intervalar em sua estrutura interna sobretudo pela incidência da operação de substituição por transposição, mesmo havendo duas realocações. Abaixo expomos a DAD das transformações internas ao PEC*a*.

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 10 & 9 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} (\mathbf{S})\boldsymbol{T}_2- \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0 \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0 \end{bmatrix} = \text{PEC}a2 \begin{bmatrix} 8 & 7 & 9 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow$$

$$\begin{bmatrix} (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}_{3+}, (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}_{2-} \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}_{3+}, (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}_{2-} \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}_{3+}, (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}_{2-} \end{bmatrix}^{321} = \begin{bmatrix} 6 & 5 & 4 & 1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \text{PEC}a3$$

Lançando o olhar sobre o PEC*b* (c.2), obtemos a seguinte notação matricial:

$$\text{PEC}b = \begin{bmatrix} 10 & 12 & 11 & 10 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Isolando o componente temporal, temos basicamente as mesmas relações encontradas nos PECs a_1 e a_2. A diferença está não apenas no número de elementos, mas também, no aumento duracional. Em outras palavras, uma operação de expansão está ocorrendo no PEC*b*, se comparado com a_1 e a_2. Tomando o componente temporal *tb* = [0.75 0.125 0.125 1] e somando seus elementos, fica claro que a duração total é de 2s, revelando o acréscimo de 1s em relação ao PEC anterior, e por isso, a operação de expansão.

Ao comparar os intravetores de PECa_1 $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$ = [-0.625 0], e o intravetor do PEC*b* $\vec{\boldsymbol{v}}b$ = [-0.625 0 0.875], fica evidenciado que a configuração rítmica é praticamente a mesma no PECa_3 excetuando-se o elemento adicionado. Dessa maneira, a operação de expansão por dilatação é afirmada através da soma dos elementos do componente temporal do PEC*b*.

No entanto, quando tomado o componente altura, outras relações são estabelecidas. Se de *pb* = [10 12 11 10] temos o intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}b$ = [2 -1 -1], e de pa_2 e pa_1 temos o intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}a_{1,2}$ = [-1 2], um operação de inversão é clarificada, pois $\vec{\boldsymbol{u}}a_{1,2}$ = [*a b*] e $\vec{\boldsymbol{u}}b$ = [*-b -a x*]. O último elemento do intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}b$ = [-1], se conecta à mesma direção intervalar predominante entre os PECs a_1, a_2 e a_3, empregando unidade entre todos os PECs formadores do PEC(A) (). O grau de proximidade entre os PECs a_2 e *b*, nos permite dizer que o PEC*b* pode ser entendido como PECa_1'', ou seja, uma segunda variação do PECa_1.

[321] Existem operações concomitantes à operação de realocação, descritas e apresentadas no texto.

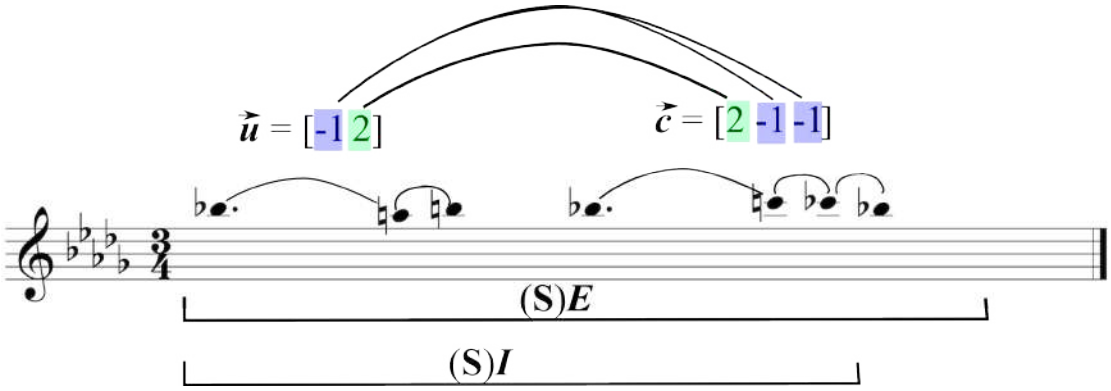


Figura 76: Exposição dos intravetores $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}b$, respectivamente relativos aos PECs a_1 e b revelando operações de expansão e de inversão entre eles, em *Syrinx*, de Debussy.

O círculo das alturas (Figura 77) expõe a inversão existente entre o PECa_1 e o PECb.

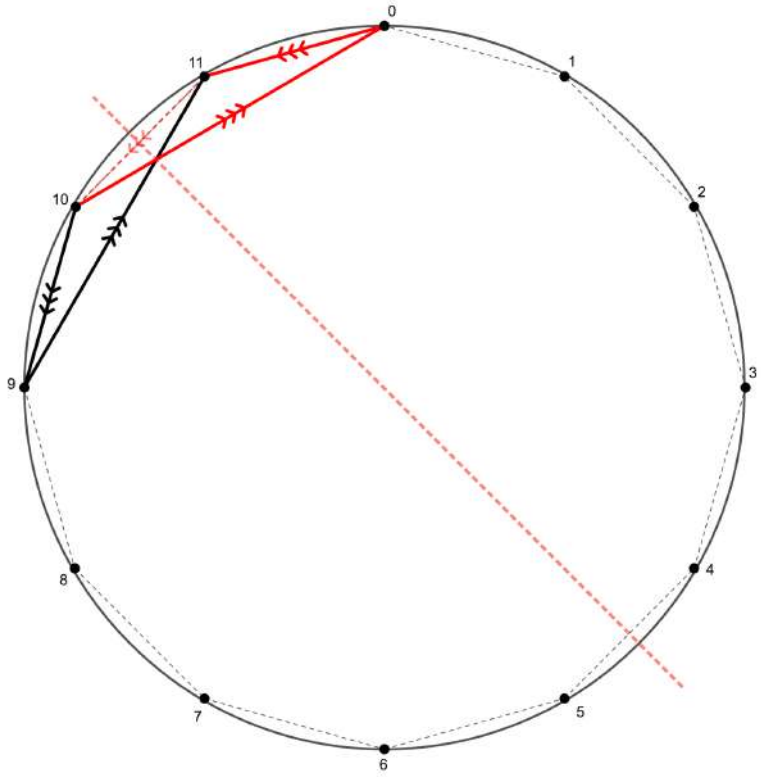


Figura 77: Círculo das alturas expondo a operação de inversão entre os PECs a_1 e b. As linhas escuras expõem a trajetória intervalar do PECa_1 e as linhas vermelhas expõem a trajetória do PECb. A linha pontilhada em vermelho corta os dois desenhos revelando a reflexão natural das operações de substituição por inversão.

No que diz respeito ao componente dinâmica, não ocorrem operações de transformação. No entanto, o intravetor $\vec{w}b$ = [0 0 -2] revela que o primeiro índice de perturbação ligado ao componente dinâmica ocorre neste momento.

Portanto, a DAD das transformações ocorridas entre o PECa_1 e o PECb é dada da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a1 = \begin{bmatrix} 10 & 9 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} [(\mathbf{E})\boldsymbol{D}, ((\boldsymbol{S})\boldsymbol{I})] \\ (\mathbf{E})\boldsymbol{D} \\ (\mathbf{E})\boldsymbol{D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 12 & 11 & 10 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} = \text{PEC}b$$

O PEC(B) (c.3-8) é formado por uma repetição literal do PECa (c.3), apresentado primeiramente no compasso 1, pelo PECc (c.4-5) e pelo PECd (c.5-8). O PECc, por sua vez, é formado pela união do PECc_1 (que é a variação PECa_1''') do PECc_2 (que é a variação PECa_1'''') e pelo PECc_3. Cogan e Pozzi (1976) propõem que "após a reminiscência da frase Ia (compasso 3), a frase Ib desenvolve-se nos compassos 4-8" (p. 144), o que não difere de nossa proposta, visto que por reminiscência da frase Ia, os autores se referem exatamente a repetição literal do PECa, no compasso 3. O que os autores nomeiam como frase Ia, denominamos PEC(A). O que por eles é denominado como frase Ib, entendemos como PEC(B).

Dessa forma, o PECc e seus PECs integradores ficam assim descritos:

$$\text{PEC}c_1 = \begin{bmatrix} 10 & 6 & 7 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ -4 & -4 & -4 \end{bmatrix} (\text{PEC}a_1'''),$$

$$\text{PEC}c_2 = \begin{bmatrix} 11 & 6 & 7 \\ 0.66 & 0.16 & 0.16 \\ -2 & -2 & -2 \end{bmatrix} (\text{PEC}a_1''''), \text{ e}$$

$$\text{PEC}c_3 = \begin{bmatrix} 12 & 6 & 7 & 13 & 16 & 13 \\ 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Lançando, primeiramente, o olhar sobre o componente temporal do PECc_1 e comparando-o com o PECa_1 (do qual c_1 deriva), observamos que ambos têm a mesma duração e assim, portanto, as operações que ocorrerem são as de substituição.

Considerando o componente altura pc_1, seu intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}c_1$ = [-4 1] e comparando-os aos componente pa_1 e o intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [-1 2], é revelado que a direção intervalar entre os PECs a_1 e c_1 é parcialmente mantida, ou seja, não há inversões, retrogradações ou rotações, mas também, não ocorre uma transposição literal. Ficam mantidas as direções descendente e ascendente, porém, em escalas diferenciadas. A evidência está no sentido negativo no primeiro

elementos dos dois intravetores e no sentido positivo no segundo elemento dos dois intravetores.

Podemos descrever essas operações partindo de relação internas aos intravetores. Por exemplo, no caso de $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}c_1$, as direções intervalares são mantidas, porém, em $\vec{u}c_1$ o salto descendente é maior e o salto ascendente é menor. Isso significaria dizer que entre $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}c_1$ existem duas operações de transposição ocorrendo simultaneamente: $(\mathbf{S})T_3^-$ e $(\mathbf{S})T_1^-$ (Figura 78).

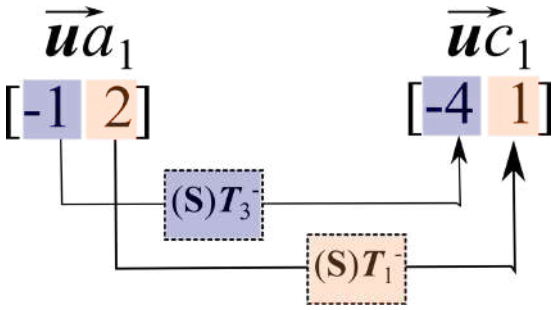


Figura 78: Operações de substituição por transposição (S)T_3^- e (S)T_1^-, internas aos intravetores $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}c_1$, em *Syrinx*, de Debussy.

De fato, essa parece ser uma saída e até mesmo uma porta de aplicabilidade para a própria teoria e seus mecanismos construídos no presente trabalho. Apesar desse nível territorial analítico complementar nossa abordagem, no presente trabalho, estamos focando nas relações delimitadas pela fixação territorial mais fechada dos PECs. Em outras palavras, estamos observando como os mecanismos descritivos se comportam ao analisar as relações PEC a PEC a partir de um arquétipo apreendido[322], contudo, evidenciando tais possibilidades em aplicações futuras da presente pesquisa. A fim de obtermos a descrição dessas relações específicas, notaremos essa operação interna de transformação como $\vec{u}a_1 \rightarrow [(\mathbf{S})T_3^-, (\mathbf{S})T_1^-] = \vec{u}c_1$

O maior distanciamento entre os PECa_1 e o PECc_1 está no componente dinâmica, pois enquanto da_1 = [1 1 1], dc_1 = [-4 -4 -4], ou seja, uma variação direta entre as dinâmicas ***mf*** e ***pp***. Intravetorialmente, tanto $\vec{w}a_1$ quanto $\vec{w}c_1$ revelam o nível nulo de perturbação, pois $\vec{w}a_1$

[322] De fato, essa parece ser um janela de aplicação, tanto da análise intravetorial quando das operações de transformação, bastante satisfatória. Pois estaríamos aplicando os mecanismos descritivos das operações de transformações diretamente nos intravetores. Além de fortalecer tais mecanismos, relações em subcamadas do discurso musical seriam expostas e modelos sistêmicos seriam extraídos e aplicados composicionalmente. Uma consequência, no entanto, seria reduzir drasticamente o território de aplicação da análise. Esse nível de operação, na verdade, complementaria o nível atingido na presente pesquisa. Enfim, essa aplicação figura como um dos principais naturais desdobramentos da presente pesquisa. Usaremos essa notação para mapear essas transformações, contudo, essas relações específicas não tomarão parte central na presente pesquisa.

= $\vec{w}c_1$ = [0 0]. A igualdade do nível de perturbação ocorre porque entre os dos PECs é configurada uma operação de transposição (**S**)T_3^{-323} (Figura 79).

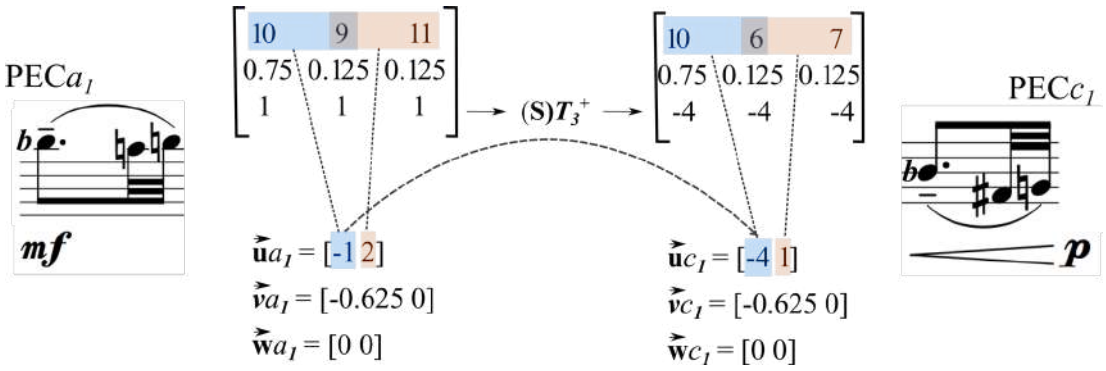


Figura 79: Exposição das relações encontradas entre os PECa_1, PECc_1 e seus intravetores, baseado em *Syrinx*, de Debussy.

A DAD das derivações e transformações entre os PECs a_1 e c_1 são descritas da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 10 & 9 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} [(\mathbf{S})T0, (\mathbf{S})T3-, (\mathbf{S})T4-,] \\ (\mathbf{S})T0 \\ (\mathbf{S})T3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 6 & 7 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ -2 & -2 & -2 \end{bmatrix} = \text{PEC}c_1$$

O PECc_2 (c.4) é também espelhado no PECa_1, no entanto, possui mais derivações em sua estrutura. O intravetor $\vec{v}c_2$ = [0.5 0], revelado pela análise intravetorial aplicada ao componente tc_2, revela a mudança de configuração rítmica em relação ao componente ta_1, ou seja, a diferença entre os dois primeiros pontos de ataque é menor no PECc_1. Isto é, se em termos de duração não há diferença e em termos de configuração rítmica há diferenças, não ocorrem operações de expansão ou de retração, mas, de substituição, a saber – uma operação de substituição por realocação.

Nesse caso, como não há inserção de novos elementos, dizemos que a realocação foi de nível zero (0), descrita da seguinte maneira: $\vec{v}c_1 \rightarrow$ (**S**)$Re_0 = \vec{v}c_2$.

Do componente pc_2 = [11 6 7], obtemos o intravetor $\vec{u}c_2$ = [-5 1] e, comparando-o ao intravetor $\vec{u}c_1$ = [-4 1], podemos observar que além da semelhança direcional intervalar com com o PECa_1, no PECc_2 ocorre um distanciamento intervalar (ou ampliação intervalar) na

[323] A numeração correspondente às dinâmicas comtempla oito posições. Por isso, de [1] para [-4] três posições foram retrocedidas, o que nos leva a (**S**)T_3-. Para visualizar a escala de valoração das dinâmicas e fórmula usada para tal, ver Quadro 4.

mesma direção do PEC anterior. Essa relação é revelada nos primeiros elementos de $\vec{u}c_1$ (-4) e $\vec{u}c_2$ (-5), ou seja, o salto descendente em $\vec{u}c_2$ é maior, porém, como em $\vec{u}a_1$ e $\vec{u}c_1$, é um salto intervalar descendente. Como (-5 – (-4)) = -1, a exata diferença entre os saltos de pc_1 e pc_2 é de um semitom (Figura 80).

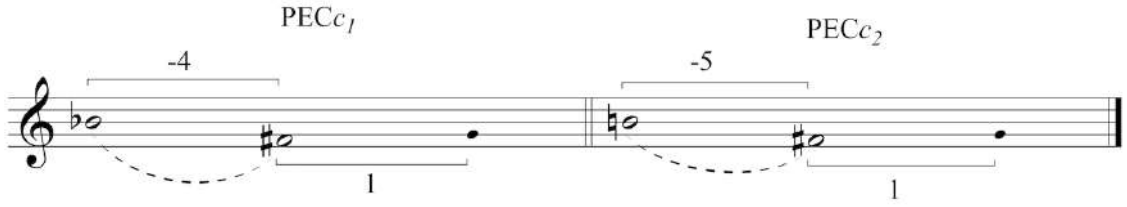


Figura 80: Exposição das direções intervalares reveladas pela análise intravetorial nos PECs c_1 e c_2, encontrados em *Syrinx*, de Debussy.

As relações, portanto, estão ocorrendo separadamente entre os intravetores, e as descrevemos da seguinte maneira: $\vec{u}c_1 \rightarrow [(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_1^{-}, (\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0] = \vec{u}c_2$, ou seja, a transposição de um semitom descendente aplicada no primeiro elemento de $\vec{u}c_1$, garante a $\vec{u}c_2$ o salto mais longo e na mesma direção. A transposição $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0$ garante a repetição do último elemento de $\vec{u}c_1$ em $\vec{u}c_2$.

No tocante ao componente dinâmica dc_2, a relação é de transposição tanto no que diz respeito ao componente da_1 e ao componente dc_1. Em comparação com dc_1, a operação de transposição é $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_1^{+}$, e em comparação a da_1, $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_2^{-}$.

Já o PECc_3 (c.4) se mantém em maior distância em relação ao PECa_1. Não em relação ao seu tamanho, mas sobretudo em relação à direção intervalar e ordenação. O componente tc_3 = [0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16] revela que o PECc_3 tem a mesma duração[324] dos PECs que o antecedem, contudo, o número de elementos em jogo é duas vezes maior do seus predecessores. Assim, a inserção de novos elementos sem alteração temporal, configura uma operação de substituição por realocação, empregada ao PECc_3.

A operação de realocação, nesse caso, é exclusivamente sobre o componente temporal, pois as alturas contidas em tc_3 claramente obedecem a um padrão gestual que, gradualmente, é derivado de acordo com as passagens dos PECs c_1 e c_2 (Figura 81).

Desta forma, a operação de realocação sobre o componente temporal fica da seguinte maneira (Figura 82).

[324] 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 ≅ 1s, que também é a duração dos outros PECs em questão.

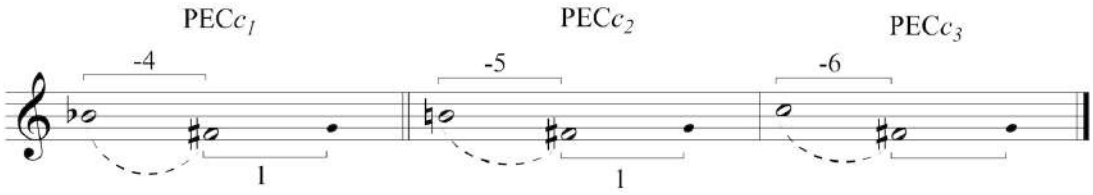


Figura 81: Padrão gestual gradualmente derivado nos PECs c_1, c_2 e c_3 encontrados em *Syrinx*, de Debussy**.**

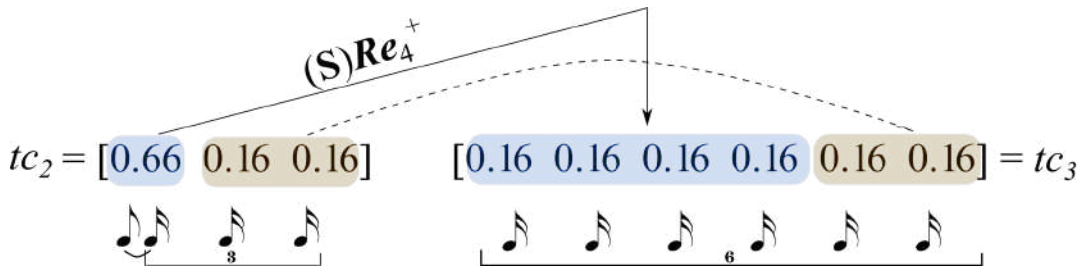


Figura 82: Exposição da operação de realocação (**S**)$\boldsymbol{Re}_4^+$ envolvendo os componentes tc_2 e tc_3. Os dois últimos elementos de tc_2 são repetidos em tc_3.

A primeira figura de tc_2 (0.66) é realocada nas quatro primeiro figuras de tc_3, enquanto as duas últimas figuras são repetidas em tc_3.

Considerando o componente altura, o grupo com as três primeiras notas de pc_3 obedece a um mesmo desenho intervalar apresentado em pc_1 e pc_2 (Figura 81), dando sequência à ampliação intervalar gradual que permeia os três PECs. Essa característica fica evidenciada se tomados os intravetores $\vec{\boldsymbol{u}}c_1$ = [-4 1], $\vec{\boldsymbol{u}}c_2$ = [-5 1] e a primeira parte do intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}c_3$ = [-6 1 6 3 -3], ou seja, os elementos [-6 1]. Dessa maneira, o salto intervalar descendente é maior no PECc_3.

A ampliação intervalar iniciada em pc_1, passando por pc_2 chega ao componente pc_3 em seus primeiros elementos caracterizando uma operação de transformação interna integral. Na verdade, existem operações distintas aplicadas a cada componente neste caso. Portanto, optaremos por estabelecer a operação de realocação em detrimento das demais operações integralmente internas existentes.[325]

A mesma situação ocorre entre os componentes dinâmica dc_2 e dc_3, pois dc_2 = [-2 -2 -2] e dc_3 = [-1 -1 -1 -1 -1 -1], e $\vec{\boldsymbol{w}}d_2$ = [0 0] e $\vec{\boldsymbol{w}}d_3$ = [0 0 0 0 0]. A operação de transposição é clara por conta da igualdade entre os dois primeiros elementos de $\vec{\boldsymbol{w}}d_2$ e $\vec{\boldsymbol{w}}d_3$. Contudo, concomitantemente, existe uma operação de realocação que figura por todo PEC antes que operações mais internas sejam evidenciadas.

[325] Para mais informações sobre nossa escolha pelas operações mais próximas ao tratamento externo, ver subseção 3.7.4

Por essa razão, nos ateremos à operação de transformação por realocação para descrever todas as operações de transformação entre os PECs c_2 e c_3. Não que estas sejam as únicas, mas, como explicitado antes, no presente trabalho buscamos as relações mais próximas às operações externas. Portanto, podemos descrever as transformações entre esses PECs da seguinte maneira:

$$\text{PEC}c_2 = \begin{bmatrix} 11 & 6 & 7 \\ 0.66 & 0.16 & 0.16 \\ -2 & -2 & -2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} \boldsymbol{(S)Re} \\ \boldsymbol{(S)Re} \\ \boldsymbol{(S)Re} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 6 & 7 & 13 & 16 & 13 \\ 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} = \text{PEC}c_3$$

O PECd (c.5-8) é o último a integrar a sessão **A** da obra e é composto pelo PECd_1 (c.5), o PECd_2 (c.5, que tem relações com o PECc_2) e o PECd_3 (c.6-8). Os PECs ficam descritos da seguinte maneira:

$$\text{PEC}d_1 = \begin{bmatrix} 10 & 6 & 7 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 & 1 \\ -2 & -2 & -2 & -1 \end{bmatrix},$$

$$\text{PEC}d_2 = \begin{bmatrix} x & 8 & 11 & 13 & 16 & 20 \\ 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 \\ x & -2 & -2 & -2 & -2 & 1 \end{bmatrix} \text{e,}$$

$$\text{PEC}d_3 = \begin{bmatrix} 8 & 11 & 13 & 15 & 10 \\ 0.25 & 4 & 1 & 2 & 1 \\ -2 & -2 & -1 & -2 & -4 \end{bmatrix}.$$

O PECd_1 apresenta quantidade maior de elementos e tem maior duração quando comparado com o PECc_1. Por isso, ocorre uma operação de expansão (Equação 11) , pois:

$$\sum tc1 = 1 \neq 2 = \sum td1$$

Equação 11: O somatório dos elementos dos componentes temporais de c_1 e d_1 são diferentes.

A expansão fica evidenciada na entrada do último vetor do PECd_1, em todos os componentes. No componente dinâmica, o único valor diferente está justamente elencado no vetor adicionado ao PEC. No que diz respeito ao componente temporal, tc_1 e td_1 se diferem apenas pela entrada do valor 1 ao fim de td_1, o que fato, caracteriza a expansão.

Contudo, em relação ao componente altura, os gestos de pc_1 e pd_1 são deveras semelhantes. Na verdade, o componente pd_1 é uma repetição literal de pc_1 com o acréscimo da primeira nota de pc_2, a altura 11 (B) (Figura 83).
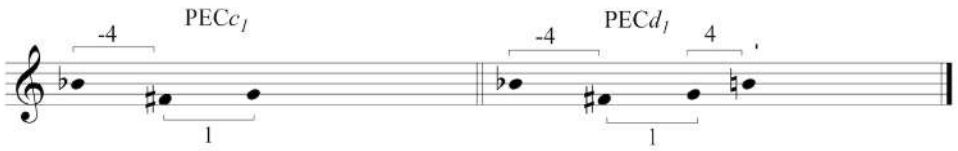


Figura 83: Exposição dos componentes altura pc_1 e pd_1, e seus respectivos intravetores.

O intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}d_1$ = [-4 1 4] não apenas revela a associação entre os PECs, mas também revela que em pd_1 ocorre internamente uma retrogradação de uma transposição. Se [-4 1] revela uma direção intervalar [1 4] revela exatamente a retrogradação dessa direção. O número 1, que é comum aos dois subconjuntos, funciona como pivô da operação. Contudo, o número 4 (positivo) é o que garante que a retrogradação. Em outras palavras, o número 1 revela a transposição, e o número 4, ambos do segundo subconjunto de $\vec{\boldsymbol{u}}d_1$, revela a retrogradação (Figura 84).
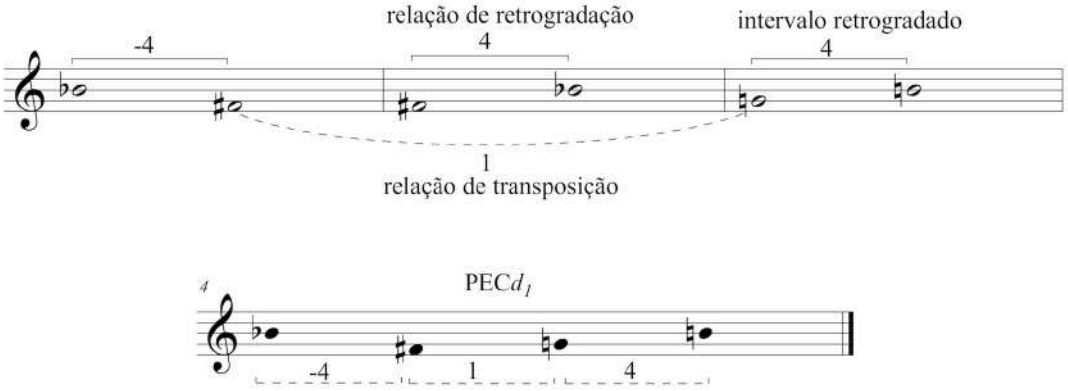


Figura 84: Exposição das relações de transposição e retrogradação internas ao componente pd_1 e de seu intravetor em *Syrinx*, de Debussy.

Descrevendo as operações integralmente internas de transformação entre pc_1 e pd_1, teremos: $\vec{\boldsymbol{u}}c_1 \rightarrow$ [(S)$\boldsymbol{T}_0$, [(S)$\boldsymbol{R}$ ((S)$\boldsymbol{T}_1{}^+$)] = $\vec{\boldsymbol{u}}d_1$. Como em nossa análise procuramos nos ater e revelar as operações externas, descrevemos as relações entre pc_1 e pd_1 através das operações de (S)$\boldsymbol{T}_0$ (a repetição literal dos três primeiros elementos de c1) e (E)$\boldsymbol{E}$.

As operações aplicadas aos componentes dinâmica dc_1 = [-4 -4 -4] e dd_1 = [-2 -2 -2 1] são similares às do componente altura. Antes da inserção de mais um elemento, por conta

da expansão, uma transposição $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_1{}^{+326}$ leva os três primeiros elementos de *dc₁* aos três primeiros elementos de *dd₁*.

Desta forma, as transformações entre os PECs *c₁* e *d₁* ficam descritas da seguinte forma:

$$\text{PEC}c_2 = \begin{bmatrix} 10 & 6 & 7 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 \\ -4 & -4 & -4 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} (\mathbf{S})\boldsymbol{T}0, & (\mathbf{E})\boldsymbol{E} \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}0, & (\mathbf{E})\boldsymbol{E} \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}\mathbf{1}+, & (\mathbf{E})\boldsymbol{E} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 6 & 7 & 11 \\ 0.75 & 0.125 & 0.125 & 1 \\ -2 & -2 & -2 & -1 \end{bmatrix} = \text{PEC}d_1$$

O PEC*d₂* está afastado do modelo apresentado em *a₁*, mas mantem alguma semelhança com o PEC*c₃*, e essa semelhança se dá, principalmente, pela configuração rítmica. O *x* em dois componentes no primeiro vetor constituinte de *d₂*, indica que uma pausa é o primeiro elemento de todo o PEC. Consideramos a pausa como elemento integrador de *td₂* porque toda configuração rítmica do PEC*d₂* obedece ao modelo apresentado no PEC*c₃*. Considerando os componentes temporal *tc₃* e *td₂* teremos uma $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_0$, já que as configurações (considerando a pausa) são as mesmas.

No entanto, se comparado a *td₁*, o componente temporal do PEC antecessor (o PEC*d₁*), as durações são distintas (Equação 12), pois:

$$\sum td2 = 1 \neq 2 = \sum td1$$

Equação 12: O somatório dos elementos dos componentes temporais de *t₁* e *t₂* são diferentes.

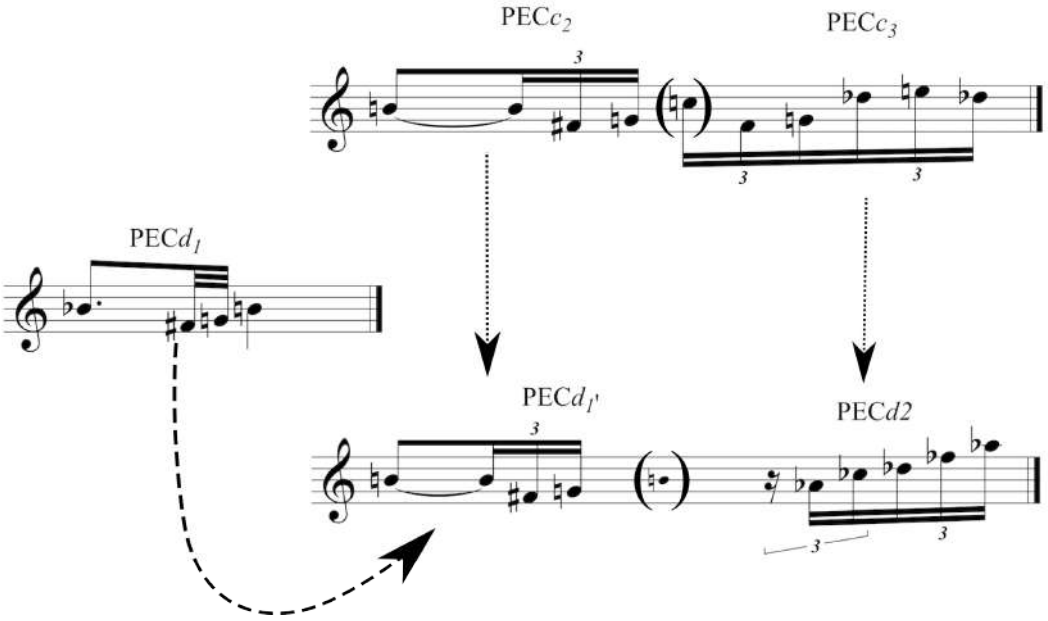
Nesse caso, uma operação de retração ocorre em *td₂*, que é deflagrada na eliminação do elemento que constituiu a expansão em *td₁*. Em outras palavras, retirando o elemento que é enxertado em *d₁*, a relação *d₁ – d₂* tem algum grau de semelhança com *c₂ – c₃* (Exemplo 28).

A relação entre os dois grupos de PECs está na configuração rítmica quase idêntica, a não ser pela nota (B) inserida em *d₁* e pela pausa em *d₂*. Ocorrem também claras semelhanças entre as notas em jogo, conforme aponta o Exemplo 28.

Por outro lado, retomando a comparação com componente *pc₃*, se desconsiderarmos a primeira nota de *pc₃*, tomarmos seu o intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}c_3$ = [1 6 3 -3], tomarmos também o intravetor $\vec{\boldsymbol{u}}d_2$ = [3 2 3 4] e compará-los, veremos que não estão ocorrendo operações de substituição globalmente falando. Uma hipótese seria considerar operações integralmente

[326] Para mais informações sobre os valores atribuídos as dinâmicos que nos levam a $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_1{}^{+}$, ver Quadro 4.

internas, elemento a elemento. Nesse caso, teríamos a descrição $\vec{u}c_3 \rightarrow$[(S)T_2^+, (S)T_3^-, (S)T_0, (S)T_7^+] = $\vec{u}d_2$ [327] indicando as mudanças de direções intervalares.



Exemplo 28: Exposição dos PECs c_2 e c_3, relacionando-os com os PECs d_1' e d_2, em *Syrinx*, de Debussy.

Dessa maneira, entendemos que tanto as relações entre o PECs c_3 d_2, e, entre os PECs d_1 e d_2, são fracas no que diz respeito ao componente altura. Contudo, considerando os PECs c_3 d_2 podemos descrever essas transformações como operações de (S)Re_0, ou seja, não há variação de duração entre os PECs, mas sim um rearranjo das alturas no PECd_2. Em outras palavras, as relações entre esses PECs são integralmente internas.

Como as relações entre os componentes dinâmica dc_3 dd_2 e dd_1 dd_2 são igualmente fracas, ou podem ser descritas com operações integralmente internas, consideraremos, portanto, apenas a operação (S)T_0 entre os PECs c_3 e d_2. As operações de transformação entre os PECs c_3 e d_1 são descritas da seguinte maneira:

$$\text{PEC}c_3 = \begin{bmatrix} 12 & 6 & 7 & 13 & 16 & 13 \\ 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}0 \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{T}0 \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}0 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} x & 8 & 11 & 13 & 16 & 20 \\ 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 \\ x & -2 & -2 & -2 & -2 & 1 \end{bmatrix} = \text{PEC}d_2$$

[327] Ver nota 281.

Por fim, o PECd_3 é o que mais se distancia de todos os PECs antecessores, a começar pela duração do mesmo (8.25s)[328]. Considerando a manutenção do número de elementos e o aumento significativo da duração (em relação ao PEC antecessor), fica configurada a operação de expansão por dilatação.

Aplicando a análise intravetorial sobre o componente altura, surge o intravetor $\vec{u}d_3$ = [3 2 2 -5] que, comparado ao intravetor $\vec{u}d_2$ = [3 2 3 4], revela semelhança entre seus dois primeiros elementos. Essa semelhança indica que entre as três primeiras notas dos PECs d_2 e d_3 existe coincidência total de direção intervalar. No entanto, as alturas também são idênticas nesse mesmo trecho, o que faz emergir um certo grau de semelhança entre d_2 e d_3 (Figura 85).

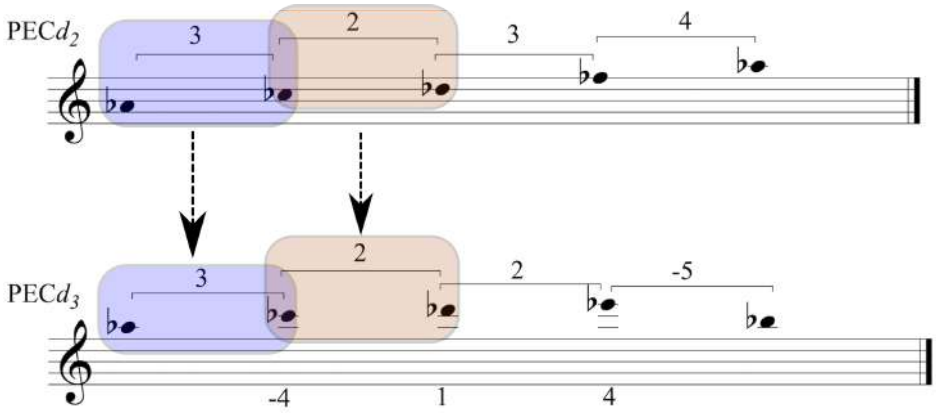


Figura 85: Exposição dos PECs d_2 e d_3, seus intravetores e a semelhança entre os primeiras notas de seus componentes altura, em *Syrinx*, de Debussy.

Para além das operações integralmente internas entre os componentes altura acima descritos, a operação externa que configura toda a transformação entre os PECs d_2 e d_3 é a (**E**)$\boldsymbol{D}$, e portanto, as descrevemos como se segue:

$$\text{PEC}d_2 = \begin{bmatrix} x & 8 & 11 & 13 & 16 & 20 \\ 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 & 0.16 \\ x & -2 & -2 & -2 & -2 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} (\mathbf{E})\boldsymbol{D} \\ (\mathbf{E})\boldsymbol{D} \\ (\mathbf{E})\boldsymbol{D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 11 & 13 & 15 & 10 \\ 0.25 & 4 & 1 & 2 & 1 \\ -2 & -2 & -1 & -2 & -4 \end{bmatrix} = \text{PEC}d_3$$

Antes de expor nossa análise de *Syrinx*, de Debussy, através dos gráficos INTL e INTML, iremos exibir todas as transformações dos componentes altura, entre os PECs a_1 (e suas consequentes derivações), a_2, a_3, b, c_1, c_2, c_3, d_1, d_2 e d_3, no círculo das alturas, reveladas na a Figura 86.

[328] Pois, td_3 = 0.25 + 4 + 1 + 2 + 1 = 8.25s

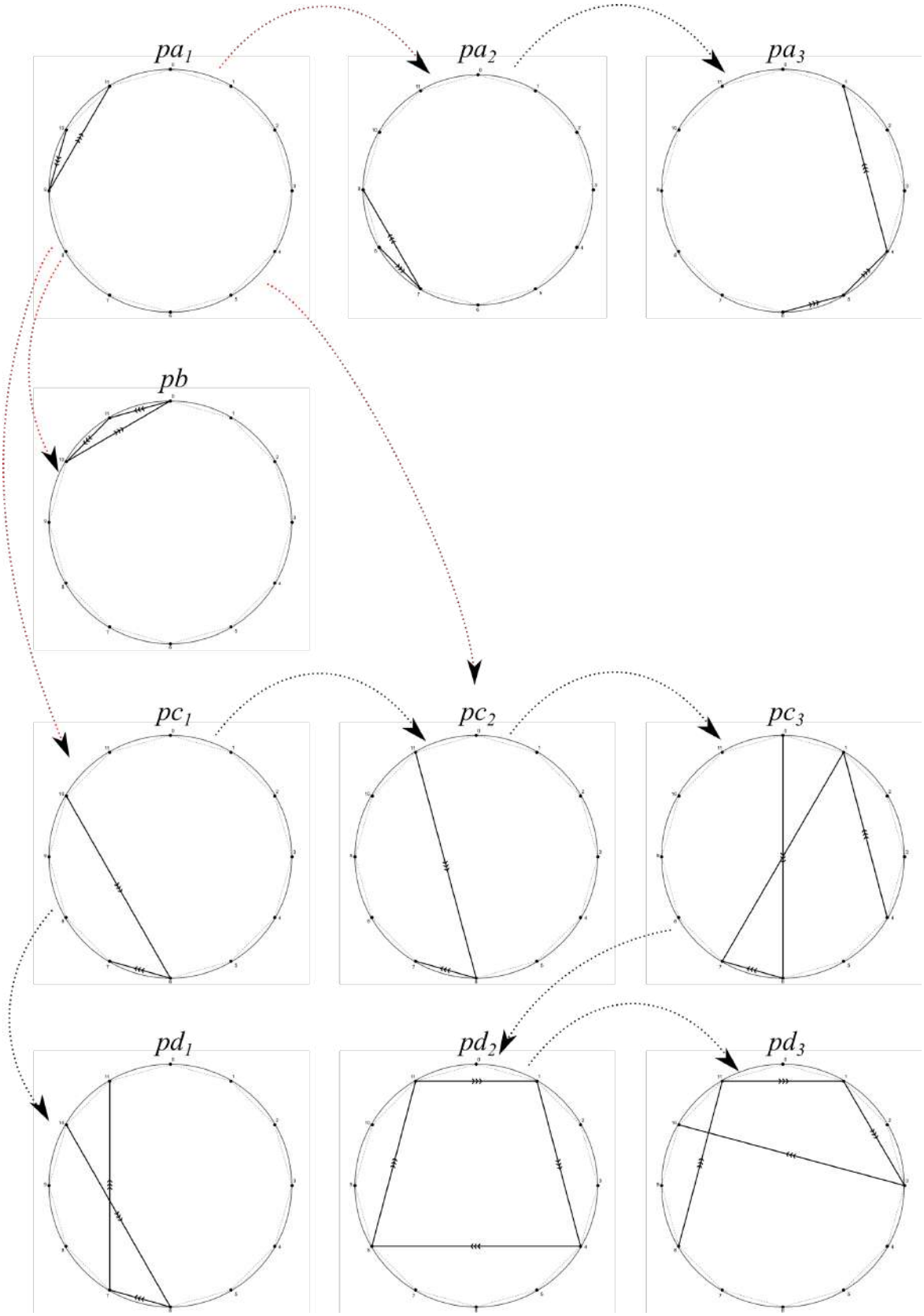


Figura 86: Representação dos componentes altura pa_1, pa_2, pa_3, pb, pc_2, pc_2, pc_3, pd_1, pd_2, dp_3 e suas transformações, encontrados na primeira seção de *Syrinx*, de Debussy, através do círculo das alturas.

A presença do intervalo de 2ª menor, seguido ou precedido por um salto compensatório e em direção oposta, perpassa todos os gestos, com exceção daqueles expostos nos PECs *d₂* e *d₃*. Os intervalos de 2ª menor estão representados nos círculos pelas linhas mais curtas, como por exemplo no PEC*a*₁, a linha que conecta as notas [10 9]. As linhas maiores, que conectam dois números não sequenciais, representam os saltos.

Dessa maneira, o PEC*a₁*, que contempla essa figuração (2ª menor + salto), fica estabelecido como gesto gerador de toda a seção (A) (as linhas vermelhas representam a conexão do gesto intervalar do PEC*a₁* com os demais). É revelado que, mesmo onde existem realocações ou expansões, que é o caso dos PECs *a₃*, *b*, *c₃* e *d₁*, essa figuração intervalar básica está presente. Os gestos expostos nos PECs *d₂* e *d₃*, são os que mais se afastam da estrutura intervalar que está presente em toda seção **A**. O trapézio exposto no gesto intervalar do PEC*d₂* e a figura exposta no PEC*d₃* revelam que os intervalos característicos nos dois gestos finais são 2ª maiores e 3ª menores/maiores.

Apresentamos no Quadro 11 todas as transformações ocorridas na primeira sessão de *Syrinx*, de Debussy, o que servirá como modelagem sistêmica aplicada à nossa composição *Blindness*, que será apresentada na seção 5.1.

Quadro 11: Relações de transformação e relações intravetoriais entre os PECa_1 e todos os demais PECs. A tabela 1 relaciona o PECa_1 com os PECs a_2 e a_3.

1

PECa_1	pa_1 [10 9 11] $\vec{u}a_1$ [-1 2]	ta_1 [0.75 0.125 0.125] $\vec{v}a_1$ [-0.625 0]	da_1 [1 1 1] $\vec{w}a_1$ [0 0]
operações de transformação	**(S)T_2^-**	**(S)T_0**	**(S)T_0**
PECa_2 (PECa_1')	pa_2 [8 7 9] $\vec{u}a_2$ [-1 2]	ta_2 [0.75 0.125 0.125] $\vec{v}a_2$ [-0.625 0]	da_2 [1 1 1] $\vec{w}a_2$ [0 0]
operações de transformação	**(S)Re_3^+, (S)Re_2^-**	**(S)Re_3^+, (S)Re_2^-**	**(S)Re_3^+, (S)Re_2^-**
PECa_3	pa_3 [6 5 4 1] $\vec{u}a_3$ [-1 -1 3]	ta_3 [0.25 0.25 0.25 0.25] $\vec{v}a_3$ [0 0 0 0]	da_3 [1 1 1 1] $\vec{w}a_3$ [0 0 0]

2

PECa_1	pa_1 [10 9 11] $\vec{u}a_1$ [-1 2]	ta_1 [0.75 0.125 0.125] $\vec{v}a_1$ [-0.625 0]	da_1 [1 1 1] $\vec{w}a_1$ [0 0]
operações de transformação	**[(E)D, ((S)I)]**	**(E)D**	**(E)D**
PECb (PECa_1'')	pb [10 12 11 10] $\vec{u}b$ [2 -1 -1]	tb [0.75 0.125 0.125 1] $\vec{v}b$ [-0.625 0.825]	db [1 1 1 -1] $\vec{w}b$ [0 0 -2]

3

PECa_1	pa_1 [10 9 11] $\vec{u}a_1$ [-1 2]	ta_1 [0.75 0.125 0.125] $\vec{v}a_1$ [-0.625 0]	da_1 [1 1 1] $\vec{w}a_1$ [0 0]
operações de transformação	$ua_1 \rightarrow$ **[(S)T_3^-, (S)T_1^-] =** uc_1	**(S)T_0**	**(S)T_3^-**
PECc_1 (PECa_1''')	pc_1 [10 6 7] $\vec{u}c_1$ [-4 1]	tc_1 [0.75 0.125 0.125] $\vec{v}c_1$ [-0.625 0]	dc_1 [-4 -4 -4] $\vec{w}c_1$ [0 0 0]
operações de transformação	$uc_1 \rightarrow$ **[(S)T_1^-, (S)T_0] =** uc_2	**(S)Re_0^-**	**(S)T_1^+**
PECc_2 (PECa_1'''')	pc_2 [11 6 7] $\vec{u}c_2$ [-5 1]	tc_2 [0.66 0.16 0.16] $\vec{v}c_2$ [-0.5 0]	dc_2 [-2 -2 -2] $\vec{w}c_2$ [0 0 0]
operações de transformação	**(S)Re_4^+**	**(S)Re_4^+**	**(S)Re_4^+**
PECc_3	pc_3 [12 6 7 13 16 13] $\vec{u}c_3$ [-6 1 6 3 3]	tc_3 [0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16] $\vec{v}c_3$ [0 0 0 0 0]	dc_3 [-1 -1 -1 -1 -1 -1] $\vec{w}c_3$ [0 0 0 0 0]

4

PECc_1	pc_1 [10 6 7] $\vec{u}c_1$ [-4 1]	tc_1 [0.75 0.125 0.125] $\vec{v}c_1$ [-0.625 0]	dc_1 [-4 -4 -4] $\vec{w}c_1$ [0 0 0]
operações de transformação	**(S)T_0 (E)E**	**(S)T_0 (E)E**	**(S)T_1^+ (E)E**
PECd_1 (PECa_1'''')	pd_1 [10 6 7 11] $\vec{u}d_1$ [-4 1]	td_1 [0.75 0.125 0.125 1] $\vec{v}d_1$ [-0.625 0 0.875]	dd_1 [-2 -2 -2 -1] $\vec{w}d_1$ [0 0 0]
operações de transformação	$uc_1 \rightarrow$ **[(S)T_1^-, (S)T_0] =** uc_2	**(S)Re_0**	**(S)T_1^+**
PECc_3	pc_3 [12 6 7 13 16 13] $\vec{u}c_3$ [-6 1 6 3 3]	tc_3 [0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16] $\vec{v}c_3$ [0 0 0 0 0]	dc_3 [-1 -1 -1 -1 -1 -1] $\vec{w}c_3$ [0 0 0 0 0]
	(S)Re_0	**(S)T_0**	**(S)Re_0**
PECd_2	pd_2 [x 8 11 13 16 20] $\vec{u}d_2$ [3 2 3 4]	td_2 [0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16] $\vec{v}d2$ [0 0 0 0 0]	dd_2 [x -2 -2 -2 -2 1] $\vec{w}d_2$ [0 0 0 0 3]
operações de transformação	**(E)D**	**(E)D**	**(E)D**
PECd_3	pd_3 [8 11 13 15 10] $\vec{u}d_3$ [3 2 2 -5]	td_3 [0.25 4 1 2 1] $\vec{v}d_3$ [3.75 -3 1 -1]	dd_3 [-2 -2 -1 -2 -4] $\vec{w}d_3$ [0 1 -1 -2]

Passaremos à exposição da seção **A** de *Syrinx*, de Debussy, a partir dos gráficos INTL e INTML. Nos aproximaremos de uma abordagem gestual aos PECs a fim de identificar a recorrência dos mesmos, corroborando ou não os dados revelados pelas operações de transformação algébricas, pela análise intravetorial e pelo círculo das alturas previamente expostas.

O gráfico INTML, exposto na Figura 87, revela toda a seção **A** partindo da confluência dos parâmetros altura (linhas vermelhas), duração (linhas pretas) e dinâmica (linhas azuis)[329].

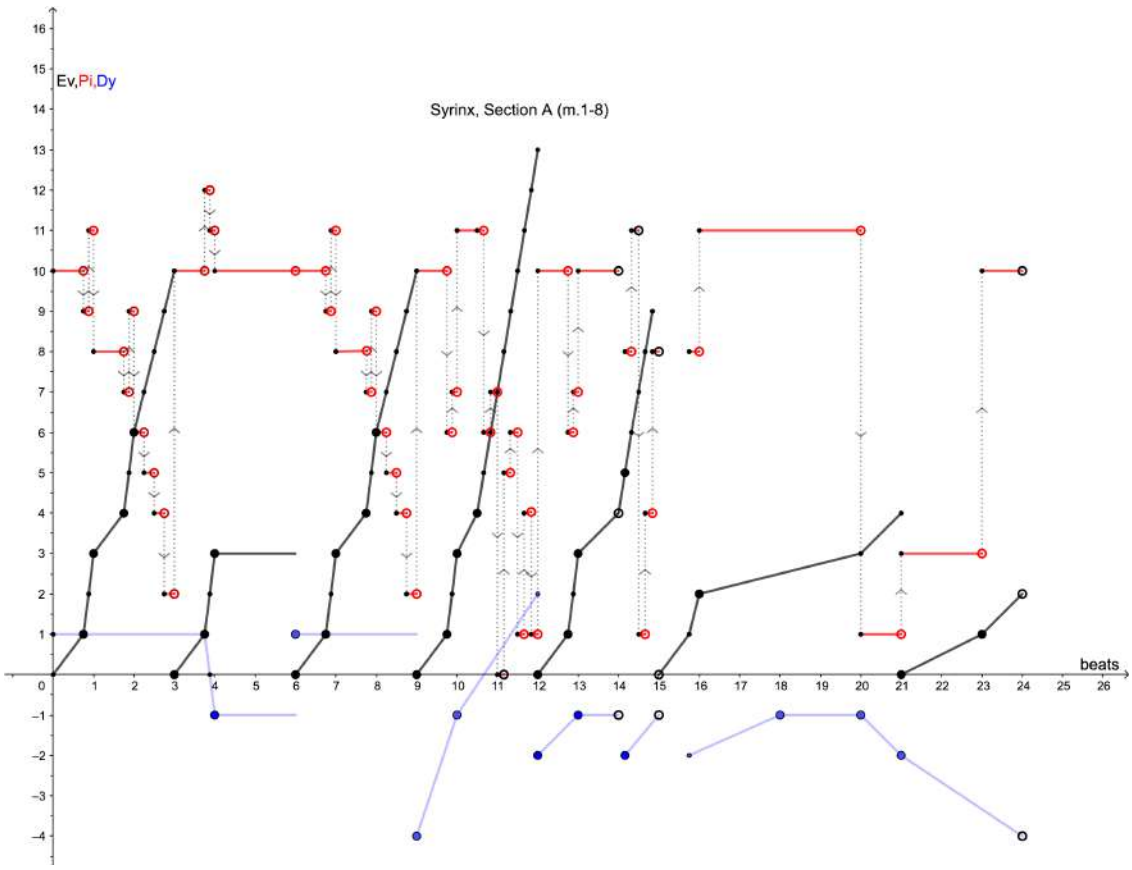


Figura 87: Gráfico INTML da seção A (c.1-8) de Syrinx, de Debussy.

A recorrência de segmentos dos gestos rítmico e intervalar do PEC*a* (repetido literalmente nos c.1 e c.3) é garantida em todos os PECs. A maior ruptura gestual ocorre justamente no PEC*d*, não apenas conta da operação de expansão, mas também pela

[329] Existe uma série de convenções gráficas relativas aos gráficos INTL e INTML. Todas elas estão expostas na subseção3.6. Para maiores informações, consultar a referida seção.

dessemelhança entre os gestos exibidos em todos os parâmetros (apesar da presença de pequenos gestos rítmicos de a_1, o que, no entanto, não aproxima os dois PECs) (Figura 88).

Esse dado não significa necessariamente que existem menos elementos atuando em *b*. A perturbação tem a ver com a quantidade de variação de movimento e não com a quantidade de elementos em jogo.

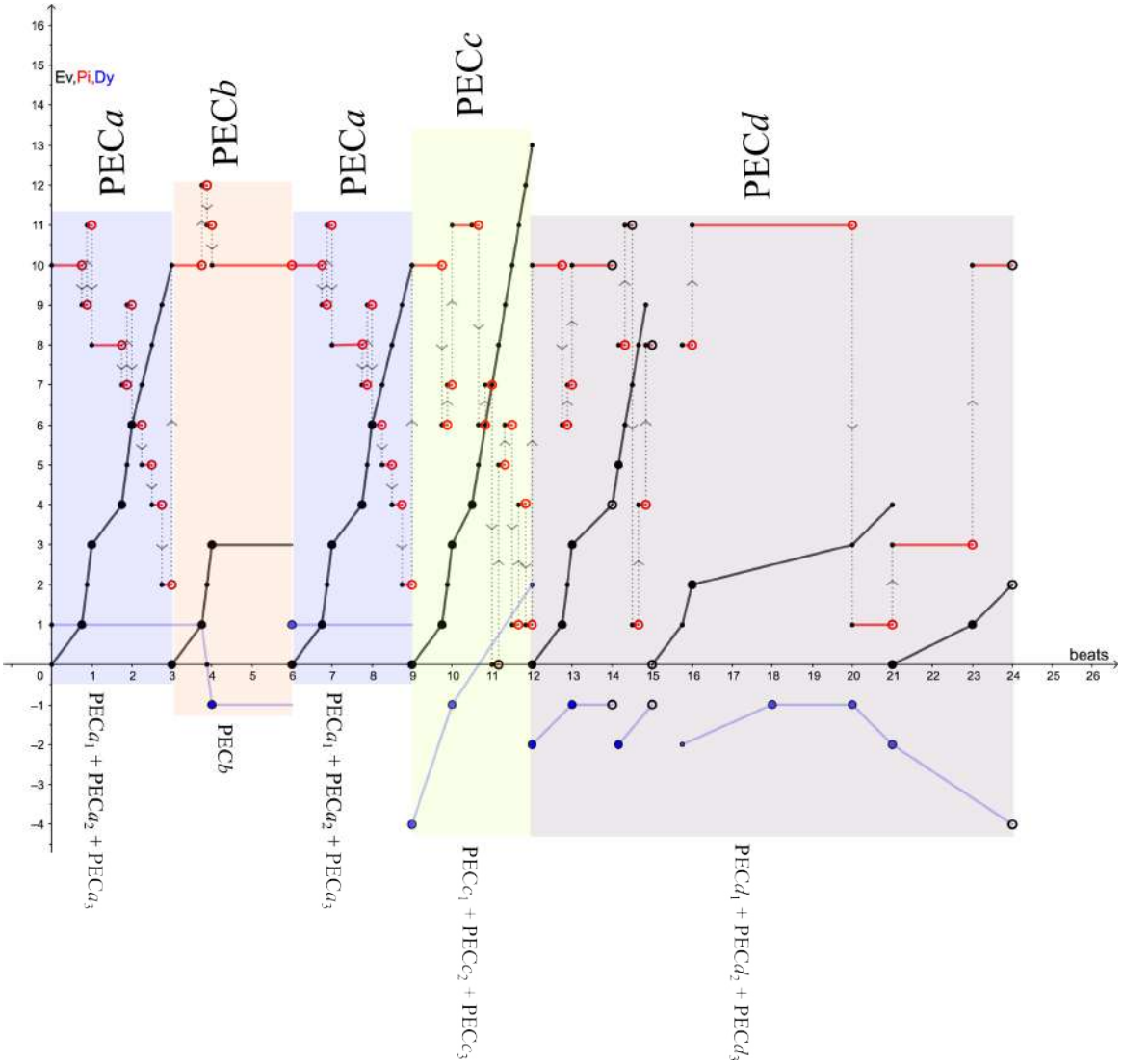


Figura 88: PECs a_1, a_2, a_3, *b*, c_1, c_2 e d_1 em *Syrinx*, de Debussy, expostos no gráfico INTML.

Isolando o componente temporal dos PECs *a* (c.1) e *b* (c.2) (e seus PECs constituintes), observamos os índices de perturbação revelados (Figura 89). O PEC*a* possui quatro índices de perturbação (um no PECa_1, dois no PECa_2 e um no PECa_3) enquanto o PEC*b* possui três índices. Como a duração dos PECs é idêntica, essa informação significa que há menos variação temporal no PEC*b* em relação ao PEC*a*.

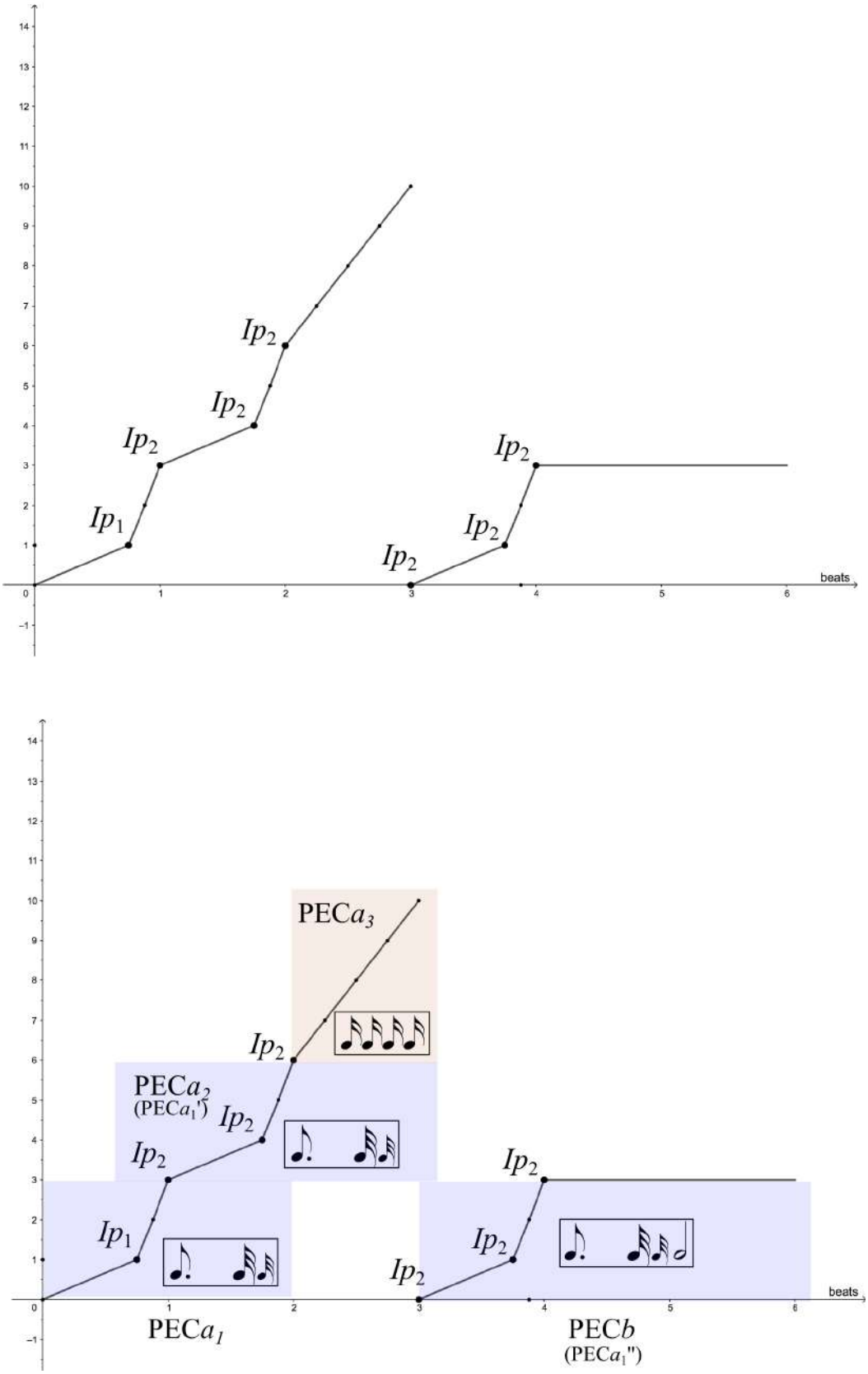


Figura 89: Exposição dos índices de perturbação encontrados nos PECs *a* e *b* encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL.

A Figura 89 revela a principal semelhança entre os PECs a_1, a_2 e b e o porquê das relações de derivação. Entre os parâmetros constituintes do PEC, o componente altura é que mais se mantém integro entre os referentes PECs. Isso significa dizer também que o componente temporal é o menos afetado pelas operações de transformação, nesse caso. Mesmo na expansão do PEC*b*, a célula rítmica geradora do PECa_1 é mantida, e isso garante a relação de semelhança. A realocação aplicada ao PECa_3 o descaracteriza do modelo porque a diluição dos fragmentos de tempo resulta em completa dessemelhança no que diz respeito à configuração rítmica.

Essa informação é corroborada quando isolamos o componente altura dos mesmos PECs (Figura 90) no gráfico INTL.

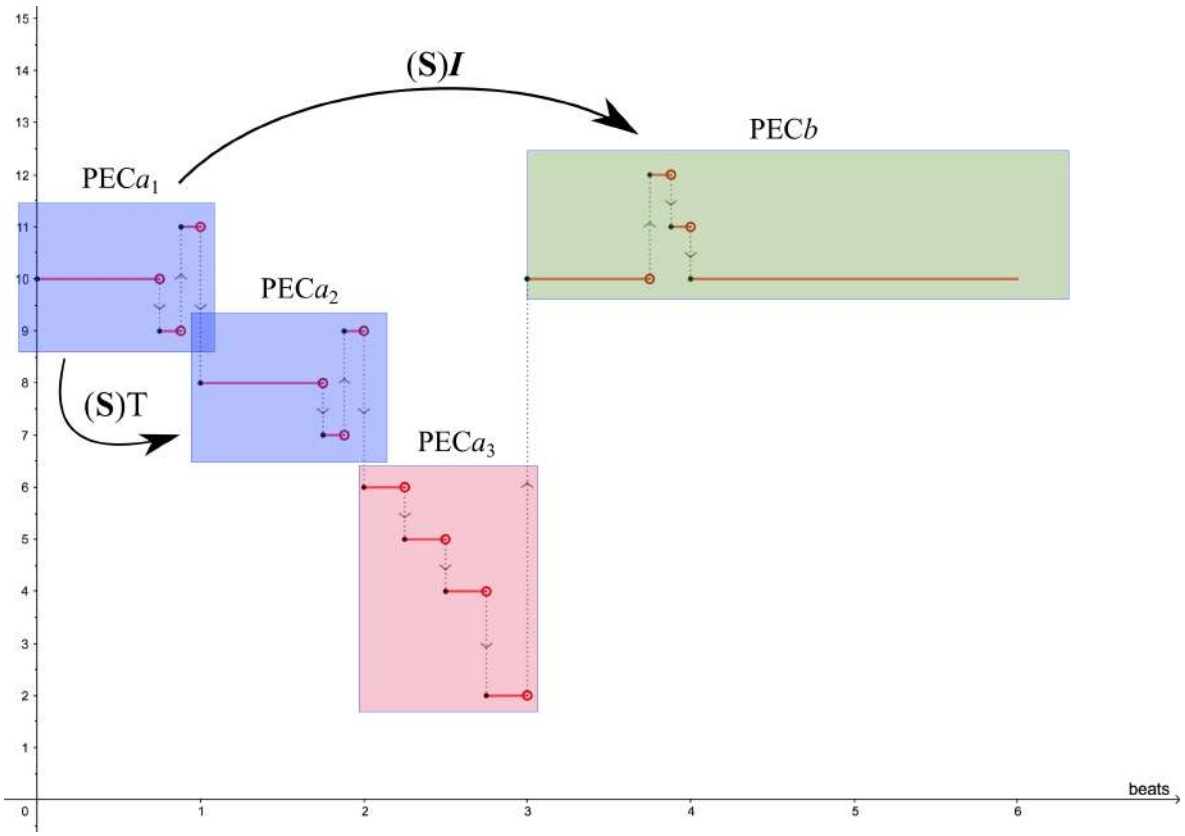


Figura 90: Exposição das alturas dos PECs *a* e *b* encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL

O padrão gestual intervalar de pa_1[330] (iniciando na altura 10) é exatamente o mesmo em pa_2 conforme revelado na análise intravetorial, e ele está apenas transposto dois semitons abaixo (começando pela altura 8). A trajetória das alturas em *pb* obedece a uma operação de

[330] Lembramos da convenção que estamos adotando. Para maiores esclarecimentos, ver o início desta seção, onde todas as convenções são expostas e explicadas.

inversão, como visto anteriormente. Observamos que o gesto (ou a forma geométrica)[331] presente em *pb* é a exata inversão do gesto original presente em pa_1 (a trajetória que inicia com Bb).

Dessa maneira, as formas geométricas reveladas pelos gráficos INTL quando aplicados ao componente altura, possuem relações diretas com as operações de transformações elencadas no presente trabalho. Toda a abordagem gestual aplicada aos gráficos INTL e INTML ganham força e revelam a conexão entre os mecanismos descritivos naturais ao domínio sonoro.

Um grande número de relações internas começa a surgir a partir dessa perspectiva. A última trajetória intervalar de pa_3, por exemplo, é exatamente a primeira de *pb*, contudo, de forma invertida. Essa observação revela uma operação de inversão isolada sobre esses dois elementos, de componentes altura diferentes.

Nesse sentido, pa_3 é o componente que mais emprega os intervalos de 2ª menor, porém com duração distinta em relação aos componentes antecessores. No conjunto de todas as operações e na confluência dos parâmetros, entendemos que o PECa_3 não é uma variação direta do PECa_1. Contudo, em termos de modelagem sistêmica, elencando-se o parâmetro altura, as relações emergentes servem como planejamento composicional, por exemplo.

As relações entre os índices de perturbação dos PECs *a* (que é literalmente repetido no c.3) e o PEC*c* (c.4) mantêm certa similaridade entre si por conta da repetição literal do padrão rítmico de a_1 em c_1 (Figura 91).

Contudo, considerando apenas o PEC*c*, ocorre uma grande sequência de eventos rítmicos que não apresentam nenhum índice de perturbação. Essa sequência, que é iniciada no PECc_2 e transcorre durante o PECc_3, é figurada ritmicamente por uma sequência de semicolcheias agrupadas em quiálteras.

Em relação às alturas, o gráfico INTL reflete o que é apresentado pela análise intravetorial e pelas operações de transformação (Figura 92). Tanto pc_1 quanto pc_2 têm relações com pa_1, contudo, a relação de semelhança intervalar é mais forte entre pc_1 e pc_2. Essa relação advém da expansão intervalar gradual que se inicia em pc_1 e que culmina em pc_3.

A expansão intervalar fica mais clara quando revelada através do gráfico INTL. A expansão tem início na altura 10 (em pc_1), passa pela altura 11 (em pc_2), atinge a altura 12 (em pc_3) e chega ao ponto mais alto na altura 16 (também em pc_3). O fator comum a todos os pontos da expansão é que eles são seguidos por um salto descendente que é também revelado pela

[331] Não estamos dizendo que os gestos são apenas formas geométricas. Estamos salientando que, no caso específico dos gráficos INTL isolando o componente altura, podemos encontrar muitas relações entre as formas geométricas que aparecem e as operações de transformação aplicadas.

análise intravetorial. Os saltos estão notados nos primeiros elementos dos intravetores $\vec{u}c_1$ = [-4], $\vec{u}c_2$ = [-5], $\vec{u}c_3$ = [-6], ou seja, o salto é descendente (por causa do sinal negativo) e cada vez mais espaçado em relação a origem. Por isso, gráfico INTL acima evidencia as relações entre as alturas dos PECs a_1, c_1, c_2 e c_3, e complementa as relações apresentadas nas análises impostas ao mesmo trecho, porém, com mecanismos analíticos diferentes.

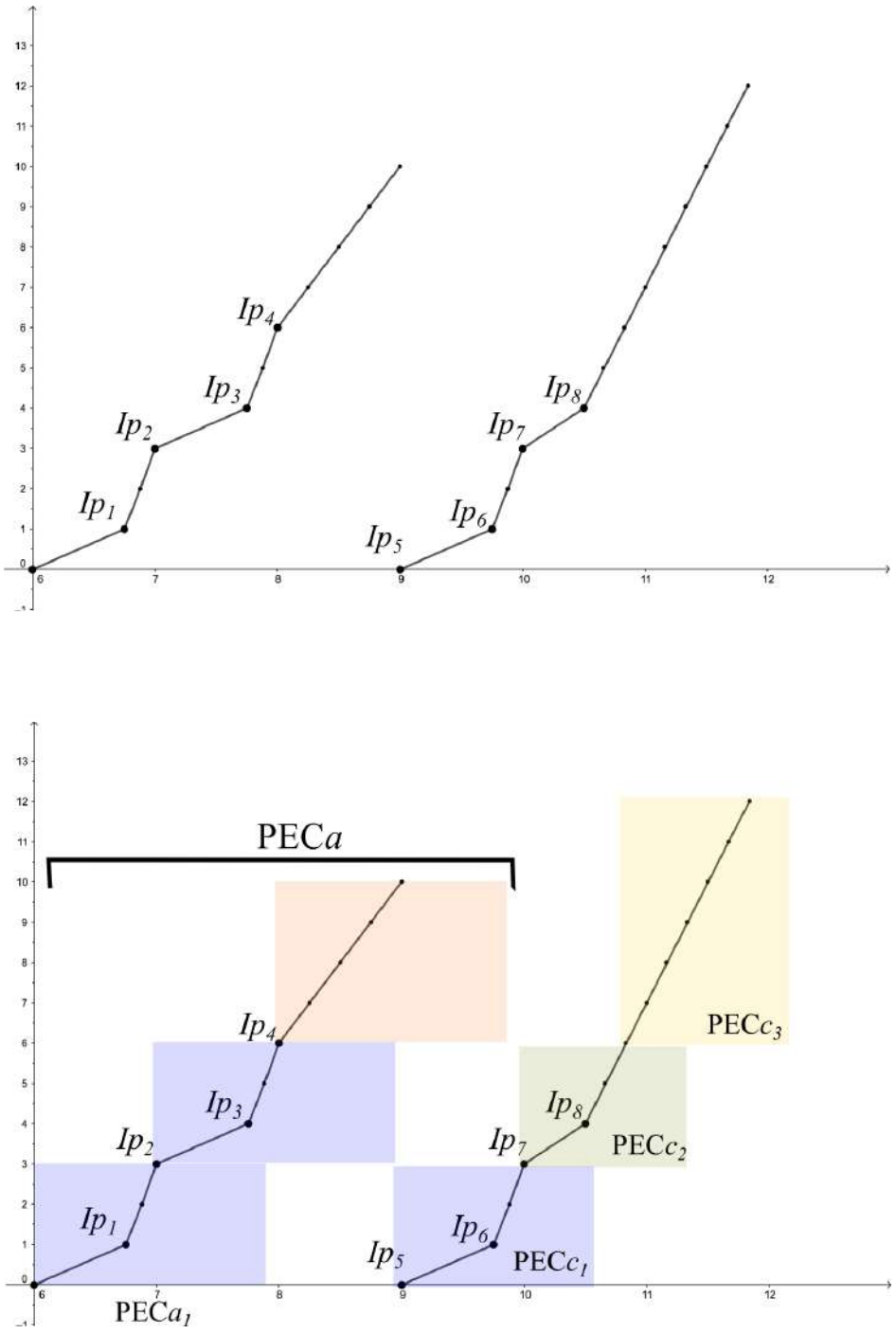


Figura 91: Exposição dos índices de perturbação encontrados nos PECs *a* e *c* encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL.

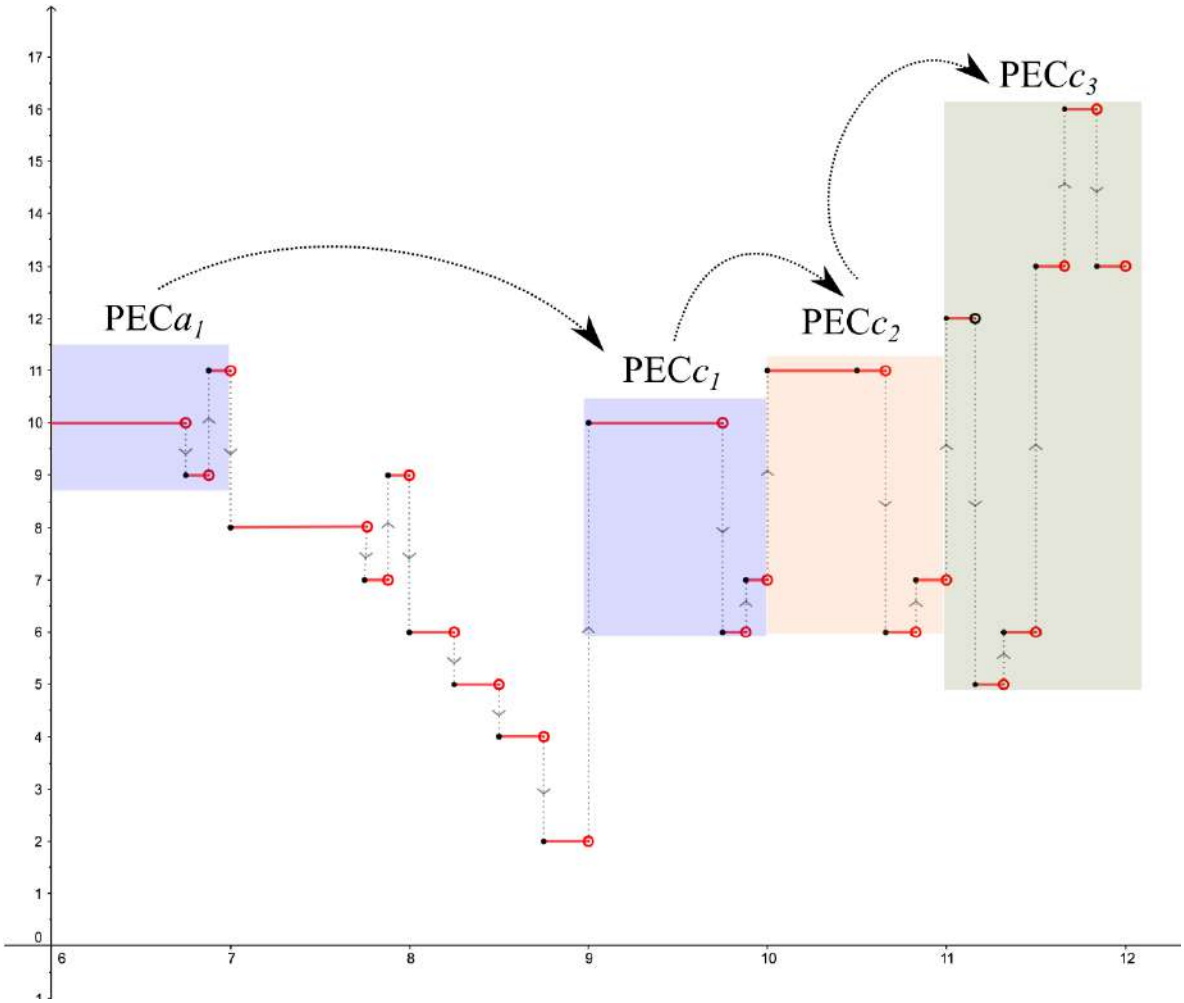


Figura 92: Exposição das alturas dos PECs *a* (c.3) e *c* (c.4) encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL.

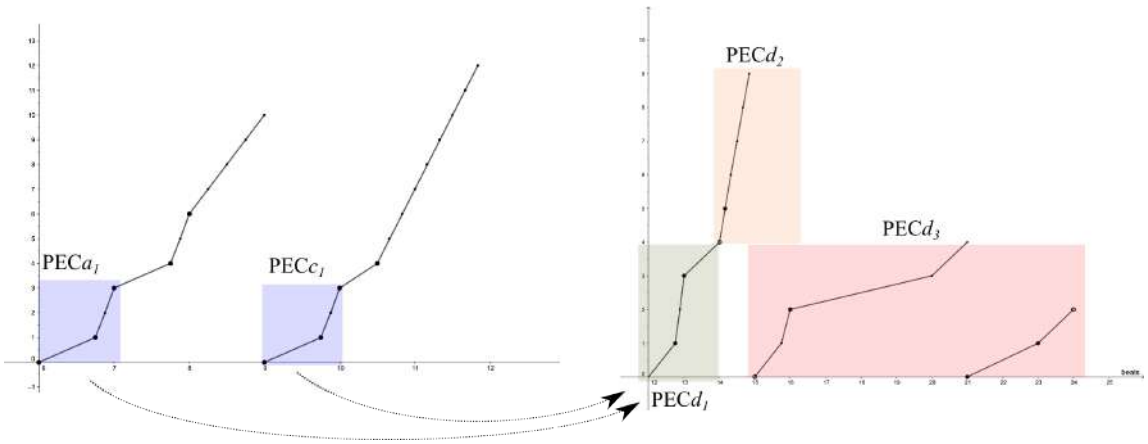


Figura 93: Exposição dos componentes temporal dos PECs a_1 *e* c_1 (c.4) e do PEC*d* (c.6-8), encontrados em *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL

A relação de semelhança entre os PECs fica mais fraca a medida em que novos PECs são apresentados. Nesse sentido, o PEC*d* (c.5-8) se mantém mais afastado em relação aos PECs *a*, *b* e *c*, considerando todos os componentes. A relação de semelhança entre os componentes temporal ta_1 e tc_1 é integral, mas não em comparação a td_1. A razão é a expansão que ocorre em td_1 (Figura 94).

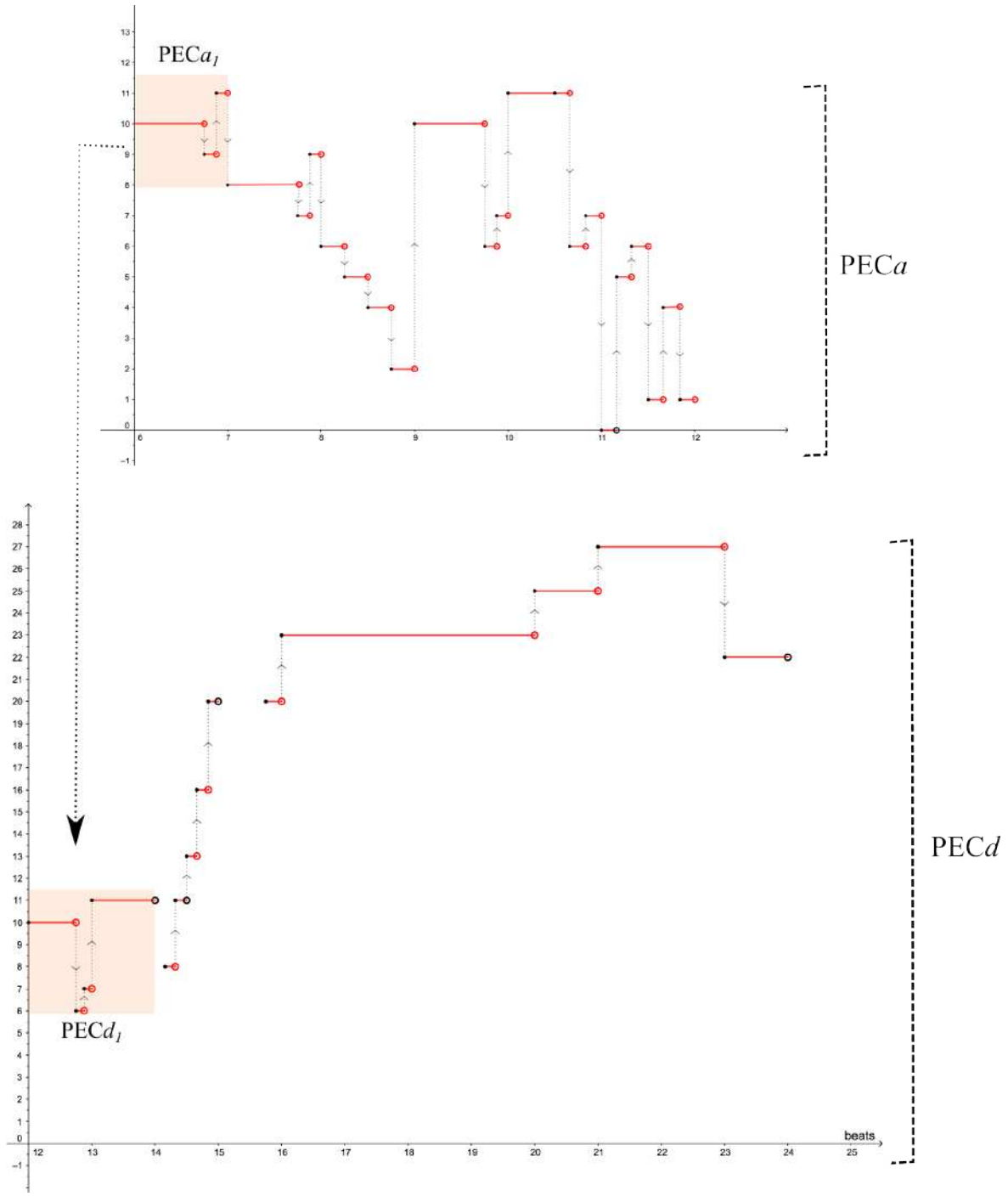


Figura 94: Exposição das alturas dos PECs *a* (c.3) e *d* (c.5-8) encontrados em Syrinx, de Debussy, revelados pelo gráfico INTL**.**

Os componentes td_2 e td_3 são, por sua vez, muito distantes dos gestos rítmicos mais recorrentes durante a seção, apesar de haver uma proximidade entre os componentes tc_3 e td_2 que, ainda assim, não sustenta a relação de semelhança se aplicada ao contexto territorial do PEC*d*. As longas durações assinaladas em td_3 imperam no contexto rítmico global do PEC diferenciando dos demais gestos.

O grau de similaridade entre os componentes altura pa_1 e *pd* é alto, porém o gesto intervalar é único em todo PEC*d*. A presença de trajetórias intervalares comuns apenas ao PEC*d*, o distancia do gesto intervalar mais recorrente na seção **A**, o gesto revelado pelo componente pa_1. Desse modo, o PEC*d* possui em quase sua totalidade, gestos intervalares únicos não encontrados em outros PECs da seção **A** (Figura 94).

Na sequência, a Figura 95 mostra que o gesto que conjuga os componentes altura, duração e dinâmica presentes no PECa_1, é o gesto mais recorrente durante toda a seção. Mesmo quando isolados os componentes altura e temporal, a_1 se comunica com outros gestos por similaridade permeando a seção **A**.

É observado que os dados revelados pelos gráficos INTL e INTML estão em confluência com os dados advindos da análise intravetorial, das operações de transformação e aqueles oriundos do círculo de alturas. Ou seja, a similaridade entre o gesto a_1 e seus derivados na seção **A** em *Syrinx* é reproduzida nos mecanismos analíticos, sobretudo, em duas instâncias que atuam conjugadas ou não dependendo do mecanismo aplicado. São elas:

1) A configuração rítmica: a incidência e a periodicidade dos índices de perturbação, os dados revelados pela análise intravetorial aplicada ao componente temporal e as operações de transformação de expansão, de substituição e retração existentes no trecho analisado, se alinham gestualmente corroborando a saturação do gesto proveniente do PECa_1 durante toda a seção **A**;
2) Na configuração intervalar: as derivações de a_1 ganham contornos próprios a partir da descrição singular de cada mecanismo analítico. A análise vetorial revela a trajetória dos segmentos intervalares e o círculo das alturas dá formas geométricas à direção e ordem aos mesmos. Ao mesmo tempo, as operações de transformação, cujo enfoque varia entre um território integralmente interno e integralmente externo, descrevem as trajetórias especificamente apresentadas nos gráficos INTL envolvendo o componente altura.

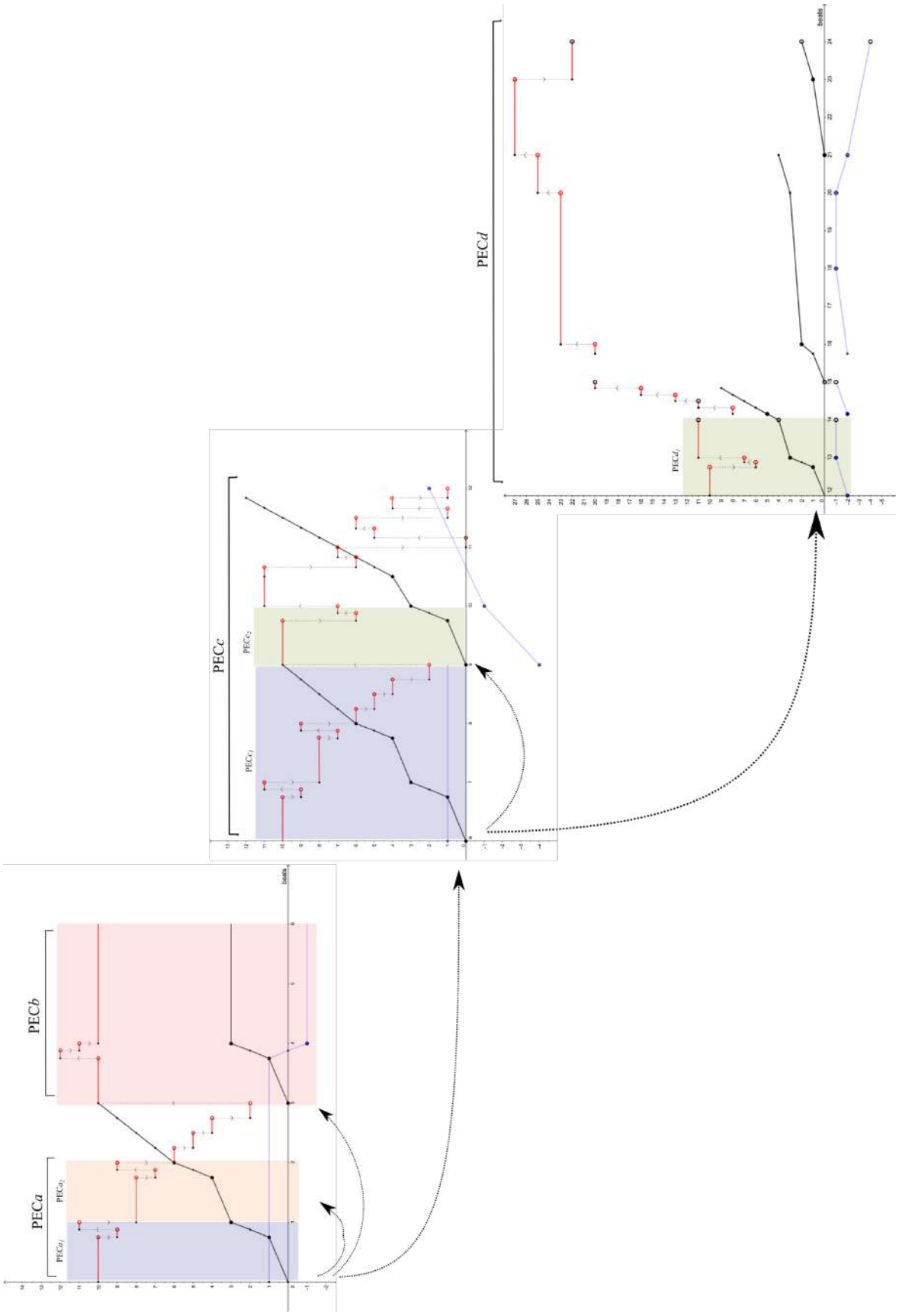


Figura 95: Recorrência do gesto exposto pelo PECa_1 em toda seção **A** de *Syrinx*, de Debussy, revelados pelo gráfico INTML.

Assim sendo, os dados apresentados nesta análise, oriundos de distintos mecanismos analíticos gerados na presente pesquisa, aplicados à seção **A** de *Syrinx* apontam para os mesmos resultados e indicam, portanto, a robustez desses mecanismos. Nosso objetivo foi investigar a capacidade descritiva desses mecanismos e averiguar como os dados extraídos se comportariam ao serem confrontados.

Nossa conclusão, no caso da análise da seção **A** de *Syrinx*, é de que os diferentes mecanismos identificaram qualidades gestuais em dimensões territoriais distintas gerando dados que, sejam provenientes de componentes isolados ou conjugados, estão em confluência entre si, porém, sob vieses diferentes.

Passaremos a verificação dos mesmos meanismos, acrescidos de outros subsidiários (expostos na seção 3.2.2), no terceiro movimento - *Äusserst Ruhig*, do Op. 11, de Webern.

4.2 Op. 11: III – Äusserst Ruhig

O Op. 11 (1914) é escrito para violoncelo e piano, e é composto de três movimentos, a saber: I – *Mäßige Achtel*, II – *Sehr Bewegt* e III – *Äusserst Ruhig***.** O primeiro movimento tem em média 54 segundos de duração, o segundo tem cerca de 20 segundos e o terceiro movimento, que tem apenas 10 compassos, dura aproximadamente 50 segundos. O controle consciente, sobretudo das alturas, por Webern é notório em diversas análises publicadas[332].

Nessa análise, será dada ênfase aos modelos analíticos matemáticos subsidiários (apresentados na subseção 3.2.2), porém, quando necessário faremos uso dos mecanismos analíticos principais. Optamos, por razões de clareza gráfica analisar separadamente as partes do piano e do violoncelo em alguns momentos. Alguns cálculos mais extensos estão em notas de rodapé, outros já foram descritos na própria subseção 3.2.2.

Sobre o planejamento composicional das alturas e a execução desse plano, Cogan e Escot (1976), dizem que "as notas melódicas desacompanhadas que soam no cello e no piano formam, em sua totalidade, uma apresentação completa da coleção de doze notas - um único agregado[333] de doze notas" (p. 251) que se completa quando a peça termina. Em outras palavras, uma classe de notas pode ser apresentada mais de uma vez, no entanto a peça termima quando as dozes classes de notas são inseridas.

---

[332] Para mais informações, ver WINTLE 1975, CLIFFORD 2002 e EWELL, 2013.

[333] Um agregado consiste em uma apresentação completa da coleção de doze notas; o termo é de Milton Babbitt. Às vezes, nos referimos também a agregados de menos de doze notas. Por exemplo, um agregado de oito notas consiste em uma coleção de oito notas cromaticamente relacionadas - um segmento cromático de oito notas.

Nesse sentido, o "agregado contém uma série de pequenas células, cada uma consistindo principalmente no intervalo E♭ –F♭" (p. 252), que ao longo da peça é escutado pelo menos seis vezes em "diferentes variantes espaciais e em uma variedade de ritmos" (p. 252). Os autores chamam essa célula recorrente de célula 1 e, primeiro, a identificam (Figura 96) e mapeiam sua distribuição entre as linhas do cello e do piano (Figura 97).

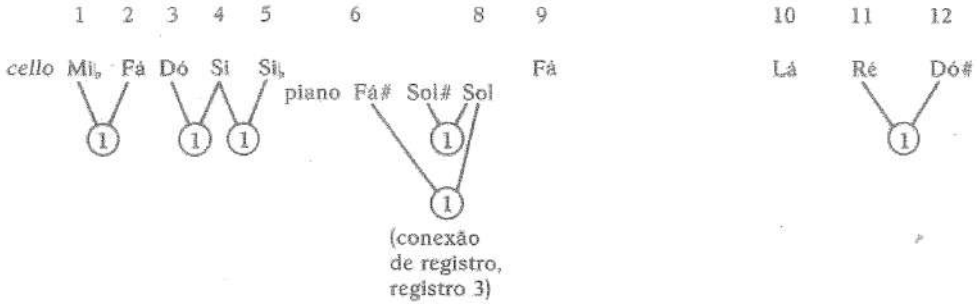


Figura 96: Agregados melódicos de 12 notas com seis células (COGAN E ESCOT, 1976, p. 253).

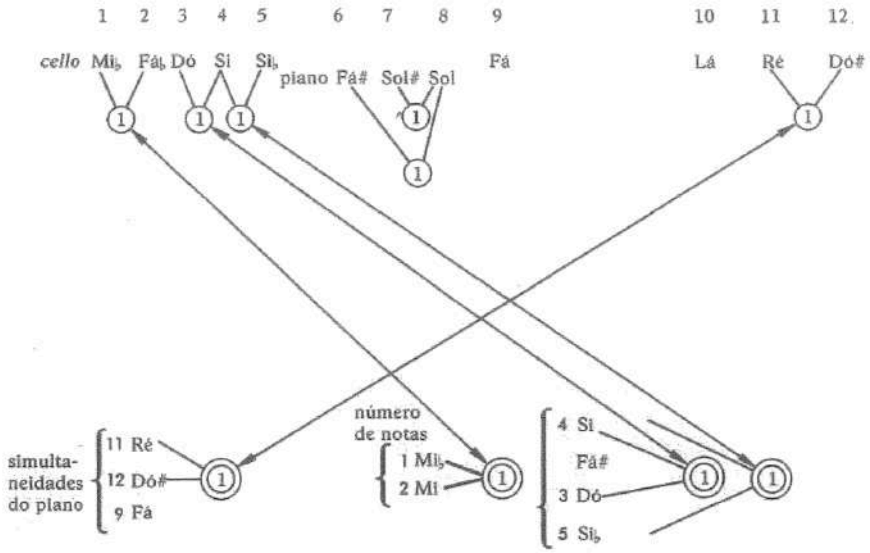


Figura 97: Transferências das células 1 do cello para as simultaneidades do piano (COGAN E ESCOT, 1976, p. 253).

A partir desse ponto, os autores discorrem sobre a variação dessas células a partir dos saltos de registro, instrumentação e cor tonal e interrupções no fluxo temporal (pausas). Apesar do caminho distinto tomado pelos autores, nos apropriaremos deste modelo para lançar nossa análise.

A formalização proposta obedece a divisão da célula 1 proposta por Cogan e Escot (1976, p. 253) e as insere (as células 1) com unidades identificadores do PECs em segundo nível (a_1, b_1, a_2, etc.) O primeiro nível dos PECs ((A), (B) e (C)) são conglomerados de PECs

e estão conectados com o viés gestual que a partitura revela (monodia + bloco). Analisaremos cada conglomerado extraindo dados de suas configurações conjugadas e separadas (Quadro 12).

Quadro 12: Estrutura formal do III movimento do *Op. 11*, de Webern.

	PEC(A) (c.1-3) ($a_1 + b_1$)		PEC(B) (c.3-6) ($a_2 + b_2$)		PEC(C) (c.7-10) ($b_3 + a_3$)	
	PECa_1	PECb_1 (PECa_1'+PECb)	PECa_2 (PECa_1'')	PECb_2 (PECb')	PECb_3 (PECb'')	PECa_3 (PECa_1''')
Cello	c.1	c.2-3	X	c.5-6	X	c.8-10
Piano	X	c.2-3	c.3-5	PEC*b1*	c.7-8	X

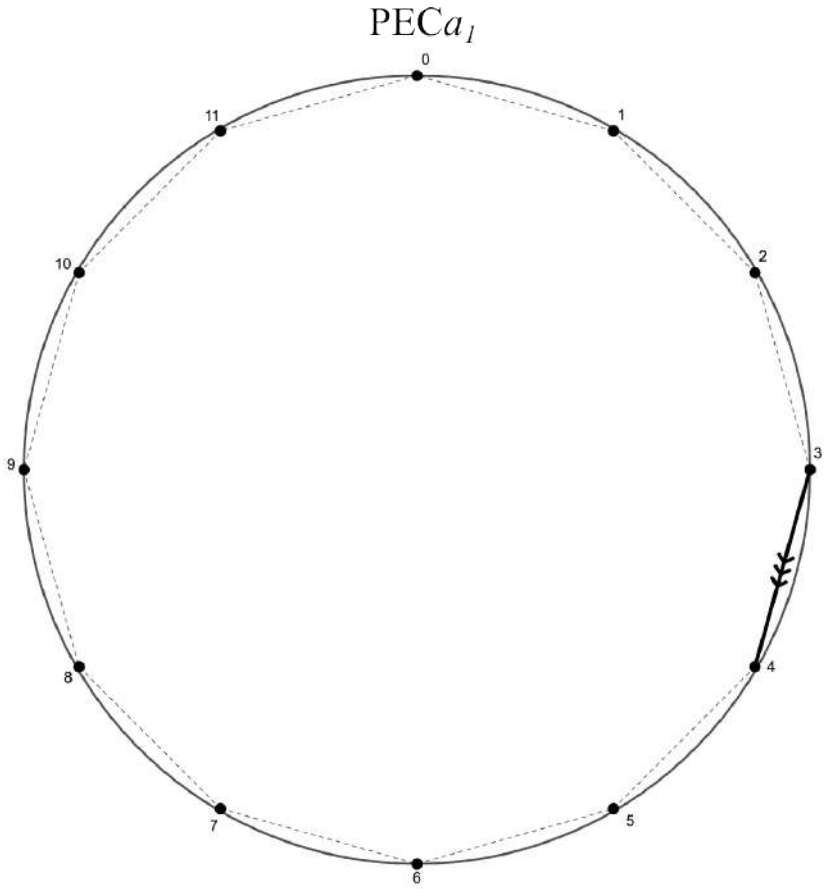


Figura 98: Exposição do PECa_1, no círculo das alturas encontrado no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

O primeiro conglomerado, o PEC(A) (c.1-3), é formado pelos PECs a_1 e b_1. O PECa_1 (c.1) é a própria célula 1 composta pelas alturas (E♭, F♭) e é o gesto gerador da obra,

segundo Cogan e Escot (1976). Como se trata de um trinado, ignoraremos seus índices de perturbação (sabemos que sua duração total é de 2s) e nos limitaremos a descrevê-lo apenas pelo círculo das alturas (Figura 98).

O PECb_1 (c.2-3), é instituído pela união dos PECs a_1' (a primeira variação da célula 1) e b que estão sobrepostos por justaposição indicando o primeiro ponto de distorção do movimento. Usamos a fórmula $(ms/vs)\mu i$ para calcular a densidade dinâmica, que é $\cong 4.6$ (Figura 99). Esse valor indica uma espécie de deformação na superfície que seria melhor vista se o plotássemos um gráfico em três dimensões. Contudo, em duas dimensões e através no gráfico INTML, é possível observar os índices de perturbação dos pontos de distorção, o que será feito quando expusermos os três pontos existentes no movimento. Desta maneira, aplicaremos os mecanismos analíticos diretamente aos pontos de distorção revelados pelos blocos sonoros praticados pelo piano[334].

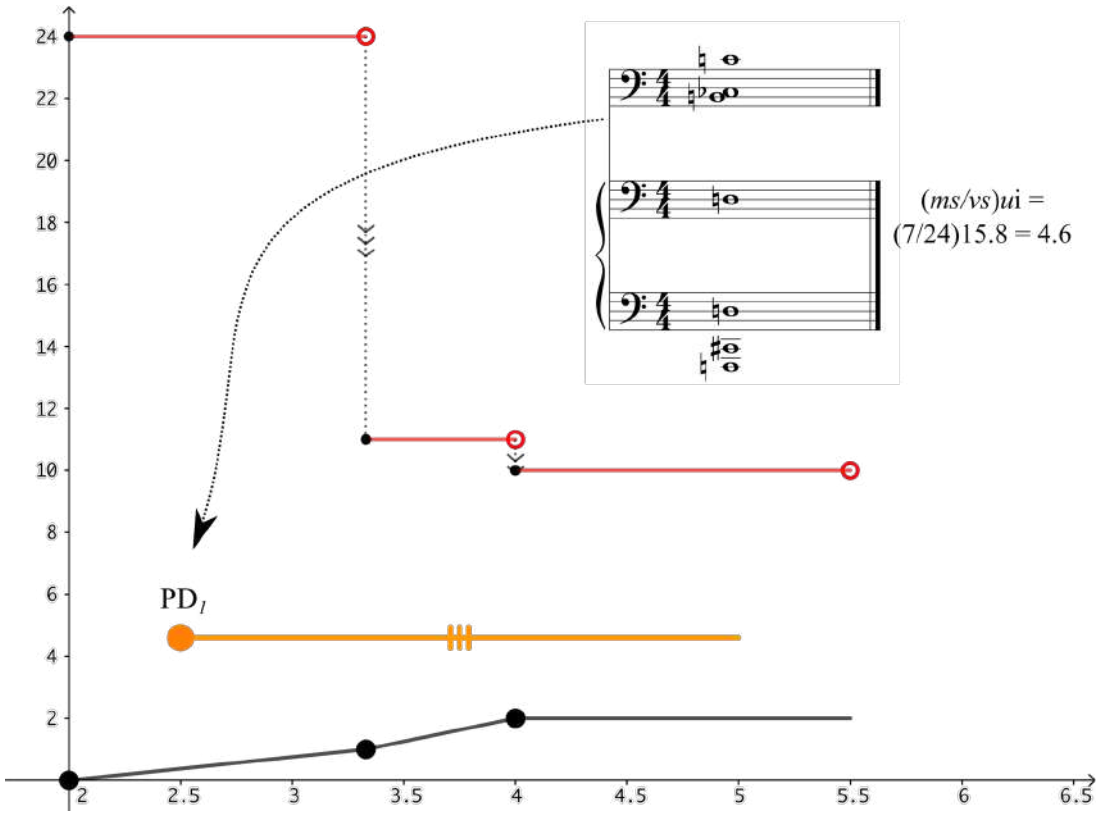


Figura 99: Exposição do PECa_1' e do ponto de distorção 1 (PD$_1$), presente no PECb_1, através do gráfico INTML, encontrados no no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

[334] Apesar de ser um ótimo viés aplicacional e totalmente exequível, não estamos propondo uma análise a partir da estruturação das classes de altura encontradas no *Op.11*, de Webern. Por ora, estamos interessados em verificar a capacidade descritiva dos mecanismos, em diferentes contextos, apontando para possíveis conexões teóricas no futuro. Por esta razão, não verificaremos a fundo como a célula 1 se comporta em suas diferentes exposições. Porém, já adiantamos que essa abordagem tem muita força para uma aplicação futura.

Isolando, portanto, a linha do violoncelo (o PECa_1'), apreendemos os índices de perturbação, a velocidade de perturbação e o fator de perturbação. São relevados três índices de perturbação, e como a diferença dos ângulos entre as retas é pequena, fica claro que a dissemelhança entre as figurações rítmicas que compõem os índices é mínima. As velocidades de perturbação são respectivamente 0.75 e 1.49[335] e esses números clarificam que a trajetória do ponto Ip_1 ao ponto Ip_2 é mais rápida do que a do ponto (2,0) ao ponto Ip_1. Isso significa aquilo que os próprios segmentos de reta que conectam esses pontos já revelam: o caminho entre a primeira e a segunda figura rítmica do PECa_1' é menor, ou seja, a segunda figura rítmica gasta menos tempo em sua trajetória, se comparada com a primeira (Figura 100).

O fator de perturbação é uma abstração que une as informações advindas dos índices de perturbação e da velocidade de perturbação. Ou seja, é uma quantificação do espaço gasto por essas trajetórias e, por isso, pode ser usado como valor de comparação entre diferentes trechos e aplicados a diferentes parâmetros[336]. A equação que conecta os pontos V*ps* podem ser funções de desde o primeiro grau até funções polinomiais extensas. A condição para esse limite está na quantidade de pontos V*ps* existentes. Como nesse caso estamos operando com dois pontos V*ps*, encontramos a equação de primeiro grau $k1(x) = 0.56x - 0.46$[337] (escrita na forma $y = ax + b$), e que, quando aplicamos $\int k1(x)dx$ [338], gera o valor 1.49 (Figura 100).

As alturas apresentadas, ou seja, o componente altura de a_1' são expostas no círculo das alturas e em curvas intervalares (Figura 101).

Tanto o círculo das alturas quanto as curvas intervalares expõem a ordenação dos intervalos ocorridos. No entanto, apenas as curvas intervalares revelam a direção intervalar empregada: dois saltos descendentes que, ainda assim, não expõem exatamente o tamanho do salto. Se as curvas intervalares revelam direção ascendente e descendente (o que não quer dizer direção no sentido de fazer emergir a relação maior que e menor que), o círculo das alturas se conecta melhor com as operações de transformação de substituição no sentido de descrevê-las visualmente.

---

[335] As equações que descrevem a trajetória dos índices de perturbação são: $0.75x - y - 1.5$ (do ponto (2,0) ao Ip_1), e; $1.49x - y - 3.97$ (do ponto Ip_1 ao ponto Ip_2). Derivando essas função, sobram os pontos (2, 0.75) e (2, 1.49). Estamos notando a coordenada *x* a partir do número 2 porque esse é o *beat* relativo ao compasso 2, onde o PECb_1 é iniciado.

[336] Poderíamos, por exemplo, calcular o fator de perturbação de uma certa variação harmônica. Tais aplicação figuram os possíveis desdobramentos da pesquisa.

[337] Essa equação foi alcançada através de interpolação polinomial. Para maiores informações, ver a subseção3.2.2.2.

[338] Para maiores informações sobre a aquisição desta fórmula, ver subseção3.2.2.2.

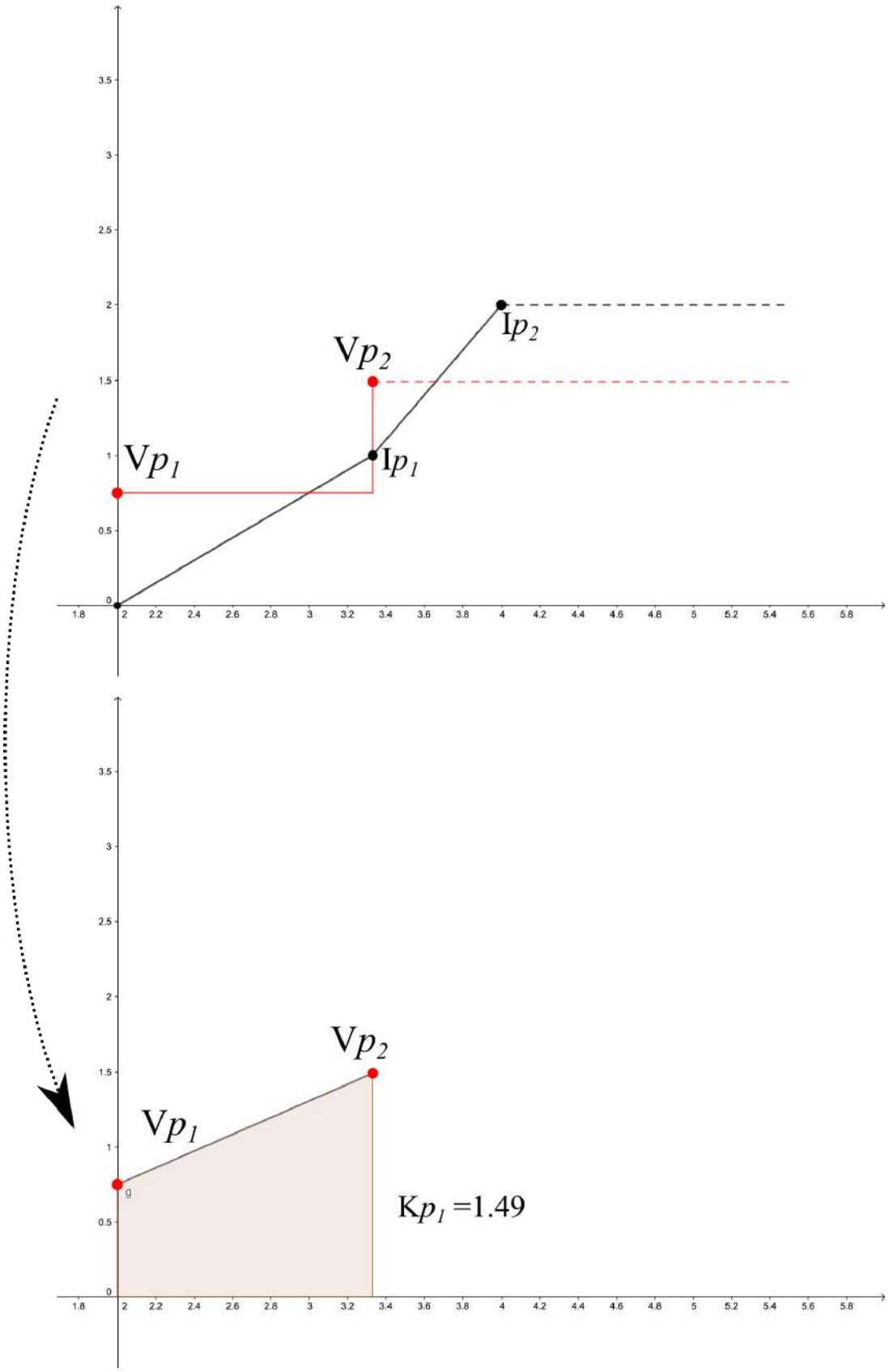


Figura 100: Exposição dos Ip_1, Ip_2, Vp_1, Vp_2 e Kp_1 relativos ao PECa1', encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

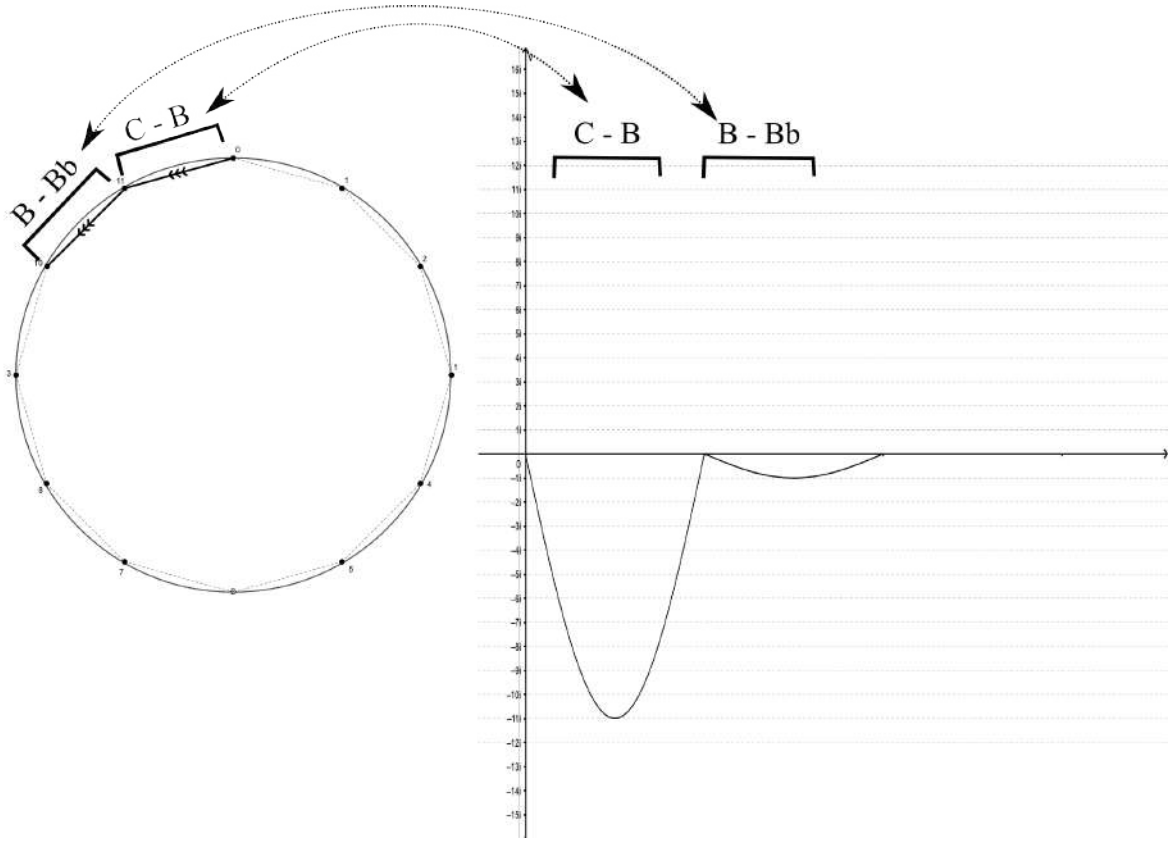


Figura 101: Componente altura do PECa_1', apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do Op. 11, de Webern.

O PEC(B) (c.3-6) é formado pelos PECs a_2 (c.3-5) e b_2 (c.5-6) e tem a mesma configuração do conglomerado de PECs do PEC(A). A divergência está na fato de que em (B) o PEC monódico é exibido na linha do piano (no PEC(A), a configuração monódica é apresentada pelo violoncelo), influenciado pela célula 1, antes do surgimento de um novo aglomerado de notas. Assim, entendemos o PECa_2 como uma nova derivação a_1'' (Figura 102).

Em relação ao ponto de distorção revelado no PECb_2, as configurações também são distintas por conta da quantidade de notas envolvidas e por conta do espaço intervalar (real) alcançado. A relação $PD_2 < PD_1$ advém dessa diferença.

Além das diferenças de timbre (mudança na instrumentação do violoncelo para o piano), duração e qualidade dos saltos intervalares entre os PECs a_1'e a_2 (a_1''), também ocorrem divergências entre seus pontos de perturbação, velocidade de perturbação e fator de perturbação, quando tomados os respectivos componentes temporal. Mesmo havendo o mesmo número de índices de perturbação (dois para cada), a maior quantidade de tempo gasta em a_1 é o principal motivo para esta mudança (Figura 103).

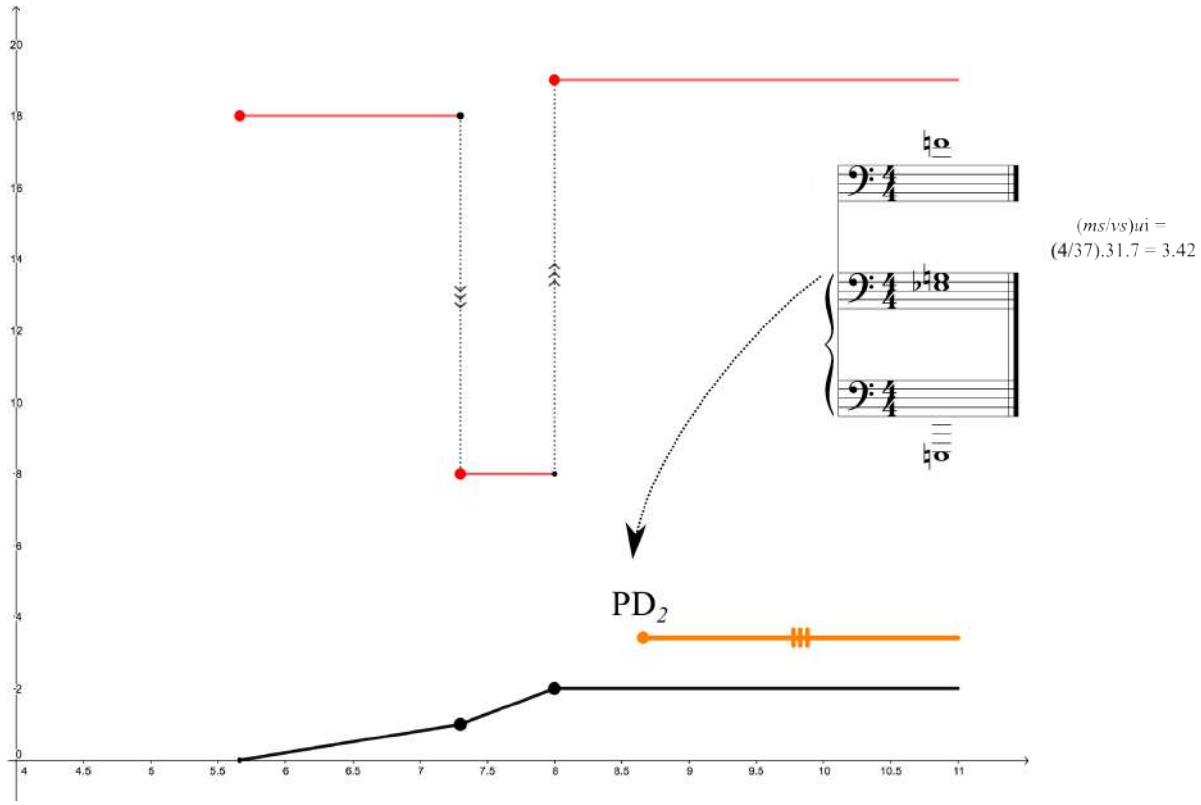


Figura 102: Exposição do PECa_2 e do ponto de distorção 2 (PD$_1$) presente no PECb_2, através do gráfico INTML, encontrados no no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

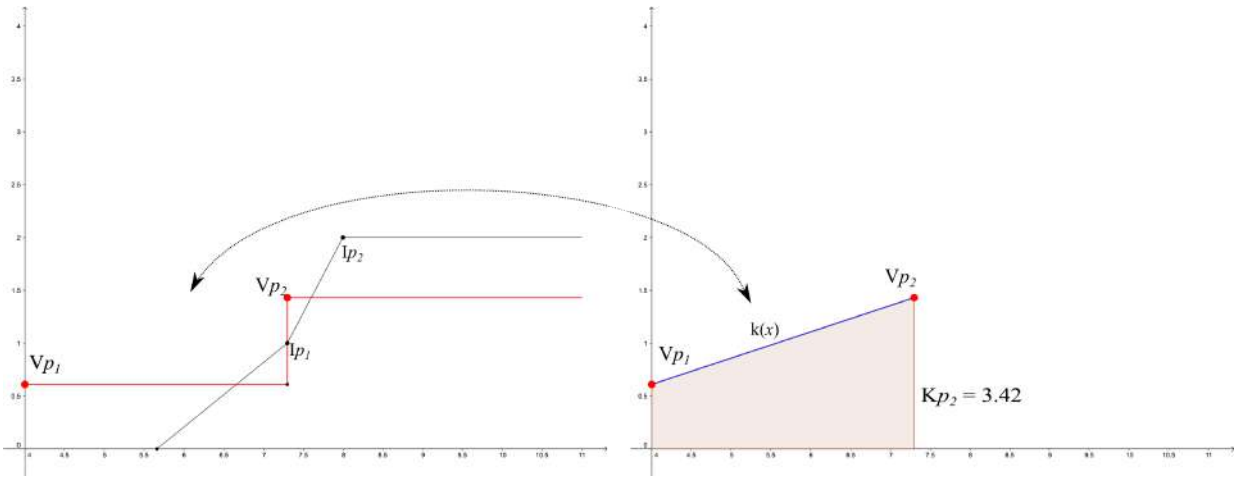


Figura 103: Exposição dos Ip_1, Ip_2, Vp_1, Vp_2 e Kp_1 relativos ao PECa_2', encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

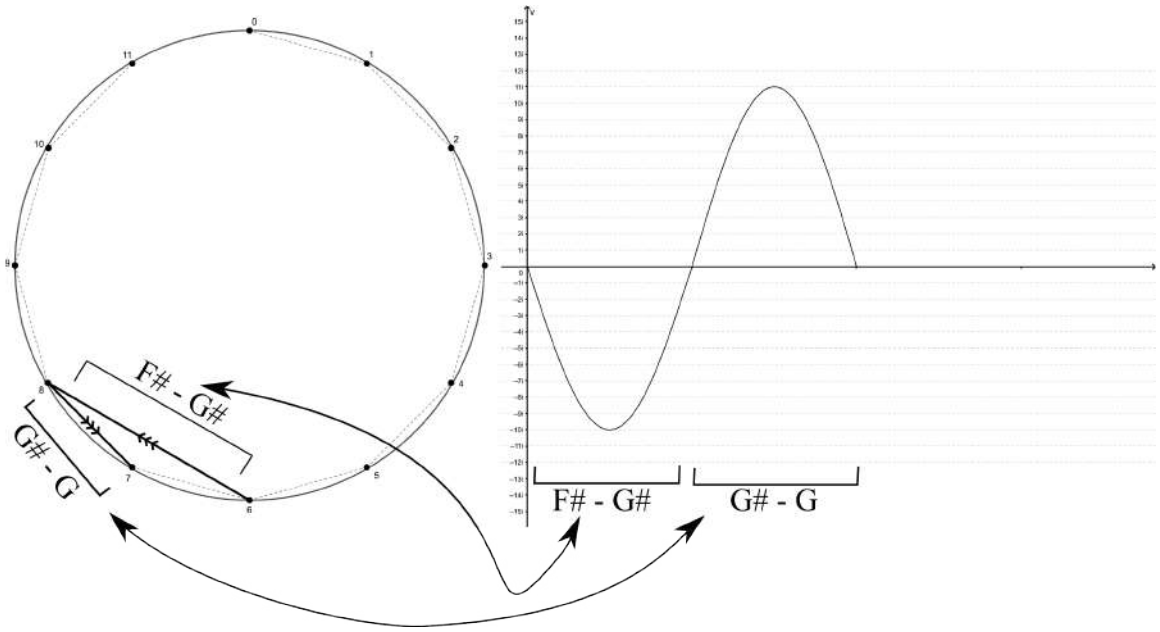


Figura 104: Componente altura do PECa_2, apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

O componente altura de a_2 (a_1'') quando exposto círculo das alturas e em curvas intervalares, revela os mesmas trajetórias que a_1, corroborando com o fato de que a célula 1 é figura com um gesto recorrente em todo movimento (Figura 104).

Na sequência, o PEC(C) (c.7-10), formados pelos PECs b_3 (c.7-8) e a_3 (c.8-10), é apresentado em maior grau de dissemelhança com os PECs (A) e (B). Isso se deve a: 1) a ordem monodia – aglomerado, que é invertida; 2) a expansão, em termos de duração, implementada nos PECs b_3 e a_3; 3) a derivação sofrida em a_3, que inclui uma altura que não pertence à célula 1, e; 4) pela falta de índices de perturbação em todo PEC(C) (Figura 105).

Como a Figura 105 revela, o aglomerado representado pelo PD_3 atinge o maior nível entre os três pontos. O motivo é que neste ponto, apesar de ter menos notas do que em PD_2, a compressão é maior, ou seja, o espaço é mais reduzido, comprimindo-se mais para abarcar as quatros notas existentes.

A presença de pausas no trecho (os pequenos círculos vazados), tanto nos componentes altura quanto nos componentes temporal, interrompe o fluxo e, desta maneira, não há uma única sequência com duas notas sequências ininterruptas. A consequência é que não existem índices de perturbação, ao menos no nível em que estamos empregando a análise[339].

[339] É perfeitamente possível analisar o trecho descolando segmentos e os comparando. Contudo, no presente trabalho, aplicaremos o conceito e os mecanismos de análise de perturbação do espaço apenas à elementos que estão sequencialmente ininterruptos, ou seja, sem o rompimento do fluxo sonoro pela presença de pausas. Em tempo, a expansão das aplicações dos mecanismos analíticos desenvolvidos na presente pesquisa, tais como esse mecanismo, figuram como objetivo em fases futuras na presente pesquisa.

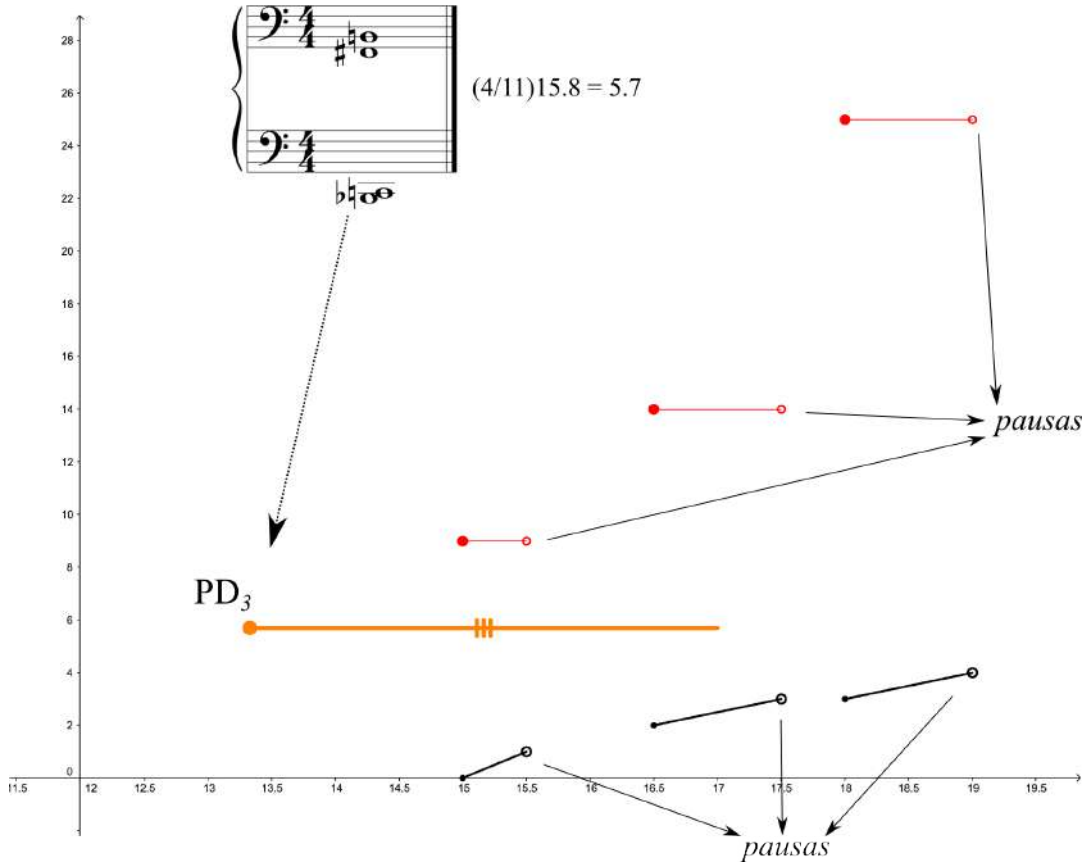


Figura 105: Exposição do PEC*b*$_3$', do ponto de distorção 3 (PD$_3$) nele presente e do PEC*a*$_3$, através do gráfico INTML, encontrados no no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

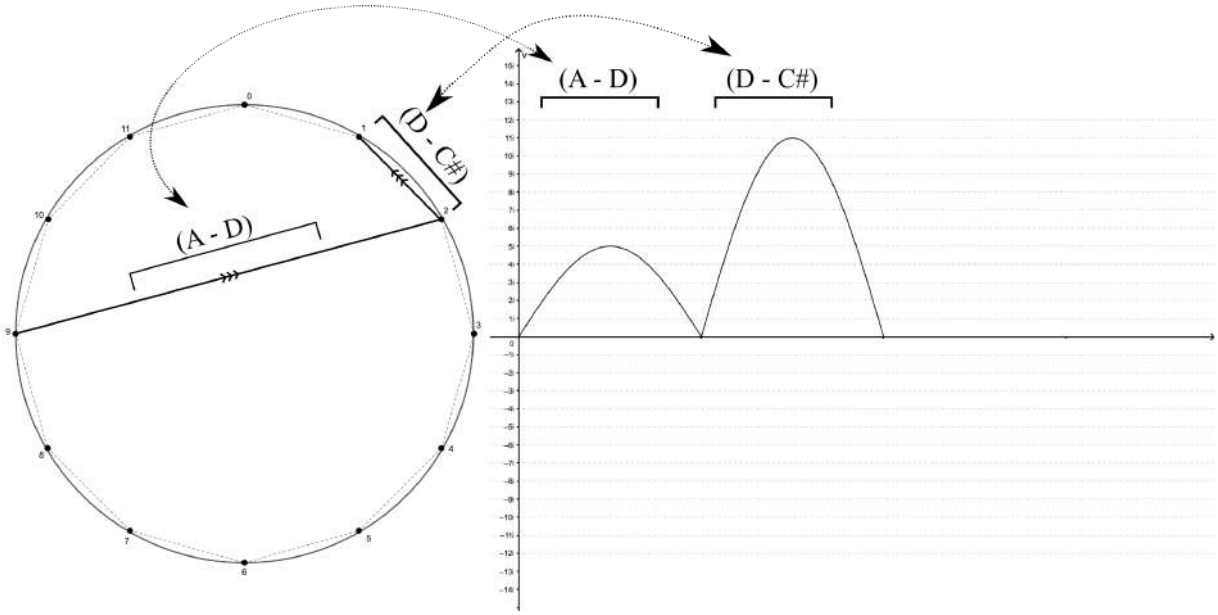


Figura 106: Componente altura do PEC*a*$_3$, apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

Por fim, o círculo das alturas e curvas intervalares aplicadas ao PECa_3, revelam a derivação mais significativa no que diz respeito ao modelo apresentado no PECa_1 (c.1): um salto de 5 semitons ascendente (mostrado nas curvas intervalares) seguido pelo salto ascendente característico da célula 1 (Figura 106).

As derivações entre os PECs a_1, a_1' a_2 (a_1'') e a_3 (a_1''') são marcadas pela presença da célula 1 (o intervalo de semitom ou sua inversão) e por uma ampliação gradativa em que um intervalo maior, um salto antecedente, ou subsequente compensatório e em direção oposta, é inserido. Desconsiderando o registro, o salto é sempre ligado à célula 1 (um semitom ou um tom invertidos ou não), até que em a_3 o salto intervalar é bruscamente ampliado para 5 semitons. A Figura 107 exibe a evolução do PECa_1 em suas diferentes derivações.

Por fim, analisaremos como evoluíram os pontos de distorção a partir do nível de perturbação entre eles (Figura 108).

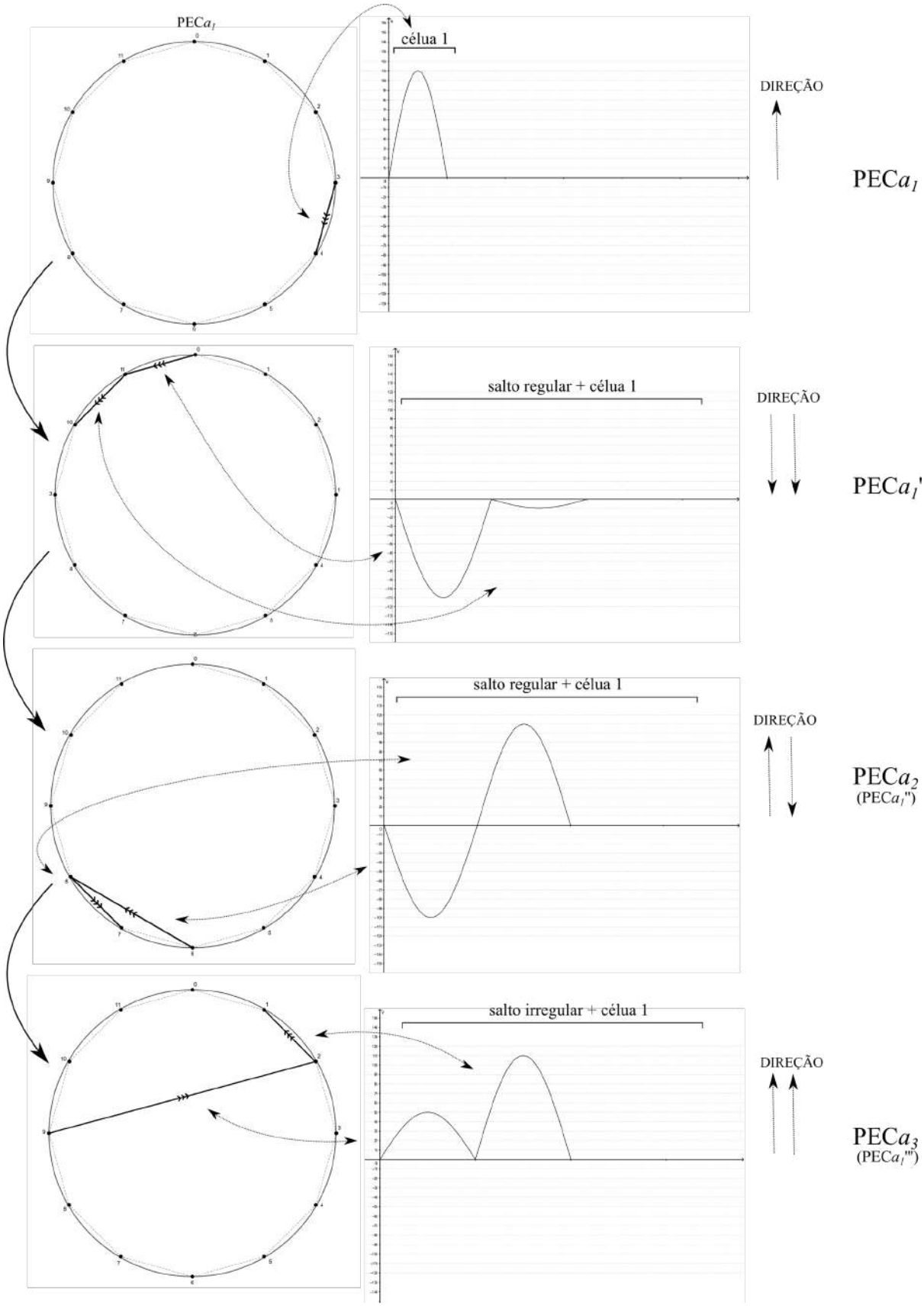


Figura 107: Evolução dos PECs a_1, a_1', a_2 e a_3, apresentado no círculo das alturas e em curvas intervalares, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

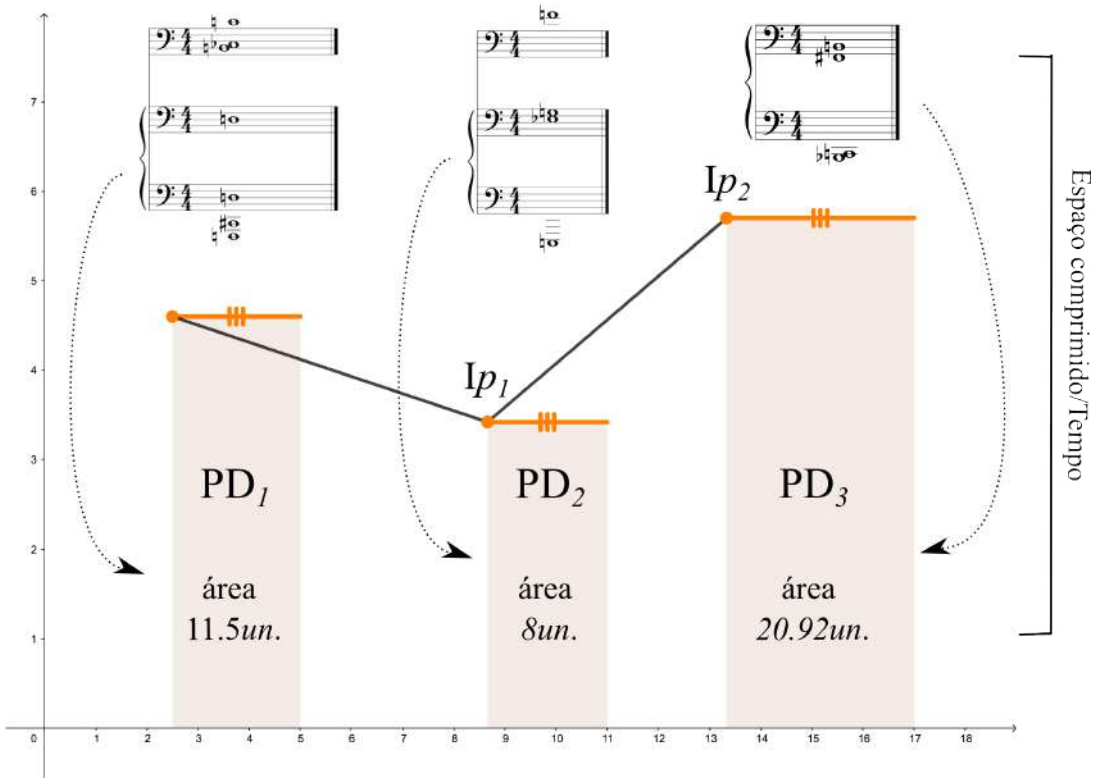


Figura 108: Evolução dos pontos de distorção PD*1*, PD*2* e PD*3* através dos índices de perturbação, apresentados no gráfico INTML, encontrados no III movimento do *Op. 11*, de Webern.

Essa análise não pode ser feita como fizemos nos outros índices de perturbação. Naquela ocasião, a medida de comparação era o nível de homogenia/heterogenia entre as quantidades de tempo gasto entre os componentes analisados. No caso dos PDs, estamos propondo que a relação comparativa se dê pela quantidade de espaço comprimido em função do tempo. De fato, é uma abstração deveras profunda, contudo, ela revela dados que a princípio não são visíveis na partitura.

Por espaço comprimido estamos considerando não apenas a razão entre a quantidade de notas e o território espacial limitado pela quantidade de semitons envolvidos, mas, também estamos relevando a carga de energia entregue pela dinâmica. Ou seja, em nosso modelo, a dinâmica não pode ser desconsiderada na medição da quantidade de distorção exposta sobre a superfície.

Contudo, o modelo encapsula a estaticidade da configuração, momento a momento (segundo a segundo nesse caso) não abarcando a evolução de um crescendo, por exemplo, que apresenta muitas micro-configurações dentro de um segundo (1s). Ainda assim, estamos incorporando uma nova informação ao modelo proposto por Berry (1976), com os conceitos de densidade-número e densidade compressão.

Portanto, o que estamos propondo com o gráfico acima é que o PD_3 distorce mais a superfície do que os outros pontos, porque a relação de compressão do seu espaço com uma aproximação da dinâmica proposta em função de sua duração é a principal característica resultante de um aglomerado de notas. A área revelada é justamente a quantização dessa complexa relação.

Com isso, podemos dizer que o nível de perturbação da superfície é maior em PD_3 que é apresentado no PECb_3. Em um gráfico em três dimensões o ponto PD_3 seria justamente o ponto onde, no eixo *z*, os valores seriam mais distantes de zero, ou seja, seria o ponto mais negativo do eixo *z*[340].

Os mecanismos analíticos subsidiários juntamente com os principais, aplicados ao III movimento do Op. 11, de Webern, revelaram dados em confluência. Nesse sentido, os mecanismos subsidiários fornecem dados complementares, como no caso do círculo das alturas e o gráfico curva intervalar, que se somados aos outros dados extraídos, podem revelar informações não presentes na partitura.

Os mecanismos, subsidiários ou principais, também podem se conectar a outras análises existentes e servir como instrumento verificador de informações já obtidas, como no caso da análise de Cogan e Escot (1976). As trajetórias dos PECs a_1, a_1', a_2 e a_3 e a relação dos PDs com a distribuição da célula 1 entre os PECs b_1, b_2 e b_3, podem ser analisadas a partir dos mecanismos descritos na presente análise.

Considerando todas as possíveis evoluções dos mecanismos (e da própria TDS), concluímos que os dados obtidos são satisfatórios, manuseáveis, perfeitamente passíveis de aplicação em modelagem sistêmica, e que podem ser mais amplos a medida em que há o refinamento dos próprios mecanismos.

4.3 String Quartet Nº 3 ('Mishima'): VI – Closing

O String Quartet n.3, de Philip Glass, foi composto em 1985 para filme "*Mishima – Uma Vida em Quatro Tempos*", do diretor e roteirista norte americano Paul Schrader, e por isso, o quarteto é conhecido também pelo título do filme. Sucesso de crítica, a película conta, em quatro capítulos, fragmentos da vida do escritor japonês Yukio Mishima[341] questionando em sua trama "os conceitos básicos que regem as atitudes do ser humano, como o preceito de

[340] Na subseção 3.2.2.3, informamos as possibilidades de descrição dos pontos de distorção em três dimensões.
[341] Yukio Mishima, pseudônimo de Kimitake Hiraoka foi um novelista e dramaturgo japonês mundialmente conhecido por escrever romances, poemas, novelas ensaios e peças modernas do teatro japonês.

vontade de potência, o existencialismo como força indagadora e o suicídio como instrumento de glorificação" (SANCHEZ, 2017).

Glass encapsula essa trama dividindo *o* String Quartet n.3 em seis movimentos*: I – Award Montage*; II – *November 25 - Ichigaya*; III – *Grandmother and Kimitake*; IV – *1962: Body Building*; V – *Blood Oath*; e, VI – *Closing*. Elencamos apenas o último movimento da obra para nossa análise por dois motivos: 1) como se trata de uma obra com duração total em média de 16 minutos, seria incompatível com o propósito[342] do presente trabalho empregar tamanha operação analítica; 2) o último movimento retrata o suicídio de Mishima, o que é um ponto da história do personagem de interesse pessoal para o presente autor, visto que este também esteve envolvido em situação semelhante.

Em nossa análise, pretendemos testar a aplicabilidade da função textura, que é um mecanismo de descrição textural. A linguagem minimalista, sobretudo, expõe blocos muito bem definidos de texturas distintas entre si, com variações comedidas. Basicamente, são engendramentos de blocos. O último movimento da obra reflete essa estética minimalista e colabora para aplicação da função textura. Isso não significa que estamos manipulando o material para obter os resultados previamente imaginados. Na verdade, só estamos escolhendo uma obra que tem texturas mais definidas, a fim de observamos como o mecanismos analítico função textura se comporta. Poderíamos aplicar o mecanismo em uma obra de qualquer estética. A diferença seria o volume de material produzido.

A seguir, exibimos a análise formal que sugerimos para o último movimento da obra (Quadro 13).
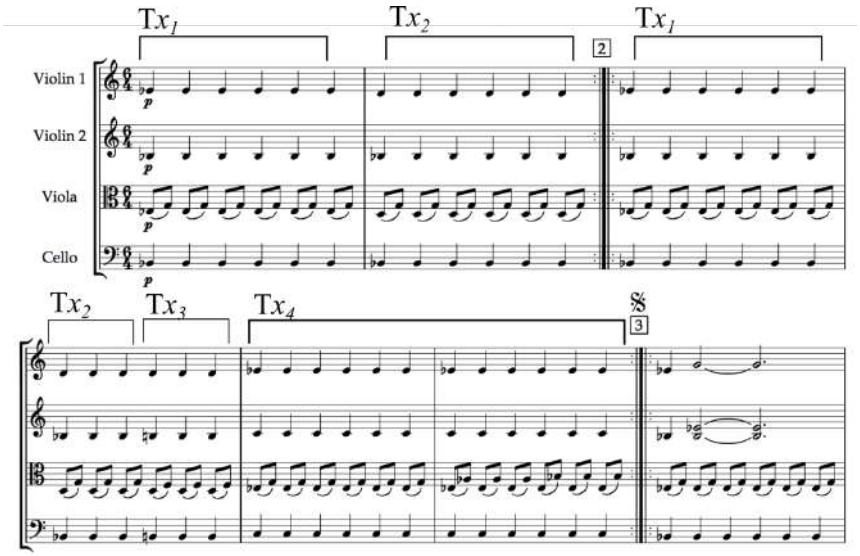
As configurações texturais dentro de cada seção são basicamente as mesmas, por isso nossa análise focará no nível da média forma, onde figura formalização da peça pelas seções. Portanto, estamos interessados em testar a aplicabilidade do mecanismo analítico função textura a partir de sua inferência sobre as seções acima elencadas. As repetições da seções **B**, **C** e **B'** são literais, então, não as levaremos em conta. (Exemplo 29).

Aplicaremos recortes das seções **A** e **A'** a fim de provar o uso mais secionado da função textura, expondo sua aplicação local. Nas demais seções, aplicaremos o viés global.

[342] O presente trabalho não objetiva, em primeiro lugar, expor analises a partir da TDS. Mas sim, expor a TDS, seus pressupostos e estruturas matemática e ideológicos.

Quadro 13: Estrutura formal do VI movimento "*Closing*", no *String Quartet n.03*, de Philip Glass.

Macro forma		***Média Forma***			***Micro Forma***
Parte	***Compassos***	***Seção***	***Compassos***	***minutagem***	
I	c.1-6	**A**	c.1-2	00'00'' – 00'10''	PECs
II	c.7-9	**A'**	c.3-6	00'10'' – 00'30''	
III	c.11-14	**B**	c.7-10	00'30'' – 00'49''	
IV	c.15-18	**C**	c.11-14	00'49'' – 01'08''	
V	c.19-20	**B**'	c.15-18	01'08'' – 01'28''	
VI	c.21-26	**B**	repetição	01'28'' – 01'46''	
		C	repetição	01'46'' – 02'05''	
		B'	repetição	02'05'' – 02'25''	
		D	c.19-20	02'26'' – 02'31''	
		D'	c.21-26	02'31'' – 02'57''	



Exemplo 29: Exposição das configurações texturais T*x1*, T*x2*, T*x3* e T*x4*, nas secções **A** e **B** no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass.

A seção **A** e a seção **A'** (Quadro 13) obedecem aos mesmo níveis de cor, compressão e dependência rítmica, com alternâncias entre quatro configurações texturais infimamente distintas. Os c.1 (seção **A**) e o c.3 (seção **A'**) apresentam a mesmas relações, e a chamaremos de T*x1*. Os c.2 (seção **A**) e o c.4 (seção **A'**) apresentam a configuração textural T*x2*. O c.4 apresenta a T*x3* e os c.5 e 6 revelam a T*x4*.

Exibiremos, com propósito didático, como alcançamos os valores de T*x1* em todos os termos da função textura. Iniciaremos com o parâmetro cor, verificando as notas da região

A. Temos 1 nota sendo tocada (E♭) num espaço de três semitons da região compreendida no c.1. Dessa forma estamos calcula $1/3 \cong 0.33$. Seguindo, $\cos^{-1} 0.33 \cong 70°$. Da mesma forma, o cálculo da região B fica: $4/13 \cong 0.30$, e $\cos^{-1} 0.30 \cong 72°$. Assim, temos o primeiro termo da equação resolvido

$$\left(r,\ (arccos\frac{np(a)}{\alpha},\ -arcos\frac{np(b)}{\beta}t)\right) = \big((r,70°),(r,72°)t\big)$$

Avançando para o segundo termo, temos $np = 5$ e $\mu = 17$ e, portanto, $5/17 \cong 0.29$. Aqui não precisamos usar o fator de correção ω. Na sequência, $\sin^{-1} 0.29 \cong 17°$ e fechamos o segundo termo da equação.

$$\left(r, arcsen\left(\frac{np}{\mu} - \omega\right)t\right) = ((r,17°)t)$$

Por fim, o terceiro termo da equação é resolvido da seguinte maneira: primeiro, sabemos que $(p(n) - 1 = 4$ (pois se $n = 4, p(n) = 5$). Logo, $\pi/(p(n) - 1) = \pi/4$. Sabemos que essa configuração textural em termos de partições, é dada por [3 1][343], e pela Tabela 2 sabemos que o fator de correção nesse caso é 0. Portanto, o terceiro termo da função textura que revelará T*x1* é dado por:

$$\left(r, \left[\left(\frac{\pi}{(p(n)-1)}\right) + k\right]t\right) = ((r, 45º)$$

A Figura 109 mostra como ficam os valores para cada um dos parâmetros texturais de T*x1* encapsulados pela função textura.

A diferença entre T*x1*, e T*x2*, T*x3* e T*x4* é muito pequena. A relação de dependência rítmica é a mesma, ou seja, em T*x1*, T*x2*, T*x3* e T*x4* não há mudança de configuração do que diz respeito ao particionamento rítmico. Assim sendo, as mudanças estão nas relações de cor e de compressão (Figura 110). Apesar de haver mudança nas configurações de cor entre T*x2* e T*x4*, elas compartilham do mesmo nível de compressão pois, operam no mesma razão de espaço

[343] A notação das partições é classicamente adotada e conhecida no campo da matemática. Contudo, o trabalho central e basilar no que diz respeito à aplicação da teoria das partições para o campo da música, é o trabalho de doutoramento de Gentil-Nunes (2009). Para maiores informações, ver Gentil-Nunes (2009).

comprimido. Tx_3 é a configuração mais comprimida, com menos notas na região A e menos força escura na região B.

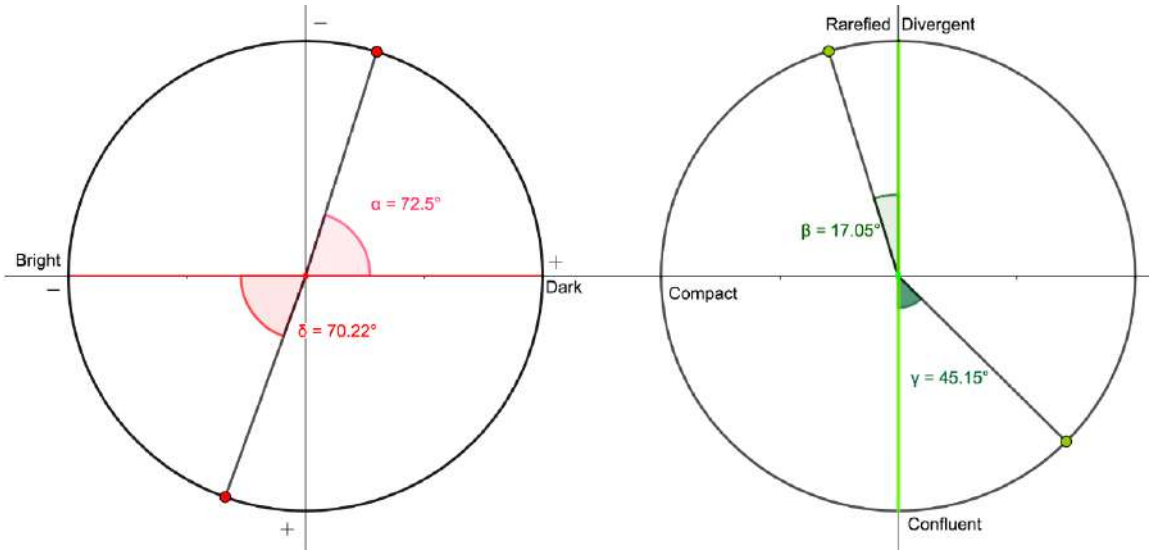


Figura 109: Função textura exibindo a configuração Tx_1, encontrada no c.1 do VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass.

A diferença entre Tx_1, e Tx_2, Tx_3 e Tx_4 é muito pequena. A relação de dependência rítmica é a mesma, ou seja, em Tx_1, Tx_2, Tx_3 e Tx_4 não há mudança de configuração do que diz respeito ao particionamento rítmico. Assim sendo, as mudanças estão nas relações de cor e de compressão (Figura 110). Apesar de haver mudança nas configurações de cor entre Tx_2 e Tx_4, elas compartilham do mesmo nível de compressão pois, operam no mesma razão de espaço comprimido. Tx_3 é a configuração mais comprimida, com menos notas na região A e menos força escura na região B.

A partir deste ponto, aplicaremos um viés mais global à aplicação da função textura. Consideraremos as notas mais agudas e/ou graves da seção e as configurações rítmicas mais recorrentes por seção. Contudo, como se trata de uma estética minimalista (conforme abordado no início da presente análise), ocorrem ínfimas variações dentro das seções, como observamos nas seções **A** e **A'**. Assim, verificaremos configurações mais contrastantes ao aplicar o olhar mais global.

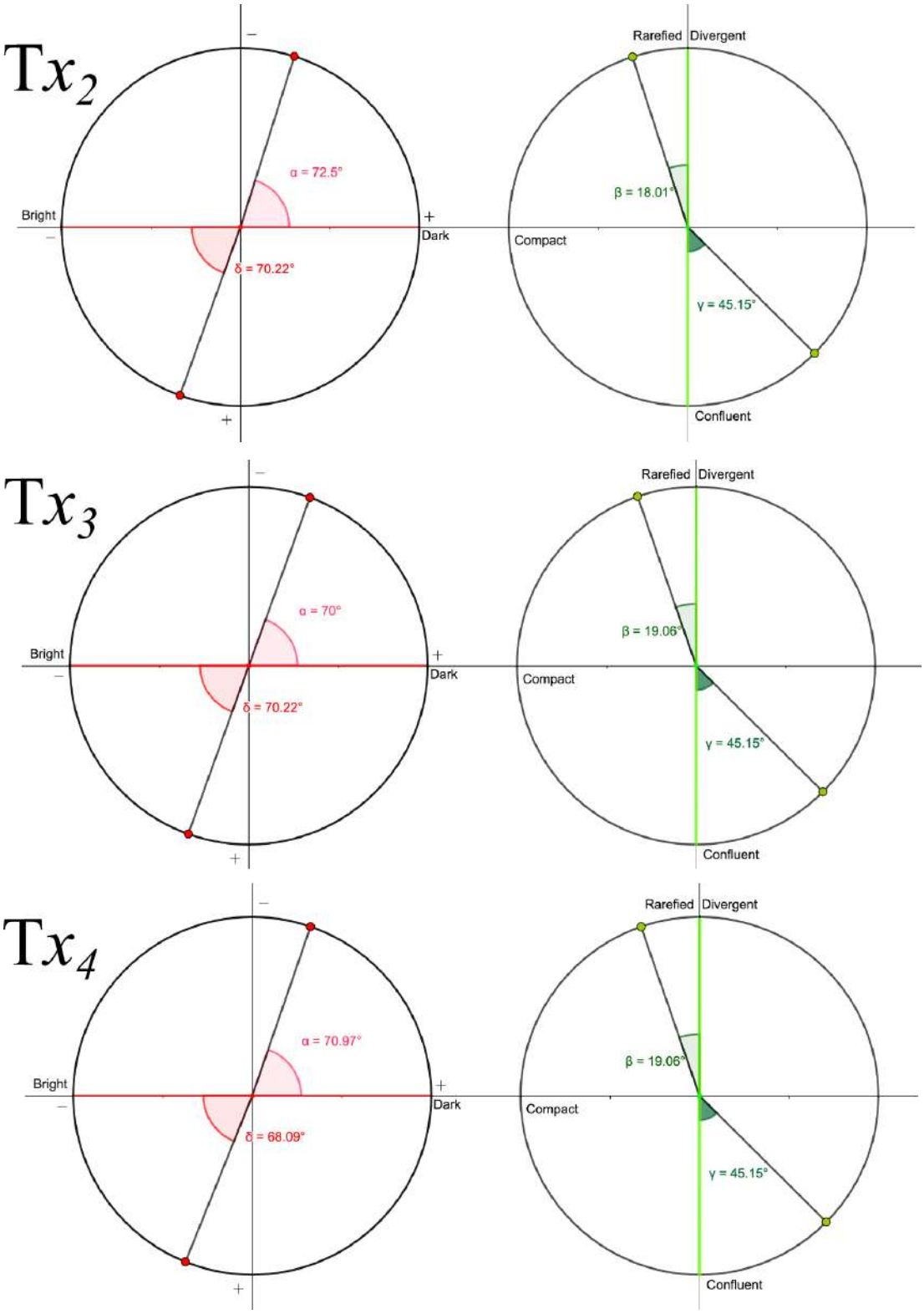


Figura 110: Função textura exibindo a configuração Tx_1, Tx_2, Tx_3 e Tx_4, encontradas no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass.

A seção **B** (c.7-10) mantém os mesmos traços da seção **A**, porém quando comparada com a seção **C** (c.11-14), as diferenças são maiores. A compressão em **B** é maior porque são mantidos quatro elementos ativados (com raros momentos de divise), contudo, num espaço

intervalar mais reduzido do que em **C**. Dessa maneira, em relação ao parâmetro compressão, a seção **B** tem configurações intervalares mais compactas e a seção **C** tem configurações mais rarefeitas.

Na seção **B** (T*x*$_5$), ocorre uma mudança quanto ao particionamento rítmico em relação a **A** e **A'** que se mantém na seção **C** (T*x*$_6$). Ou seja, saímos do jogo particional[344] [3 1][345] (das seções **A** e **A'**,) para o jogo [2 1^2] em **B** e em **C**. Isso quer dizer que há um aumento de divergência rítmica entre as duplas **A**/**A'** e **B**/**B'**.

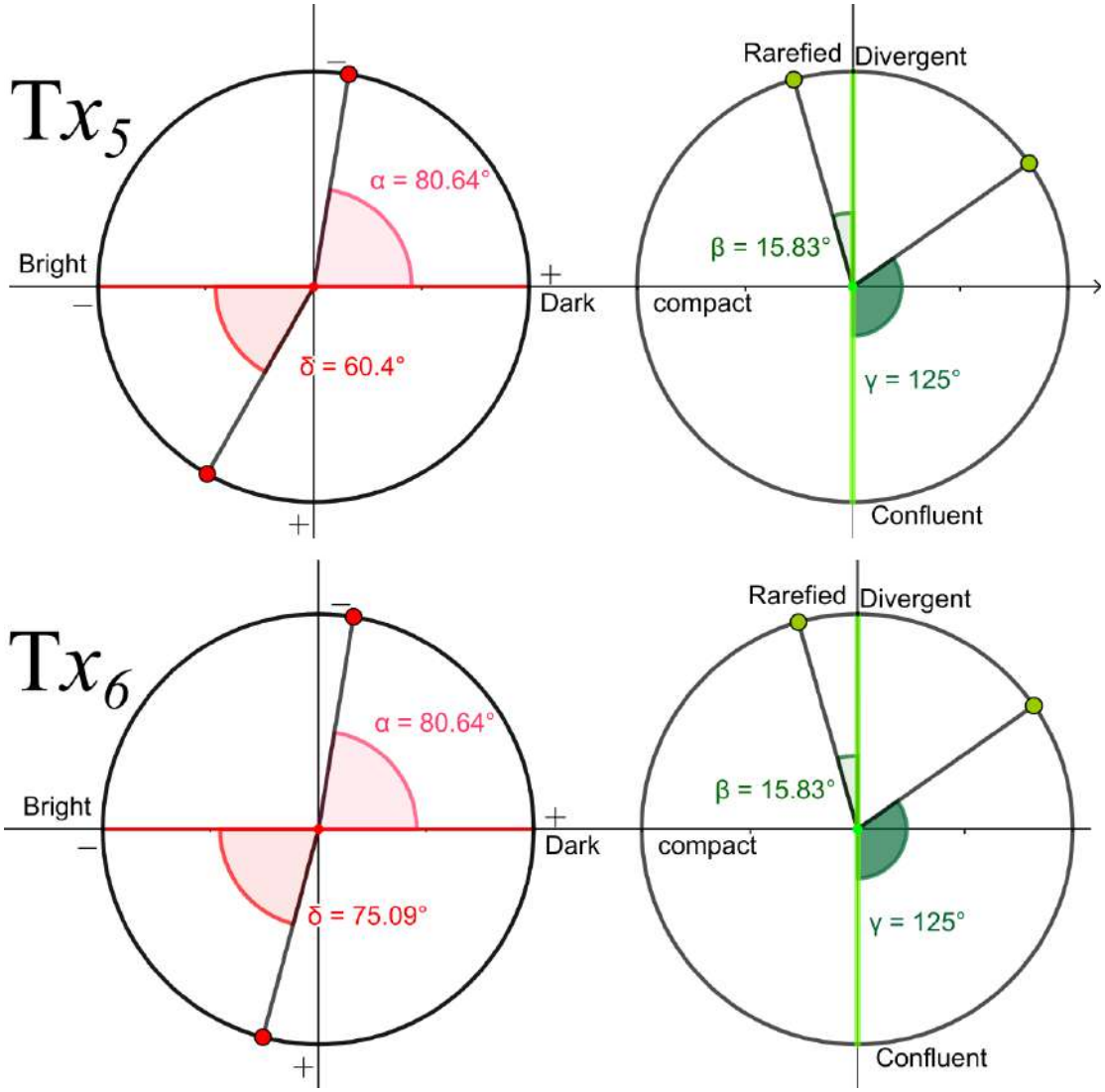


Figura 111: Função textura exibindo a configuração T*x*$_5$ (secção **B**) e T*x*$_6$ (seção **C**), encontradas no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass.
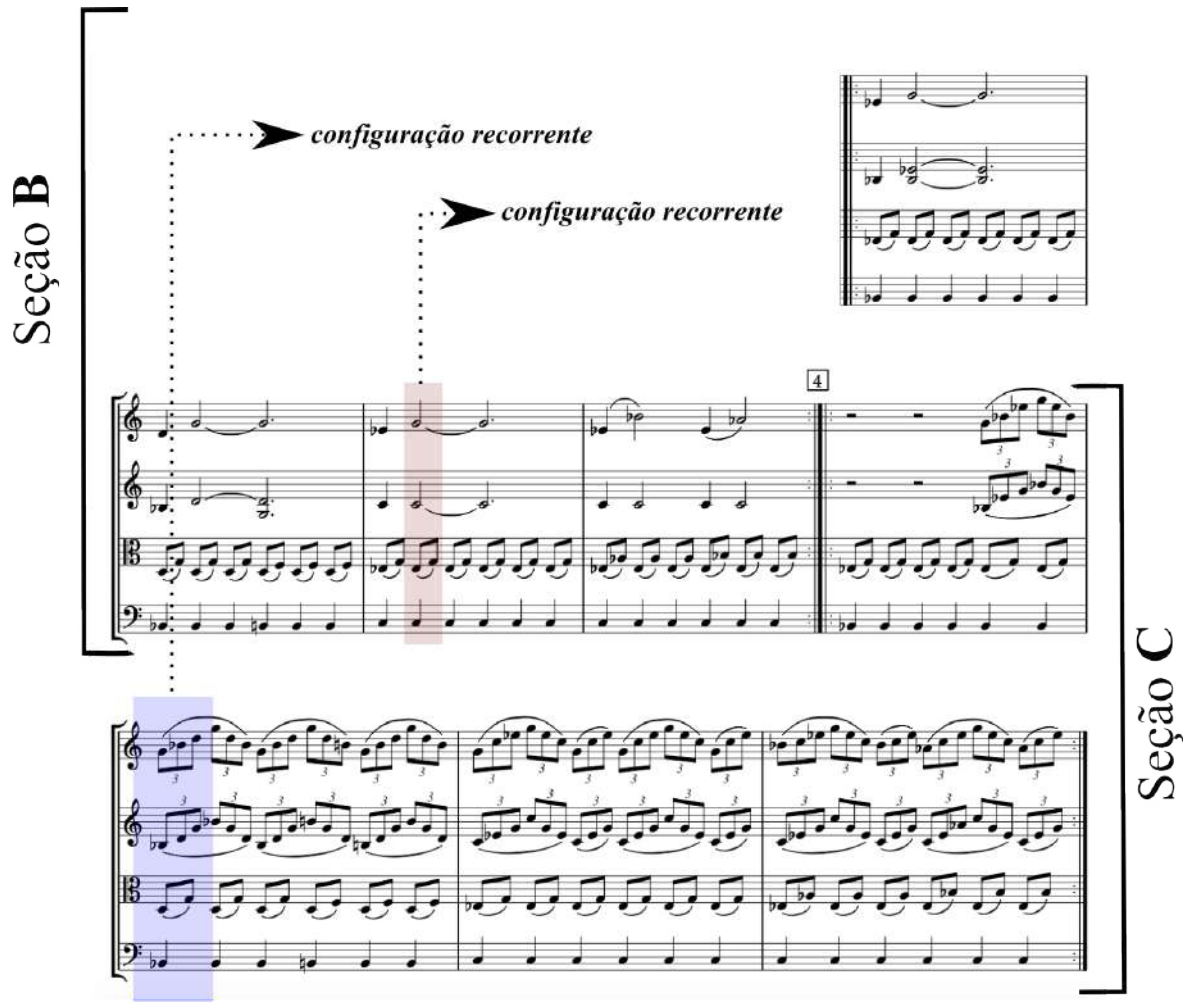
[344] Essa expressão não é usada, sobretudo, na Análise Particional (GENTIL-NUNES, 2009). Adotamos essa expressão no presente trabalho em caráter experimental por não encontrar outra que pudesse dar o mesmo significado.

[345] Adotamos a notação das partições utilizada por Gentil-Nunes (2009) que preconiza "a ordem (ascendente ou descendente) [permitindo] a maior clareza de leitura em relação a cada exemplo em particular" (p.12).

Se pensarmos em perturbação textural, esse é o ponto onde há um índice de perturbação, pois internamente há uma variação entre espaço consumido em função do tempo. Isso quer dizer que as configurações rítmicas estão variando dentre dos PECs, ou dos trechos ou seções.

Acerca do parâmetro cor, a seção **C** atinge usa mais o espaço da região A, o que a confere sonoridades mais claras (Figura 111).

O Exemplo 30revela as configurações recorrentes em Tx_5 e Tx_6 e das quais se tratam os dados extraídos no que diz respeito à compressão (Figura 111). A função textura é tomada *frame to frame*, seja qual for a medida de tempo. Contudo, se aplicássemos a função textura a todos os compassos da seção B, por exemplo, precisaríamos realizar ou uma média dos dados ou enxertar alguns fatores na equação. No entanto, os trechos marcados no Exemplo 30 foram tomados em análise por serem recorrentes.



Exemplo 30: Exposição das configurações recorrentes nas secções **B** e **C**, encontradas no VI movimento do String Quartet n.3, de Philip Glass.

No caso do parâmetro cor, tomamos a seção analisada como um todo. No caso da dependência rítmica, há raríssimos momentos de mudança de particiomento dentro da seção.

A seção **B**' (Tx_5') (c.15.18) tem a exata configuração textural, em todos os parâmetros, revelada na seção **B**. A diferença entre essas seções está nas perturbações internas. Em **B**, o bloco que é executado pelos primeiro e segundo violinos são ritmicamente idênticos, isto é, são modelos de repetição que duram apenas um *beat* (ou o primeiro tempo do compasso) e correm por toda a seção. O mesmo acontece na parte da viola e do violoncelo. Por isso, a seção **C** tem a mesma configuração textural em quase toda sua duração.

Contudo, o que ocorre Tx_5' é que esses blocos se repetem apenas no primeiro violino e no violoncelo, enquanto nas linhas da viola e segundo violino, é introduzido um novo bloco, porém, com modelo rítmico a ser repetido durando o compasso inteiro. Essa configuração nos garante o jogo particional [2 1^2] também revelado na seção **C**. Porém, internamente, o jogo particional [2 1^2] de **B**', é mais complexo do que [2 1^2], em **C**. Elencamos a linha da viola nos c.14 (pertencente à seção **C**) e c.16-17 (pertencente à seção **B**') para exemplificar essa internalidade (Figura 112).

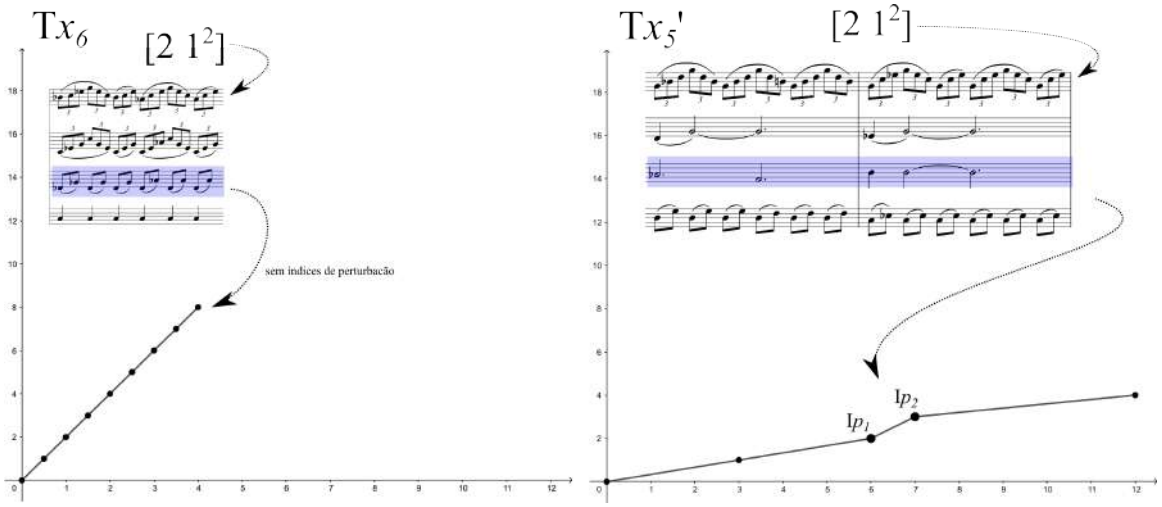


Figura 112: Exemplo de diferentes perturbações internas pertencentes ao mesmo jogo particional [2 12] encontradas no VI movimento do String Quartet n.03, de Philip Glass. No primeiro exemplo, estão plotadas as configurações rítmicas encontradas no c.14. No segundo, as configurações encontradas nos c.16-17.

Assim, a complexidade que difere os dois jogos particionais idênticos é a perturbação interna de cada linha. Nesse sentido, abre-se a possibilidade para internalizar a Análise Particional (GENTIL-NUNES, 2009) e qualquer outra teoria analítica que parta de princípios de qualitativos texturais, revelando seus engendramentos internos a partir dos níveis de perturbação de cada linha.

Um situação um pouco semelhante a esta ocorre entre as seções **D** (c.19-20) e **D**'(c.21-26): o modelo apresentado nas partes do violoncelo, viola e segundo violino passam de um *beat* de duração (c. 19, por exemplo) para dois *beats* de duração (c.21, por exemplo) Ambos os casos não apresentam perturbação interna entre si, contudo são configurações particionalmente idênticas com variação de espaço entre elas.

As seções **D** (Tdx_7) e **D**' (Tx_7') diferem entre si apenas no parâmetro cor, pois as alturas empregas são as mesmas, porém, em Tx_7', oitavadas descendentemente. Há uma mudança entre a predominância de notas da região A em Tx_7 para a predominância de notas da região B em Tx_7'.

Mas, em relação às seções Tx_5, Tx_6 e Tx_5', ocorre outra perturbação textural, ou seja, o jogo particional mais confluente [3 1] volta a vigorar até o final da peça. Nesse sentido, é revelado uma forma textural ternária, por assim dizer, em todo o movimento. É iniciado com o jogo particional [3 1], atinge-se o [2 1^2] e há um retorno aos nível confluente inicial [3 1]. Assim, a obra tem dois índices de perturbação textural revelados também pelos ângulos expostos nos gráficos da função textura (Figura 114).

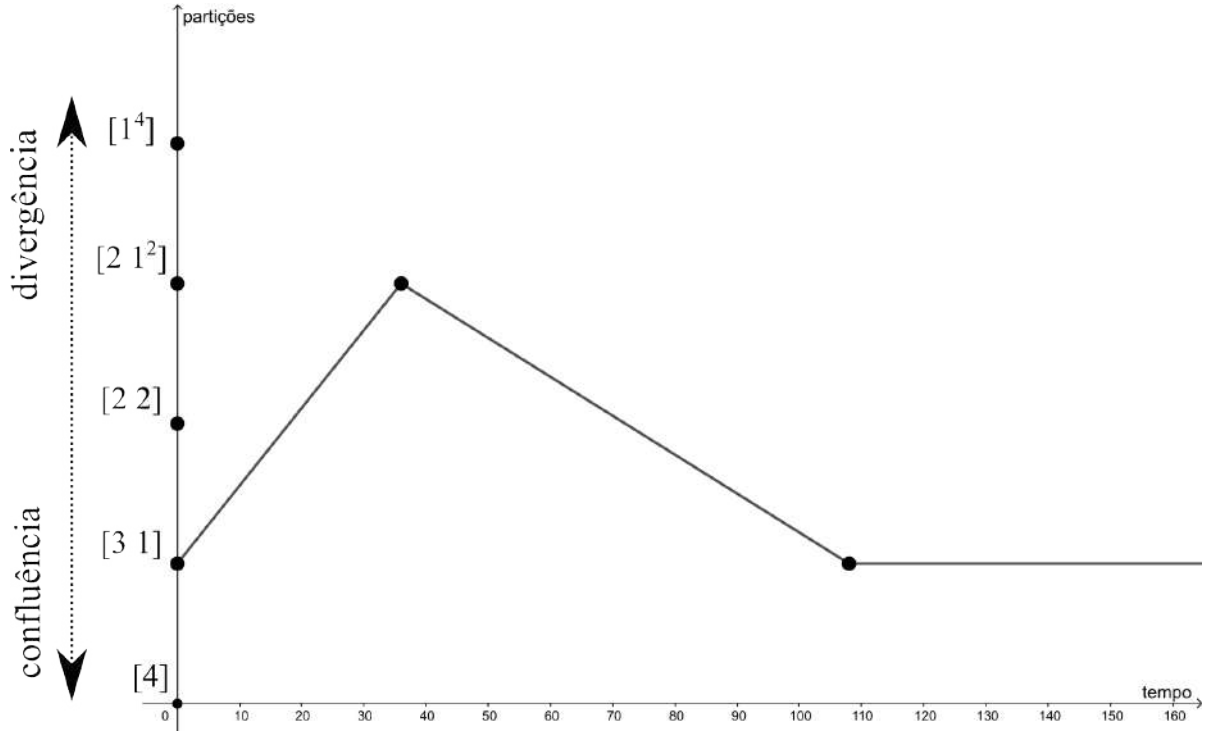


Figura 113: Perturbação textural provocada pela alternância entre os jogos particionais [3 1], [2 1^2] e [3 1] encontrada no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass.

A aplicação da função textura sobre o sexto movimento do String Quartet n.3, de Philip Glass, revelou que as configurações texturais encontradas tem alto nível de similaridade em sua maioria.

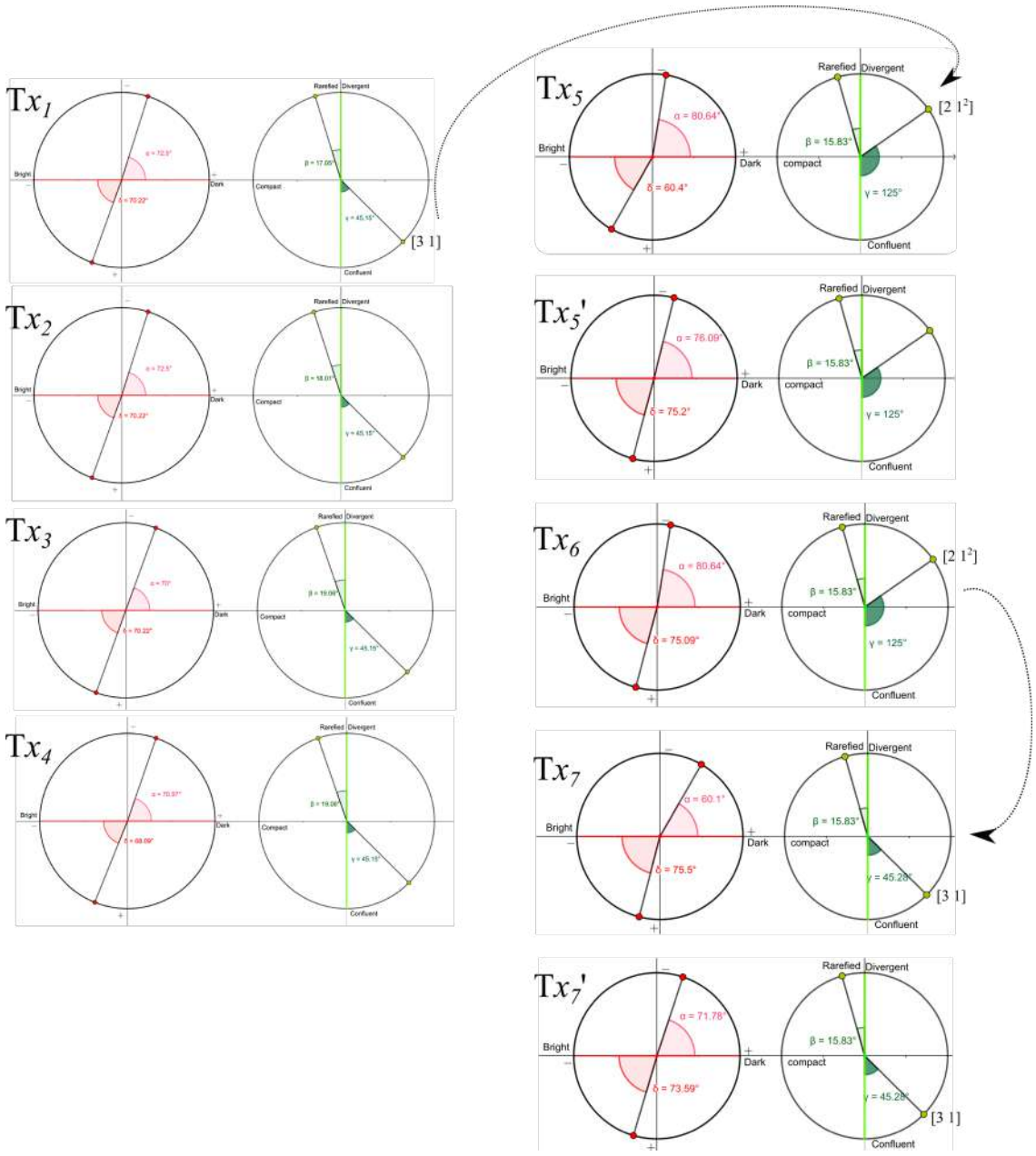


Figura 114: Exposição das configurações texturais T*x1*, T*x2*, T*x3* e T*x4* T*x5*, T*x6*, T*x5*', T*x7* e T*x7*' encontradas no VI movimento do *String Quartet n.03*, de Philip Glass.

Assim, T*x1*, T*x2*, T*x3* e T*x4*[346] apresentam o mesmo nível dependência rítmica e basicamente os mesmos níveis de cor e compressão intervalar.

[346] Como seccionados as seções **A** e **A'**, não adotamos a notação T*x1*, ou T*x1*', pois existe mais de uma configuração textural nessas seções.

A relação entre Tx_5 e Tx_5' é de pouca variação de compressão intervalar e de colorido textural, apesar de estarem separados pela aparição de Tx_6. A configuração rítmica mais divergente é apresentada em Tx_5, Tx_6 e Tx_5', porém, em Tx_5', a configuração rítmica é internamente mais divergente.

As configurações Tx_7 e Tx_7' apresentam a retorno a confluência rítmica presente nas configurações Tx_1, Tx_2, Tx_3 e Tx_4, e entre si, diferem apenas pela transição de hegemonia da região A Tx_7, para a região B em Tx_7' (Figura 114).

A função textura também revelou apenas dois ângulos distintos no que diz respeito aos níveis de confluência ou divergência rítmica textural, algo que pode ser descrito pelas partições. Nesse sentido, a função textura não exibe as relações de dependência mais internas assim como também a aplicação particional não as exibe. Uma solução para tal questão pode ser o uso auxiliar dos gráficos INTL exibindo os índices de perturbação internos.

A aplicabilidade da função textura perde força se manipulada manualmente. Nesse sentido, sua força operacional está condicionada à criação de um aplicativo computacional que promova sua ativação automática.

5 APLICAÇÕES EM COMPOSIÇÕES

"Um matemático sente em seu trabalho a mesma sensação que um artista; seu prazer é também grande e de mesma natureza".

Henri Poincaré

A fim de testar a TDS como ferramenta de planejamento composicional e os mecanismos analíticos como provedores de dados a serem usados em modelagem sistêmica, nos propusemos a compor duas obras com caráteres distintos e com ponto de partida distintos.

Blindeness (2019), para clarinete solo, foi composta a partir da modelagem sistêmica aplicada em *Syrinx*, de Debussy, apresentada no presente trabalho (ver seção 4.1).

A obra Four *Lights For Shadows* (2019), para grupo de câmera, foi composta a partir do planejamento composicional baseado nas instâncias organizacionais do *Pensamento Sincrético* aplicado à TDS.

Utilizaremos as mesmas convenções notacionais adotadas no capítulo anterior.

5.1 Blindness

A obra *Blindness*, de André Codeço, foi escrita entre 2018 e 2019 durante o período de doutorado sanduíche na Louisiana State University, nos EUA. A peça é baseada no modelo sistêmico extraído da seção **A** de *Syrinx*, de Debussy, exibido neste trabalho. O Quadro 14 expõe as relações entre *Syrinx* e *Blindness*:

Quadro 14: Conexões entre *Syrinx*, de Debussy e *Blindness,* de Codeço.

	Syrinx	***Blindness***
Forma	**A - B - A'**	**A - B - A'**
Instrumentação (textura)	***Flauta solo***	***Clarinete solo***
Duração	***02:27s***	***02:15s***
Modelagem Sistêmica	**MODELO**	**APLICAÇÃO**
Conexão Intertextual	***aplicada***	***aplicada***

A obra é inspirada em um episódio relatado na Bíblia[347], a traição de Judas em relação a Jesus. Segundo a Bíblia, após receber o pagamento de 30 moedas para delatar Jesus aos soldados romanos, Judas entra em profundo remorso, se desfaz das moedas e se enforca numa árvore. Contudo, nem mesmos aqueles que pagaram pela delação aceitaram as moedas de volta, pois para a cultura daquela época, haveria maldição sobre as moedas por terem comprado sangue inocente. Com essas moedas, então, os judeus compraram um campo que foi usado para enterrar estrangeiros ou indigentes e o batizaram como 'campo de sangue'. A palavra 'Aceldama', que é o subtítulo da obra, é a transliteração do termo campo de sangue para o aramaico.

Assim, *Blindness* tem sua gênese criativa no personagem de Judas, no seu processo de traição e remorso, que, no entendimento do presente autor, não o fez deixar de ser internamente cego.

Um poema foi igualmente composto e cada verso do poema secciona a peça não formalmente, mas no que diz respeito ao ambiente do discurso musical. O poema foi escrito em inglês[348].

"*Walking among us, he can't see us.*
Walking among us, he can't see himself.
Now he sees the innocent blood,
when the silver tinkles on the floor.
Eyes are still not free
while the body finds a tree.
Aceldama is all he can see."

Acerca da intertextualidade aplicada, a conexão entre as duas obras se dá pelo fato de ambas recorrerem a uma fonte extra-musical que no caso de *Syrinx*, foi o poema dramático *Psyché*, de Gabriel Mourey, e no caso de *Blindness*, o relato bíblico.

Assim como fizemos em *Syrinx*, aplicaremos os mecanismos analíticos à primeira seção da obra, onde a modelagem foi implantada. O objetivo não é o teste dos mecanismos analíticos em si, embora tenha sido através deles que o modelo foi extraído. Nosso foco está na

[347] Os relatos dos acontecimentos segundo a Bíblia, estão narrados nos livros de Mateus, capítulo 27 versículos 1-10 e Atos dos Apóstolos, capítulo 1, versículos 18 e 19.
[348] "Andando entre nós, ele não nos vê. Andando entre nós, ele não vê a si mesmo. Agora, ele vê o sangue inocente quando a prata brilha no chão. Os olhos ainda não estão livres, enquanto o corpo procura a árvore. Aceldama é tudo o que ele vê".

averiguação dos dados revelados pelos mecanismos analíticos como potenciais geradores de modelos sistêmicos e repositório de materiais. Como o modelo foi extraído a partir das operações de transformação (algebricamente descritas), estes também serão os mecanismos utilizados na análise.

Quadro 15: Quadro comparativo das estruturações internas com o uso dos PECs em *Syrinx*, de Debussy e *Blindness,* de Codeço.

<table>
<tr><th colspan="3">Blindness</th><th colspan="3">Syrinx</th></tr>
<tr><td colspan="3">Seção A (c.1-16)</td><td colspan="3">Seção A (c.1-8)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">PEC(A)
(c.1-7)</td><td rowspan="3">PECa
(c.1-3)</td><td>PECa₁
(c.1)</td><td>PECa₁</td><td rowspan="3">PECa
(c.1)</td><td rowspan="8">PEC(A)
(c.1-2)</td></tr>
<tr><td>PECa₂
(PECa₁’)
(c.2)</td><td>(PECa₁’)</td></tr>
<tr><td>PECa₃
(c.3)</td><td>PECa₃</td></tr>
<tr><td rowspan="5">PECb
(c.4-5)</td><td>PECb₁
(PECa₁’’)
(c.4)</td><td rowspan="5">PECb
(PECa₁”)</td><td rowspan="5">PECb
(c.2)</td></tr>
<tr><td>PECb₂
(c.5)</td></tr>
<tr><td>PECb₃
(PECa₁’’’)
(c.6)</td></tr>
<tr><td rowspan="9">PEC(B)
(c.8-16)</td><td rowspan="3">PECc
(c.6-10)</td><td rowspan="2">PECc₁
(PECa₁’’’’)
(c.8)</td><td>PECa₁</td><td rowspan="3">PECa
(c.3)</td><td rowspan="9">PEC(B)
(c.3-8)</td></tr>
<tr><td>PECa₂</td></tr>
<tr><td>PECc₂
(PECa₁’’’’’)
(c.9-10)</td><td>PECa₃</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PECb’
(c.11-12)</td><td>PECb₄
(PECb₂’)
(c.11)</td><td>PECc₁
(PECa₁’’’)</td><td rowspan="3">PECc
(c.4)</td></tr>
<tr><td>PECb₄
(PECb₂’’)
(c.11)</td><td>PECc₂
(PECa₁’’’’)</td></tr>
<tr><td>PECb₄
(PECb₂’’’)
(c.11)</td><td>PECc₃</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PECd
(c.13-16)</td><td>PECd₁
(c.13)
(PECa₁’’’’’)</td><td>PECd₁
(c.5)</td><td rowspan="3">PECd
(c.5-8)</td></tr>
<tr><td>PECd₂
(c.14)
(PECb₂’’’’)</td><td>PECd₂
(c.5)</td></tr>
<tr><td>PECd₃
(c.14-16)</td><td>PECd₃
(c.6-8)</td></tr>
</table>

A semelhança formal entre as duas obras está no nível mais externo, no caso, na forma ternária A – B – A’. Decidimos não aplicar o modelo estritamente, pois nos levaria a uma

semelhança formal interna, o que poderia aproximar demasiadamente as duas obras. Acrescentamos PECs e invertemos algumas ordenações entre eles como forma de reduzir a semelhança interna entre as obras. O Quadro 15 compara as duas formas e os pontos de dissemelhança e semelhança entre elas.

A semelhança entre a estruturação das duas obras está nas extremidades do quadro, ou seja, entre os PECs (A) e (B). A medida em que o centro do quadro se aproxima as estruturas vão se distanciando. Nesse sentido, o Quadro 16 exibe os PECs e as relações geradoras que serão analisadas.

Quadro 16: Quadro expositivo das relações (entre os PECs) encontradas em *Syrinx*, de Debussy, aplicadas em *Blindness*, de Codeço.

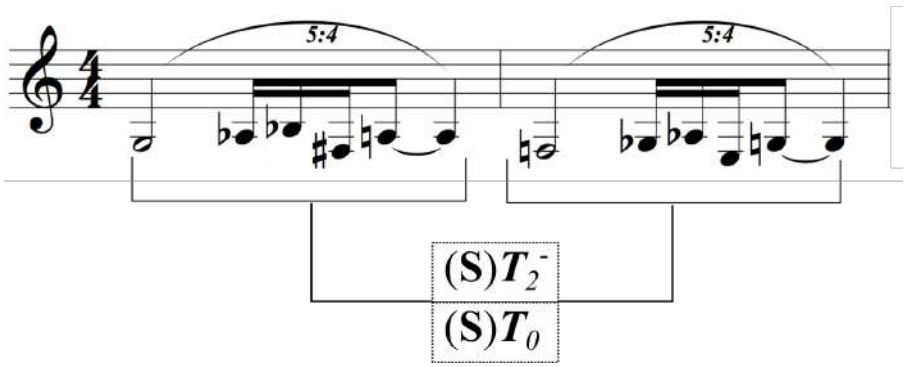
Blindness			***Syrinx***		
Seção **A** (c.1-16)			Seção **A** (c.1-8)		
PEC(A)	PEC*a*	PECa_1 (c.1)	PECa_1	PEC*a*	PEC(A)
		PECa_2 (PECa_1') (c.2)	(PECa_1')		
	PEC*b*	PECb_1 (PECa_1'') (c.4)	PEC*b* (PECa_1")	PEC*b*	
		PECb_3 (PECa_1"') (c.6)			
PEC(B)	PEC*c*	PECc_1 (PECa_1"'') (c.8)		PEC*a*	PEC(B)
		PECc_2 (PECa_1"''') (c.9-10)			
	PEC*b*'		PECc_1 (PECa_1''')	PEC*c*	
			PECc_2 (PECa_1'''')		
	PEC*d*	PECd_1 (c.13) (PECa_1"'''')	PECd_1 (c.5)	PEC*d*	

Uma das grandes diferenças entre as duas obras está no tamanho dado aos PECs. Em *Blindness*, cada um dos PECs do terceiro nível (ao centro do quadro), está representado num compasso inteiro, enquanto em *Syrinx*, o PECa_1 e a_1', por exemplo, estão no mesmo compasso.

O PECa_1 (c.1) e a_2 (a_1', c.2)) são, respectivamente, descritos da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \text{ e PEC}a_2 = \begin{bmatrix} 5 & 6 & 8 & 4 & 7 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}$$

Em relação ao componente temporal, não há mudança interna ou externa e, por isso, configura-se entre ta_1 e ta_2 uma operação $\mathbf{(S)}\boldsymbol{T}_0$, ou seja, uma repetição literal. Em relação ao componente altura, entre pa_1 e pa_2 ocorre uma $\mathbf{(S)}\boldsymbol{T}_2^-$ (Exemplo 31).



Exemplo 31: PECa_1 (esquerda) e PECa_2 (direita) relacionando-se por $\mathbf{(S)}\boldsymbol{T}_0$ nos componentes temporal, e por $\mathbf{(S)}\boldsymbol{T}_2^-$ nos componentes altura, em *Blindness,* de Codeço.

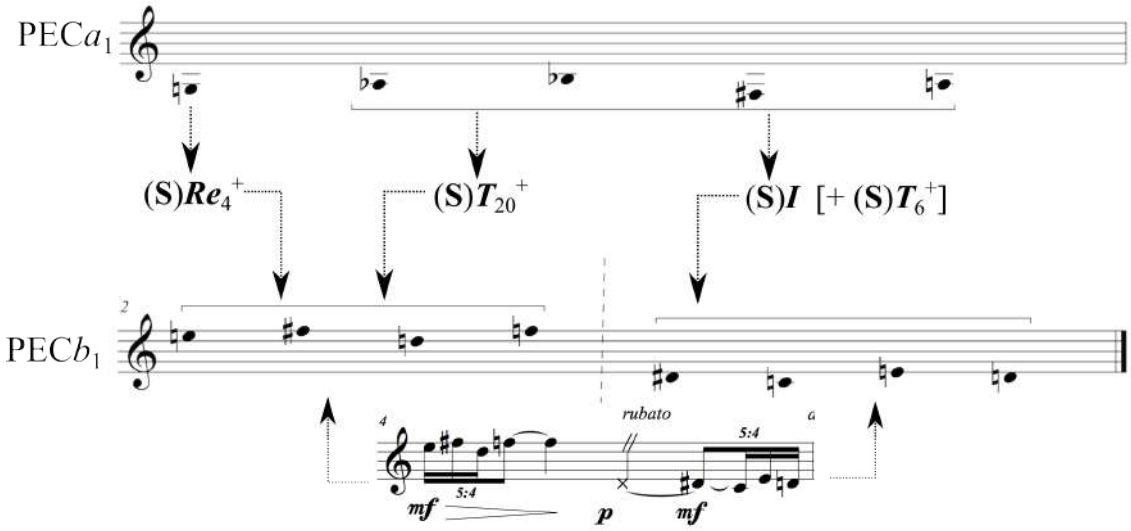
Desse modo, descrevemos as operações ocorridas entre os PECs a_1 e a_2 da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} \mathbf{(S)}\boldsymbol{T}2 - \\ (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}0 \\ (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}0 \end{bmatrix} = \text{PEC}a_2 = \begin{bmatrix} 5 & 6 & 8 & 4 & 7 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}$$

A análise intravetorial expõem essas operações componente a componente. Assim, temos: $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [1 2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{u}}a_2$ = [1 2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$ = [-1.8 0 0 1.2], $\vec{\boldsymbol{v}}a_2$ = [-1.8 0 0 1.2], $\vec{\boldsymbol{w}}a_1$ = [5 0 0 -5] e $\vec{\boldsymbol{w}}a_2$ = [5 0 0 -5], caracterizando as exatas operações de transformação reveladas em

Os PECs b_1 (c.3) e b_3 (c.6) também são variações diretas de a_1. A relação entre a_1 e b_1 é de $\mathbf{(S)}\boldsymbol{Re4}^+$ (nos componentes altura e temporal) e $\mathbf{S}(\boldsymbol{T})20^+ + \mathbf{(S)}\boldsymbol{R}$, lembrando que estamos

delimitando o território interno de aplicação dos mecanismos de DAD (ver seção 3.7.4). A primeira altura de *pa1* (G) é realocada em outras 4 notas (E, F♯, D, F), as primeiras de *pb1*, que ao mesmo tempo representam uma transposição de *pa1*. As quatro notas finais de *pb1* (D♯, C, E, D) um retrogradação transposta em relação a *pa1*, e em relação ao tetracorde E F♯ D F (Exemplo 32).



Exemplo 32: Transformações entre PEC*a1* (na parte superior) e o PEC*b1* (parte inferior), em *Blindness*, de Codeço.

Vamos seccionar o PEC*a1* seguindo as transformações exibidas no exemplo acima no intuito de clarificar as transformações que ficam descritas da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 \\ 2 \\ x \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}4+ \\ (\mathbf{S})\boldsymbol{Re}4+ \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}b_{1(1)} = \begin{bmatrix} 27 & 29 & 25 & 28 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 1.4 \\ x & x & x & x \end{bmatrix}$$

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 8 & 10 & 6 & 9 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 1.4 \\ x & x & x & x \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}20+ \\ (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}0 \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}b_{1(1)} = \begin{bmatrix} 27 & 29 & 25 & 28 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 1.4 \\ x & x & x & x \end{bmatrix}$$

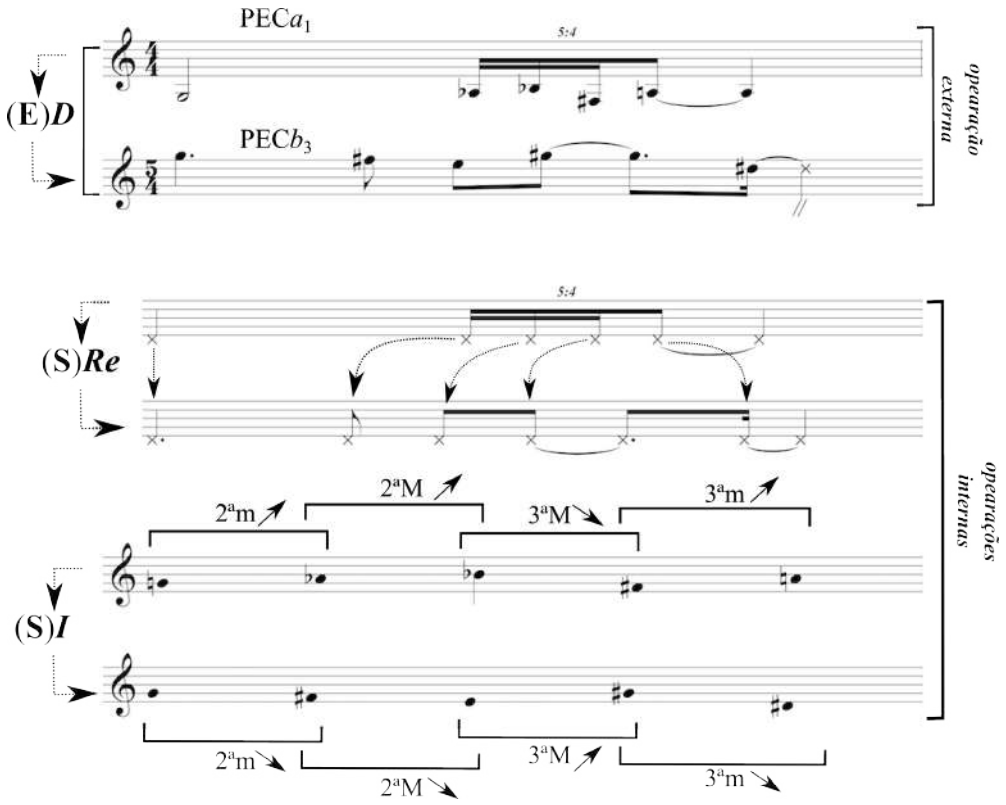
$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 8 & 10 & 6 & 9 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 1.4 \\ x & x & x & x \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} ((\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}7+), (\mathbf{S})\boldsymbol{I} \\ (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}0 \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}b_{1(2)} = \begin{bmatrix} 15 & 12 & 16 & 14 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 1.4 \\ x & x & x & x \end{bmatrix}$$

Aplicando a análise intravetorial na segunda linha de matrizes, temos: $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{u}}a_2$ = [2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{v}}a_1$ = [0 0 1.2] e $\vec{\boldsymbol{v}}a_2$ = [0 0 1.2]. Considerando a terceira linha temos: $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$

= [2 -4 3], $\vec{u}a_2$ = [-3 4 -2], $\vec{v}a_1$ = [0 0 1.2] e $\vec{v}a_2$ = [0 0 1.2]. Não aplicamos a análise intravetorial na primeira linha de matrizes porque nas realocações, a análise intravetorial não é prevista. Assim, as condições intravetoriais para as operações de transformação são satisfeitas.

A relação externa entre a_1 e b_3 é de (**E**)**D**, pois b_3 é plotado em compasso 5/4 e ocupa todo seu espaço. Assim, enquanto a_1 dura 4 *beats*, b_3 dura 5 *beats*. No entanto, duas relações a mais estão diluídas nesse processo. Primeiro, no que diz respeito ao componente altura, b_3 é uma inversão direta de pa_1, pois em a_1 temos (G, A♭, B♭, F♯, A) e em pb_3 (G, F♯, E, G♯, F). A segunda relação é de realocação temporal. Parece um contrassenso, já que existe uma expansão externamente acontecendo e a realocação não se aplica ao componente temporal. Porém, a realocação nesse caso é uma operação interna, pós expansão. Isso quer dizer que não está em jogo a igualdade duracional entre os PECs, mas sim a redistribuição do modelo rítmico a partir da célula expandida.

Nesse sentido, a figuração rápida das quiálteras em 5 de ta_1 são diluídas em figuras mais lentas, o que, a princípio, pode causar ocultar de uma operação internamente de realocação. No entanto, a última figura de b_3, uma sonoridade percussiva (um sopro dentro do instrumento sem criar alguma altura), evidencia a expansão (Exemplo 33).



Exemplo 33: Transformações entre PECa_1 (na parte superior) e o PECb_1 (parte inferior), em *Blindness*, de Codeço.

Descrevendo as transformações ocorridas, seccionando como apresentado na figura acima, temos:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} \text{x} \\ (\boldsymbol{E})\boldsymbol{D} \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}b_3 = \begin{bmatrix} 31 & 30 & 28 & 32 & 29 \\ 1.5 & 0.5 & 0.5 & 1.25 & 1.25 \\ -2 & -2 & -2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} \text{x} \\ (\boldsymbol{S})\boldsymbol{Re} \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}b_3 = \begin{bmatrix} x & x & x & x & \text{x} \\ 1.5 & 0.5 & 0.5 & 1.25 & 1.25 \\ x & x & x & x & x \end{bmatrix}$$

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\boldsymbol{S})\boldsymbol{I} \\ x \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}b_3 = \begin{bmatrix} 31 & 30 & 28 & 32 & 29 \\ x & x & x & x & x \\ x & x & x & x & x \end{bmatrix}$$

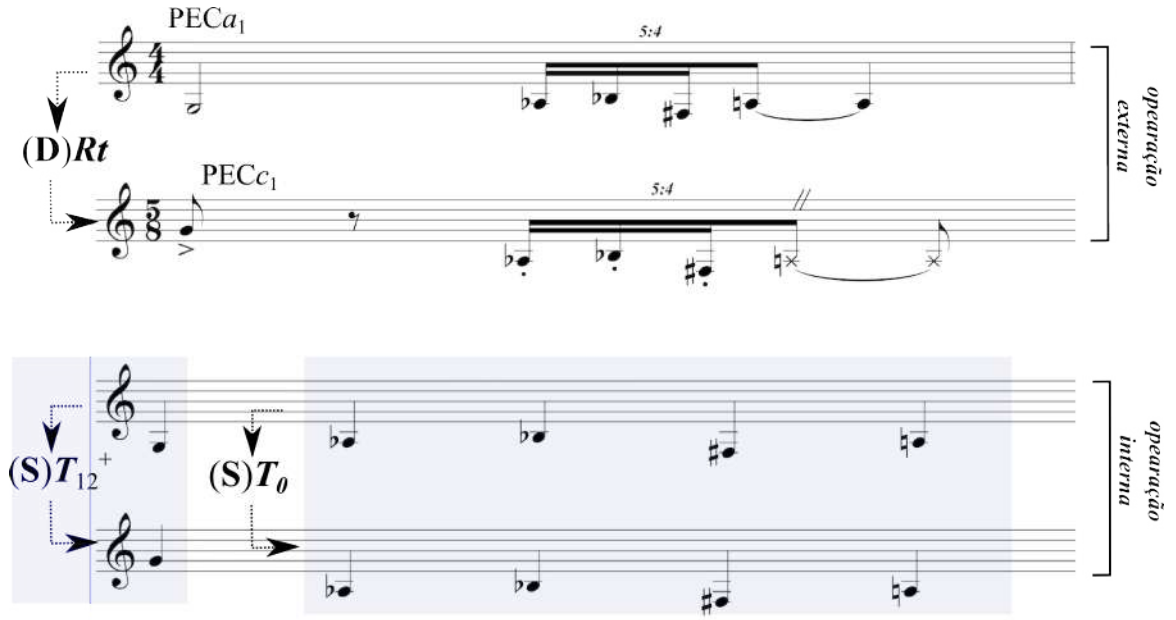
Para verificar a expansão por dilatação, basta somar os componentes temporal ta_1 e tb_3: $ta_1 = 2 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 1.4 = 4$; e, $tb_3 = 1.5 + 0.5 + 0.5 + 1.25 + 125 = 5$, e $4 < 5$. Na primeira das três descrições algébricas acima, a operação de inversão é descrita pelos intravetores obtidos: $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [1 2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{u}}b_3$ = [-1 -2 4 -3]. Portanto, $\vec{\boldsymbol{u}}a_1 = -(\vec{\boldsymbol{u}}b_3)$.

Na sequência, mais duas derivações de a_1, os PECs c_1 (c.8) e c_2 (c.9-10). Tanto a_1, quando c_1 consomem um compasso de duração, contudo, o PECc_1 opera num espaço de 5 colcheias (5/8) enquanto a_1, em oito colcheias (4/4). Por isso, a_1 e c_1 se relacionam externamente por (**R**)***Rt***.

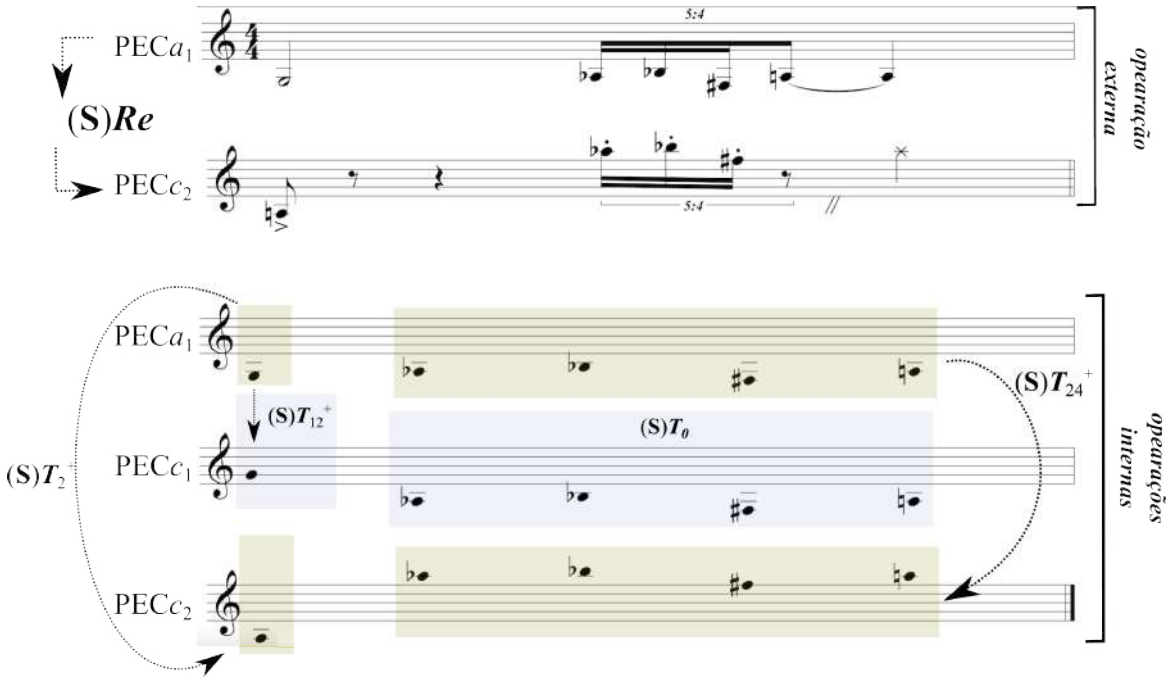
Internamente, do ponto de vista do componente altura, os dois PECs são quase idênticos, ocorrendo apenas a conversão da última altura (A) em a_1 num efeito sonoro (uma altura indefinida) em c_1 e uma transposição de oitava ascendente na primeira nota (G).

Contudo, pelo viés do componente temporal e temporal, a primeira nota (G) é o ponto onde ocorre a retração para o ajustamento das outras figuras no compasso, já que a configuração rítmica restante é literalmente repetida em c_1 (Exemplo 34).

De maneira diferente, as relações de transformação externa entre a_1 e c_2 são de realocação, visto que ambos PECs têm a mesma duração. Contudo, o modelo de variação rítmica do PECa_1 apresentado no PECc_1, é repetido no PECc_2. Assim sendo, a relação interna entre ($a_1 - c_2$) e ($c_1 - c_2$) é de transposição. Pormenorizando, em c_1, a primeira nota de a_1 é transposta uma oitava acima (**S**)$\boldsymbol{T}_{12}^{+}$ e todo o resto permanece como o original (**S**)$\boldsymbol{T}_0$. E em c_2, a_1 sofre uma (**S**)$\boldsymbol{T}_2^{+}$ na primeira nota e uma (**S**)$\boldsymbol{T}_{24}^{+}$ em todo o resto (Exemplo 35).



Exemplo 34: Transformações externas e internas entre PECa_1 (na parte superior) e o PECc_1 (parte inferior), em *Blindness*, de Codeço.



Exemplo 35: Transformações externas entre PECa_1 e o PECc_2 e transformações internas entre o PECa_1, PECc_1 e PECc_2, em *Blindness*, de Codeço.

As descrições algébricas das transformações entre os PECs a_1 e c_1, ficam da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} \text{x} \\ (\boldsymbol{R})\boldsymbol{Rt} \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}c_1 = \begin{bmatrix} 19 & x & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 0.5 & 0.5 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.9 \\ 2 & x & 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 \\ 2 \\ -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}12+ \\ x \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}c_1 = \begin{bmatrix} 19 \\ 0.5 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 8 & 10 & 6 & 9 \\ 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}\boldsymbol{0} \\ x \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}c_1 = \begin{bmatrix} 8 & 10 & 6 & 9 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.9 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Os intravetores $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [1 2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{u}}c_1$ = [-11 2 -4 3], revelados pela análise intravetorial, resumem todas as operações descritas acima. Como os três últimos elementos de ambos intravetores são idênticos, fica estabelecida a (**S**)$\boldsymbol{T}$. Como os últimos quatro elementos do componente altura dos dois PECs são idênticos, concluímos que se trata de uma (**S**)$\boldsymbol{T}_0$.

Tomando os dois primeiros elementos de $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ e $\vec{\boldsymbol{u}}c_1$ (respectivamente 1 e -11), fica exposta a mudança de direção intervalar por conta do sinal negativo no segundo intravetor. Ainda, o número 1 significa que o movimento ascendente de um semitom e o número -11, 11 semitons em movimento descendente. Em termos mais musicais, o primeiro refere-se a uma 2ªm superior e o segundo a uma 7ªM inferior, intervalos inversos. É o que acontece nesse caso, pois a nota subsequente a nota G (primeira em a_1 e c_1), ou seja, a nota (A♭) fica inalterada. Portanto, ainda no nível interno das operações, a análise intravetorial revela uma transposição seguida de uma inversão.

A análise intravetorial não é aplicada nas operações de retração, a não ser para revelar operações internas, o que neste caso, já foi realizado.

As descrições algébricas das transformações entre os PECs a_1 e c_2, ficam da seguinte maneira:

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 10 & 6 & 9 \\ 2 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ -4 & 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} \text{x} \\ (\boldsymbol{S})\boldsymbol{Re} \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}c_2 = \begin{bmatrix} 9 & x & 32 & 34 & 30 & x & 33 \\ 0.5 & 1.5 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.5 & 1 \\ 2 & x & 2 & 2 & 2 & x & 2 \end{bmatrix}$$
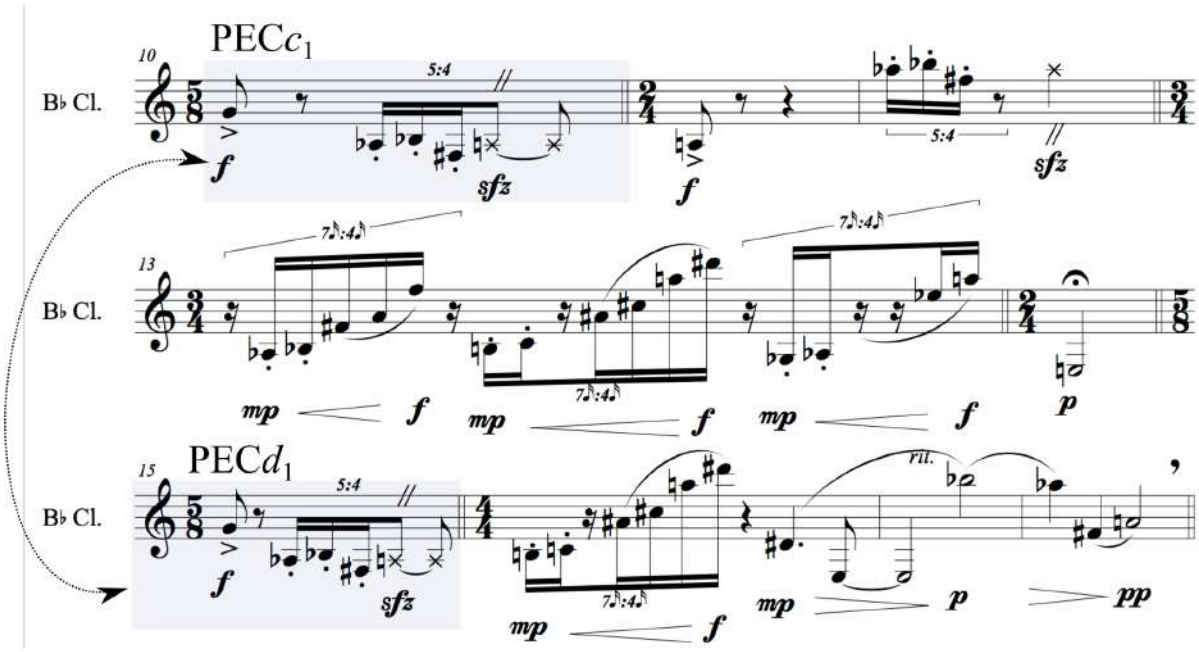
$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 7 \\ 2 \\ -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T}2+ \\ x \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}c_2 = \begin{bmatrix} 9 \\ 0.5 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$\text{PEC}a_1 = \begin{bmatrix} 8 & 10 & 6 & 9 \\ 0.20 & 0.20 & 0.20 & 1.40 \\ 1 & 1 & 1 & -4 \end{bmatrix}, \rightarrow \begin{bmatrix} (\boldsymbol{S})\boldsymbol{T24}+ \\ x \\ x \end{bmatrix} = \text{PEC}c_2 = \begin{bmatrix} 32 & 34 & 30 & 33 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Com relação ao componente altura, a análise intravetorial revela os seguintes intravetores: $\vec{\boldsymbol{u}}a_1$ = [1 2 -4 3], $\vec{\boldsymbol{u}}c_2$ = [24 2 -4 3]. Iniciando pelos primeiros elementos de ambos intravetores, o que se revela é o salto de duas oitavas em movimento ascendente. Se o número um se refere ao salto de um semitom para cima, o número 24 aponta para o mesmo sentido (ascendente) em duas oitavas acima (24 semitons).

Assim como as relações reveladas entre os componentes altura dos PECs a_1 e c_1, no PECc_2, as quatro últimas notas de a_1 são preservadas, a não ser os seus registros. Por isso, apesar dos intravetores serem idênticos, as notações nos PECs não são. Contudo, subtraindo elemento a elemento, verificaremos o registro utilizado: (tc_2 = [32 34 30 33]) – (ta_1 = [8 10 6 9]) = [24 24 24 24]. Ou seja, trata-se de uma $(\mathbf{S})\boldsymbol{T}_{24}{}^{+}$ nos quatro últimos elementos do componente altura do PECc_2.

A última variação do PECa_1 ocorre no PECd_1 (c.13). Na verdade, o PECd_1 é uma repetição literal do PECc_1 (Exemplo 36). Portanto, d_1 guarda as mesmas relações que c_1 tem com a_1.



Exemplo 36: Exposição do PECd_1 como repetição literal do PECc_1, em *Blindness*, de Codeço.

A aplicação do modelo sistêmico revelado pelos mecanismos analíticos se mostrou satisfatória, com alguns pontos negativos. Em primeiro lugar, foi possível estabelecer relações

entre dados coletados e planejamento composicional. Ou seja, a partir do modelo revelado no Quadro 11 foi possível planejar um peça, para clarinete solo, empregando as relações de transformação encontradas.

Deve-se dizer, no entanto, que o planejamento musical a partir das instâncias organizacionais do domínio sonoro – a saber, os PECs (esvaziadas de dados), tem sido realizado em obras escritas pelo presente autor como *Pecace Cell* (2015), *Oito Anjos* (2017) e *Four Lights for Shadows* (2019). Portanto, a modelagem sistêmica injeta informação nessas instâncias, potencializando-as e ampliando sua aplicabilidade. Nesse sentido, a aplicação dos mecanismos analíticos como geradores de modelo e de repositório, foi bastante satisfatória e, na verdade, mostra-se um campo bastante promissor para a teoria.

Contudo, o emprego dos mecanismos como geradores de modelos perde força quando a dualidade operações externas/operações internas não fica bem definida nos próprios mecanismos. Não estamos apontando para a falta de rigidez do sistema, mas, concluímos que é necessário que o processo de DAD passe por uma taxonomia exaustiva. Assim, os limites territoriais intercambiáveis ou não, podem ser mais claros apurando o processo de busca do modelo.

5.2 Four Lights for Shadows

A peça *Four Lights For Shadows* foi composta entre os anos 2018 e 2019, durante o período de doutorado sanduíche na Louisiana State University. A peça, para piano, violoncelo, flauta e clarineta, tem sua gênese na seguinte metáfora: quatro luzes, de espectros diferentes, adentram um ambiente cheio de sombras e, gradativamente, as luzes tomam o ambiente. Cada instrumento representa a cena onde cada luz específica retoma o ambiente sombreado. Os movimentos recebem o nome de cada cena e elencam um instrumento como representante da luz e solista. São eles:

1) I - Broken Mirrors [Piano Scene];
2) II - Transcendence Tears [Cello Scene];
3) III - Revelation [Clarinet Scene]; e,
4) IV - Eternal Beyond [Flute Scene].

Nessa obra não foi utilizada modelagem sistêmica, mas puramente, partiu-se das instâncias organizacionais do domínio sonoro para ser concebido o planejamento composicional. Sendo assim, nosso objetivo é expor o planejamento inicial empregado em cada um dos movimentos (Figura 115, Figura 116Figura 117Figura 118).

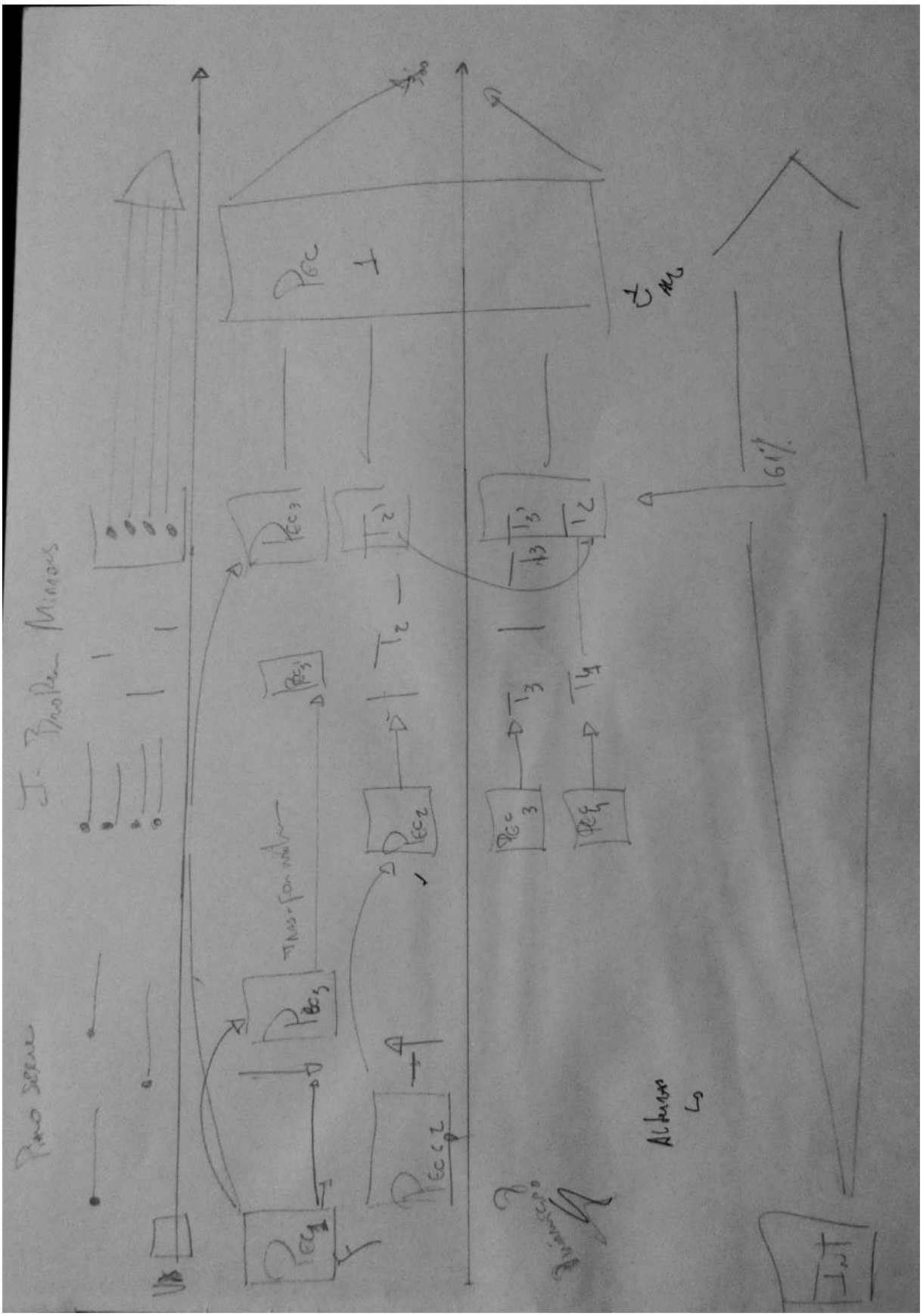


Figura 115: Planejamento composicional inicial do *I movimento – Broken Mirrors* de *Four Lights for Shadows*, de Codeço.

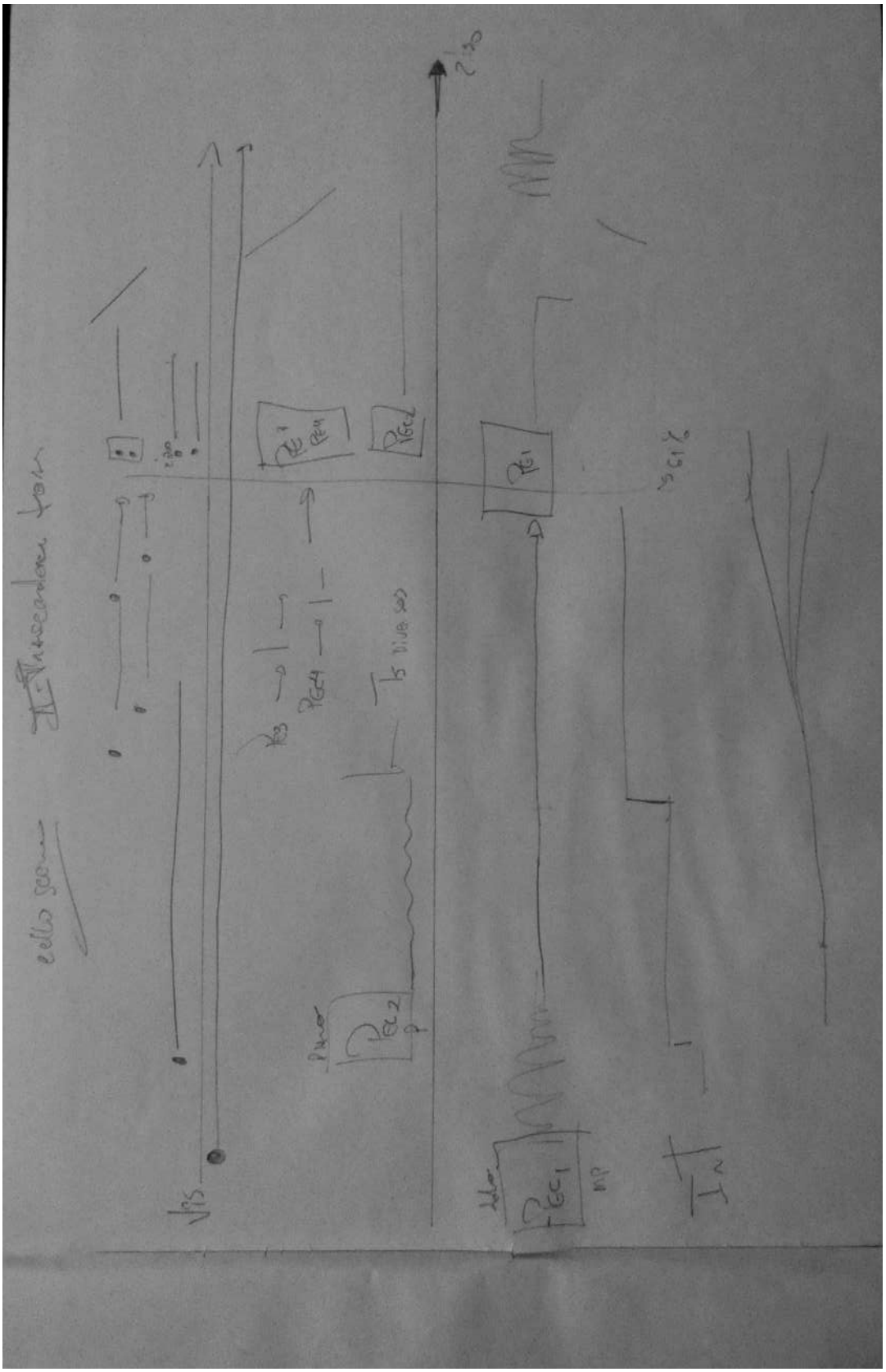


Figura 116: Planejamento composicional inicial do *II movimento – Trancendence Tears*, de *Four Lights for Shadows*, de Codeço.

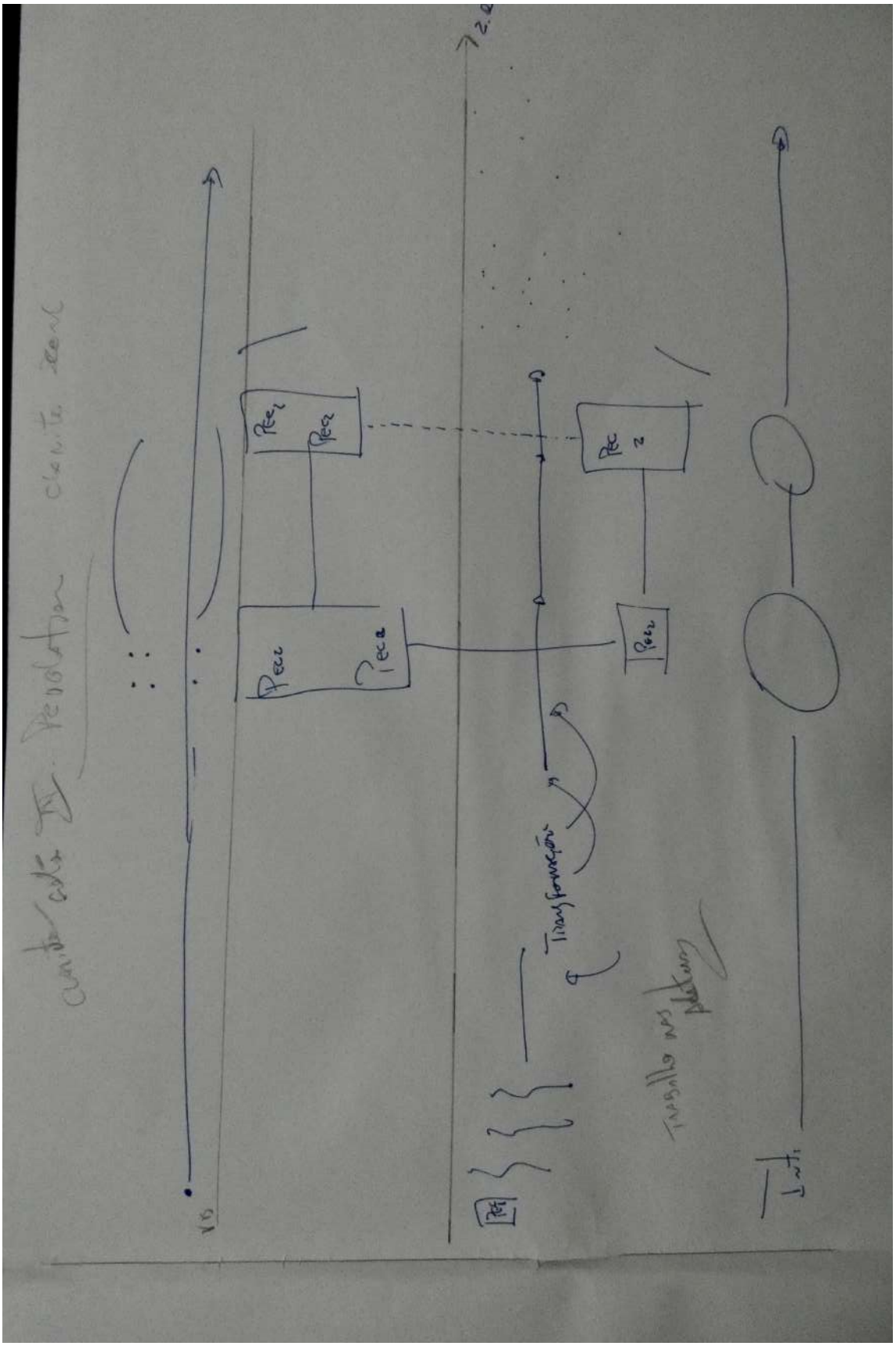


Figura 117: Planejamento composicional inicial do *III movimento – Revelation*, de *Four Lights for Shadows*, de Codeço.

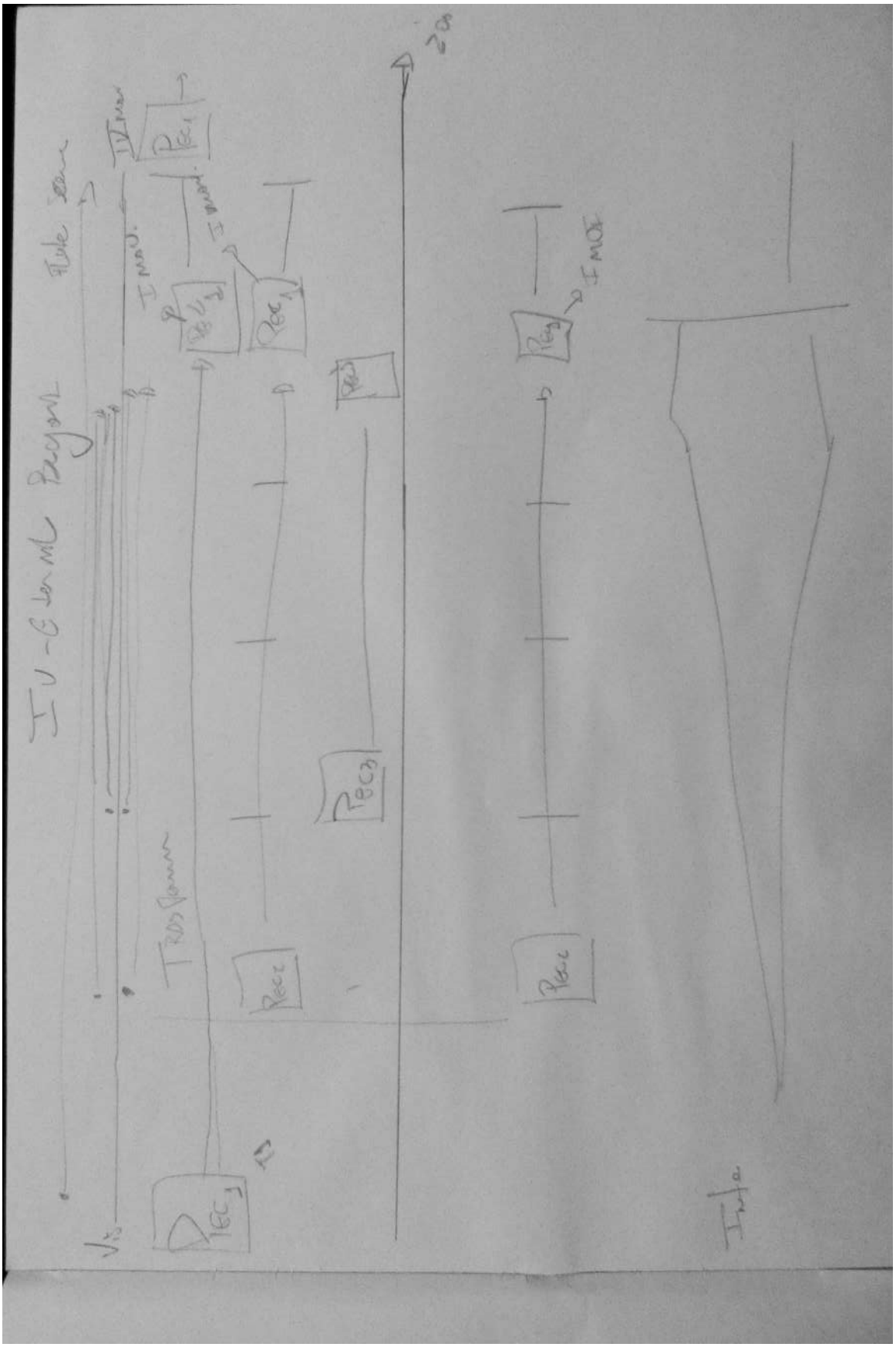


Figura 118: Planejamento composicional inicial do I*V movimento – Eternal Beyond*, de *Four Lights for Shadows*, de Codeço.

6 CONCLUSÕES

Primeiramente, observou-se que a TDS proporcionou mecanismos efetivos de descrição de padrões musicais, bem como ofereceu algumas soluções operacionais e ideológicas para questões ressurgentes relacionadas à produção científica da área.

As soluções operacionais, ou seja, os modelos matemáticos descritivos da TDS, revelaram dados concisos em direção oposta da redundância analítica. Isto é, observou-se que a TDS se estabeleceu a partir de sua própria linguagem descritiva, de seu próprio discurso narrativo. O ineditismo do discurso particular à TDS, aliado aos seus meios operacionais originais, promulgaram relações entre apreensão e descrição de padrões musicais intrínsecos à teoria, apenas captável e revelável por ela mesmo. Nesse sentido, os padrões musicais (e a falta deles) em movimento no topo da superfície musical, foram identificados e descritos a partir do aparato analítico e ideológico original da TDS, revelando dados imbuídos de valor informativo real e singular.

Dessa maneira, a TDS contribui para o entendimento de questões relativas à teoria matemática moderna da música. Foram oferecidas soluções (a princípio como hipóteses) para descrever padrões em música que se estabeleceram para além de hipóteses com resultados sólidos ao longo da pesquisa. Tanto o movimento em nível mais básico, isto é, a relação entre o par de eventos em um parâmetro isolado, quanto o movimento em nível mais complexo, ou seja, relações musicais texturais musicais, foram apreendidos pelo conceito original de perturbação e desvelado pelos mecanismos descritores também originais. Assim, concluímos que nosso entendimento singular a respeito do tempo como dimensão da realidade, aplicado no ambiente musical, revelou mecanismos matemáticos concisos, que reconheceram e descreveram padrões musicais que geraram um discurso particular a TDS, estabelecendo-a como uma teoria matemática moderna da música.

A partir dessa primeira conclusão, seguimos para outras conclusões pontuais.

Os dados extraídos das análises realizadas, revelaram o potencial descritivo dos mecanismos analíticos. Essa constatação indica a robustez dos princípios matemáticos empregados, mas também revela a questão do limite territorial aplicado ao PEC e ao material a ser analisado em geral. Ou seja, todos os aparatos de análise operam a partir de uma delimitação do seu campo de atuação e, portanto, a necessidade dessa delimitação diminui o poder de alcance dos mecanismos analíticos. A acuracidade dos dados extraídos revela também uma territorialidade cuidadosamente aplicada nas análises. Com isso, estamos concluindo que a partir da taxonomia exaustiva, a TDS pode se estabelecer independente da territorialidade

objetivada, ou pode ter seus limites territoriais bem definidos. Com relação ao limite de operação da teoria, concluímos que os mecanismos obtiveram sucesso a partir da limitação territorial imposta, contudo, a teoria pode ser exaustivamente testada em outros níveis de atuação.

Nesse sentido, estamos dizendo que o sucesso operacional da TDS revelado na presente pesquisa, parte do limite territorial aplicado às unidades básicas da sintaxe musical – os PECs – e suas inter-relações. No entanto, essa constatação, de maneira alguma, figurou como condição primária para o desenvolvimento dos mecanismos analíticos ou maculou os dados obtidos. Na verdade, o que estamos dizendo é que a ampliação territorial aplicada aos mecanismos de operativos do domínio sonoro é o próximo passo a ser dado visto o sucesso obtido em territórios mais limitados. Todos os dados apontam para a coesão da teoria que deve ser revelada a partir da aplicação de seus mecanismos analíticos e composicionais em territórios mais ampliados.

Outro ponto conclusivo diz respeito à operacionalidade dos mecanismos em si. Tornou-se muito dispendioso operar todos os modelos matemáticos num ambiente externo e não conectado ao ambiente musical. Apesar de os gráficos propostos na presente pesquisa atuarem de maneira clara e objetiva como expositores de dados , todos eles (os gráficos INT, INTML, círculo das alturas, curvas intervalares, índices de perturbação, velocidade de perturbação, fator de perturbação e os oriundos da função textura) foram produzidos no aplicativo *Geogebra*, um aplicativo puramente matemático. Portanto, para que os mecanismos analíticos da TDS alcancem maior amplitude, a automatização do processo é imperativa.

Com relação ao modelo matemático descritivo índice de perturbação e também aos modelos subsidiários, averiguou-se que os dados extraídos a partir desses modelos apontam para o potencial implícito no próprio conceito de perturbação. Nesse sentido, a TDS se consolida não apenas concretamente, mas ideologicamente. A força do conceito perturbação foi revelada pela facilidade da sua adaptação a diversos vieses analíticos, ou seja, a perturbação pode ser medida de variadas maneiras, inclusive através de mecanismos distantes da TDS, e em vários parâmetros musicais, confluentemente ou não.

Dessa maneira, apesar de os modelos matemáticos subsidiários serem bastante abstratos e se afastarem da prática musical comum (por serem demasiadamente matemáticos), os dados complementares extraídos corroboraram e enriqueceram as informações reveladas pelos índices de perturbação.

As análises impetradas a partir da função textura revelaram dados que encapsularam matematicamente mais parâmetros musicais em confluência. A função textura funcionou como

uma janela aberta resolvendo melhor a questão do limite territorial elencado acima. Nesse sentido, conclui-se que a função textura está bem fundamentada e passível de conexões expansivas com outras abordagens que tomem a análise textural como figura principal. Por exemplo, a função textura pode promover novas abordagens à teoria das partições ao se aproximar da Análise Particional. Dessa maneira, a função textura figura como um dos maiores ganhos na presente pesquisa.

As operações de transformações propostas, a DAD e a análise intravetorial são outros pontos positivos referentes ao presente trabalho. A simplicidade aparente da análise intravetorial, na verdade, revelou relações em diversos níveis de operação que não são acessíveis pela superficialidade da partitura. Um dos futuros passos da TDS é ampliar a internalidade da análise intravetorial e fixar todos processos de transformação mais internos a partir da linguagem intravetorial. O uso dessa linguagem e da DAD como geradores de repositório e em modelagem sistêmica foram bastante satisfatórios. Na verdade, toda aplicação em modelagem sistêmica através da TDS se deu por meio da DAD e pela linguagem intravetorial e revelou resultados promissores. As operações de transformações cumpriram o objetivo de descrever qualquer tipo de interação entre PECs, tanto em nível externo quanto interno.

A grande quantidade de mecanismos analíticos levou à concisão do discurso natural ao domínio sonoro. Porém, por outro lado, o alto número de diferentes frentes analíticas não automatizadas tornou o processo de análise mais dispendioso. Sobre esse ponto conclusivo específico, verificou-se que a automatização dos mecanismos analíticos é altamente recomendada.

Outro ponto conclusivo está na trajetória de confluência da TDS com outras áreas. Observou-se que áreas como a filosofia, pesquisas em cognição musical e o ensino da matemática e da música, tem especial conexão com a TDS: com a área filosófica e com as pesquisas em cognição musical no que diz respeito ao entendimento de tempo sonoro, espaço sonoro e perturbação do espaço; e, especialmente, com o ensino da matemática e da música por conta da comunicação intercambiável entre as duas áreas que é natural ao domínio sonoro. Observou-se que é possível ensinar tanto conceitos matemáticos básicos (como funções de primeiro grau, equação da reta, coordenadas polares, dentre outros) como conceitos musicais básicos (a proporcionalidade entre as figuras de notas, a espacialidade intervalar, dentre outras) a partir do conceito de perturbação e dos gráficos dos índices de perturbação.

Por fim, os desdobramentos possíveis para a TDS são variados, pois suas bases tocam diferentes áreas como: computação, matemática, processos musicais criativos, filosofia,

educação musical e educação matemática. Em todas essas áreas há possibilidades de expansão da teoria. A princípio, o primeiro desdobramento será a automatização dos processos analíticos, portanto, tocando o campo da computação.

Durante a presente pesquisa produziu-se os seguintes artigos: CODEÇO, 2016; 2017a; 2017b; 2018; 2019.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, Elcio. Teoria quântica da gravitação: cordas e teoria. **M. Rev. Bras. Ensino Fís**. São Paulo, v.27, n.1, p. 147-155, 2005.

ABDOUNUR, Oscar, João. **Matemática e Música**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

ALLEN, F. James. Towards a general theory of action and time**. Artificial Intelligence**, n.23(2), p. 123-154, 1984.

ALLEN, Graham. **Intertextuality**. London: Routledge, 2000.

ALMADA, Carlos de L. O Sistema-Gr de composição musical baseada nos princípios de variação progressiva e Grundgestalt. **Música e Linguagem**, Vitória, vol. 2, no 1, p1- 16, 2013b.

ANDRADE NETO, Antonio Vieira de. Brevíssimos comentários sobre o tempo. **Sitientibus**. n.17, p.15-26, jul/dez, 1997.

ANDREWS, George e ERIKSSON, Kimmo. **Integer partitions**. Cambridge: Cambridge University, 2004.

ANDREWS, George. **The theory of partitions**. Cambridge: Cambridge University, 1984.

BABBITT, Milton. Twelve-Tone Rhythmic Structure and the Electronic Medium. **Perspectives of New Music**. v. 1, n. 1, p. 49–79. out. 1962.

BERGSON, Henry. **Matéria e Memória**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

BERRY, Wallace. **Structural functions in music**. New York: Dover, 1976.

BERTALANFFY, Ludwig von. **General System Theory: Foundation, Development, Application**. New York: George Braziller, 1968.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 2008.

BLOOM, Harold. **A Angústia da Influência: Uma Teoria da Poesia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Imago, 2002.

BONAFÉ, Valéria Muelas. **Estratégias composicionais de Luciano Berio a partir de uma análise da *Sonata per pianoforte*.** 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Música). USP, São Paulo. 2011.

BOULEZ, Pierre. **A música hoje 2: Pierre Boulez**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2011.

BOULEZ, Pierre. Tendencies in Recent Music. In: MORAGAN R. P. (Ed.) **Source readings in Music History**. New York: W. W. Norton e Company, 1998. p. 77-82.

CARNAP, Rudolf. **An Introduction to the Philosophy of Science**. New York: Dover Publications, 1995.

CLIFFORD, Robert. Multi-Level Symmetries in Webern's Op. 11, No. 1. **Perspectives of New Music**. Vol. 40, n. 1, p. 198-215, 2002.

CODEÇO, André. **Gesto Textural e Planejamento Composicional**. Rio de Janeiro, 2014. 251 p. Dissertação (Mestrado em Música). UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

COGAN, Robert. ESCOT, Pozzi. **Sonic Design: Practice and Problems**. New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice- Hall, 1981.

DEBUSSY, Claude. **Syrinx**. Paris: Éditions Jobert, 1927.

EINSTEIN, Albert. **Mein Weltbild**. Zurich: Europa Verlag, 1953.

EWELL, Philip. Russian Pitch-Class Set Analysis and the Music of Webern. **Journal of the Music Theory Society of the Mid-Atlantic**. Vol. 6, n. 1, 2013.

EXARCHOS, Dimtris. Listening Outside of Time. In **Proceedings of the international Symposium Xenakis**. Makis Solomos, (ed.). Paris, Université Paris, 2012.

FERRAZ, Sílvio. Kairos-ponto de ruptura. **Ouvirouver**, v. 11, n. 1, p. 34-52, 2015.

FERRAZ, Silvio. **Música e repetição: aspectos da diferença na composição contemporânea**. São Paulo: EDUC, 1998.

FERRAZ, Sílvio. Pequena trajetória da ideia de tempo na música do século XX. In: NASCIMENTO, Guilherme; ZILLE, José Antônio.; CANESSO, Roger. **A música dos séculos 20 e 21**. pp. 91-109. Barbacena: EdUEMG, 2014.

FERREIRA, Guilherme Antonio Celso. **Fotografia melódica: relações e cálculo intervalar**. Campinas, 2012. 413 p. Tese (Doutorado em Música). UNICAMP, Campinas, 2012.

FORTE, Allen. **The structure of atonal music.** New Haven: Yale University Press, 1973.

GARLAND, Hammel Trudi; KAHN Vaughan Charity. **Math and Music**. Parsippany. Dale Seymour Publications, 1995.

GENTIL-NUNES, Pauxy e CARVALHO, Alexandre. Densidade e linearidade na configuração de texturas musicais. In: **Anais do IV Colóquio de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação da Escola de Música da UFRJ**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

GENTIL-NUNES, Pauxy. **Análise particional: uma mediação entre composição musical e a teoria das partições**. Rio de Janeiro, 2009. 397 p. Tese (Doutorado em Música). UNIRIO, Rio de Janeiro, 2009.

GLASS, Philip. **String Quartet n. 3 ('Mishima')**. Qauarteto de cordas (2 violinos, viola e violoncelo). Londres: Chester music, 1999.

GREENE, Brian. **O Universo Elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

GRIFFITHS, Paul. **A música moderna; uma história concisa e ilustrada de Debussy a Bolulez**. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1998.

GRISEY, Gerard. Tempus ex Machina: a Composers Reflection on Musical Time. **Contemporary Music Review**. v.2, p. 239–275, 1987.

GROUT, D. J.; PALISCA, C. V. **Hitória da Música Ocidental**. Tradução: Ana Luisa Faria. Lisboa: Gradiva Publicações Ltda, [s.d.], 2007.

GUIGUE, Didier. **Estética da Sonoridade**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

GUYAU, Jean. **A Gênese da Idéia de Tempo e outros Escritos**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

HALAC, Jose. Pensamiento sincrético. Disponível em: http://www.josehalac.com.ar/research.html. Acesso em: 14/12/14.

HASTY, Christopher Francis. **Meter as rhythm**. New York: Oxford University Press, 1997.

HATTEN Robert S., Allen. **Musical Meaning in Beethoven. Markedness, Correlation and Interpretation**. Bloomington: Indiana University Press, 2004.

HAWKING, Stephen. **O universo numa casca de noz**. São Paulo: ARX, 2002.

HAWKING, Stephen**. Uma breve história do tempo**. Rio de Janeiro: Intríseca, 2015.

HENRIQUE, Luís. **Instrumentos musicais**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988.
HERRLEIN, Júlio, César, Silva da. **Das alturas ao ritmo: teoria dos conjuntos rítmicos como ferramenta composicional**. Porto Alegre, 2018, 455 p. Tese (Doutorado em Música). UFRGS, Porto Alegre, 2018.

JENNY, Laurent (org.). A Estratégia da Forma. In: **Poetique**: Revista de Teoria e Análise Literária. Tradução de Clara Crábber Rocha. Coimbra: Almedina. 1979.

JONES, kevin; WONG, Katheleen, A comparison of the musical and scientific thinking of Xenakis with that of ancient China: The architecture of scales and the notion of Lü. In: **International Symposium Iannis Xenakis**, Ahens, Greece, 2005, p. 43-48.

KAMINSKY, R. Aspectos da Arte Globalizada. In: **Fórum de pesquisa científica em arte - EMBAP**, 1., 2002, Curitiba. Anais.... Curitiba, 2002. p. 189.

KAPLAN, José Alberto. Ars inveniendi. **Claves**, n.1, p. 15-25, 2006.

KLEIN, Michael Leslie. **Intertextuality in Western Art Music**. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press, 2005.

KLIR, George. **Facets of Systems Science**. New York: Plenum, 1991.

KORSYN, Kevin. Toward a New Poetics of Musical Influence. **Music and Analysis**, v. 10, n.1/2, 1991, p. 3-72.

KOSTKA, Stephan. **Materials and Techniques of Twentieth-Century Music**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

KRAMER, Jhonathan. Postmodern Concepts of Musical Time. In: **Indiana Theory Review**. Vol. 17/12, p. 21-62. 1996.

KRAMER, Jhonathan. Studies of Time and Music: A Bibliography. In: **Music Theory Spectrum**. v. 7, p. 72- 106, 1985.

KRAMER, Jonathan. **The Time of Music: New Meanings, New Temporalities, New Listening Strategies**. New York: Schirmer Books, 1988.

KRISTEVA, Julia. **História da linguagem**. Tradução de Maria Margarida Barahona. Lisboa: Edições 70, 1969.

KRISTEVA, Julia. Le texte clos. In: **Langages, Linguistique et littérature**. 3e année, n°12, p. 103-125, 1968.

KRISTEVA, Julia. **Semiótica: Introdução à Semanálise**. Tradução: Lúcia Helena França Ferraz. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

LEVY, Ernest. **A theory of harmony**. New York: State University of New York Press. 1985.

LEWIN, David**. Generalized Musical Intervals and Transformations**. New York: Oxford University Press, 2007.

LEWIN, David**. Musical Form and Transformation**. New York. Oxford University Press, 2007.

LIGETI, György. Metamorphoses of Musical Form. In: O. STRUNK, e L. TREITLER, **Source Readings in Music History**, p. 1376-1384. Nova Iorque: Norton, 1998.

LIMA, Flávio. **Desenvolvimento de Sistemas Composicionais a partir da Intertextualidade**. Dissertação (Mestrado em Música) – UFPB: João Pessoa, 2011.

LONDON, Justin. Some Non-Isomorphisms between Pitch and Time. **Journal of Music Theory**. v.2. p. 127-151, 2002.

LOY, Gareth. **Musimaths: the mathematical foundations of music**. Cambridge: The MIT Press, 2011.

LUCAS, Marcos. **Textura na Música do Século XX**. Rio de Janeiro, 1995. Dissertação (Mestrado em Música). UFRJ, Rio de Janeiro, 1995.

MARTINEAU, Jhon. **Quadrivium: the four classical liberal arts of number, geometry, music, e cosmology**. New York: Walker e Co., 2010.

MARTINS, Roberto de Andrade. ROSA, Pedro Sérgio. **História da teoria quântica: a dualidade onda-partícula, de Einstein a De Broglie**. São Paulo: LF Editorial, 2014.

MAVROMATIS, Panayotis. Minimum Description Length Modeling of Musical Structure. **Journal of Mathematics and Music** 3/3, p. 117-136, 2009.

MCTAGGART, John; MCTAGGART, Ellis. The Unreality of Time. In: **Mind: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy**. v.17, p. 456-473, 1908.

MENEZES, Flo. Do som ao Tempo do Som. In: **II SBCeM 2º Brasilian Symposium on Computer Music, XV Congresso of the Brazilian Computer Society**. Canela, p. 228-231, 1995.

MENEZES, Flo. **Música Eletroacústica: Histórias e Estéticas**. São Paulo: USP, 1996.

MENEZES, Flo. Teoria do Tempo Musical de Karlheinz Sotckhausen. **In: Arte Brasil, Instituto de Artes da Unesp/Pós Graduação**. São Paulo, p. 81-85, 1998b.

MESQUITA, Gabriel. **A acústica da influência:** uma recomposição da intertextualidade na música. Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado em Música) - Programa de Pós-Graduação em Música, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

MESSIAEN, Olivier. Temps et éternité. In: **Traité d'ornitologie, temps et couleur-tome II**. Paris: Leduc, 1994.

MEYER, Leonard B**. Emotion and meaning in music**. Chicago: University of Chicago, 1956.

MONTIEL, Mariana; PECK, Robert, William. **Mathematical music theory: algebraic, combinatorial, topological an applied approaches to understanding musical phenomena**. New Jersey: World Scienttific, 2019.

MORAES, P. M.; ALVES, José. Orlando. Planejamento da 3.a peça do ciclo Dimensões: contorno e densidade textural. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA (ANPPOM), 25, 2015, Vitória. **Anais**... Vitória: Editora da UFES, 2015.

MORAES, Pedro Miguel de; PITOMBEIRA, Liduino. Composição de Obra Original a partir da Modelagem Sistêmica do Ponteio N.13 de Camargo Guarnieri. In: **Anais do XXI Congresso da ANPPOM.** Uberlândia, 2011, p. 192-199.

MORAES, Pedro Miguel de; PITOMBEIRA, Liduino. Composição do Ponteio Nº 5 de Pedro Miguel a partir da Modelagem Sistêmica do Ponteio Nº 15 de Camargo Guarnieri. **Música Hodie**, v. 13, p. 8-33, 2013.

MOREIRA, Daniel; GENTIL-NUNES, Pauxy. Planejamento composicional do domínio da textura a partir da expansão dos espaços musicias. In: XXVI Congresso da Anppom, 2016, Belo Horizonte. **Anais do XXVII Congresso da ANPPOM**. Belo Horizonte, 2016.

MOREIRA, Daniel. Contornos musicais e textura: Perspectivas para Análise e Composição. In: IV SIMPOM - Simpósio Brasileiro de Pós-Graduandos em Música. 2016, Rio de Janeiro. **Anais do IV SIMPOM**. Rio de Janeiro, 2016, p. 99–109.

MOREIRA, Daniel. **Perspectivas para a análise textural a partir da mediação entre a Teoria dos Contornos e a Análise Particional**. (2015). Rio de Janeiro, 2015. 195 p. Dissertação (Mestrado em Música). UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

MORGAN, Robert. Musical Time/Musical Space. In **Critical Inquiry**, 6. p. 527-38, 1980.

MORORÓ, Bruno Oliveira. **Modelagem Sistêmica do Processo de Melhoria Contínua de Processos Industriais Utilizando o Método Seis Sigma e Redes de Petri**. São Paulo, 2008. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). PUC, São Paulo, 2008.

MORRIS, Robert Daniel. “New Directions in the Theory and Analysis of Musical Contour.” In: **Music Theory Spectrum**, 5. P. 205–28, 1993.

MORRIS, Robert Daniel. **Composition with pitch-classes**: A theory of compositional design. New Haven: Yale University Press, 1987.

MOURÃO, Ronaldo, Rogério, Freitas de. **Explicando a Teoria da Reatividade**. Ediouro Publicações Ltda, Rio de Janeiro, 2005.

NETO, Antônio, Vieira de Andrade. Brevísimos Comentários Sobre o Tempo. **Sitientibus**, n.17, p. 15-26, 1997.

NEWTON, Isaac. **Philosophie Naturalis Principia Mathematica**. Londres: S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES, 1686.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Complexidade e Caos**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ/COPEA, 1999.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso Básico de Física**. **Volume 1**. São Paulo: Blucher, 1981.

OLIVEIRA, João, Pedro, Paiva de. **Teoria Analítica da Música do Século XX**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1998.

PAREYSON, Luigi. **Os problemas da estética**. Trad. Maria Helena Nery Garcez. 3 ed. S„o Paulo: Martins Fontes, 2001.

PATY, Michel. A noção de determinismo na física e seus limites. **Scientiae Studia**. Vol.2, n.4, p. 465-492, 2004.

PITOMBEIRA, Liduino; CAVALCANTI, Maria José Bernardes Di. Uma modelagem formal e dodecafônica do Quarteto de Cordas N.6 de Cláudio Santoro. In: XIX Congresso da Anppom, 2009, Curitiba. **Anais do XIX Congresso da ANPPOM**. Curitiba, 2009, p. 749-752.

PITOMBEIRA, Liduino; SANTOS, Raphael. S. Compositional Design Based on Stochastic Procedures. **MUSICA THEORICA**, v. 1/2016, p. 51, 2016.

PITOMBEIRA, Liduino. Fundamentos teóricos e estéticos da modelagem sistêmica no âmbito da composição musical. In: **14º Colóquio de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Música da UFRJ**, 2016, Rio de Janeiro. Anais... . Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. v. 2. p. 103-114.

PITOMBEIRA, Liduino. Modelagem sistêmica como metodologia pré-composicional. In: XXVII Congresso da Anppom, 2017, Campinas. **Anais do XXVII Congresso da ANPPOM**. Campinas, 2017, p. 1-19.

PITOMBEIRA, Liduino. Modelagem sistêmica do Ponteio N.2, Caderno 1, de Camargo Guarnieri a partir da teoria dos contornos, da teoria da variação progressiva e da análise particional. In: **Anais do 13º colóquio de Pesquisa do PPGM/UFRJ**. Rio de Janeiro: UFRJ-EM-PPGM, 2014, p. 70-78.

PITOMBEIRA, Liduino. Um exercício de paráfrase estrutural a partir da análise do Quarteto Op. 22 de Anton Webern. **Claves**, N.5, 2008, p. 88-100.

PRADO, M. Y. A. **O entardecer em Akatonbo, de Kōsaku Yamada, e Bachianas n 5, de Heitor Villa-Lobos: Aspectos Musicais e Literários**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PRIGOGINE, Ilya. **O Fim das Certezas: Tempo, Caos e as Leis da Natureza**. São Paulo: Editora UNESP, 1996.

PRIGOGINE, Ilya. **O nascimento do Tempo**. Lisboa: Ed. 70, 1988.

RANDEL, Don Michael. **Harvard concise dictionary of music**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1998.

REICHENBACH, Hans. **The Direction of Time**. Berkley: University of California Press, 1999.

REICHENBACH, Hans. **The Philosophy of Space and Time**. New York: Dover Publications, 1958.

REYBROUCK, Mark. Musical Space: Mathematical Bases and Psychological Constraints. **Musical Praxis**, v.4, n.1, p. 61-78. 1998.

RODRIGUES W. V. **Aspectos da aplicação da geometria Plana Analítica como Elemento de Formalização na Composição Musical,** 2010. 107f. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2010.

ROSSETI, Danilo, Albuquerque, Augusto de. **O Tempo e sua reflexão a partir da obra de Iannis Xenakis**. São Paulo, 2012. 246 p. Dissertacão (Mestrado em Música). UNESP, São Paulo, 2012.

SADIE, Stanley. **The new Grove dictionary of music and musicians**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994.

SAMOYAULT, Tiphaine. **A Intertextualidade**. Tradução de Sandra Nitrini. Revisão de Maria Letícia Guedes Alcofonado, Regina Salgado Campos. São Paulo: Editora Hucitec, 2008.

SAMPAIO, Marcos da Silva

SAMPAIO, Marcos da Silva; MORAES, Tharcisio. Relações de contornos entre elementos sonoros e visuais do jogo Super Mario Bros. In: **Proceedings of SBGame** 2015. Teresina, p. 714–717. 2015.

SAMPAIO, Marcos da Silva. **Teoria de Relações de Contornos Musicais: inconsistências, soluções e ferramentas**. Salvador, 2012. 211 p. Tese (Doutorado em Música). UFBA, Salvador, 2012.

SANCHEZ, Ricky. Crítica: 'Mishima – Uma Vida em Quatro tempos' (1985), de Paul Schrader. Disponível em https://cinefiliaincandescente.com/2017/03/critica-mishima-uma-vida-em-quatro.html. Acesso em: 20/08/2019.

SANTOS, Jorge. Textura musical, esboço para um revisão bibliográfica. In: **Simpósio brasilerio de pós-graduandos em música**, 2, 2012. Anais. Rio de Janeiro: UNIRIO, p. 1024-1033. 2012.

SCHAFER, Murray, Raymond. **O ouvido pensante**. São Paulo: Unesp, 1991.

SCHAFER, Murray, Raymond. **The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world**. Rochester: Destiny Books, 1977.

SCHÖDINGER, Erwin. **O que é Vida? O Aspecto Físico da Célula Viva - seguido de Mente e Matéria**. São Paulo: UNESP, 1997.

SCHÖPKE, Regina. **Matéria em movimento - A ilusão do tempo e o eterno retorno**. 1. ed. São Paulo: Martins/Martins Fontes, 2009.

SENNA, Neto, Caio Nelson. **Textura Musical: forma e metáfora**. Tese (Doutorado em Música), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2007.

SERWAY, Raymond. JEWETT, Jhon. **Princípios de Física: Volume 2**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

SHIMODA, Lucas Takeo. O vocabulário descritivo do timbre sob o prisma da semiótica tensiva. In: **Encontro Internacional de Teoria e Análise Musical**, 3., 2013, São Paulo. Anais... São Paulo: ECA-USP, 2013.

SILVEIRA, Fernando Lang. Determinisno, previsibilidade e caos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.10, n.2: p.137-147, 1993.

SMALLEY, Dennis. Space-Form and the Acousmatic Image. In: **Organised Sound**. Reino Unido: Cambridge University Press, p. 36–58, 2007.

SMOLIN, Lee. **The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, the fall of a Science, and What Comes Next**. New York: Houghton Mifflin, 2007.

SMOLIN, Lee. **Time Reborn**. New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2013.

SOUZA, Rodolfo Coelho de. Sintaxe e parataxe na música moderna e pós-moderna. **Opus**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 73-91, 2007.

STACHEL, John. **Einstein's Miraculous Year**. New Jersey: Pinceton University Press, 1998.

STOCKHAUSEN, Karlheinz. A Unidade do Tempo Musical, 1961, in MENEZES, Flo (org.). **Música Eletroacústica História e Estéticas**. São Paulo: Edusp. p. 141 a 149, 2009.

STRAUS, Joseph Nathan. **Remaking the Past:** Musical Modernism and the Influence of the TonalTradition. USA: Harvard University Press, 1990.

STRAUS, Jospeh Nathan. **Introdução à Teoria Pós-tonal.** 3ª Ed. Trad.: Ricardo Bordini. São Paulo: UNESP – EDUFBA, 2013.

THORTON, Stephen. MARION, Jerry. **Dinâmica clássica de partículas e sistemas**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

TOUSSAINT, T. Godfried. **The Geometry of Musical Rhythm**. Boca Raton. Taylor e Francis Group, 2013.

TYMOCZKO, Dmitri. Generalizing musical Intervals. **Journal of Music Theory**. vol. 53, n. 2, p. 227-254, 2009.

UNGER, M. Roberto. SMOLIN, Lee. **The Singular Universe and the Reality of Time**, Cambridge, Cambridge University Pres, 2015.

VARGA, B. A. **Conversations with Iannis Xenakis**, London, Faber and Faber, 1996.

VERAS, Marcílio, Feitosa, Lima. **Cálculo em coordenadas polares**. Rio de Janeiro, 2009. 61 p. Trabalho de conlcusão (Especialização em Matemática). UFSC, Pedreiras, 2009.

VICTORIO, Roberto. Timbre e Espaço-Tempo Musical. Disponível em http://www.robertovictorio.com.br/index.php/publicacoes/artigos. Acessado em: 20/08/2016.

WANNAMAKER, Robert. A. Rhythmicon Relationships, Farey Series and James Tenney's Spectral CANON for CONLON Nancarrow. **Music Theory Spectrum**. v. 34, 2012.

WEBERN, Anton. **Drei Kleine Stücke Op. 11** (Violoncelo e Piano). Viena: Universal Edition. 1952.

WEISSTEIN, Eric. **CRC Concise Encyclopedia of Mathematics**. New York: CRC Press, 1998.

WINTLE, Christopher. An Early Version of Derivation: Webern's Op. 11/3. **Perspectives of New Music**. Vol. 13, n. 2, p. 166-177, 1975.

WISHART, Trevor. **On Sonic Art**. Amsterdam: Harwood Academic Publishers GmbH, 1996.

WOIT, Peter. **Not Even Wrong: the failure of sting theory and the search for unity in phisycal law**. New Yor: Basic books, 2006.

WRIGHT, David. **Mathematics and Music**. Providence, American Mathematical Society, 2000.

XENAKIS, Iannis. **Formalized Music**. Bloomington, Indiana University Press, 1990.

YOUNG, Hugh. **Física 1**. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

YUST, Jason. The Geometry of Melodic, Harmonic, and Metrical Hierarchy. In: In: CHEW, Elaine, et all (eds.), **Mathematics and Computation in Music: Second International Conference**. New Haven, p. 180-192, 2009.

8 GLOSSÁRIO

Análise intravetorial – É a observação do comportamento de pelo menos o par de intravetores decodificando as transformações sofridas pelos PECs.

Círculo das alturas – Realização gráfica que expõe as trajetórias intervalares revelando ordem e direção (sem informação de registro).

Curvas Intervalares – Realização gráfica que expõe as trajetórias intervalares a partir da manipulação de funções seno

Densidade dinâmica – é um valor numérico, obtido através de um modelo matemático e decorre da leitura vertical dos eventos, relacionando as alturas e dinâmicas envolvidas e gerando tridimensionalidade aos gráficos.

Domínio Sonoro – É uma superfície abstrata que abarca entidades musicais em níveis distintos de temporalidade.

Espaço sonoro – A principal instância musical, não emergente, que impõe limite ao tempo sonoro. O espaço sonoro também pode ser chamado de Espaço Ativo.

Fator de alinhamento k – É um ângulo da forma π/x que atua de acordo com a quantidade de partes necessárias para a correta configuração da função seno, no terceiro termo da função textura.

Fator de correção ω – Esse fator faz parte do segundo termo da função textura e é necessário apenas para quando o valor de np/μ, ultrapassar o número 1.

Fator de perturbação – Realização gráfica que revela em termos de área, os níveis de perturbação.

Função Textura – Equação em coordenadas polares que revela qualidades texturais sob o viés de três parâmetros: cor (quantidade notas grave e/ou agudas); compressão (configurações rarefeitas ou compactas); e, dependência (relação de interdependência e independência rítmica entre as partes).

Índice de perturbação – Realização gráfica que expõe, através da mudança dos coeficientes angulares de retas, os pontos onde houve variação de espaço percorrido no topo da superfície.

INTL – Realização gráfica que expõe linearmente um dos componentes constituintes do PEC.

INTML – Realização gráfica que expõe linearmente dois ou três componentes constituintes do PEC.

Intravetor – Um vetor alcançado a partir da subtração dos elementos dos componentes dos PECs, que revelam as operações de transformação ocorridas.

PEC – Unidade básica do discurso musical. É instituída a partir da confluência de três parâmetros básicos indissolúveis. Pode atuar no estado fora do tempo e dentro do tempo.

Pecalização – Ato inteiramente abstrato, exclusivo do trato composicional, de instituição do PEC, empregando a ele temporalidade mínima.

Perturbação – Grau de variação de espaço percorrido no topo da superfície a partir da relação similaridade/dissimilaridade.

Ponto de Distorção – É ponto plotado no eixo z, com o valor obtido no cálculo da densidade dinâmica.

Tempo sonoro – Tempo musical que emerge do espaço nas múltiplas realizações musicais. É o tempo real, passível de ser modelado matematicamente. O tempo em música é o tempo sonoro. Pode também ser chamado de Tempo Passivo.

Velocidade de perturbação – Realização gráfica que quantifica a relação de variação entre os coeficientes angulares das retas aplicadas nos índices de perturbação.

9 APÊNCIDE A – DOCUMENTOS

Projeto de pesquisa selecionado pela comissão Fulbright para bolsa de Doutorado Sanduíche – DDR, na Louisiana State University.

Research Project
The Theory of Sonic Domain

Background and Significance:

The Theory of Sonic Domain is the subject of a doctoral research in progress, at the Federal University of Rio de Janeiro, in Brazil. The Sonic Domain is a finite abstract surface where planning, development and analysis of musical materials, essentially, consist of: 1) the perspective of Smolin and Unger[349] (2013) that treats time as reality, that is, time is not an abstraction, however, only a cut of it is accessible through mathematical models[350]; 2) creation and application of descriptive mathematical models, which are original and developed in the present research; 3) the application of concepts out-of-time/in time and protocols of the compositional process of Xenakis (1971); and, 4) the compositional development perspective from Syncretic Thinking[351] (HALAC[352], 2013). Being formalized, the Theory of Sonic Domain potentially becomes an environment where analytical and compositional tools can be developed. All analytical process comes from mathematical models originally created on this research, and their applications can describe the movements of the materials on the surface. On the other hand, the theory contemplates a compositional development system with no relation to the mathematical models in its processes, but even so, inserted in the Sonic Domain's structure.

As said before, the Sonic Domain is a finite abstract surface that includes entities in-time and out-of-time (Xenakis 1971), where planning, development and analysis of musical materials are

---

[349] Lee Smolin is a renowned American theoretical physicist, author, founding member and full professor of the Perimeter Institute for Theoretical Physics, in Canada. Roberto Mangabeira Unger is a Brazilian philosopher and social theoretician, twice minister of the Secretariat for Strategic Affairs of the Presidency of the Republic of Brazil. In 1971, he became one of the youngest professors at Harvard University.

[350] Despite the scope of Smolin's proposal to Physics and Cosmology, the following paradigms are aligned with the objectives of the present research:

- Time is non-emergent, it is real, not illusion. It is revealed to our perception in the present moment, which in turn, represents a succession of moments shared by all things that exist. Time does not emerge from space, but specifically in music, it creates space;
- Mathematical models cannot describe real time because it is beyond the universe itself, which is finite space. Thus, mathematical models deal with time cuts, cutouts of succession of moments.

[351] According Halac (2013, p. 1), Syncretic Thinking can be a way of reaching a level of understanding of something that does not correspond to a context. In other words, the approach establishes connections between the raw material (idea), its behavior (characteristics of the idea) and metamorphosis (interaction and transformation). The connections are established in three operational instances: PEC - Composite Expressive Potential; VIS - Syncretic Interactive Vector; and, INT - Interaction.

[352] Master degree in composition from New York City University - USA. Professor of Composition at the National University of Cordoba - Argentina.

essentially made from a certain perspective on time in music. Under Sonic Domain ideas, time in music is taken as a result of a combination of equal events and its happening in physical time. Each temporal division of any musical parameter (dynamics, pitches, figures of notes, harmonic progressions, etc.), is understood as unity of dimension, i.e., an event with measurement qualities. This understanding leads the SDT to two different quality approaches:

1) Mathematical models, time quality in music and analytical tools: I propose a set of mathematical models that can describe all motions on portions of the surface, generating perturbation curves[353], an original concept from sonic domain. These curves generate specific graphs that are treated as the main analytical tool in the context of the theory, revealing significant data from the score. At the heart of this approach, are: the interpretation and improvement of the graphs obtained through the perturbation curves; the discussion about time quality in music (mainly under sonic domain rules); and, the relation between reality and mathematical modeling applied to the sonic domain. Leading the debate, are approaches by: Carnap (1995) and Smolin (2013) both about time, mathematical modeling and measurement issues; and the approach by Xenakis (1971) with his concepts of out-of-time and in-time;

2) Planning, developing of compositional material and analytical applications: Based on organizational instances from syncretic thinking, I developed a series of operations, called syncretic operations[354], which provides a large pallet of tools of compositional planning and development. In these terms, the discussion will take Xenakis's (1971) protocols of compositional process and Halac's (2013) approach about the Syncretic Thinking.

This project lies on two major fields: Music Theory and Composition. Its proposition is original and seeks to give a particular approach to time and space in music, and, consequently, cause original musical narrative through its specific language and tools. Thus, considering the amplitude of the approach, the contribution of this research to the related fields is substantial.

This research (and several others conducted by other researchers) is linked to MusMat[355], a research group founded in 2013 in the Graduate Program in Music of Federal University of Rio de Janeiro, in order to develop research within the formalization of musical processes (compositional and analytical) using mathematical models. At MusMat, dialogue between researches is incessant, and once

[353] In the scope of this research, perturbations are perceived at different levels, called perturbation curves: *perturbation indexes*, *perturbation speed*, *perturbation factor*, *distortion point* and *interval curve*. To visualize and describe them, the mathematical models of the Sonic Domain theory are applied.

[354] The syncretic operations are based on the organizational instances from syncretic thinking and Xenakis's protocols. Four external operations are proposed: *Juxtaposition*, *Full Overlap*, *Lapsed Overlap* and *Hiatus*. As internal operations, the following operations are proposed: *literal*, *transposition*, *inversion*, *retrogradation*, *rotation*, *expansion* and *retraction*.

[355] So far the group is composed of teachers, students and external members, accumulating an expressive number of publications, artistic and technical productions. The group has also participated in several conferences outside the country and today maintains intensive dialogue with national and international community interested in the interaction between music and mathematics. More on www.musmat.org.

the current project is expanded through contact with experienced mentors, their own connections to other projects will be extended.

As a future college professor, it is quite important to have a strong knowledge base in this field and also professional contacts around the world. A period as a researcher in a solid international program can contribute substantially for these goals.

Therefore, the opportunity offered by the Fulbright (Doctoral Dissertation Research Award Program), symbolizes not only a necessary and important step for the theory of sonic domain, but also a representative gain for either the academic environment in which I am inserted, and my professional goals.

Objectives

The thesis is divided into five chapters. In chapter one, I propose a discussion about time in different contexts. I bring a brief historical conceptualization of time for Philosophy, Xenakis's concepts out-of-time and in-time, and more deeply, Smolin's approach to time. In chapter two, I present the proposed expansion and amalgamation between syncretic thinking and Xenakis's compositional protocols. In chapter three, I expose the mathematical models created, bounding all preview concepts in sense to establish the theory of sonic domain. The chapter four is dedicated to compositions and descriptive analyses of several works from sonic domain's tools and view. The last chapter is separated to conclusions.

Most part of the mathematical models presented in chapter three is already structured, meaning that the analytical tools can supply a large amount of data. On the other hand, the resultant operations coming from the combination of organizational instances of the syncretic thinking and Xenakis's protocols presented in chapter two are partially structured. It means, to consolidate the analytical process and to structure all syncretic operations of compositional development are the main goals of this project.

Thus, the present project is linked mainly to the chapters two, three and four, in the sense of the following goals:

- Fully structure all syncretic operations through, mainly, several musical analyses and at least two compositions for small chamber group;
- Consolidate all mathematical models already structured as analytical tools;
- Publish one article (in English) as a result;
- Finish the second chapter of the thesis (in mother tongue).

Methodology:

Regarding the methodology, three main actions are proposed.

Bibliographical review: The first, concerned to the deepening in the theories that support the syncretic operations (Syncretic Thinking and Xenakis's compositional protocols) and on the

mathematical models, will be made through a solid dialogue between related approaches. In this sense, an intense bibliography consulting is one of the methodologies adopted.

Analytical processes and composition: This is a methodological procedure splited and combined in two actions: extract data and apply them experimentally. Through several analyses, we will extract data from the repertoire elected to verify all applications from theory of sonic domain. These data will bring up original features from sonic domain providing materials either to corroborate the theory and to be used in compositional manipulation. The repertoire to be analyzed will be chosen at the beginning of activities by the researcher and the advisor; however, the extent of the works will be considered regarding the time reserved for analyses. The complementary action is the composition, at least, of two works. All data revealed will experimentally act on the compositions. These works will be also analyzed, and more data will be revealed from these analyses. This data can reveal the strength or weakness of the theory as a system of compositional planning and development.

Academic report: The report will be in article form, exposing all analyses, compositions, bibliographical reviews as result of nine months of research.

Activity Timetable:

The total doctoral research period is intended to last between 53 and 58 months, divided into 09 to 10 semesters. The following table shows the general plan of activities (related to the doctoral research) and when/where this present project is inserted.

Table 1 - Table with the plan of actions in doctoral research

Semester 1	*Bibliography Investigation/Seminar classes*		
Semester 2			
Semester 3	*Bibliography Investigation/Seminar classes/Article Production/Compositions*		
Semester 4		*Thesis Production/1st Qualifying Exam*	
	Semester 5	*Thesis Production/Article Production*	
	Semester 6	*Thesis Production/2nd Qualifying Exam*	
		Semester 7	*Sandwich Doctorate Period/ Thesis Production/ Compositions*
		Semester 8	
		Semester 9 *(plus 4 months)*	*3rd Qualifying Exam/Thesis Production/ Thesis Defense*

The scheduled date for thesis defense is middle march, 2020. Thus, the sandwich doctorate period is scheduled for the semesters 7 and 8. The activity timetable is oriented in three sections, as the following table reveal:

Table 2 – Activity timetable proposed

Section 1 **1st Quarter**	*Discussion and Expansion of syncretic operations and the mathematical models;* *Selection of material for analyses;* *Run first analyses.* *Start compositions;*	
Section 2 **2nd Quarter**	*Run all analyses;* *Continue and finish compositions;* *Start article production.*	
Section 3 **3rd Quarter**	*Consolidate syncretic operations and mathematical models trough specific article, exposing all analyses;*	

Section 1 (1st Quarter):

In this section, the main activity will be the bibliographical review. With this, we are proposing a solid discussion between syncretic operations along mathematical tools and related approaches. The objective is to ensure the consolidation and expansion of the theory. This period also comprises the first analyses (mainly using the mathematical models) and the first works on the compositions.

Section 2 (2nd Quarter):

This period is reserved to complete all analyses, to revise and finish all compositions. At this point, either syncretic operations and mathematical models may be concluded for the most part. As this achievement represents part of the 2nd, 3rd and 4th chapters of the thesis, an article will be written in english in order to: 1) register procedures and results; and, 2) to be applied on the final version of the thesis. The article production will start in this section.

Section 3 (3rd Quarter):

The last period is reserved to finish all actions involving the article production like: layout adjustments, pictures stabilization, text production, grammatical/orthographic reviews and last adjustments in analyses and compositions.

U.S. Host Institution preferences:

I indicate Louisiana State University (LSU) as ideal academic environment to conduct this project. The Institution has a solid Music Theory Graduate Program, with renowned professors. One of them, is Professor Robert Peck, who accepted to guide me in this project. Professor Peck is a prominent scholar in mathematics and music studies, transformational theory, and post-tonal music analysis. He is a founder of the Society for Mathematics and Computation in Music and the Journal of Mathematics and Music. His research appears in Journal of Music Theory, Perspectives of New Music, Journal of Mathematics and Music, Intégral, Music Theory Online, and other publications. He has a strong background in the area where this project is inserted.

In addition, the structure offered by the Music Theory Graduate Program and the LSU School of Music itself, is highly favorable for the execution of this project. The LSU Music Library contains a vast academic and non-academic production in music theory field, serving as essential source of bibliographical consulting. Graduate students and members of the music theory faculty have presented numerous papers at annual meetings of several music theory organizations, such as: The Society for Music Theory, The South-Central Society for Music Theory, and others. In this sense, the Music Theory Graduate Program provides an academic environment that promotes high-level debate between related approaches.

Thus, residence in the United States is necessary for the accomplishment of the project and to achieve its maximum results.

Bibliography

ARAUCO, I. *Book Review: Jonathan D. Kramer, The Time of Music* (New York: Schirmer Books, 1988), College Music Symposium 30:1 (Spring 1990), 153-156.

BERRY, W. *Structural Functions in Music*. Englewood Cliffs, Nj: Prentice-Hall, 1976.

CARNAP, R. *An Introduction to the Philosophy of Science*. Ed. By Martin Gardner. New York. Dover Publications. 1995.

CODECO, A. *Time quality in Sonic Domain and their description through mathematical models*. Annals of the XIV Research Colloquium of the Post Graduate Program of the School of Music of UFRJ. Rio de Janeiro, UFRJ, 2016.

HALAC, J. *Pensamiento Sincrético*. 2013. Avaliable at http://www.josehalac.com.ar/research.html

HASTY, C. *Meter as Rhythm*. New York. Oxford University Press, 1997.

HASTY, C. Rhythm in Post-Tonal Music: Preliminary Questions of Duration and Motion. Journal of Music Theory, 25. 1981. p. 183-216.

KRAMER, J. D. *The Time of Music*: new meanings, new temporalities, new listening strategies. New York. Schirmer Books, 1988.

LERDAHL, F and JACHENDOFF, R. *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge: MIT Press. 1983.

MEYER, Leonard, B. *Emotion and Meaning in Music*. Chicago. University of Chicago Press, 1956.

MORGAN, R. *Musical Time/Musical Space*. Critical Inquiry, 6. 1980.p. 527-38.

NICOLAS, F. *How to theorize music today in the light of mathematics? A musician's point of view.* 2009. Avaliable at http://www.entretemps.asso.fr/Nicolas/2009/Gazette119.htm

PECK, R. *Mathematical Music Theory Pedagogy and the 'New Math'*. Journal of Mathematics and Music 8 (2): 145–150. Taylor e Francis, 2014. doi:10.1080/17459737.2014.927115.

PECK, Robert, W. *Imaginary transformations*. Journal of Mathematics and Music 4 (3): 157–171. Taylor e Francis, 2010. doi: 10.1080/17459737.2010.539666.

PECK, R. and MONTIEL M. *Mathematics and Music: Reports on the American Mathematical Society Special Sessions at the 2016 Spring Southeastern Sectional Meeting and the Forthcoming 2017 Joint Mathematics Meetings*. Journal of Mathematics and Music 10 (3): 245–249. Taylor e Francis, 2016. doi: 10.1080/17459737.2016.1261951.

ROTTHSTEIN W. *Rhythm and the Theory of Structural Levels*. Ph.D. dissertation. Yale University, 1981.

SMOLIN, L. *Time Reborn*. New York. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2013.

STRAVINSKY, I. *The Poetics of Music*, trans. Arthur Knodel and Ingolf Dahl. New York. Vintage, 1947.

STOCKHAUSEN, K. *The Concept of Unity in Electronic Music*, trans. Elaine Barkin. In Benjamin Boretz and Edward T. Cone, eds. Perspectives on Contemporary Music Theory. New York. Norton, 1972. p. 214-25.

XENAKIS, I. *Formalized Music*, trans Christopher A. Butchers, G. W. Hopkins, and Mr and Mrs John Challifour. Bloomington. Indiana University Press, 1971.

Declaração de conclusão de período de pesquisa em Doutorado Sanduíche

FULBRIGHT
Brasil

Brasília, 14 de junho de 2019

A quem interessar possa,

Declaro, para os devidos fins que Andre Codeco dos Santos foi bolsista da Comissão Fulbright Brasil no âmbito do Programa de Doutorado Sanduíche nos Estados Unidos, por um período de nove meses, com início em 15/8/2018 e término em 15/5/2019 realizado na Louisiana State University at Baton Rouge na área de *Music*.

2. Ressalto que o Programa de Intercâmbio Educacional e Cultural do Governo dos Estados Unidos da América foi criado em 1946, por lei do Senador J. William Fulbright, e tem como principal objetivo ampliar o entendimento entre os EUA e outros países. Durante toda a sua existência, este programa já concedeu mais de 370 mil bolsas de estudo, pesquisa e ensino a cidadãos norte-americanos e de outros 150 países.

3. Com o prestígio e reconhecimento mundial que a Fulbright possui, ser um Fulbrighter é fazer parte de uma rede de Alumni, que inclui Prêmios Nobel e pesquisadores de destaque em diferentes países, engajados na transformação do mundo em que vivemos. A Fulbright busca candidatos conectados com o mundo e com a realidade em que vivem sempre dispostos a multiplicar e compartilhar o conhecimento adquirido em suas experiências para promoção da educação, ciência e cultura.

Atenciosamente,

Luiz Valcov Loureiro
Diretor Executivo
Comissão Fulbright Brasil
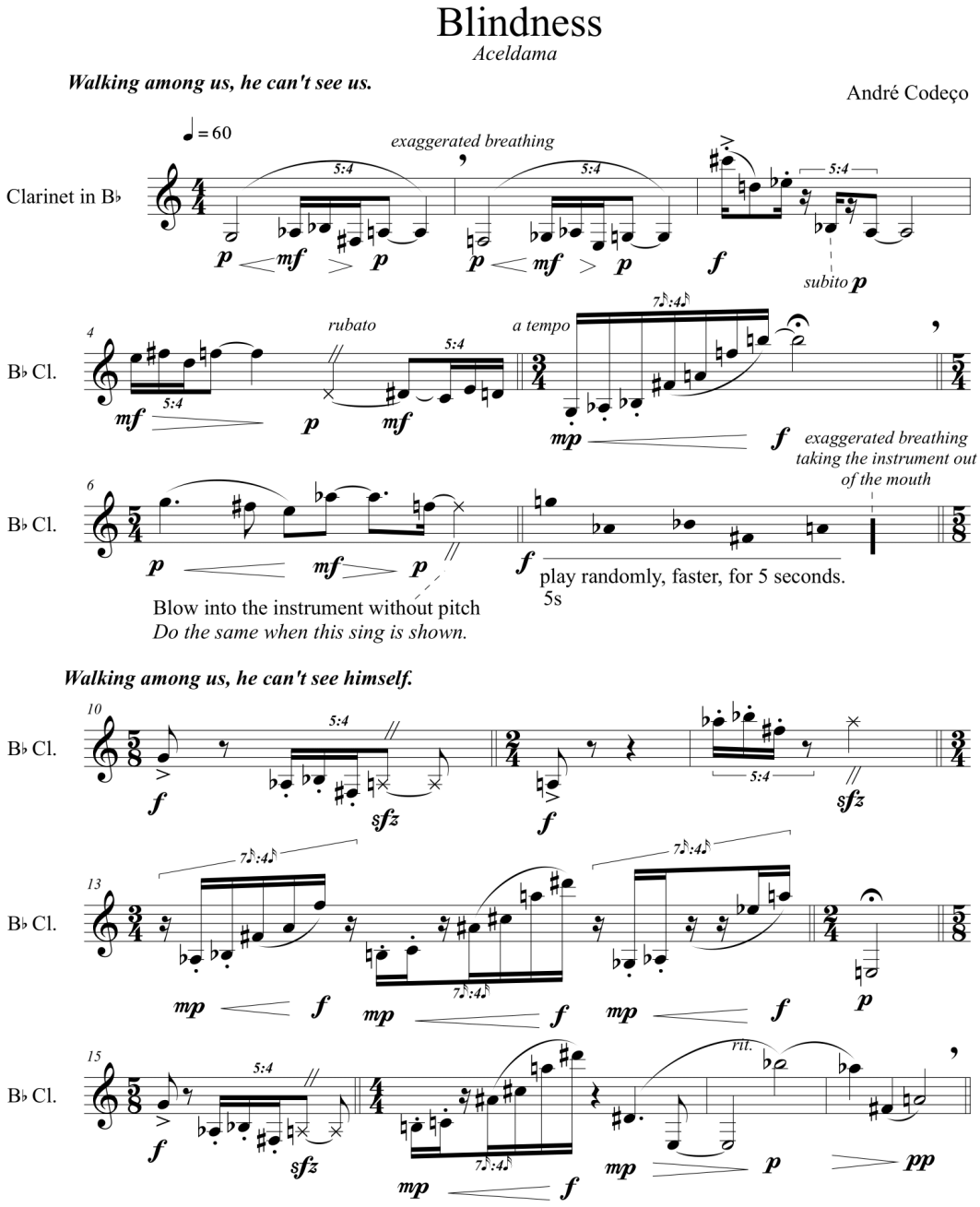
Comissão Fulbright
Comissão para o Intercâmbio Educacional entre os Estados Unidos e o Brasil

Edifício Le Quartier Bureau – SHN Quadra 1, área especial A, bloco A, sala 716/720
70.701-000 – Brasília – DF. Brasil

Telefone: +55 61 3248 8600
Site: www.fulbright.org.br

10 APÊNCIDE B – OBRAS COMPOSTAS PELO PRESENTE AUTOR DURANTE A PESQUISA

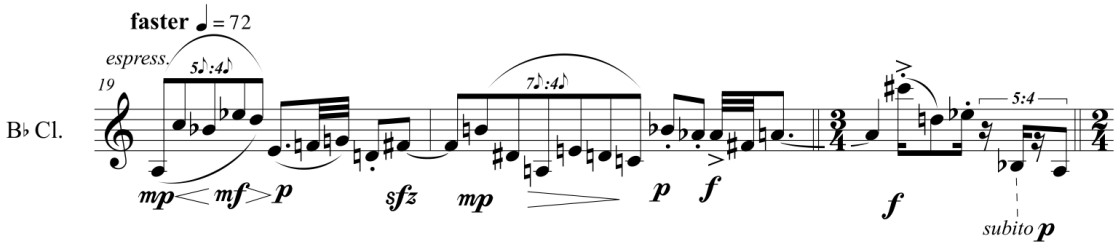
Blindness



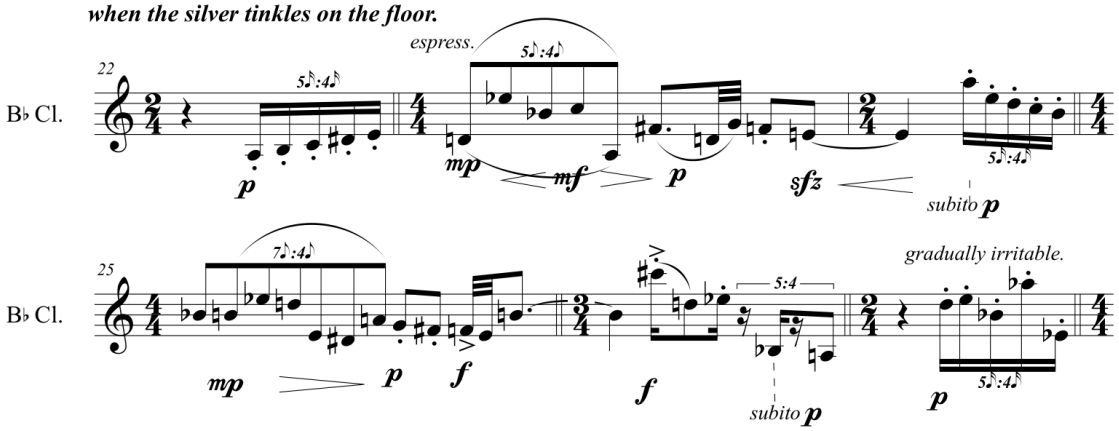
©

4

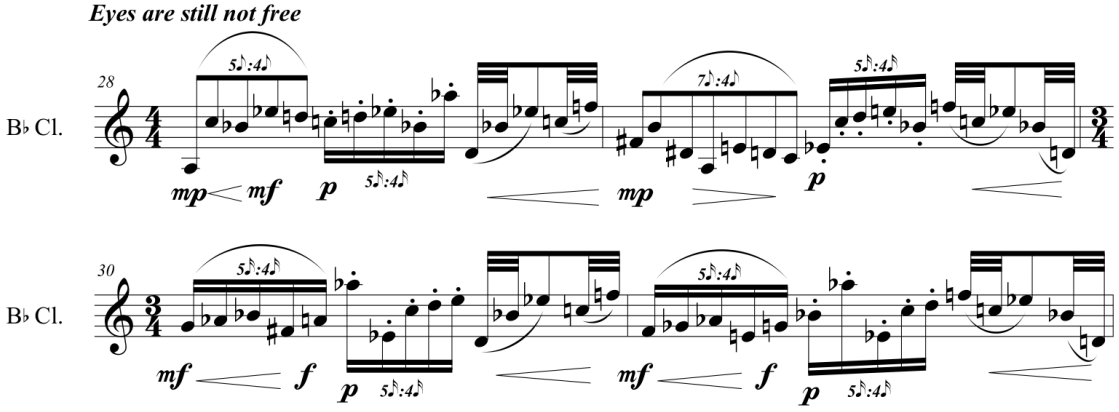
Now he sees the innocent blood
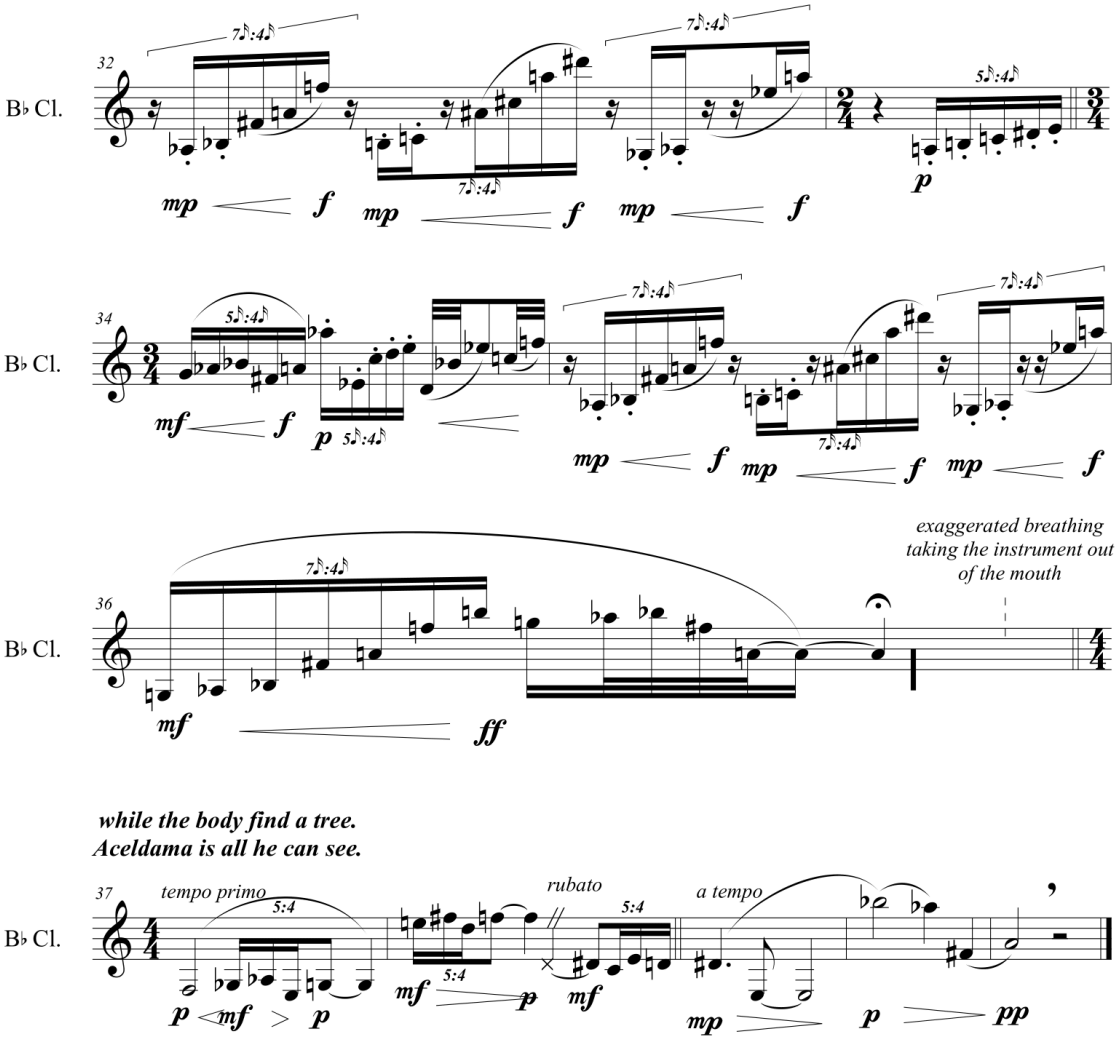


when the silver tinkles on the floor.



Eyes are still not free
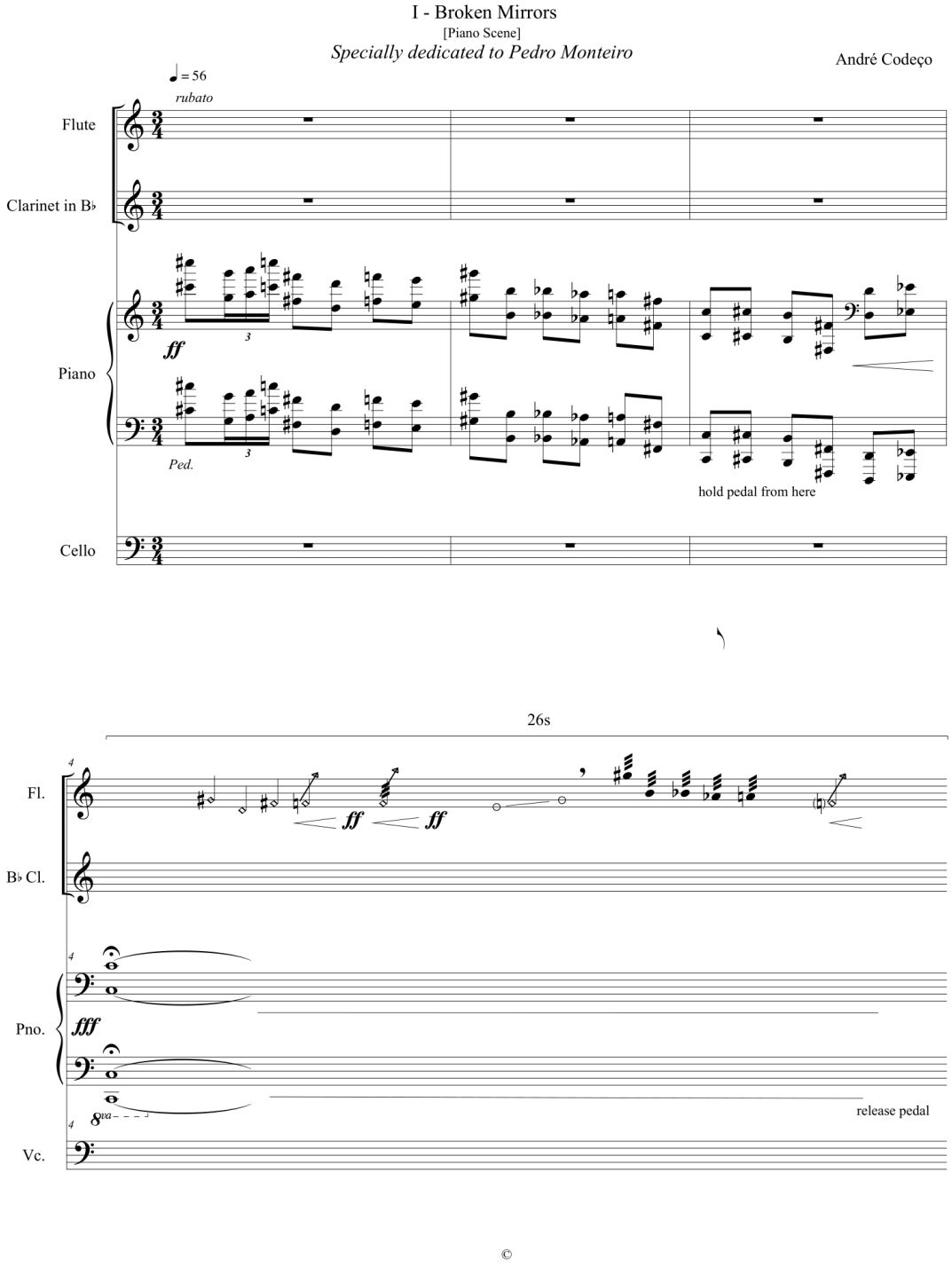


5
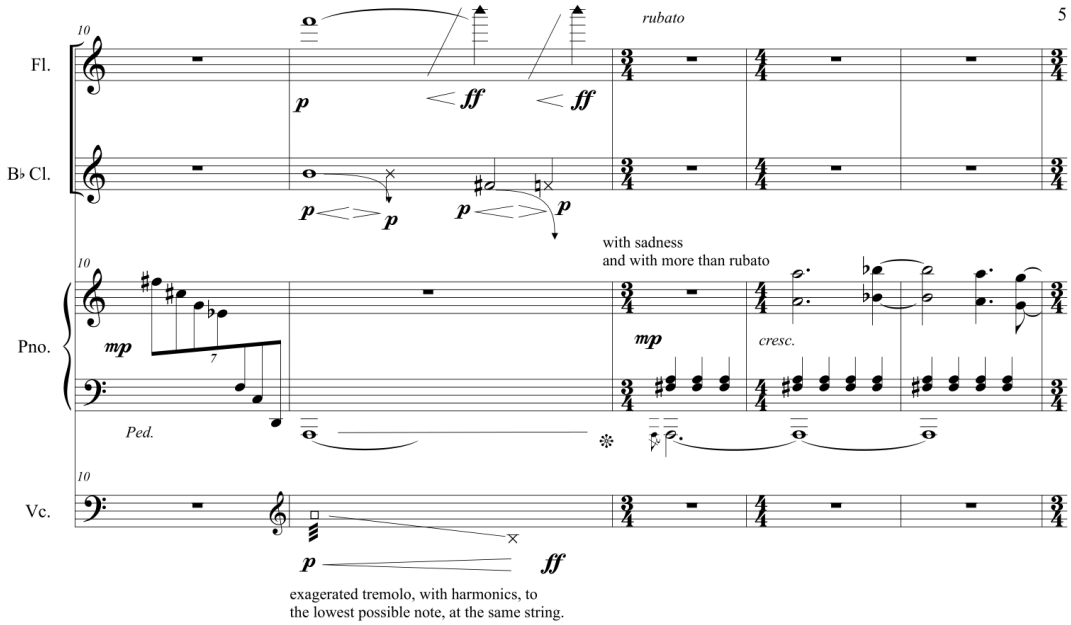

B♭ Cl.
32
7♪:4♪
5♪:4♪
mp f mp f mp f
p
34
5♪:4♪
mf f p
mp f mp f mp f
36
exaggerated breathing
taking the instrument out
of the mouth
mf ff
while the body find a tree.
Aceldama is all he can see.
37
tempo primo
5:4
rubato
a tempo
p mf p
mf p mf
mp p pp
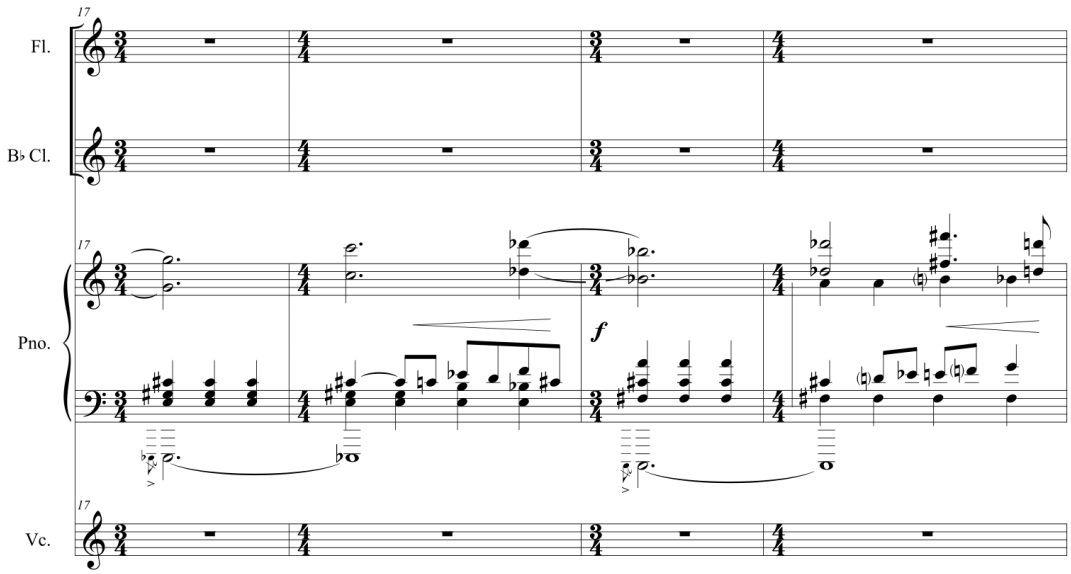
Four Lights for Shadows
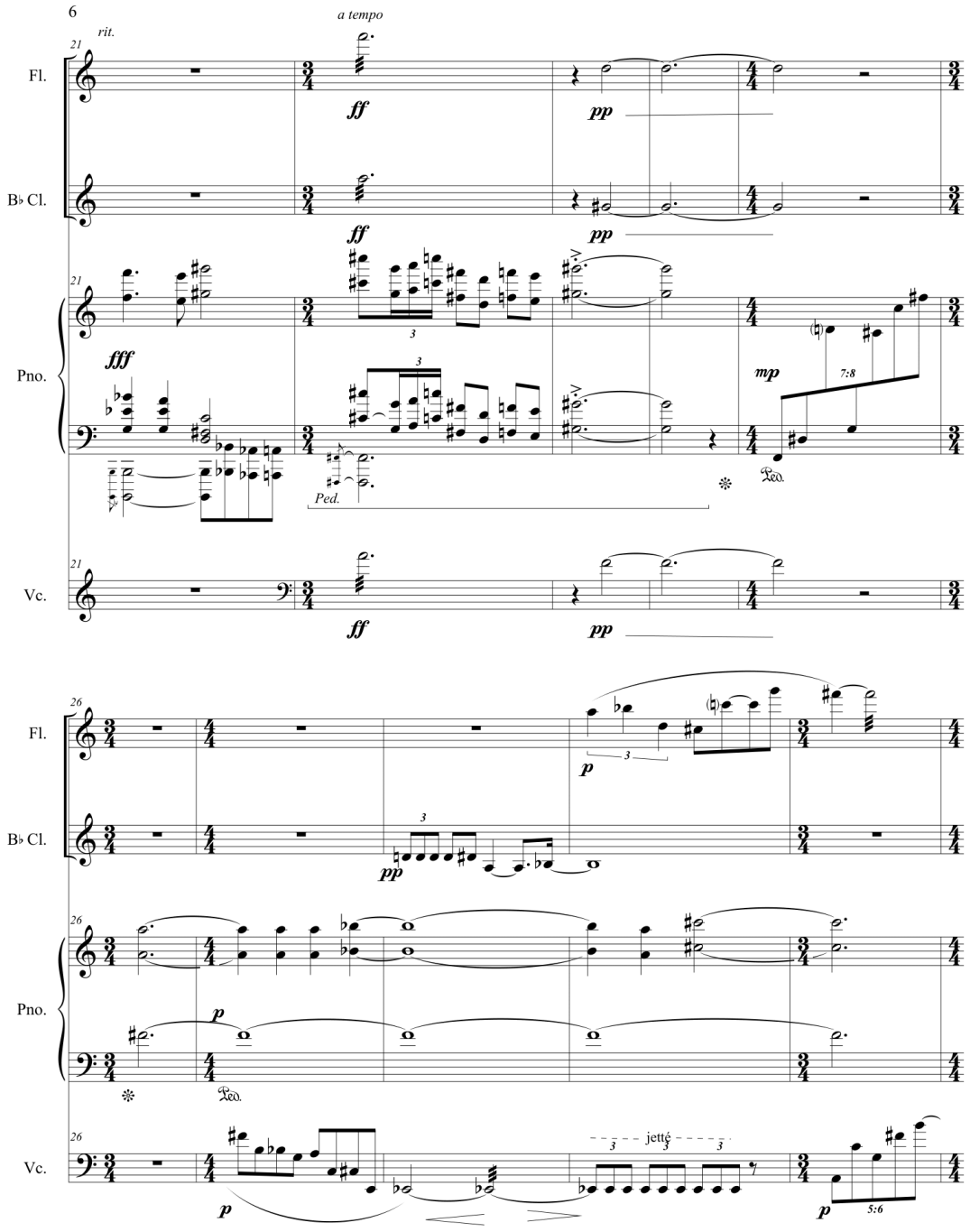
Link para realização da obra http://bit.ly/37Fh9qV
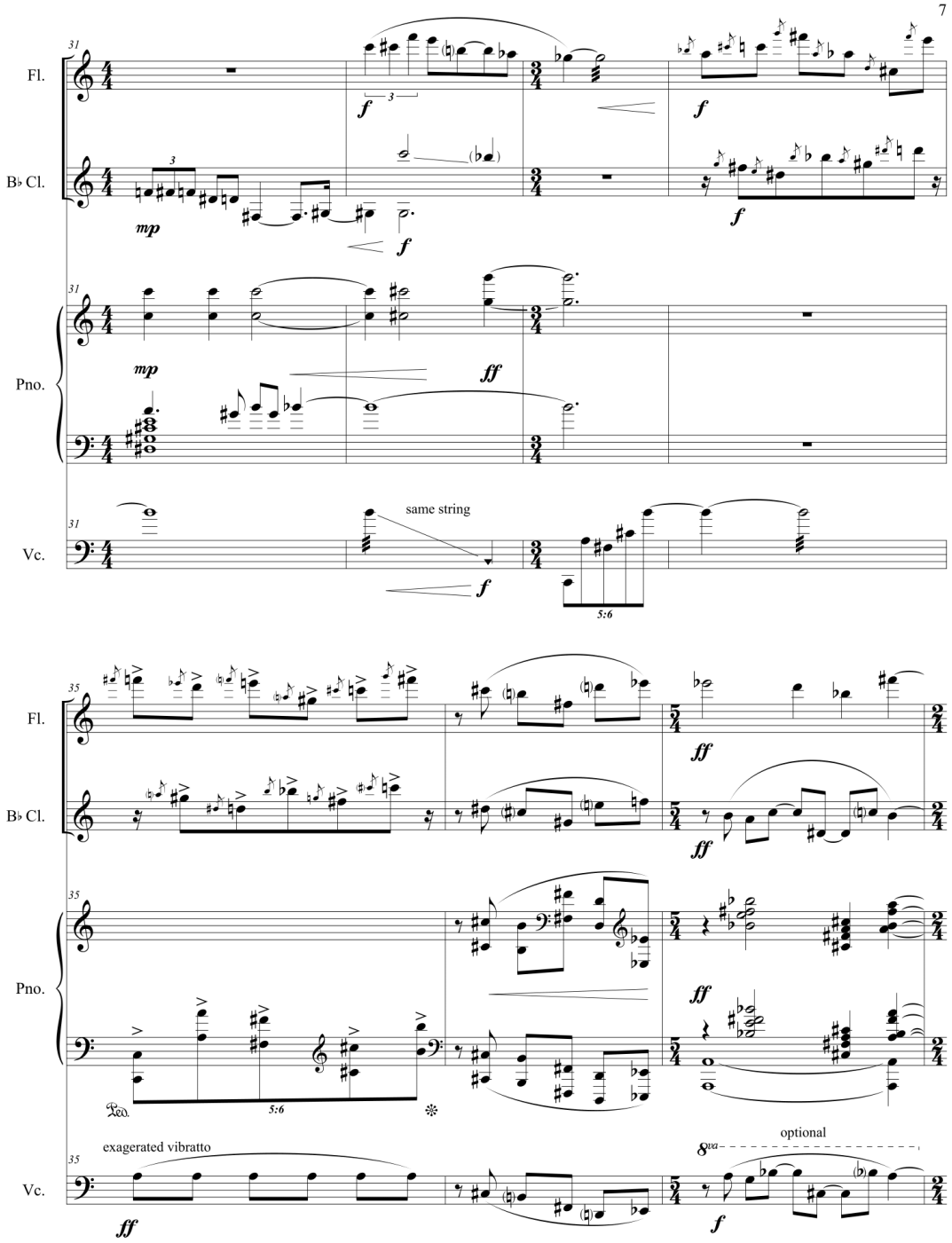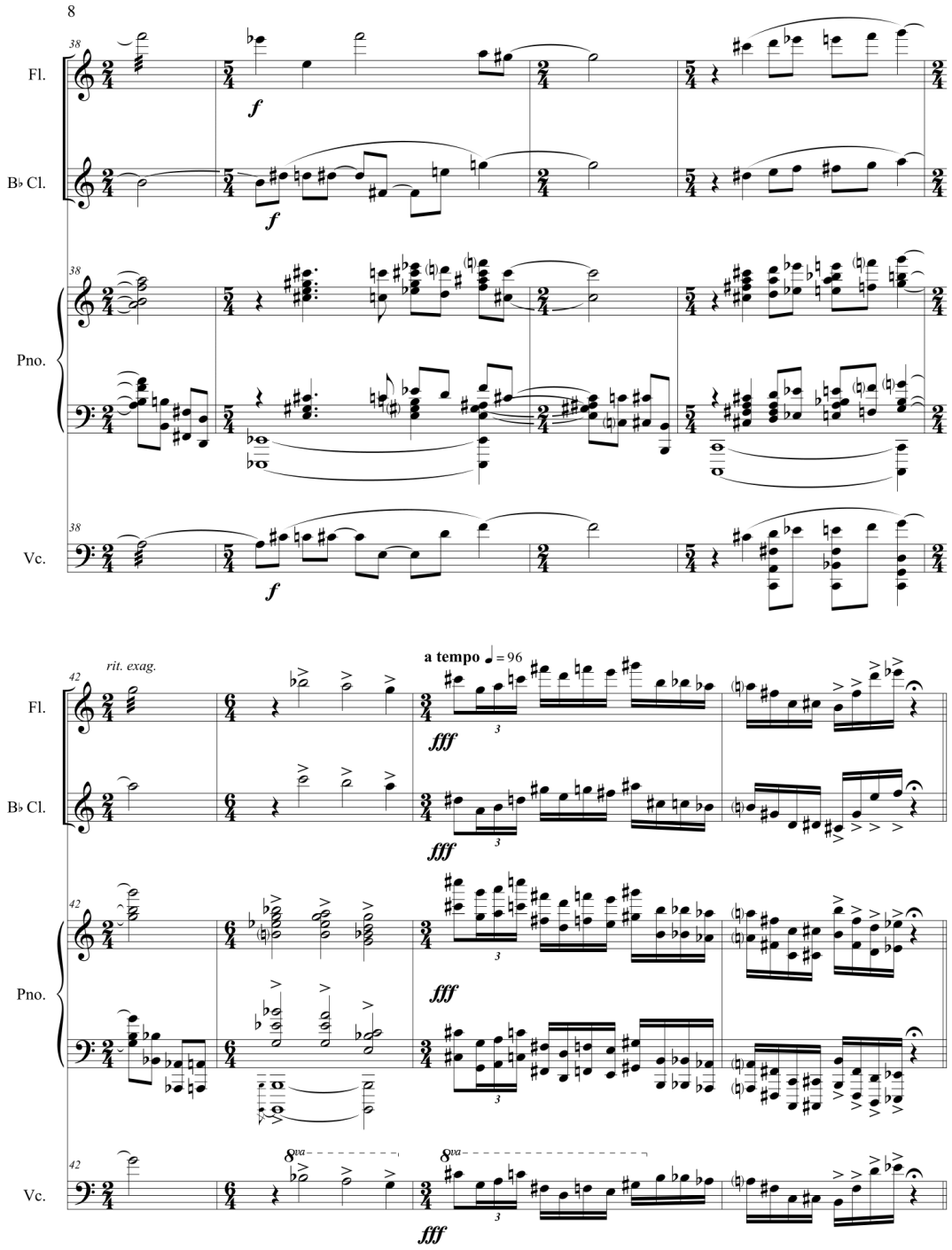


©


5
10
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
rubato
p
ff
ff
p
p
p
p
with sadness
and with more than rubato
mp
7
mp
cresc.
Ped.
p
ff
exagerated tremolo, with harmonics, to
the lowest possible note, at the same string.


17
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
f
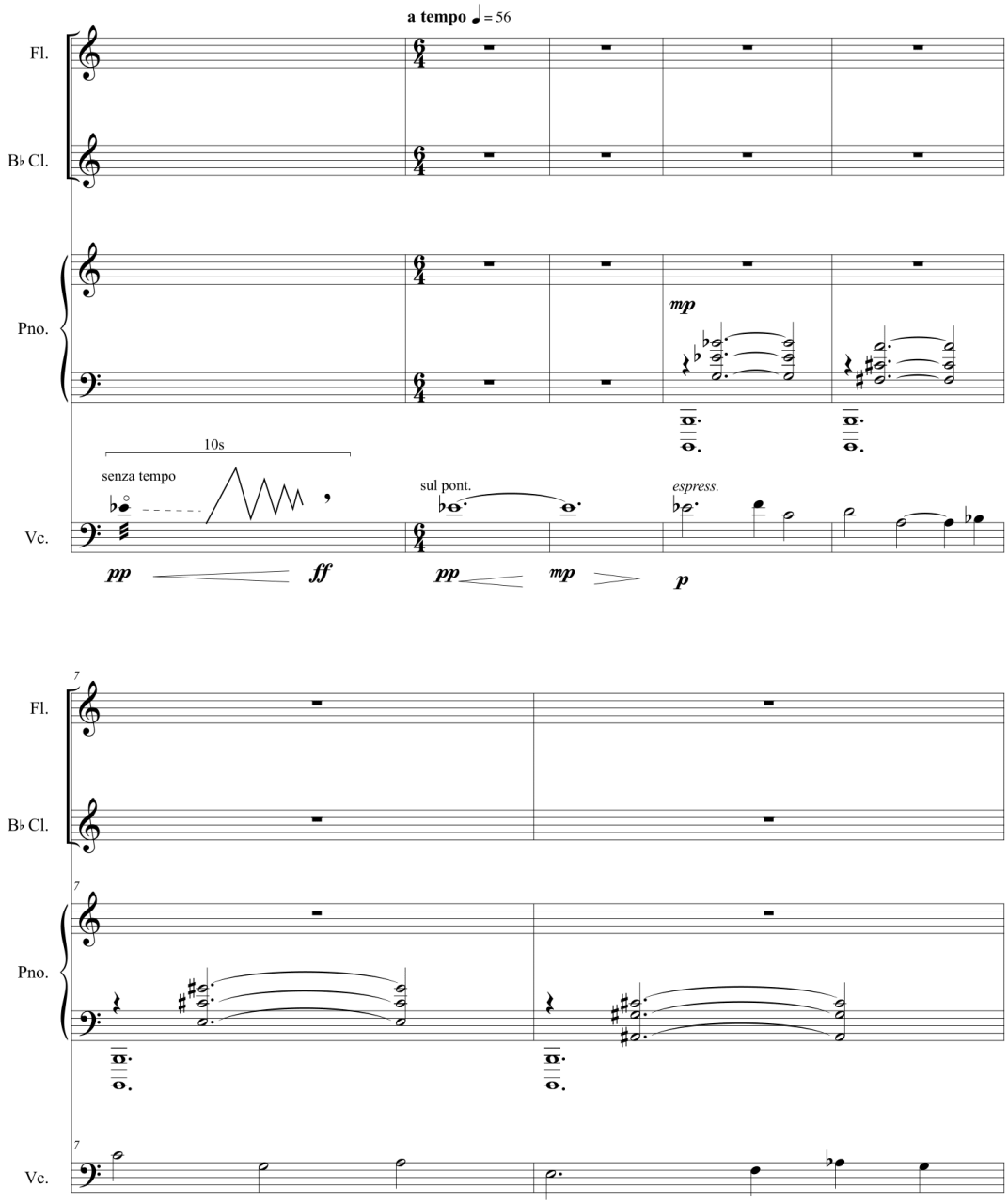

6
rit.
a tempo
21
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
ff
pp
fff
mp
7:8
Ped.
26
p
jetté
5:6


7
31
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
mp
f
ff
same string
5:6
35
exagerated vibratto
optional
8va
Ped.
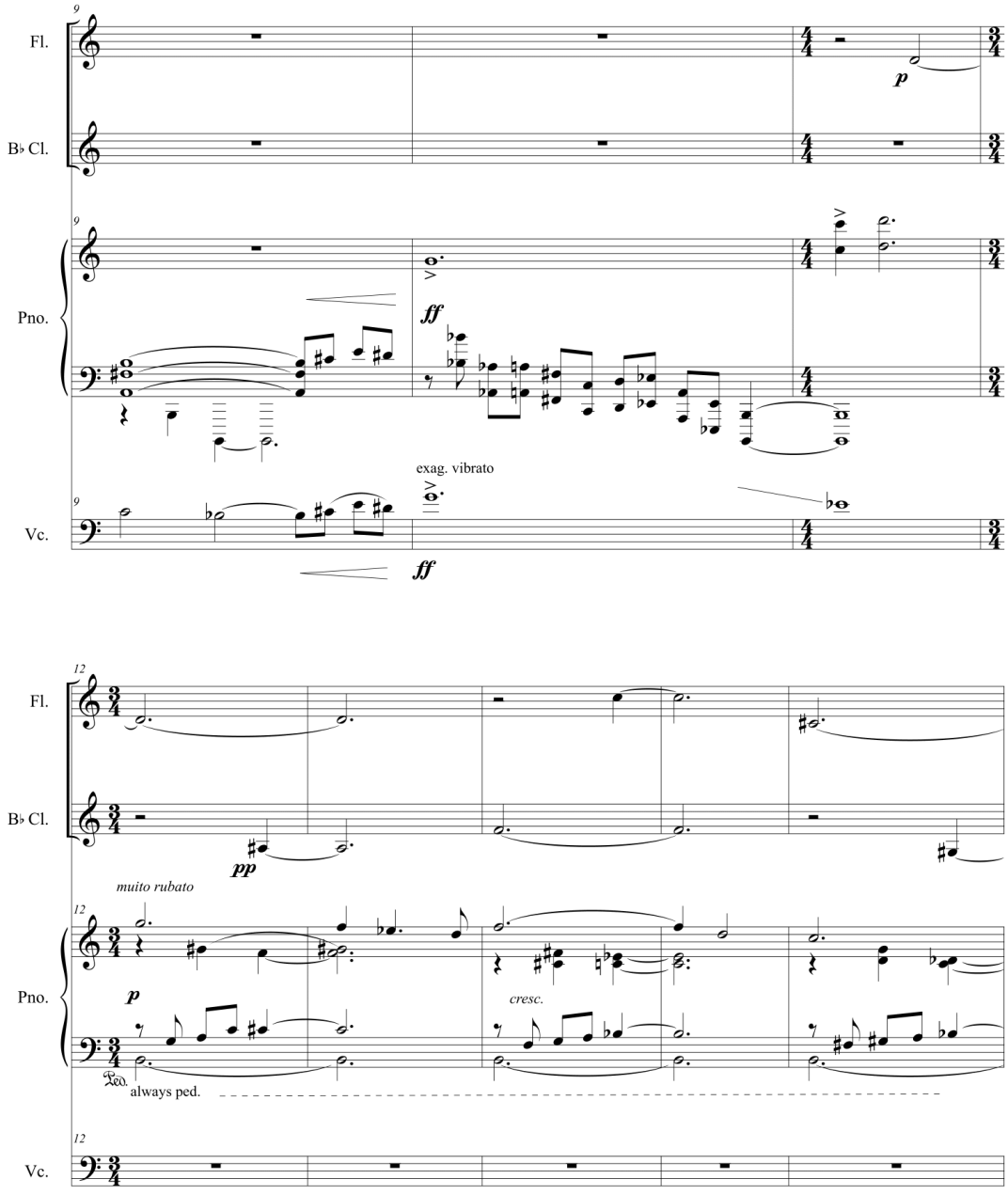

8
38
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
f
42
rit. exag.
a tempo ♩ = 96
fff
8va
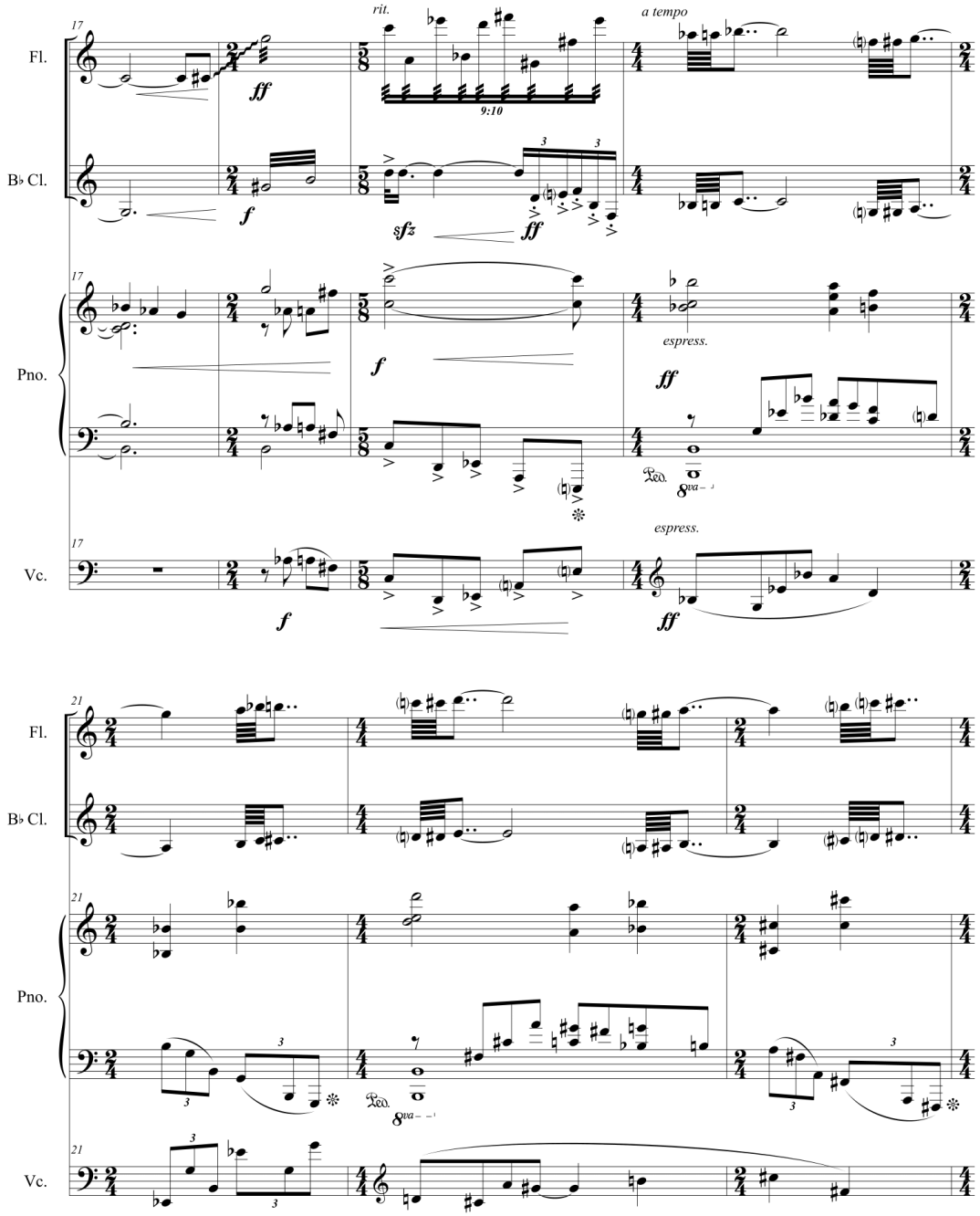
II - Transcendence Tears

[Cello Scene]
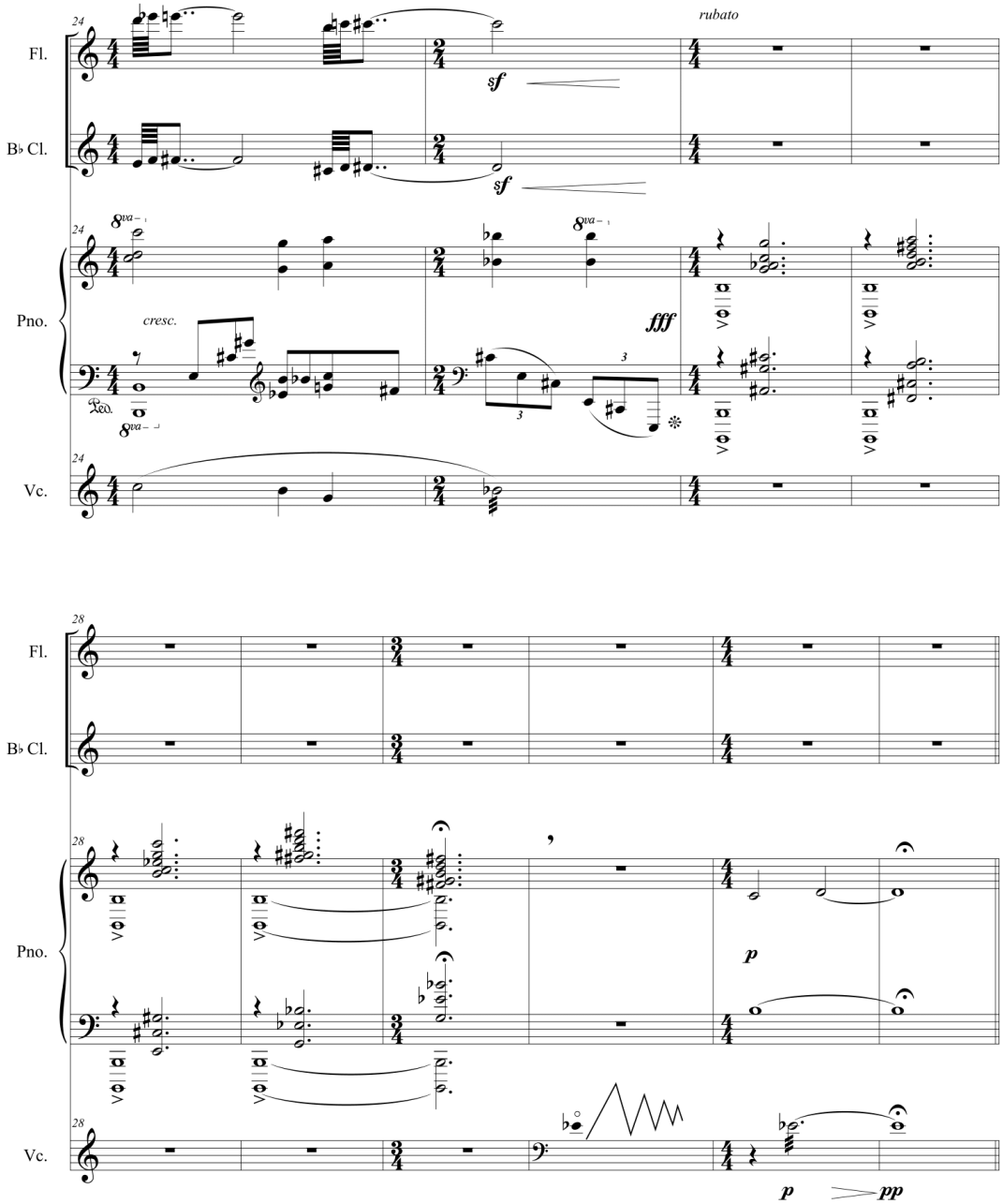


10


9
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
p
ff
exag. vibrato
ff
12
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
pp
muito rubato
p
cresc.
Ped.
always ped.
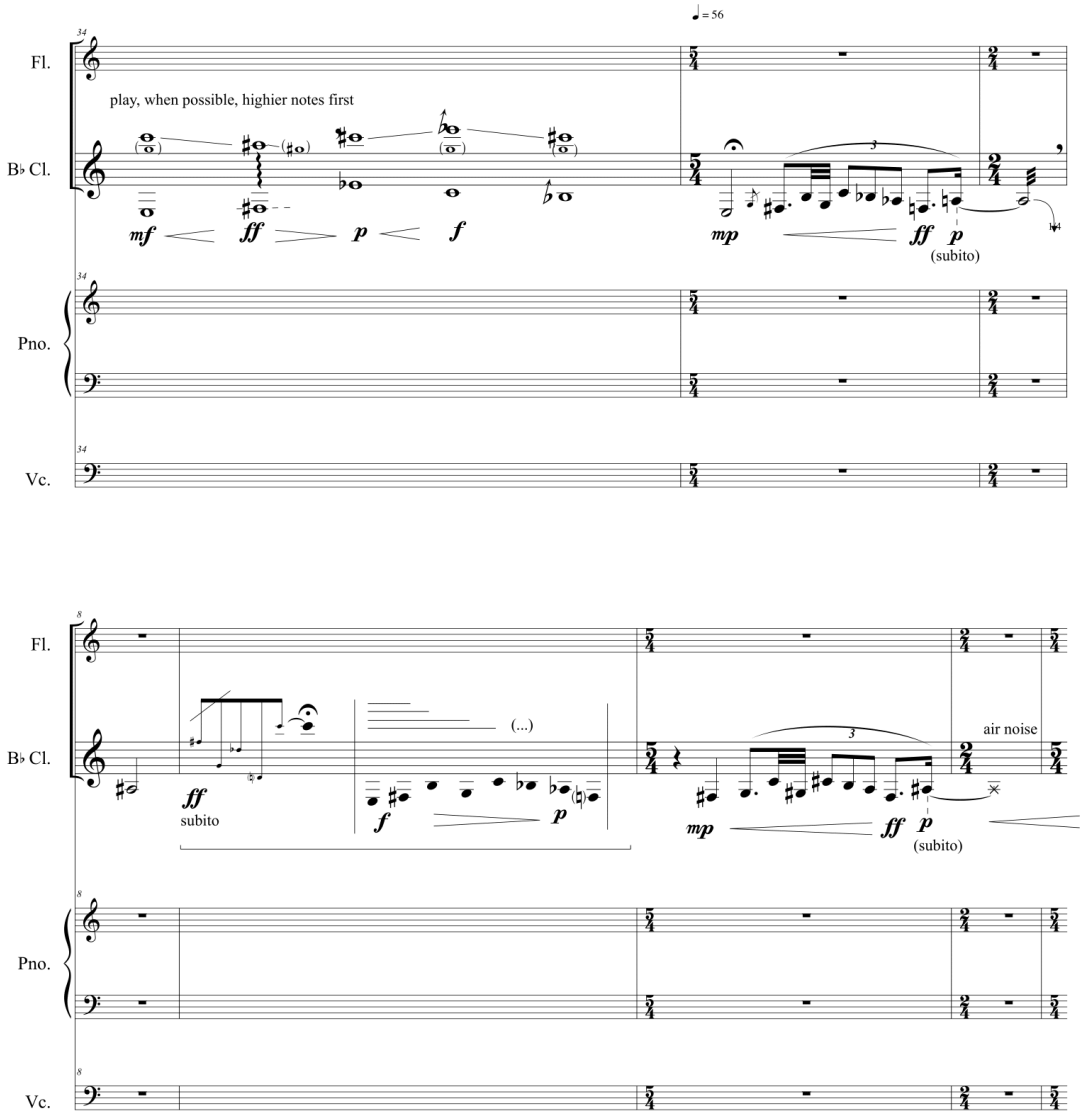

17
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
rit.
a tempo
9:10
espress.
21

12

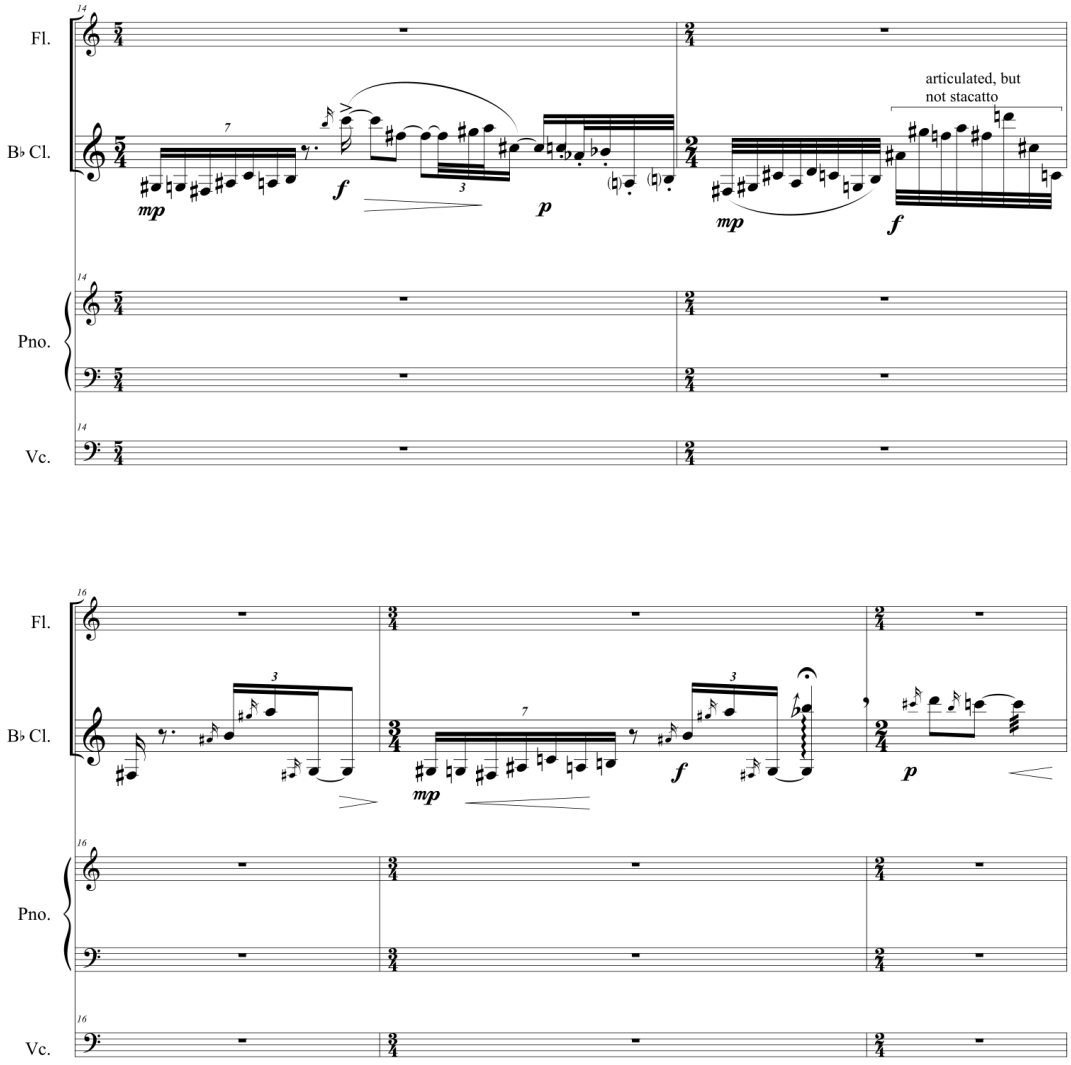


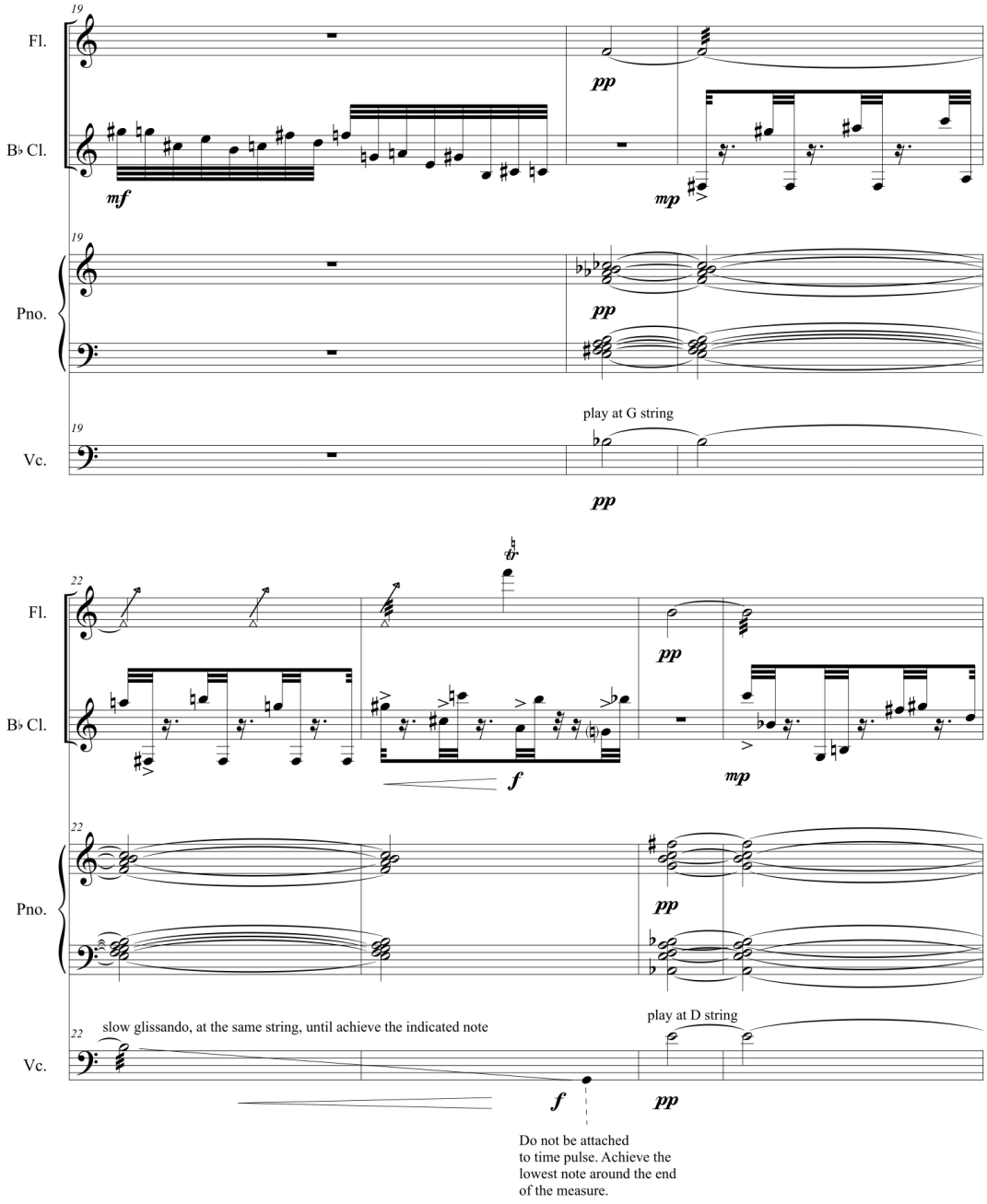
III - Revelation
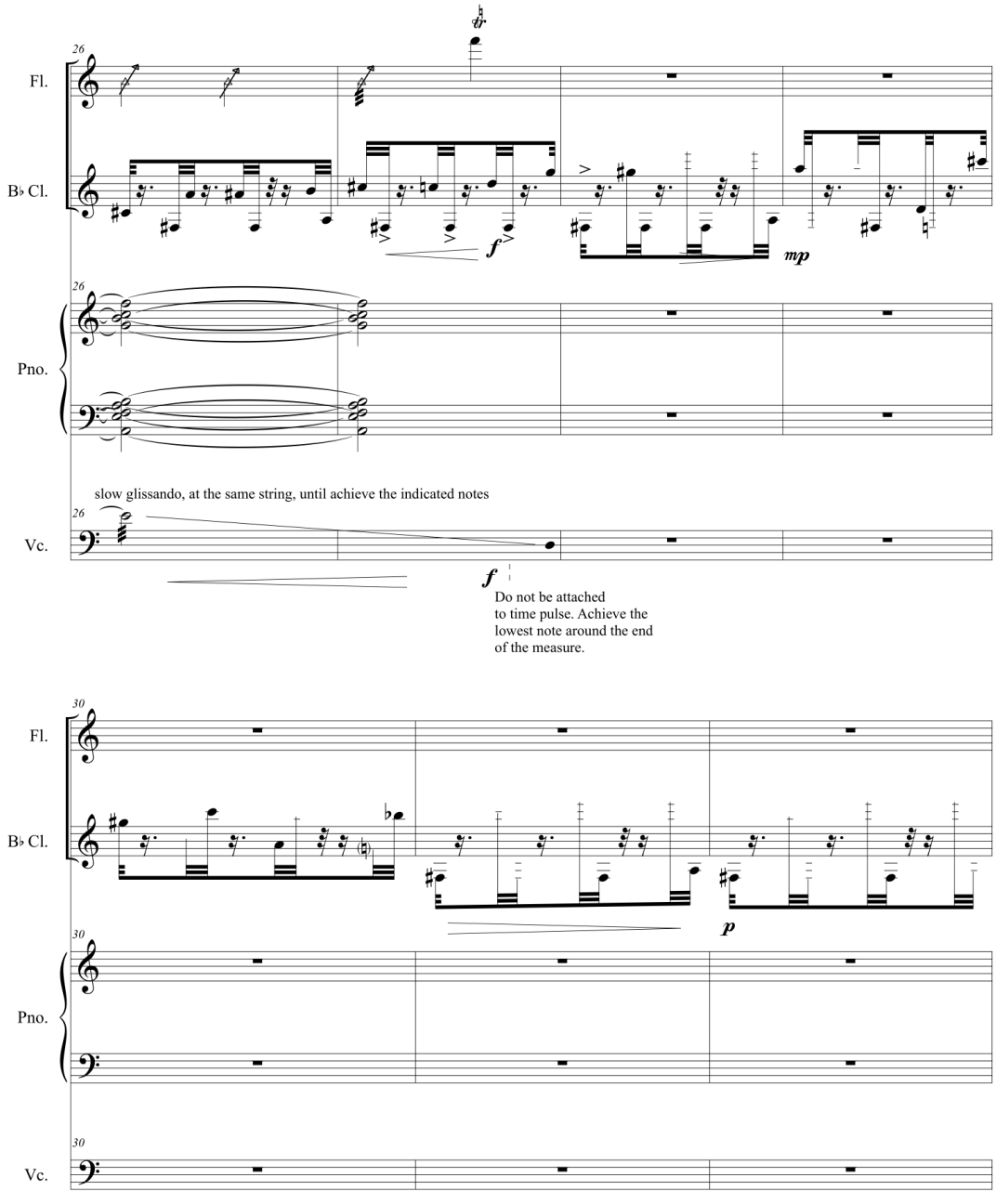
[Clarinet Scene]
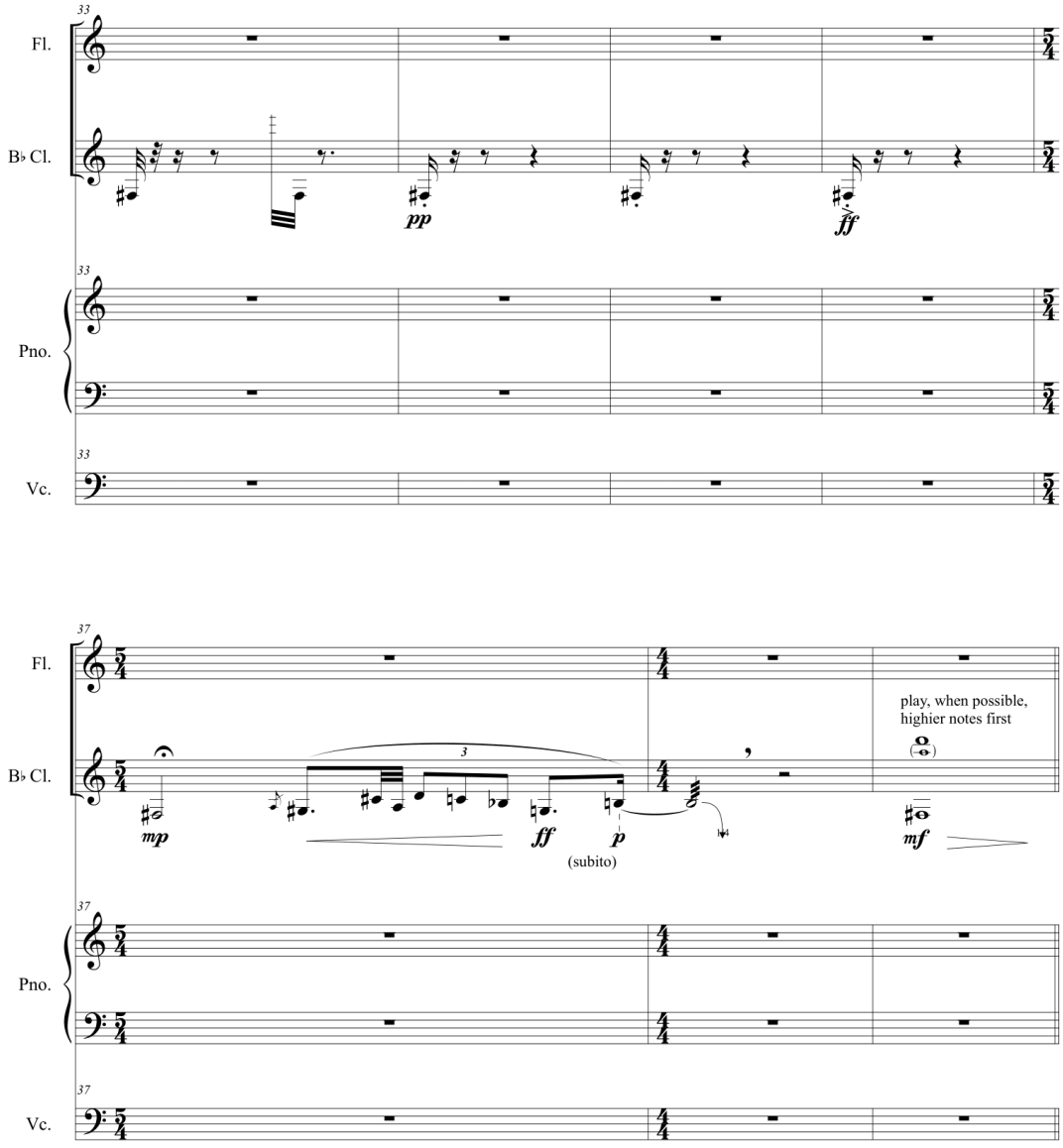


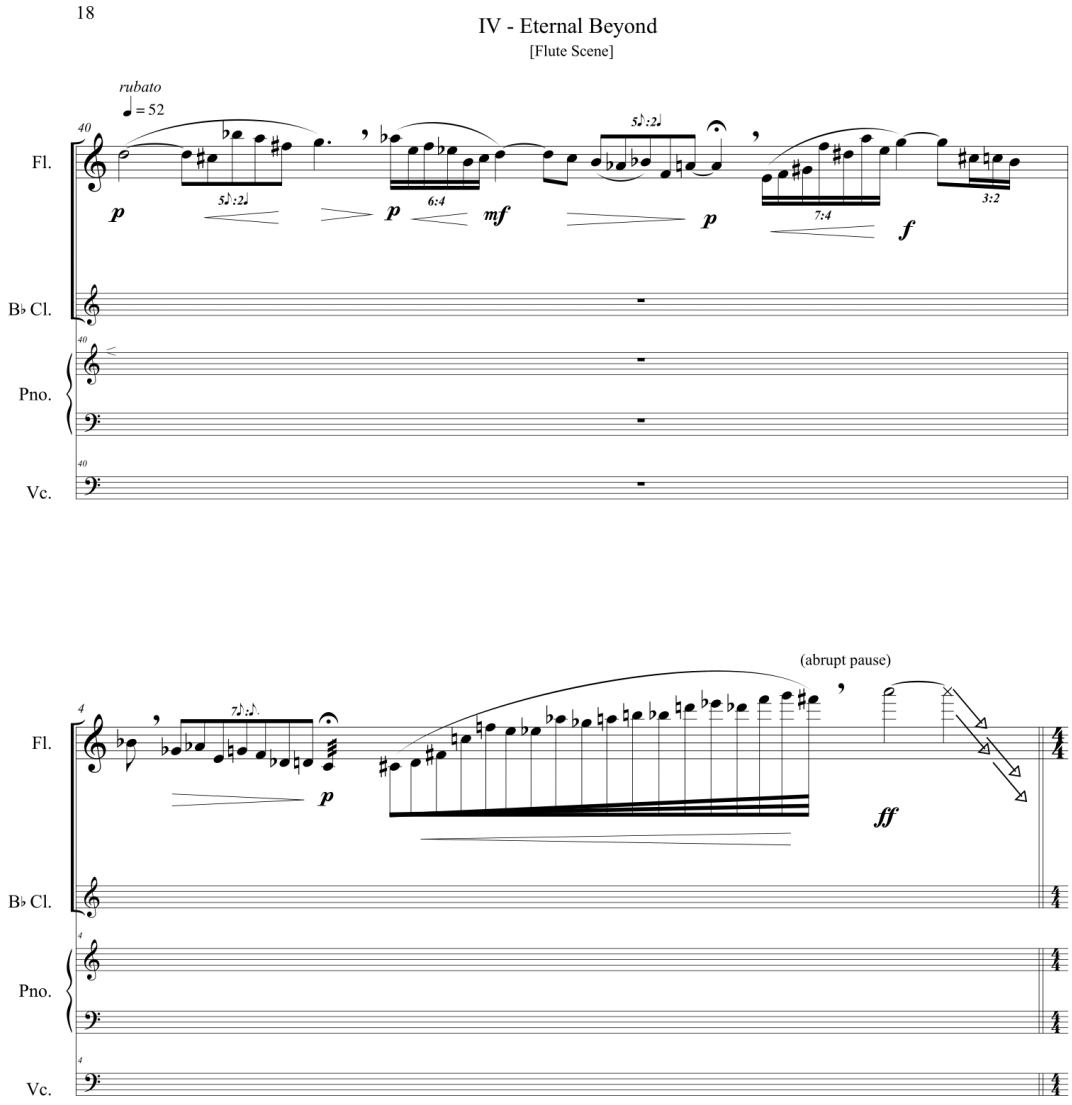
14
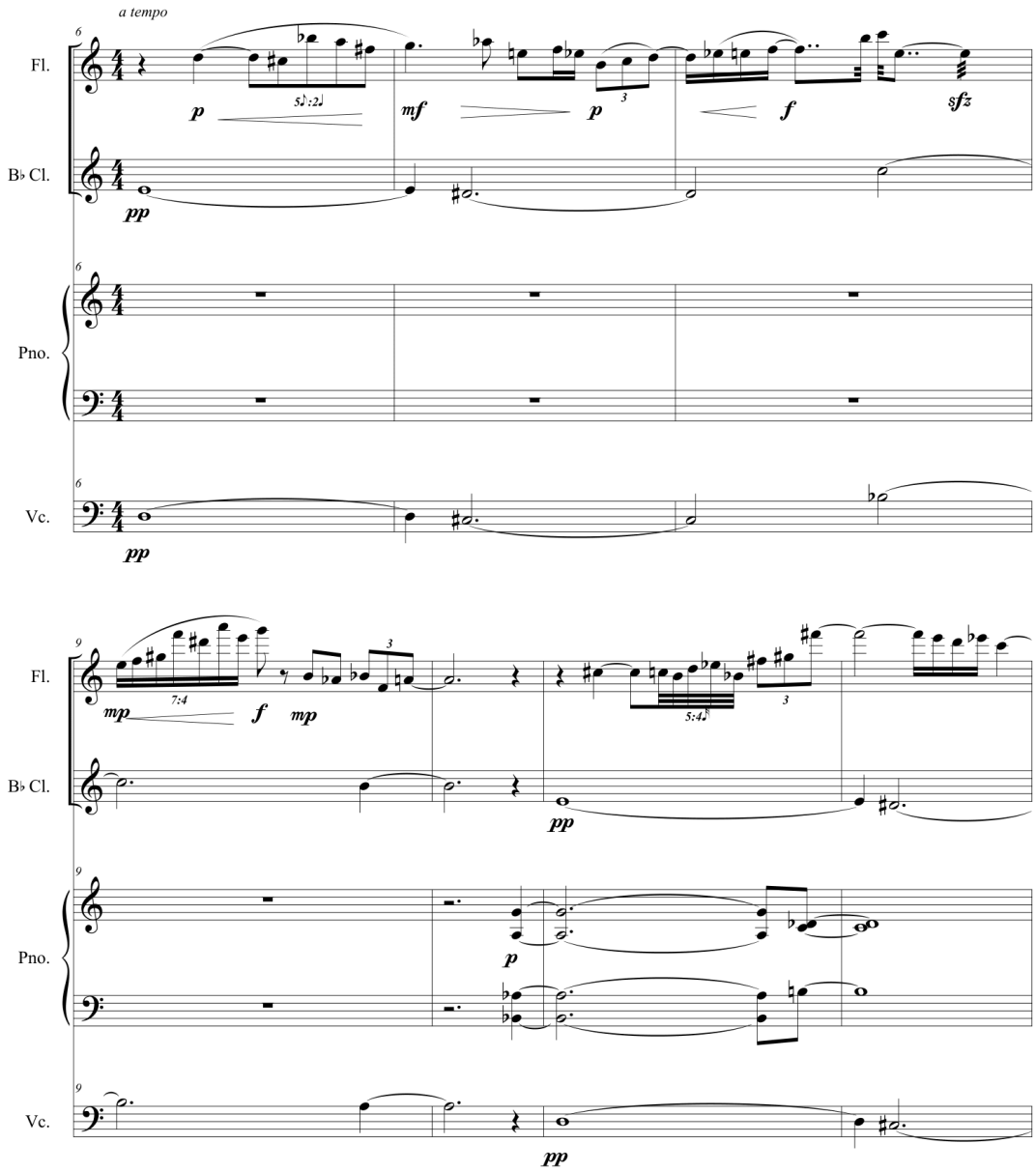



19
Fl.
B♭ Cl.
mf
pp
mp
19
Pno.
pp
19
Vc.
play at G string
pp
22
Fl.
B♭ Cl.
tr
f
pp
mp
22
Pno.
pp
22
Vc.
slow glissando, at the same string, until achieve the indicated note
play at D string
f
pp
Do not be attached
to time pulse. Achieve the
lowest note around the end
of the measure.
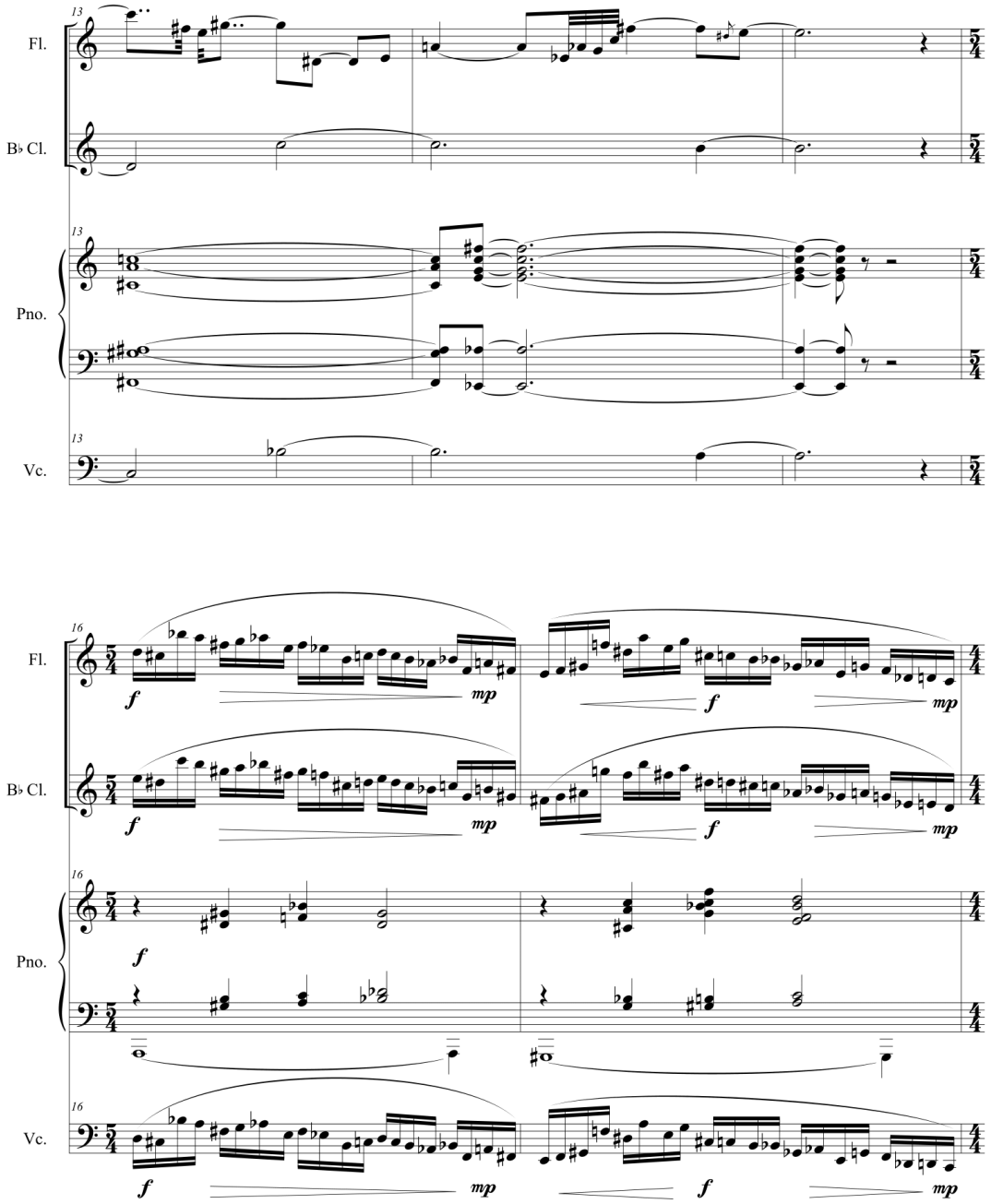

16
26
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
f
mp
slow glissando, at the same string, until achieve the indicated notes
Do not be attached
to time pulse. Achieve the
lowest note around the end
of the measure.
30
p
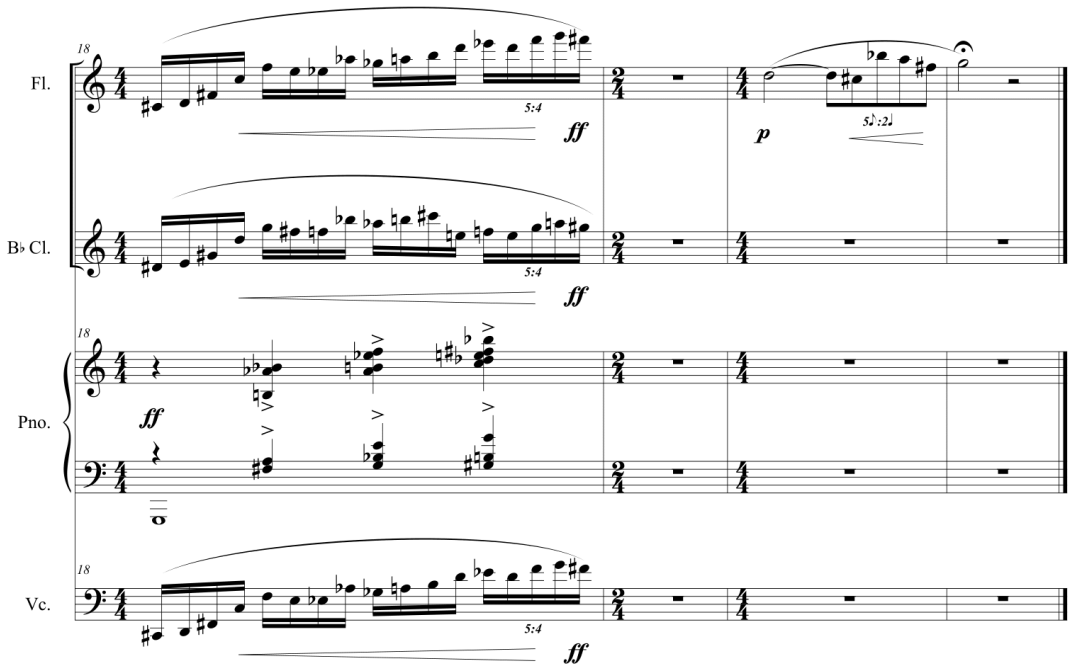

33
Fl.
B♭ Cl.
pp
ff
33
Pno.
33
Vc.
37
Fl.
B♭ Cl.
mp
3
ff
p
(subito)
play, when possible,
highier notes first
mf
37
Pno.
37
Vc.


18
IV - Eternal Beyond
[Flute Scene]
rubato
♩ = 52
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
p
mf
f
ff
(abrupt pause)


a tempo
Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
p
mf
p
f
sfz
pp
mp
f
mp
pp
p
pp
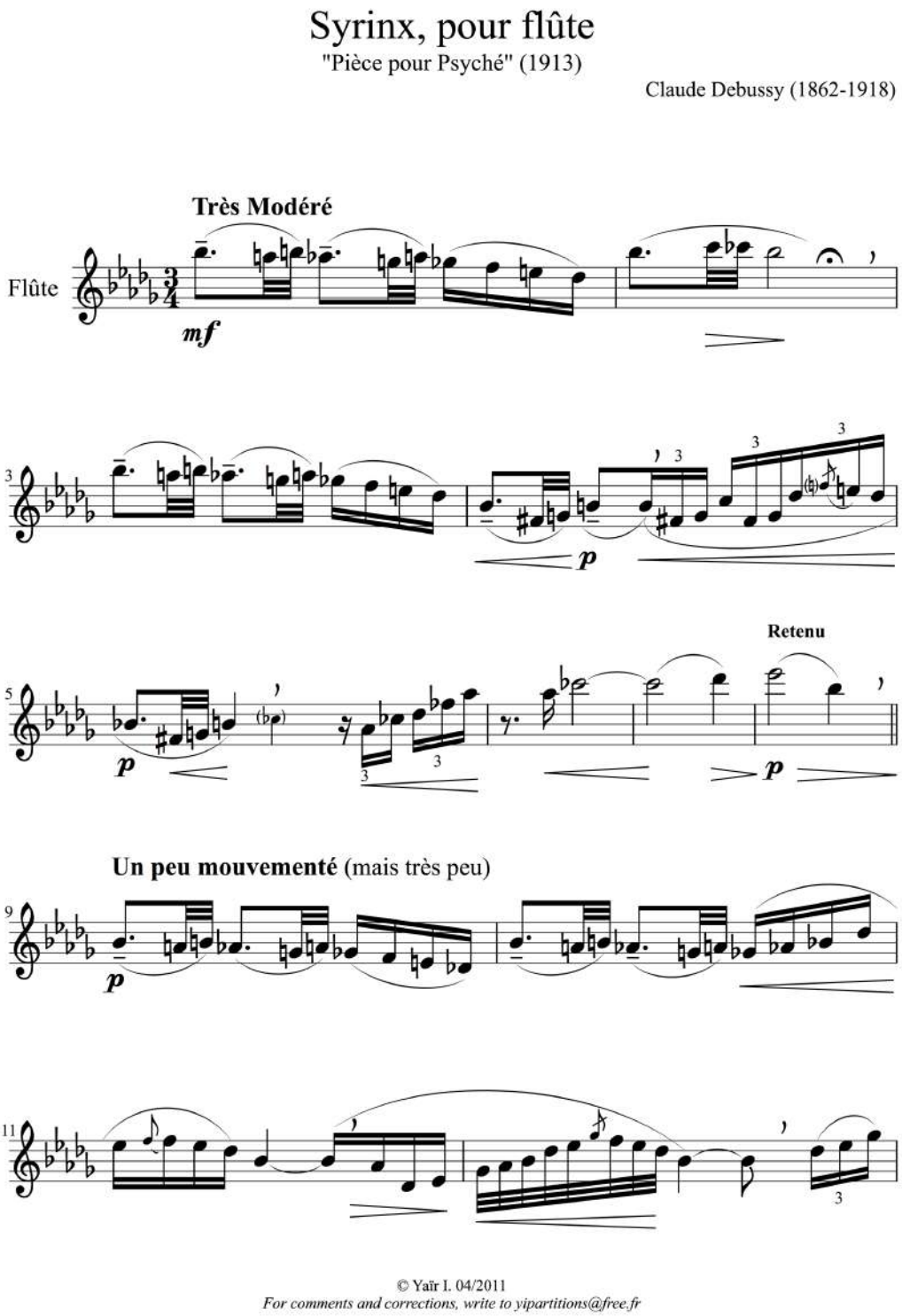
20
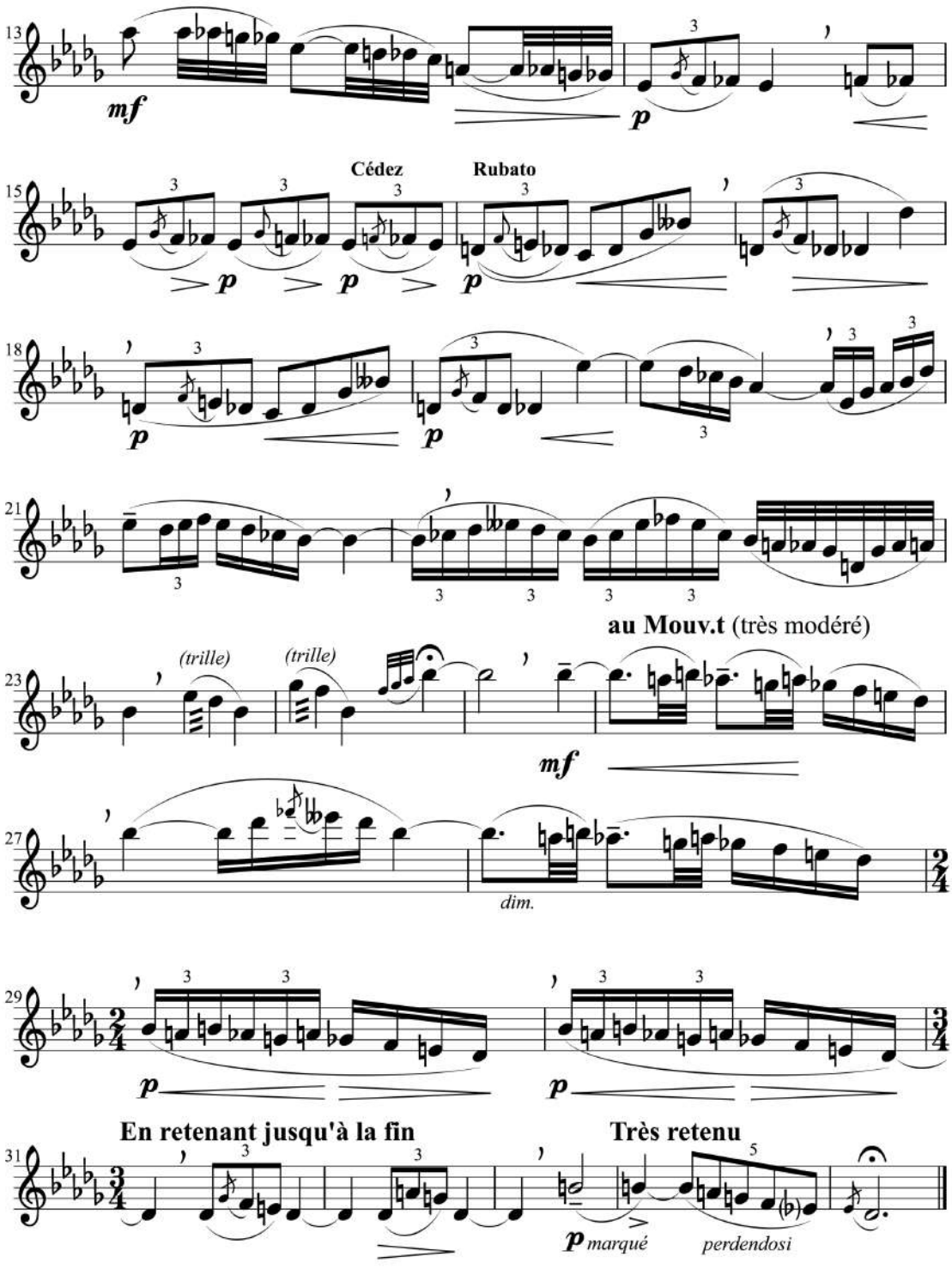



Fl.
B♭ Cl.
Pno.
Vc.
18
5:4
ff
p
5:2

11 ANEXOS – PARTITURAS
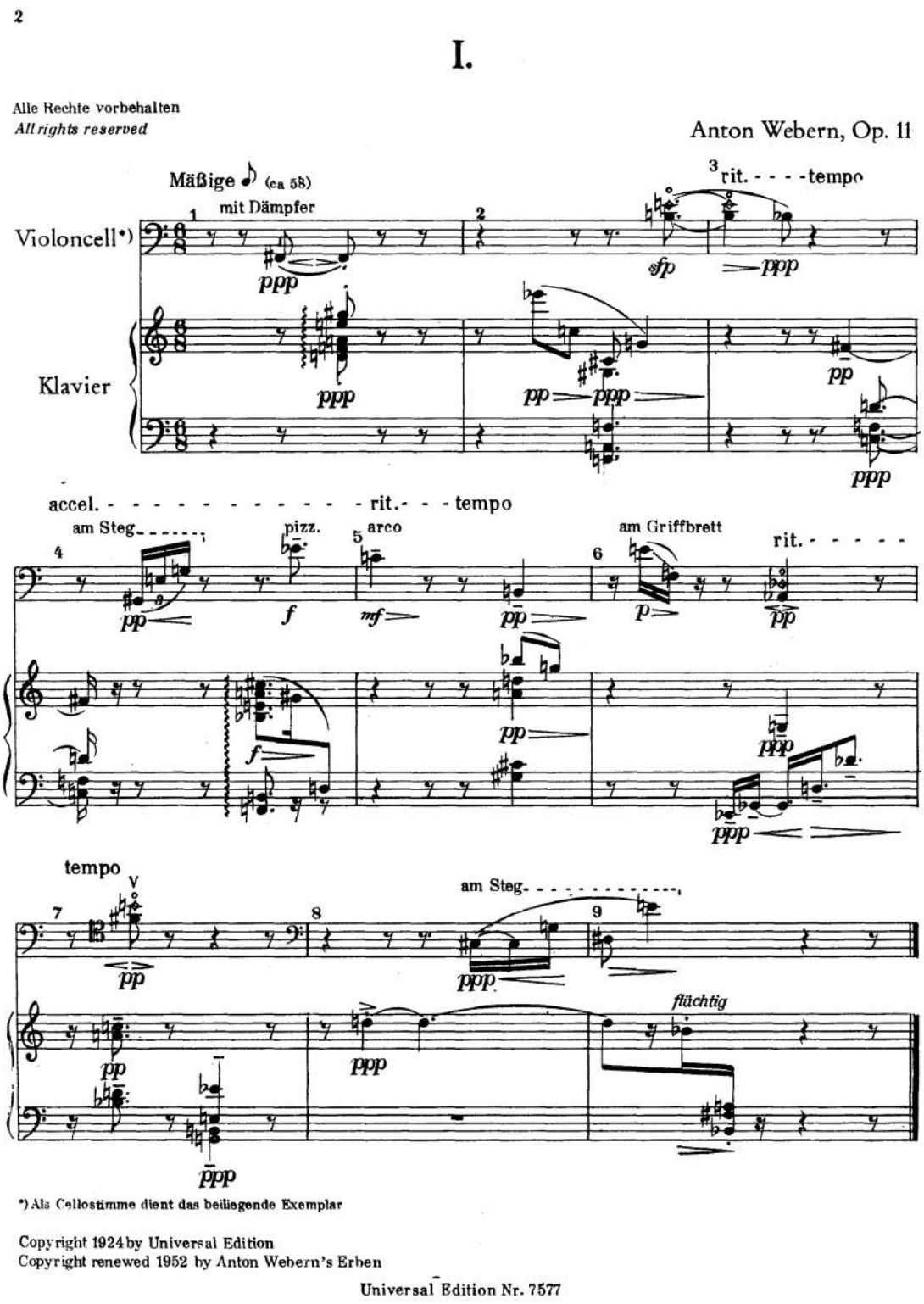
Syrinx
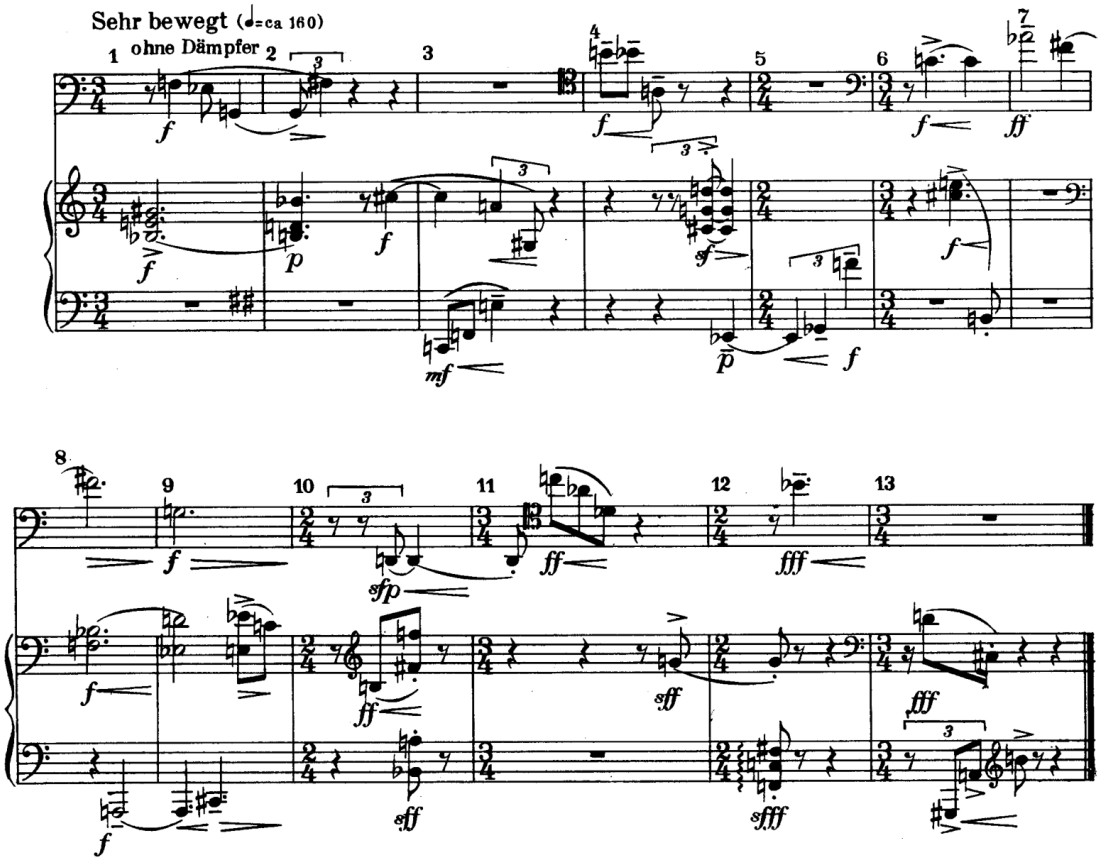




© Yaïr I. 04/2011
For comments and corrections, write to yipartitions@free.fr

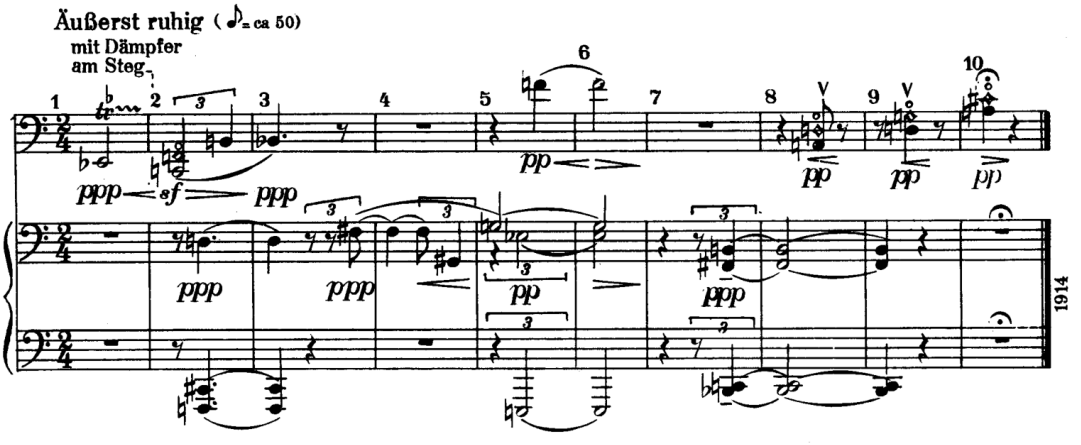
Op. 11: III – Äusserst Ruhig
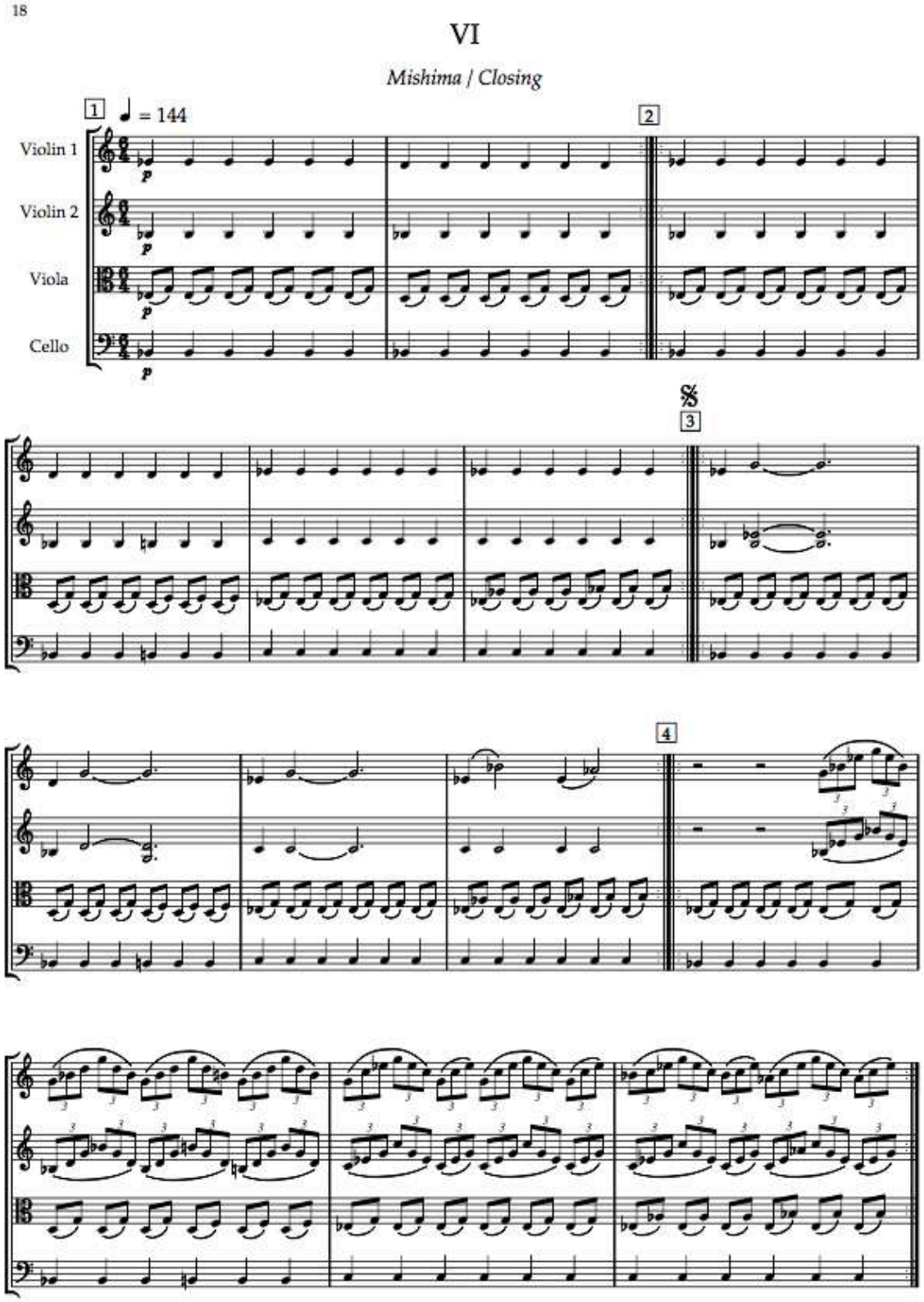


II.
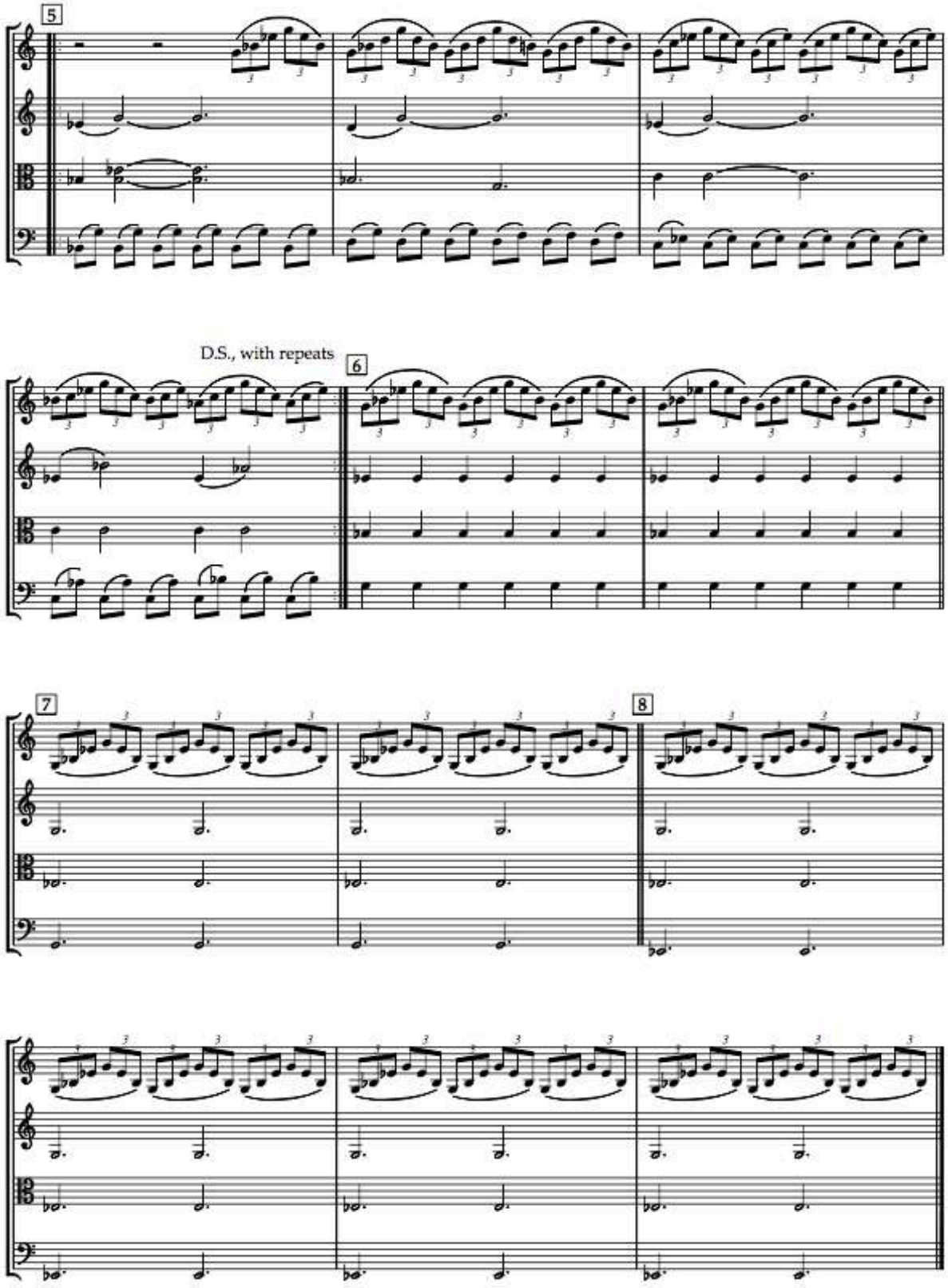

Sehr bewegt (♩=ca 160)
ohne Dämpfer

III.


Äußerst ruhig (♪=ca 50)
mit Dämpfer
am Steg
1914

String Quartet n03 (‘Mishima’)




5
D.S., with repeats
6
7
8