



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Harmonização Algorítmica de Estruturas Melódicas e Contrapontos

Rondinele Barbosa Prado

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Orientador

Prof. Dr. Ricardo Pezzuol Jacobi

Coorientador

Prof. Dr. Aluizio Arcela Júnior

Brasília
2016

Dedicatória

Dedico este trabalho à pessoa que me acompanhou ao longo de todos esses anos de estudo e que me dá forças para prosseguir entre estes dois mundos, Andressa Sousa da Silveira.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas sem as quais este trabalho não poderia ter sido realizado. Aos meus pais Benedita Barbosa da Silva Prado e João Ferreira Prado, os quais me deram total apoio e me possibilitaram cursar este curso de engenharia. A Marlinda Ferreira do Prado, a qual foi de fundamental importância para o meu estabelecimento e adaptação na cidade de Brasília. A Diego do Prado Reis, o qual me apresentou a Universidade de Brasília. E ao professor Aluizio Arcela Júnior, por todo o apoio e pelas lições de música e computação que foram a base para elaboração deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho aborda a harmonização algorítmica de melodias, utilizando como base melodias tradicionais como também contrapontos obtidos por outros métodos [7]. Com este objetivo, foi implementada uma série de algoritmos que realizam a aplicação de técnicas e procedimentos de análise visando a harmonização de melodias, tentando extrair o potencial harmônico contido nas mesmas. Aborda-se também a composição algorítmica de contrapontos e fugas. A partir de uma melodia simples, foi desenvolvido um conjunto de algoritmos que operam sobre a melodia de modo a gerar outras melodias derivadas (em contraponto à melodia original), através de transformações matemáticas sobre as alturas e durações das notas. Este conjunto de melodias derivadas é utilizado para a montagem de uma partitura polifônica contrapontística, seguindo o princípio formal e estrutural de uma fuga. Para a determinação da tonalidade, foram testados dois algoritmos (*key-finding algorithms*): o de Krumhansl-Schmuckler [15] e o algoritmo de tonalidade vetorial [8].

Palavras-chave: Contraponto, Fuga, Harmonização, Composição Algorítmica, Computação Musical, Computação Sônica

Abstract

This work aims to implement the algorithmic harmonization of simple melodies and polyphonic pieces composed by using some counterpoint methods [7]. With this objective, it was implemented a set of algorithms that perform the use of methods and analysis procedures aiming the harmonization of melodies trying to extract their own harmonic potential. It also implements the algorithmic composition of counterpoints and fugues. Through mathematical transformations, a set of algorithms will derivate new melodies from a fixed melody. This set of new melodies will be used to assembly a contrapuntally organized music, following the formal and structural principles of a fugue. There were also tested two key-finding algorithms: Krumhansl-Schmuckler [15] algorithm and the vector pitch algorithm [8].

Keywords: Counterpoint, Fugue, Harmonization, Music Computing, Algorithmic Composition

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Música Algorítmica	1
1.2	Harmonia	2
1.2.1	Campo Harmônico	3
1.2.2	Cadências e Pontuação	4
1.3	Contraponto e Fuga	4
2	Metodologia	6
2.1	Potencial Harmônico de Melodias	6
2.1.1	Harmonia Funcional	6
2.1.2	Encadeamento de Acordes	7
2.1.3	Inferência da Tonalidade	8
2.1.4	Análise Harmônica	10
2.2	Fugas	13
2.2.1	Estruturação e Montagem da Fuga	14
2.2.2	Transformações Melódicas	17
2.3	Linguagem de Programação	19
2.4	Linguagem para a Escrita Musical	19
2.4.1	Estrutura da linguagem <i>LilyPond</i>	20
2.4.2	Variáveis	21
2.4.3	Comandos	21
2.4.4	Notas	22
2.4.5	Pausas	22
2.4.6	Acordes	23
2.4.7	Codificação de Comentários	23
3	Algoritmos Centrais	24
3.1	Cálculo da Tonalidade	24
3.1.1	Algoritmo de Krumhansl-Schmuckler	24

3.1.2	Algoritmo da Tonalidade Vetorial	25
3.2	Cálculo da Harmonização	26
3.2.1	Geração do Campo Harmônico	26
3.2.2	Estimativa de Acorde Para um Segmento Melódico	28
3.2.3	Harmonização por Segmentos Fixos	28
3.2.4	Harmonização por Segmentos Melódicos	29
3.2.5	Harmonização de Contrapontos	30
4	Resultados	31
4.1	Seleção de Peças Harmonizadas	31
4.1.1	G. F. Händel, Fuga em Sol Maior (HWV 582)	31
4.1.2	Fuga computada sobre o tema de 'J. S. Bach, O Cravo Bem Tem- perado, Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)'	33
4.1.3	A. Arcela, Hipercontraponto 'H1'	38
4.2	Seleção de Composições Contrapontísticas	57
4.2.1	J. S. Bach, O Cravo Bem Temperado, Fuga I em Dó Maior (BWV846)	57
4.2.2	F. Gonzaga, Gaúcho (Cá e Lá - O Corta Jaca)	59
4.2.3	A. Arcela, Melodias Em Épura, 'M1'	61
5	Conclusão	64
5.1	Perspectiva de Aproveitamento dos Resultados	64
5.2	Desdobramento Futuro	64
	Referências	66
	Apêndice	67
A	Resultados em LilyPond	68
A.1	Código da Voz superior da Fuga em Sol Maior (HWV 582)	68
A.2	Código da Harmonização da Voz superior da Fuga em Sol Maior (HWV 582)	69
A.3	Código da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)	71
A.4	Código da Harmonização da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga III em Dó Sus- tenido Maior (BWV848)	73
A.5	Código de 'H1'	75
A.6	Código da Harmonização de 'H1' (método de Krumhansl-Schmucler para inferência da tonalidade)	82
A.7	Código da Harmonização de 'H1' (método da tonalidade vetorial)	90
A.8	Código da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846)	98

A.9 Código da Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho (Cá e Lá - O Corta Jaca)'	. . . 100
A.10 Código da Fuga Sobre o Tema de 'M1' 102

Lista de Figuras

1.1	Análise das relações verticais de um segmento melódico.	2
1.2	Tríades do campo harmônico de Dó maior.	3
1.3	Tríades do campo harmônico de Lá menor (harmônico).	3
1.4	Análise das relações horizontais de um trecho da sonata K.87.	4
2.1	Conceitos de Repouso e Movimento em Harmonia Funcional	6
2.2	Sensível do acorde de dominante se aproximando do centro tonal.	7
2.3	Sucessão de acordes em blocos.	7
2.4	Intervalos entre os graus da escala maior.	8
2.5	Intervalos entre os graus da escala menor natural.	8
2.6	Perfis maior e menor segundo os estudos de <i>Krumhansl</i> [15]).	9
2.7	Representação gráfica do coeficiente de correlação (Fonte: [3]).	10
2.8	Tríades do campo harmônico de Lá menor (V com função de dominante maior).	11
2.9	Notas aptas a receber acordes.	12
2.10	Acordes do campo harmônico de Dó maior contendo a nota Dó.	12
2.11	Inversão dos acordes nos tempos fracos.	13
2.12	Estrutura da exposição da fuga.	15
2.13	Atrasos e Lacunas.	16
2.14	Transformação de aumento para $k = 2$	17
2.15	Transformação de diminuição para $k = 2$	17
2.16	Transformação de inversão melódica.	18
2.17	Transformação de movimento retrógrado.	18
2.18	Transformação de alturas retrógradadas.	18
2.19	Transformação de durações retrógradadas.	19
2.20	Saída do exemplo de arquivo LilyPond.	21
2.21	Alturas na notação LilyPond.	22
2.22	Acidentes na notação LilyPond.	22
2.23	Pausas na notação LilyPond.	23
2.24	Acordes na notação LilyPond.	23

4.1	Harmonização da voz superior de ' G. F. Händel, Fuga em Sol Maior (HWV 582)'	32
4.2	Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848).	33
4.3	Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 1)	34
4.4	Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 2)	35
4.5	Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 3)	36
4.6	Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 4)	37
4.7	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 1)	39
4.8	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 2)	40
4.9	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 3)	41
4.10	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 4)	42
4.11	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 5)	43
4.12	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 6)	44
4.13	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 7)	45
4.14	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 8)	46
4.15	Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 9)	47
4.16	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 1) . .	48
4.17	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 2) . .	49
4.18	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 3) . .	50
4.19	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 4) . .	51
4.20	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 5) . .	52
4.21	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 6) . .	53
4.22	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 7) . .	54
4.23	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 8) . .	55
4.24	Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 9) . .	56
4.25	Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846).	57
4.26	Fuga Sobre o Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846).	58
4.27	Sujeito da peça 'Gaúcho'.	59
4.28	Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho' (Compassos 1 a 23).	60
4.29	Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho' (Compassos 24 a 28).	61
4.30	Sujeito da peça 'M1'.	61
4.31	Fuga Sobre o Tema de 'Melodias Em Épura [6], M1' (Compassos 1 a 10). .	62
4.32	Fuga Sobre o Tema de 'Melodias Em Épura [6], M1' (Compassos 11 a 14). .	63

Lista de Tabelas

- 2.1 Valores dos perfis das escalas maior e menor segundo os estudos de *Krumhansl*[15]. 8

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo serão introduzidos alguns conceitos utilizados no desenvolvimento dos métodos e algoritmos apresentados nos Capítulos 2 e 3.

1.1 Música Algorítmica

A composição algorítmica (ou composição automatizada) se refere ao “método de utilizar algum processo formal para fazer música, com o mínimo de intervenção humana” [4].

A utilização de métodos formais para fazer música é uma prática realizada desde a Grécia antiga. Desde Pitágoras, diversos compositores se utilizaram de instruções ou processos formais para gerar música [16]. Como referência, pode-se citar o compositor clássico W. A. Mozart e seu “*Musikalisches Würfelspiel*” (“jogo de dados musical”), o qual consistia em “montar um número de pequenos fragmentos musicais e combiná-los ao acaso, construindo uma nova peça à partir das partes escolhidas de forma aleatória” [4].

A primeira composição gerada por computador conhecida é a *Illiad Suite* (1957) de Lejaren Hiller e Leonard Isaacson da universidade de Illinois. Uma peça para quarteto de cordas que foi composta por um computador *Illiad* e convertida para a notação musical [16].

Atualmente são utilizadas três metodologias para composição algorítmica por computadores. A metodologia *estocástica*, a qual envolve aleatoriedade (como o “jogo de dados musical” de Mozart). A metodologia de *sistemas baseados em regras*, a qual trabalha com um conjunto de regras gramaticais que definem o processo de construção das composições. E a metodologia de sistemas que utilizam técnicas de *inteligência artificial*, os quais são semelhantes os sistemas baseados em regras, exceto pelo fato de eles terem a capacidade de formular seu próprio conjunto de regras [16].

O processo de harmonização algorítmica é algo da mesma natureza que a composição algorítmica, o qual tem como objeto de estudo a análise e o desenvolvimento de métodos capazes de realizar a harmonização de músicas de maneira automatizada.

1.2 Harmonia

“Harmonia é o estudo dos complexos sonoros (acordes) e de suas possibilidades de encadeamento, tendo em conta seus valores arquitetônicos, melódicos e rítmicos e suas relações de equilíbrio” [20, pag. 49]. A harmonia se preocupa com o desenvolvimento das relações verticais da música, isto é, os sons simultâneos (Figura 1.1).

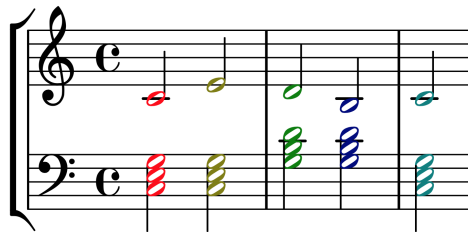


Figura 1.1: Análise das relações verticais de um segmento melódico.

A análise harmônica é abstraída de peças musicais, a qual se importa somente com o aspecto harmônico (vertical) das peças. Como teoria, é um campo nem sempre conclusivo. Por este motivo, existem diversas teorias à respeito do processo de harmonização (como a teoria das funções harmônicas de *Riemann*) [18, pag. 99].

De cerca de 1600 a 1900, a harmonia se tratava do relacionamento entre as tonalidades maiores e menores. Sua base é a *tríade* [18, pag. 97].

A *tríade* é um conjunto de notas composto por uma fundamental, terça, e quinta, o que equivale à duas terças. As combinações destas terças podem gerar quatro tipos de acordes:

- **Tríade Maior** - composta por uma terça maior e uma terça menor.
- **Tríade Menor** - composta por uma terça menor e uma terça maior.
- **Tríade Aumentada** - composta por uma terça maior e uma terça maior.
- **Tríade Diminuta** - composta por uma terça menor e uma terça menor.

1.2.1 Campo Harmônico

Para cada um dos graus das escalas maiores ou menores, pode ser construído um acorde cuja fundamental é o próprio grau. Este conjunto de acordes é denominado *campo harmônico* da tonalidade sobre a qual os acordes foram construídos.

O campo harmônico maior (relativo à tonalidade maior) é constituído pelas seguintes tríades (Figura 1.2):

- **Tríades Maiores** - nos acordes relativos aos graus *Tônica* (I), *Subdominante* (IV) e *Dominante* (V).
- **Tríades Menores** - nos acordes relativos aos graus II, III e VI.
- **Tríade Diminuta** - no acorde construído sobre o VII grau da escala.

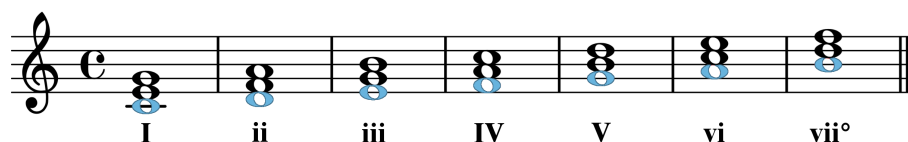


Figura 1.2: Tríades do campo harmônico de Dó maior.

O campo harmônico menor (relativo à tonalidade menor harmônica) é constituído pelas seguintes tríades (Figura 1.3):

- **Tríades Menores** - nos acordes relativos aos graus I e IV.
- **Tríade Maiores** - nos acordes relativos aos graus V e VI.
- **Tríade Aumentada** - no acorde construído sobre o III grau da escala.
- **Tríades Diminutas** - no acorde construído sobre o II e VII graus da escala.

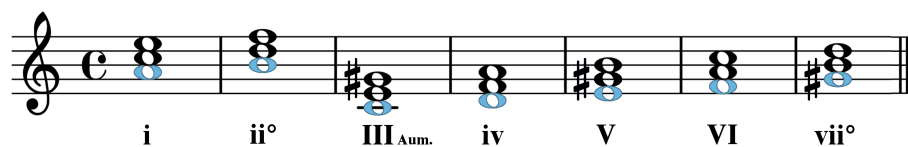


Figura 1.3: Tríades do campo harmônico de Lá menor (harmônico).

Para a nomenclatura dos acordes dos campos harmônicos são utilizados algarismos romanos, os quais indicam o grau da fundamental do acorde. Algarismos romanos em caracteres maiúsculos representam tríades maiores e os minúsculos, menores. O caractere

“ ° ” precedido de algarismos minúsculos indica tríade diminuta. A abreviação “Aum.” precedida de algarismos maiúsculos indica tríade aumentada.

1.2.2 Cadências e Pontuação

A tônica possui efeito conclusivo (pontuação) [18, pag. 97]. As cadências são compostas por sequências de acordes que podem ou não ter caracter conclusivo. Dentre as cadências mais comuns, pode-se citar:

- **Cadência Perfeita** - representada pela sequência $V \rightarrow I$ (ou $V \rightarrow i$ no modo menor).
- **Cadência Plagal** - representada pela sequência $IV \rightarrow I$ (ou $iv \rightarrow i$ no modo menor).
- **Meia Cadência** - quando a cadência repousa sobre V .
- **Cadência Completa** - composta pela sequência $I \rightarrow IV \rightarrow V \rightarrow I$ (ou $i \rightarrow iv \rightarrow V \rightarrow i$ para o modo menor).

1.3 Contraponto e Fuga

Em música, contraponto significa o relacionamento entre as vozes de uma peça polifônica, em que cada voz possui uma dimensão melódica horizontal [18, pag. 93]. O nome se origina do latim *punctus contra punctum*, o qual significa “nota contra nota”.

O termo contraponto tem sido usado para designar uma voz ou até mesmo uma composição completa [19]. Diferente da harmonia (dimensão vertical), o contraponto se preocupa com o desenvolvimento das relações horizontais da música, isto é, com as linhas melódicas independentes (Figura 1.4).

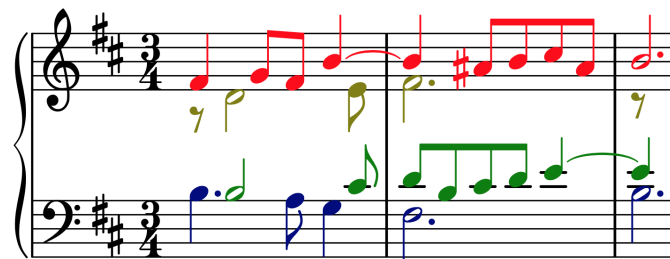


Figura 1.4: Análise das relações horizontais de um trecho da sonata K.87.

Algumas estruturas, formas ou técnicas de composição típicas de contraponto são o *cantus firmus*¹, a *imitação livre*², a técnica de *cânone*³, o *contraponto simples*⁴ e o *contraponto duplo*⁵ [18, pag. 95].

Fuga [18, 23] é uma peça polifônica estruturada que consiste na apresentação e repetição de um ou mais temas e suas transformações, podendo também apresentar fragmentos livres entre estas repetições. As imitações são geralmente produzidas através de transformações aplicadas aos temas, neste contexto denominados sujeitos [12]. Transformações sobre os sujeitos foram utilizadas por compositores como J. S. Bach, G. F. Händel, L. van Beethoven, Chiquinha Gonzaga, A. Arcela. Estas transformações são a base dos algoritmos utilizados para a geração das melodias derivadas do sujeito temático.

¹Para uma voz definida, são derivadas outras vozes em contraponto à primeira [18, pag. 95].

²Um motivo conciso é recitado em uma voz e imitado pelas outras. Melodias em contraponto ao motivo são recitadas junto às imitações [18, pag. 95].

³Uma forte imitação, ou seja, a exata repetição da primeira voz [18, pag. 95].

⁴A definição de contraponto simplesmente como a relação entre uma voz secundária e a voz principal [18, pag. 95].

⁵uma voz secundária que soa em oitava em relação à voz principal (contraponto duplo de oitava) [18, pag. 95]. Podem ser utilizados outros intervalos para a relação entre a voz principal e a voz secundária.

Capítulo 2

Metodologia

Neste capítulo discutem-se os métodos e recursos utilizados para a solução dos problemas propostos. Tanto para o processo de avaliação do potencial melódico de melodias como para o processo de composição algorítmica de contrapontos e fugas, serão abordados diversos aspectos fundamentais para compreensão e desenvolvimento das soluções. Além disso, serão detalhados os métodos propostos para a implementação dos algoritmos que visam automatizar alguns dos processos tradicionais de composição de fugas e harmonização de melodias e contrapontos.

2.1 Potencial Harmônico de Melodias

2.1.1 Harmonia Funcional

No campo da harmonia, função designada a um acorde específico é determinada pela relação deste com os demais acordes que compõe uma estrutura harmônica. A relação dos acordes com a tônica é definida como tonalidade [14].

O significado das funções dos acordes variam entre os conceitos de repouso, movimento, afastamento e aproximação [14], conforme ilustra a Figura 2.1.

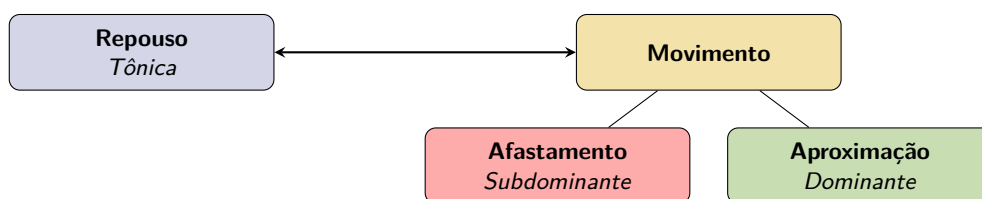


Figura 2.1: Conceitos de Repouso e Movimento em Harmonia Funcional

A música tonal utiliza o conceito de *centro tonal*, ou *tônica*¹, o qual serve de referência para o ouvinte. O acorde de tônica é associado ao conceito de repouso. O movimento é composto pelos conceitos de afastamento e aproximação. O afastamento é associado ao acorde de *subdominante*², e representa o distanciamento do centro tonal. A aproximação é associada ao acorde de *dominante*³, o qual é sempre um acorde maior, pelo fato de a terça ter de ser a *sensível*⁴ da tonalidade, a qual tende a se aproximar novamente do centro tonal (Figura 2.2).

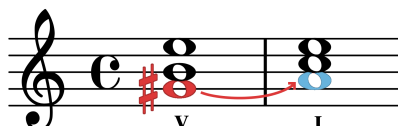


Figura 2.2: Sensível do acorde de dominante se aproximando do centro tonal.

Em relação à função tonal de um acorde, define-se que esta “é representada pela sua fundamental e definida através da relação desta com um centro tonal, uma tônica” [11].

2.1.2 Encadeamento de Acordes

Ao longo do desenvolvimento de uma peça, os acordes que harmonizam a(s) melodia(s) estão dispostos de uma forma encadeada. Este encadeamento pode estar disposto de maneira esquemática, isto é, cada acorde pode ser considerado como um bloco, o qual se segue de outros blocos (Figura 2.3). Utilizando somente acordes de origem harmônica, não se prejudica o mais importante princípio do encadeamento harmônico: uma boa sucessão. Caso os acordes não possuam uma origem puramente harmônica, mas derivem de uma condução melódica, faz-se necessário um encadeamento que torne visível a influência melódica [20, pag. 77-78].

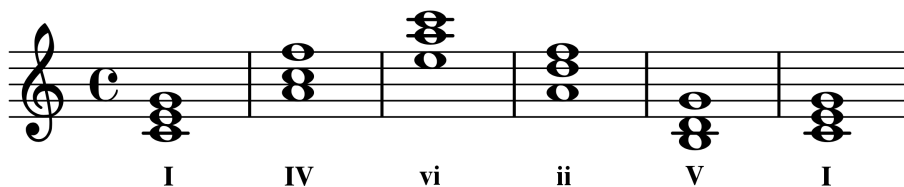


Figura 2.3: Sucessão de acordes em blocos.

¹Primeiro grau de uma escala diatônica (I ou i).

²Quarto grau de uma escala diatônica (IV ou iv).

³Quinto grau de uma escala diatônica (V).

⁴Nota localizada a um semitom abaixo da tônica.

2.1.3 Inferência da Tonalidade

A tonalidade de uma melodia, é inferida a partir do conjunto de notas que representam os graus⁵ da escala sobre a qual ela foi constituída. Com este conjunto de notas, realizam-se análises comparativas com os intervalos entre graus das escalas *diatônicas*⁶ (Figuras 2.4 e 2.5), afim de se estimar uma tonalidade.

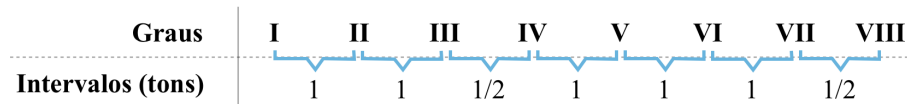


Figura 2.4: Intervalos entre os graus da escala maior.

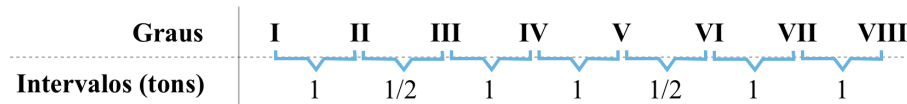


Figura 2.5: Intervalos entre os graus da escala menor natural.

Algoritmo de Krumhansl-Schmuckler

Um algoritmo com grande referência na área de busca e determinação de tonalidades é o desenvolvido por Carol Krumhansl e Mark Schmuckler [15, 22, 21]. O método para estimar a tonalidade é baseado em dois vetores que representam perfis de distribuição de durações, um para a tonalidade maior e um para a tonalidade menor (Figura 2.6). Para cada uma das alturas cromáticas da tonalidade representada por um perfil, há um valor de duração atribuído (Tabela 2.1). Estes valores de duração foram estimados com base em pesquisas na área de psicologia cognitiva [15] e percepção musical. Por convenção, a_1 representa a duração total da altura relativa à nota **dó**, a_2 representa a duração de **dó#**, etc.

Tabela 2.1: Valores dos perfis das escalas maior e menor segundo os estudos de Krumhansl[15].

Altura	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}
Maior	6.35	2.23	3.48	2.33	4.38	4.09	2.52	5.19	2.39	3.66	2.29	2.88
Menor	6.33	2.68	3.52	5.38	2.60	3.53	2.54	4.75	3.98	2.69	3.34	3.17

⁵Graus de uma escala diatônica.

⁶Escala composta por 7 notas (graus).

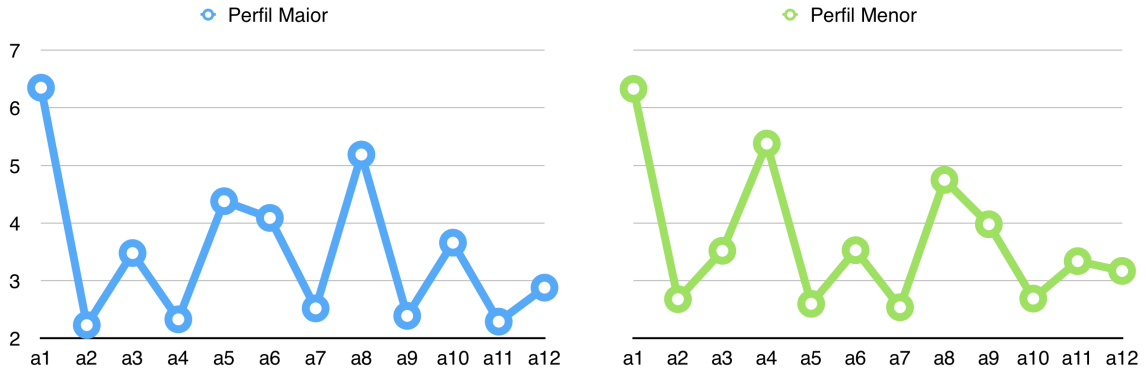


Figura 2.6: Perfis maior e menor segundo os estudos de *Krumhansl* [15]).

A entrada do algoritmo é um vetor $I = \{d_1, \dots, d_{12}\}$, composto pela duração de cada uma das alturas cromáticas extraídas de uma melodia, seguindo a mesma ordem de alturas da Tabela 2.1. O algoritmo compara o vetor de entrada I com cada um dos 24 vetores de 12 dimensões $K_i = \{ki_1, \dots, ki_{12}\}$, $i = 1, \dots, 24$, dos quais 12 vetores representam as tonalidades maiores e 12, as menores. Cada vetor K_i é composto pelos valores do vetor de durações que representa perfil de uma escala (maior ou menor). O primeiro elemento do vetor K_i é o valor da duração referente à altura $a_{i \bmod 12}$ (Tabela 2.1) de uma das escalas, e o último elemento é $a_{(i-1) \bmod 12}$. Assim, cada vetor K_i representa o vetor de perfis da Tabela 2.1 deslocado circularmente de $(i \bmod 12) - 1$ elementos. Através da comparação entre o vetor de entrada I e cada um dos vetores K_i , calcula-se um vetor de *coeficientes de correlação* $R = \{r_1, \dots, r_{24}\}$. O valor de cada um dos coeficientes r_i é calculado de acordo com a Equação 2.1, em que \bar{d} é a média dos valores de d e \bar{ki} é a média dos valores de ki .

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})(ki_j - \bar{ki})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2 \sum_{j=1}^n (ki_j - \bar{ki})^2}} \quad (2.1)$$

O *coeficiente de correlação* é um número real pertencente ao conjunto $[-1, 1]$ que indica se os valores de d e ki possuem uma relação linear. O valor 0 representa nenhuma relação linear. +1 representa um relação linear perfeita em que, quando o valor de d aumenta, ki também aumenta. E o valor -1 representa uma relação linear perfeita em que, quando o valor de d aumenta, ki diminui, ou vice e versa (Figura 2.7). A tonalidade estimada corresponde ao coeficiente r_i que possuir o valor mais elevado, ou seja, referente ao conjunto de valores de d_j e ki_j que possuírem a maior relação linear.

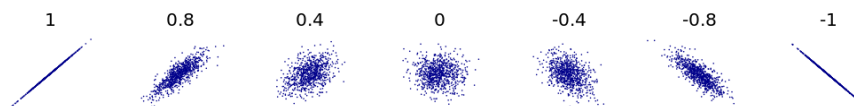


Figura 2.7: Representação gráfica do coeficiente de correlação (Fonte: [3]).

Algoritmo da Tonalidade Vetorial

O algoritmo da tonalidade vetorial, proposto por A. Arcela [8], tem como base um algoritmo que calcula a *altura vetorial resultante* [5, algoritmo A] de um espectro harmônico. Com este algoritmo, pode-se calcular a tonalidade de uma melodia cujos valores de duração, frequência (altura) e amplitude de todas as notas sejam conhecidos.

Diferente do algoritmo de Krumhansl-Schmuckler, o qual se baseia em dados obtidos através de experimentos psicoacústicos, o conceito de som vetorial [5] é um conceito matemático. “O algoritmo A quando aplicado a sons simultâneos (...) calcula a altura vetorial resultante do som composto” [8].

Ao se trabalhar com melodias, devem-se considerar os sons de forma sequencial. Assim, além do cálculo padrão do algoritmo A, um fator de amplitude para cada nota precisa ser introduzido. Este fator é definido como a duração da nota em relação à duração total da melodia na qual esta está contida [8].

Assim, este método computa a tonalidade através de um cálculo vetorial aplicado à estrutura intervalar da melodia [8]. O termo *tonalidade vetorial* é empregado de forma a evidenciar a representação das notas em forma de vetores [5].

A tônica da melodia é calculada através da soma vetorial de cada uma das notas da melodia. O modo é calculado considerando-se o produto dos desvios individuais de cada nota da melodia em relação às notas que representam os graus das escalas maior e menor, as quais são construídas sobre a tônica da melodia.

2.1.4 Análise Harmônica

A análise harmônica de melodias é realizada com base no campo harmônico referente à tonalidade eleita. Devido à dificuldade de se estabelecer funções para os acordes de III e VII graus no campo harmônico referente à tonalidade menor harmônica [18, pag. 97], somente a tríade referente ao grau V irá permanecer com alteração, para que esta tenda a ser resolvida no acorde de tônica. Este novo conjunto de acordes pode ser observado na Figura 2.8.

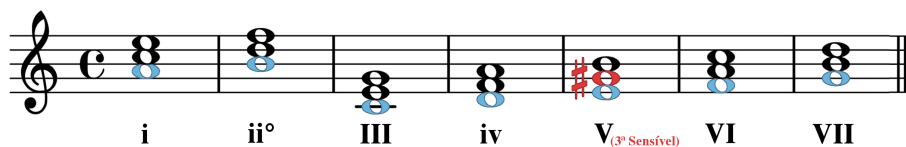


Figura 2.8: Tríades do campo harmônico de Lá menor (V com função de dominante maior).

Uma primeira abordagem é a de percorrer a melodia fazendo uma análise de cada nota dentro de segmentos de tempo determinados. Primeiramente, calculam-se os acordes $\{A_1, A_2, \dots, A_7\}$, os quais compõem o campo harmônico relativo à tonalidade da melodia (Figuras 1.2 e 2.8). Determina-se o tamanho do segmento de tempo (um tempo, um compasso) no qual a melodia será segmentada. Cada segmento I_j é composto por um conjunto de notas $\{N_1, N_2, \dots, N_k\}$. Para cada acorde A_n é atribuído um peso p_n , o qual é iniciado com o valor zero. O valor de p_n é incrementado do valor da duração de cada nota N_i cuja altura faça parte do acorde A_n . Assim, têm-se um conjunto de pesos determinados pela duração das notas que compõem o segmento. Após efetuar o cálculo de cada um dos pesos, escolhe-se o acorde A_n cujo peso p_n possuir o maior valor dentre os demais acordes. Em caso de valores de pesos iguais, pode-se priorizar a escolha dos acordes de tônica, de subdominante e dominante.

Vale a pena destacar que a escolha da duração dos segmentos I_j , assim como a mudança da fórmula de compasso da peça, é capaz de alterar a maneira como esta será harmonizada, já que o conjunto de notas responsável pelo cálculo dos pesos p_n será modificado. A partir desta premissa, pode-se explorar o efeito do *ritmo*⁷ na harmonização de uma melodia, o que nos leva a uma segunda abordagem de construção harmônica. Como declara Schoenberg em seu livro *Harmonia*[20], não existem regras absolutas para descrever a relação entre harmonia e o ritmo. Muitas das regras existentes dificilmente são aplicáveis, mesmo em obras como a de Johann Sebastian Bach.

Harmonização por Segmentos Melódicos

Em uma segunda abordagem, além de explorar os efeitos do ritmo no processo de harmonização, considera-se o fato de que uma peça pode variar sua tonalidade diversas vezes durante a sua extensão. Assim, a idéia de geração de um único campo harmônico passa a se estender à geração dos diversos campos harmônicos associados às tonalidades de cada segmento melódico de uma peça.

⁷Organização das diferentes durações dos tons, no que se refere à razão entre breve e longo.[24]

Inicialmente, estima-se (ou define-se) a tonalidade de cada um dos segmentos melódicos da peça. Para cada segmento melódico, é calculado o campo harmônico referente à sua tonalidade. Assim, cada segmento melódico s possuirá um conjunto de acordes $CH(s) = \{A_1, A_2, \dots, A_7\}$ específico de seu campo harmônico CH .

Utilizando uma abordagem rítmica, verificam-se as posições temporais de cada nota N_i de um segmento melódico. Se N_i estiver no início de um *tempo*⁸, isto é, se o seu instante inicial for múltiplo da unidade de tempo t , e este estiver no início de um segmento de tempo determinado I_j (tempo, compasso), esta nota se torna apta a receber um acorde (Figura 2.9). Caso contrário, escolhe-se a nota N_{i+1} e repete-se o processo anterior.

Segmento	I_j				I_{j+1}			
Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8
Melodia 1	N_i	N_{i+1}	N_{i+2}	N_{i+3}	N_{i+4}	N_{i+5}	N_{i+6}	N_{i+7}
Melodia 2	N_i	N_{i+1}	N_{i+2}		N_{i+3}	N_{i+4}	N_{i+5}	

Legenda: N_i - Nota apta N_i - Nota inapta

Figura 2.9: Notas aptas a receber acordes.

Sendo N_i uma nota apta a receber um acorde, busca-se no campo harmônico $CH(s)$ um acorde que possua a nota com a altura relativa ao grau representado por N_i na tonalidade do segmento s . Se N_i não for uma nota da escala relativa à tonalidade de s , nenhum acorde do campo harmônico será encontrado. Caso contrário, existirão três acordes distintos A_x, A_y, A_z possíveis para cada nota N_k da escala (Figura 2.10).

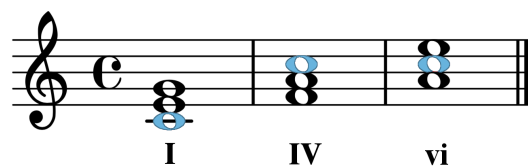


Figura 2.10: Acordes do campo harmônico de Dó maior contendo a nota Dó.

Utilizando-se os pesos p_n , calculados de acordo com as durações das notas presentes no segmento de tempo I_j , escolhe-se, à partir do conjunto $\{A_x, A_y, A_z\}$, o acorde A_i que possuir o maior valor p_i . Em caso de valores de pesos iguais, prioriza-se a escolha dos acordes referentes aos I, IV e V graus, respectivamente.

⁸Unidade que representa a pulsação básica da métrica de uma composição musical. Agrupam-se em segmentos denominados compassos.

Como tentativa de obter um enriquecimento harmônico, verifica-se uma possível *inversão* do acorde A_i . Caso o acorde esteja em um *tempo fraco*⁹, considera-se a possibilidade de inversão. O acorde é invertido de forma que a altura relativa à nota N_i , a qual foi utilizada como base para a escolha de A_i , se torne a altura relativa à nota mais grave do acorde. Este processo de inversão dos acordes é exemplificado pela Figura 2.11.

Tempo	1	2	3	4	5	6
Acorde	I	I	V	V	I	
Estado	Fundamental	1ª Inversão	Fundamental	1ª Inversão	Fundamental	

Legenda: - Tempo Forte - Tempo Fraco

Figura 2.11: Inversão dos acordes nos tempos fracos.

Para a harmonização de peças polifônicas, como contrapontos ou fugas, o processo de harmonização por segmentos melódicos é repetido para cada uma das n vozes da peça. Assim, a harmonização resultará no acréscimo de n unidades harmônicas distintas. Cada voz original da peça possuirá uma outra voz correspondente à sua harmonia.

2.2 Fugas

A composição algorítmica de fugas foi um assunto abordado pelo projeto do aluno José Marcos Alves Menezes [17], o qual teve como objetivo principal a montagem de fugas utilizando técnicas baseadas no estilo de compor de J. S. Bach. A composição das fugas foi realizada utilizando-se um conjunto de algoritmos que implementavam algumas das transformações melódicas comumente utilizadas pelo compositor anteriormente citado. Além destas transformações, que foram utilizadas por vários outros compositores no processo de composição de fugas, este trabalho também visa a aplicação de novas transformações, as quais são resultantes de testes ocorridos durante o desenvolvimento do projeto. Além disso, uma nova abordagem em relação à estruturação dos elementos da fuga foi reali-

⁹Neste trabalho consideram-se tempos fracos os tempos pares do compasso.

zada visando-se obter resultados comparativos por meio da análise do comportamento resultante da interação entre as melodias computadas pelos algoritmos.

O algoritmo responsável pela composição das fugas recebe como entrada um arquivo com o formato de notação LilyPond [1] contendo o *sujeito*¹⁰, a partir do qual, através de transformações melódicas, uma série de melodias será derivada. As melodias resultantes das transformações são agrupadas de forma a montar o conjunto de vozes que compõe a fuga.

2.2.1 Estruturação e Montagem da Fuga

Como já introduzida no Capítulo 1, a fuga é uma peça polifônica, isto é, esta deve possuir duas ou mais vozes. A fuga geralmente apresenta de três a quatro vozes [18, pag. 116-117], iniciando-se com uma *exposição* do sujeito temático. Esta é seguida por uma parte mais livre denominada *desenvolvimento*, e é finalizada conduzindo uma *reexposição* do sujeito [13].

Neste trabalho serão abordadas somente fugas a 3 vozes, apesar de os algoritmos terem suporte para um número indefinido destas.

Exposição

Na *exposição* da fuga, cada uma das vozes expõe o sujeito pelo menos uma vez. Tais exposições são iniciadas na primeira voz, a qual geralmente soa sozinha. Ao final desta primeira exposição, a segunda voz apresenta o sujeito em *resposta* à primeira. Esta *resposta* é o próprio sujeito transposto geralmente para o grau da *dominante*¹¹. Simultaneamente à *resposta*, a primeira voz apresenta um contraponto livre, o qual, caso seja apresentado outras vezes durante a fuga, é denominado *contra-sujeito*. Ao final da exposição da resposta pela segunda voz, a terceira voz expõe novamente o sujeito. Neste momento, a primeira voz inicia uma segunda melodia que, de acordo com as condições previamente citadas, poderá também se tornar um segundo *contra-sujeito*. Em paralelo, a segunda voz pode vir a desenvolver uma nova melodia ou apresentar novamente o primeiro *contra-sujeito*.

A montagem da exposição pelo utiliza a resposta como sendo o sujeito transposto para a dominante. Como primeiro *contra-sujeito*, utiliza-se a resposta em movimento retrógrado (Figura 2.17), buscando desenvolver um contraponto sobre a resposta. Como segundo *contra-sujeito*, utiliza-se a transformação de alturas retrógradas (Figura 2.18) sobre o sujeito. A exposição começa pela voz central, aqui denominada *contralto*¹². A

¹⁰Segmento melódico que representa o tema principal da fuga

¹¹Quinto grau de uma escala diatônica

¹²(altus, lat. = alto) - Voz grave feminina. [24]

segunda voz a apresentar o sujeito (agora como *resposta*) é a voz mais grave, aqui denominada *tenor*¹³. A última voz a se iniciar é a voz mais aguda, aqui denominada *soprano*¹⁴. A estrutura da exposição pode ser observada na Figura 2.12.

Cada uma das vozes se inicia logo no começo do último *tempo* do sujeito, no caso da voz *tenor*, ou resposta, no caso da voz *soprano* (Figura 2.12). A concatenação dos demais fragmentos melódicos (contra-sujeitos) se dá logo após a última nota do fragmento anterior. Isso poderá acarretar um deslocamento rítmico, o qual será abordado a seguir.

Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Soprano					SUJ				
Contralto	SUJ		CS1		CS2				
Tenor			RES		CS1				

Legenda: SUJ - Sujeito RES - Resposta CS1 - Contra-sujeito 1 CS2 - Contra-sujeito 2

Figura 2.12: Estrutura da exposição da fuga.

O que aqui se denomina *tempo* (ou *pulso*) significa a unidade inteira de tempo que é indicada pelo denominador da fórmula de compasso da melodia. Isto é, se o denominador for o número 4, o pulso será uma semínima. Se o denominador for 8, o pulso será uma colcheia. Se o denominador for d , o pulso será referente à nota que possuir duração d . As figuras aqui apresentadas possuem uma quantidade hipotética de tempos para cada trecho melódico.

Desenvolvimento

A parte relativa ao desenvolvimento, a qual não é obrigatória em uma fuga, é onde se colocam os *episódios* e algumas entradas intermediárias do sujeito. Os *episódios* são seções compostas de fragmentos do sujeito, da resposta ou dos contra-sujeitos [23].

O desenvolvimento da fuga foi feito tomando-se como base os fragmentos melódicos utilizados na exposição, agora colocados em movimento retrógrado. Isso faz com que os contra-sujeitos sejam desenvolvidos e que o sujeito faça entradas intermediárias devido à regressão dos fragmentos melódicos, antes em movimento retrógrado, para os seus respectivos estados originais.

As durações das notas que compõem o fragmento melódico utilizado como sujeito nem sempre são múltiplos inteiros do pulso que define a métrica do compasso da fuga. Isto é, o sujeito pode possuir um conjunto de notas que não preencham o seu último *tempo*. Isso

¹³(tenere, lat. = manter) - Voz aguda masculina. [24]

¹⁴(sopra, ital. = acima) - Voz aguda feminina ou infantil [24]

pode ser observado na Figura 2.13, no terceiro tempo. Este conjunto de notas gera um deslocamento rítmico, provocando um *atraso* do instante inicial do próximo fragmento melódico. Foi observado que estes *atrasos*, caso continuem a ser propagados, acabam ocasionando uma perda das características rítmicas e melódicas da peça, descaracterizando assim a fuga como um todo. Visando resolver este problema, foram adicionadas pausas ao final da exposição de cada voz, de modo a preencher as *lacunas* das *unidades de tempo* incompletas, compensando os atrasos. Assim, o próximo fragmento melódico a ser concatenado se iniciará em um instante múltiplo de uma *unidade de tempo*. Os *atrasos* e as *lacunas* podem ser observados na Figura 2.13.

Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Soprano					SUJ	A	CS1	A	CS2	A	L	
Contralto	SUJ	A	CS1	A	CS2	A	L					
Tenor			RES	A	CS1	A	CS2	A	L			

Legenda: SUJ - Sujeito RES - Resposta CS1 - Contra-sujeito 1 CS2 - Contra-sujeito 2
A - Atraso L - Lacuna

Figura 2.13: Atrasos e Lacunas.

Ao final da seção expositiva da fuga, somente a voz *contralto* efetuou a apresentação do sujeito e contra-sujeitos (Figura 2.12). Na transição entre a exposição e o desenvolvimento, a voz *tenor* apresenta o segundo contra-sujeito e a voz *soprano* apresenta o primeiro e o segundo contra-sujeitos. Quando a voz termina a apresentação destes três fragmentos melódicos, os atrasos rítmicos são compensados, a fim de se dar início ao desenvolvimento. Considerando-se um tempo de valor u , cada atraso a gera uma lacuna de duração $u - a$. A duração da lacuna l gerada pela propagação de n atrasos pode ser obtida através da Equação 2.2.

$$l = [n(u - a)] \text{ mod } u \quad (2.2)$$

Ao final da apresentação dos três primeiros fragmentos melódicos, cada voz terá acumulado um total de três atrasos. A duração de cada lacuna L apresentada pela Figura 2.13 será igual ao resultado da Equação 2.3.

$$L = [3(u - a)] \text{ mod } u \quad (2.3)$$

Reexposição do Sujeito e Finalização

A finalização da fuga é dependente da harmonização utilizada na mesma. A voz mais grave (*tenor*) sustenta a tônica (*pedal*), enquanto as demais vozes guiam o sujeito para uma cadência que deverá concluir a fuga.

O algoritmo desenvolvido reinvoca o sujeito nas duas vozes mais agudas, enquanto o baixo sustenta um pedal com a nota referente à tônica

2.2.2 Transformações Melódicas

Uma série de transformações melódicas foram utilizadas por vários compositores no processo de composição de fugas. Tem-se como uma importante referência o compositor J. S. Bach e sua obra *O cravo bem temperado* [9, 10]. Dentre as transformações mais comuns, foram implementadas:

- **Aumentação** - A duração de cada nota da estrutura melódica é multiplicada por uma constante k (Figura 2.14).

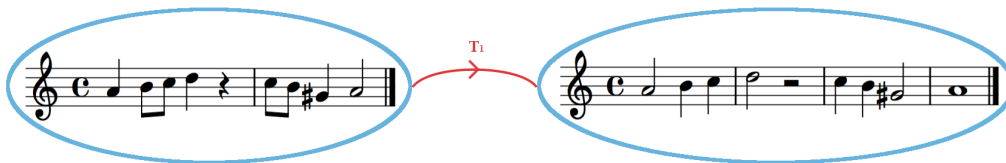


Figura 2.14: Transformação de aumento para $k = 2$.

- **Diminuição** - A duração de cada nota da estrutura melódica é reduzida por uma constante k (Figura 2.15).

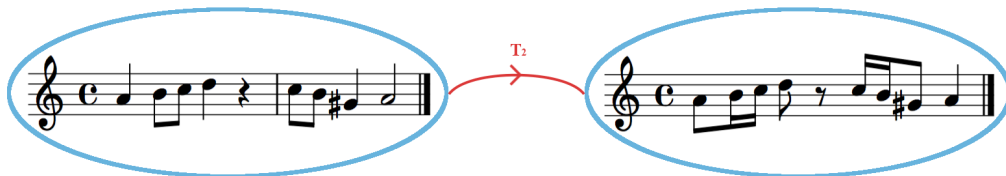


Figura 2.15: Transformação de diminuição para $k = 2$.

- **Inversão Melódica** - Os intervalos são invertidos em relação à primeira nota da estrutura melódica. Isto é, os intervalos ascendentes se tornam descendentes e vice-versa (Figura 2.16).

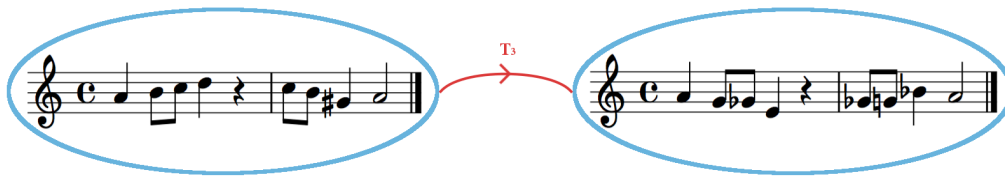


Figura 2.16: Transformação de inversão melódica.

- **Movimento Retrógrado** - As notas são executadas começando da última nota e se encerrando na primeira nota da estrutura melódica. Isto é, são executadas no sentido inverso (Figura 2.17).

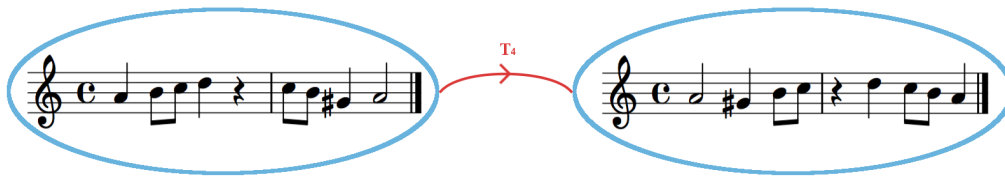


Figura 2.17: Transformação de movimento retrógrado.

Além disso, como resultado de testes derivados das transformações anteriores, foram desenvolvidas duas novas transformações:

- **Alturas Retrógradas** - As alturas das notas são colocadas em movimento retrógrado, preservando-se a ordem das durações (Figura 2.18).

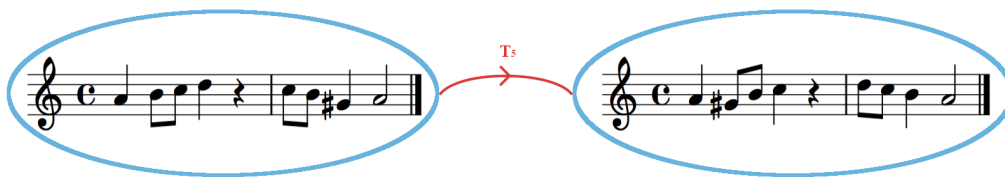


Figura 2.18: Transformação de alturas retrógradas.

- **Durações Retrógradas** - As durações das notas são colocadas em movimento retrógrado, preservando-se a ordem das alturas (Figura 2.19).

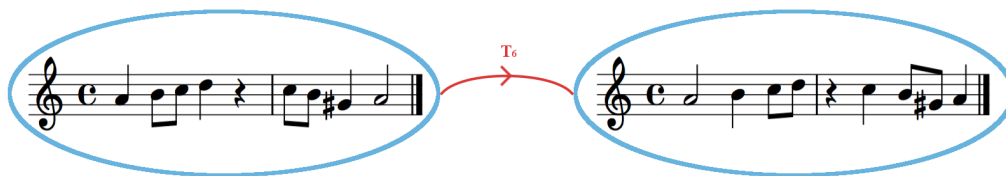


Figura 2.19: Transformação de durações retrógradadas.

2.3 Linguagem de Programação

O sistema resultante do conjunto de algoritmos aqui apresentados foi desenvolvido utilizando-se o paradigma de orientação a objetos, visando obter uma maior abstração em relação à implementação dos elementos da notação musical, os quais são representados por simples objetos manipuláveis. A linguagem escolhida para o desenvolvimento foi a linguagem Java, tendo como fator decisivo para a escolha o uso de classes auxiliares já implementadas, como pacotes relacionados à interface gráfica de interação com usuários e pacotes de aplicações sônicas.

Para a implementação da interface gráfica, foi utilizado o conjunto de ferramentas fornecido pela *Swing API*, o qual permite a construção simples e rápida de um grande número de elementos gráficos para a interação com usuários.

Outra tecnologia utilizada foi a *MIDI*, que faz parte do conjunto de classes da *Java Sound API*. Esta unidade permite a criação de recursos como transmissores, receptores, sequenciadores e sintetizadores virtuais, possibilitando uma ampla área de trabalho para com a manipulação de dados MIDI.

2.4 Linguagem para a Escrita Musical

A linguagem utilizada para a escrita musical foi a linguagem *LilyPond*. Além de uma poderosa ferramenta de notação, a qual permite a representação de um amplo conjunto de símbolos (não somente musicais), ela permite que o usuário foque somente no conteúdo musical, abstraindo-se das regras tradicionais de *layout*. A escolha da linguagem *LilyPond* foi tomada principalmente pela possibilidade de representação clara e modular dos símbolos musicais, a qual permite a extração de dados computáveis sem que estes percam a sua significação musical.

2.4.1 Estrutura da linguagem *LilyPond*

O arquivo contendo a notação *LilyPond* é um arquivo de texto, o qual possui a extensão *.ly*. No sistema aqui implementado (vide Capítulo 3), foram utilizados somente os recursos necessários para a computação e entrada e saída de dados, tendo em vista a grande área de abrangência da linguagem *LilyPond*.

Um arquivo *LilyPond* básico geralmente tem um aspecto conforme o Código 2.1, cujo resultado pode ser observado na Figura 2.20.

Código 2.1: Exemplo de Arquivo LilyPond

```
1 \header {
2   title = "Exemplo LilyPond"
3 }
4
5 vozA = {
6   %s<
7   c'4 d' e' fis' g' a' bes'
8   %>s
9   c'' d''2 e'' fis'' g'' a'' bes'' c''4 r4
10  \bar "|."
11 }
12
13 vozB = {
14   c,4 d, e, fis, g, a, bes, c d2 e fis g a bes c'4 r
15  \bar "|."
16 }
17
18 \score {
19   \context StaffGroup <<
20     \new Staff {
21       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
22       \key g \major
23       \time 2/4
24       \vozA
25     }
26
27     \new Staff {
28       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
29       \clef bass
30       \key g \major
31       \time 2/4
32       \vozB
33     }
34   >>
35 }
36
37 \midi {
38   \tempo 4 = 110
39 }
40
41 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond
   versions.
```


Exemplo LilyPond



Figura 2.20: Saída do exemplo de arquivo LilyPond.

2.4.2 Variáveis

Variáveis em *LilyPond*, também conhecidas como *identificadores* ou *macros*, são definidas como uma sequência de caracteres alfabéticos. No exemplo do Código 2.1, têm-se as vozes representadas pelas variáveis `voza` e `vozB`. Estas variáveis são utilizadas para a modularização e, conseqüentemente, a redução da complexidade da escrita de peças musicais.

2.4.3 Comandos

Comandos se iniciam com o caractere “\”. O comando `\header` é utilizado para a definição da área de dados de cabeçalho. A variável `title` recebe uma *string* contendo o título a ser dado à partitura.

O comando `\score` é responsável por criar a partitura. Ele recebe como parâmetro uma única expressão musical. No Código 2.1, recebe “`\context StaffGroup`”. O comando “`\context StaffGroup`” cria um novo conjunto de pautas. Os delimitadores “`«`»” indicam que as pautas serão combinadas em paralelo (como pode ser observado na Figura 2.20). O comando “`\new Staff`” cria uma nova pauta musical. Os comandos “`\set Staff.midiInstrument`”, `\key` e `\time` definem, respectivamente, o instrumento, a clave e a fórmula de compasso da pauta. O comando `\voza` indica que os elementos contidos na variável `voza` serão inseridos na pauta em que estão contidos.

O comando `\midi` indica que, no momento da compilação do arquivo *.ly*, será gerado adicionalmente um arquivo *MIDI* da peça musical correspondente. O comando `\tempo` define o andamento do arquivo *MIDI*.

O comando `\bar` insere uma barra de compasso definida pela *string* conseqüente.

2.4.4 Notas

Notas são representadas entre chaves por letras e números. As letras representam a altura e os números, a duração. O dó central é representado por “c’”. A altura da nota é acrescentada de uma oitava a cada apóstrofe (’) ou decrementada de uma oitava a cada vírgula (,) que suceder as letras (vide Figura 2.21).

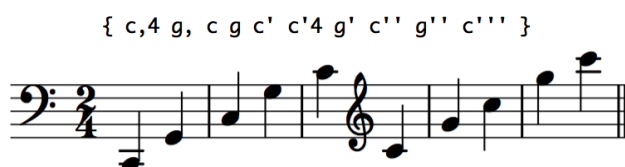


Figura 2.21: Alturas na notação LilyPond.

Os acidentes são representados pelo sufixos *-is* ou *-es*. O sufixo *-es* representa o acidente *bemol*¹⁵, enquanto o sufixo *-is* representa o *sustenido*¹⁶ (vide Figura 2.22).

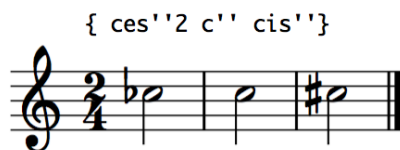


Figura 2.22: Acidentes na notação LilyPond.

As durações das notas são representadas pelos números que sucedem os nomes das mesmas. Tais números representam a quantidade de vezes em que a duração de uma *semibreve* será dividida. Assim, 1 representa uma *semibreve*, 2 representa uma *mínima*, 3 representa uma *semínima*, etc. Para facilitar a notação, é permitido que notas sejam declaradas sem a necessidade de explicitar a sua duração. Ao se especificar a duração de uma nota, as notas consecutivas, caso não possuam o valor da duração explícito, recebem o valor da primeira.

2.4.5 Pausas

Pausas são representadas pela letra “r”. O valor da duração de uma pausa segue a mesma lógica utilizada para a declaração das notas (vide Figura 2.23).

¹⁵Acidente que abaixa a altura da nota em um semitom.

¹⁶Acidente que eleva a altura da nota em um semitom.

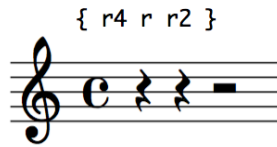


Figura 2.23: Pausas na notação LilyPond.

2.4.6 Acordes

Acordes são representados por um conjunto de notas declaradas entre os caracteres “<” e “>”. A declaração da duração dos acordes segue a mesma lógica das notas (vide Figura 2.24).

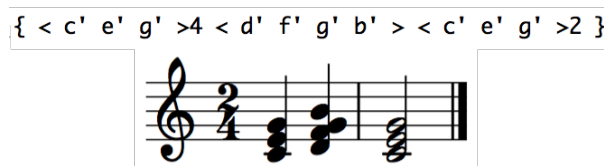


Figura 2.24: Acordes na notação LilyPond.

2.4.7 Codificação de Comentários

Comentários são iniciados pelo caractere “%”. Para a extração do trecho melódico a ser utilizado como sujeito das fugas a serem implementadas pelos algoritmos apresentados no Capítulo 3, utiliza-se um novo par de *metacomentários*. O conjunto de notas que estiver entre os *metacomentários* “%s<” e “%>s” são tomadas para a formação da melodia que representará o sujeito das fugas (vide Código 2.1, linhas 6 a 8). Para a harmonização de uma ou mais vozes, o conjunto de notas que compõe cada voz têm de estar entre os *metacomentários* “%v<” e “%>v”. Cada segmento contido nas vozes deve iniciar com o comando “\key <tônica> (\major | \minor)”, o qual define a tonalidade do segmento que o sucede.

Capítulo 3

Algoritmos Centrais

Neste capítulo abordam-se as questões relativas à implementação dos principais algoritmos utilizados no processo de cálculo da tonalidade e harmonização de melodias e contrapontos, de acordo com os métodos apresentados pelo Capítulo 2.

3.1 Cálculo da Tonalidade

Nesta seção serão abordadas as implementações dos algoritmos responsáveis pelas operações envolvidas na estimativa da tonalidade de segmentos melódicos.

3.1.1 Algoritmo de Krumhansl-Schmuckler

Dado um conjunto de notas $\{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ que compõe um segmento melódico S , em que $N_i = \{d_i, f_i\}$, sendo d a duração, e f a frequência (altura), estimar a tonalidade que melhor se adequa a este conjunto.

- **Passo 1** - Verifica-se a duração total de cada uma das alturas $\{H_1, H_2, \dots, H_{12}\}$ da escala cromática, analisando a duração de cada nota N_i do segmento S . Este processo resulta em um conjunto de durações $C_D = \{D_1, D_2, \dots, D_{12}\}$, em que D_i representa o somatório das durações das notas do segmento S que possuam a altura relativa a H_i .
- **Passo 2** - Para cada uma das 12 tonalidades representadas pelo perfil maior (Capítulo 2, Tabela 2.1) P_M e as 12 representadas pelo perfil menor P_m , calculam-se os conjuntos $C_P(P_M)$ e $C_P(P_m)$, em que cada elemento $E_k = \{a_1, a_2, \dots, a_{12}\}$ de $C_P(P_x)$ é composto pelos elementos de P_x deslocados circularmente de $((j - 1) \bmod 12)$ elementos, em que j representa o índice de a_j .

- **Passo 3** - Para cada elemento E_k de $C_P(P_M)$ e $C_P(P_m)$, é calculado coeficiente de correlação (Capítulo 2, Equação 2.1) entre C_D e o conjunto de valores de E_k . Os resultados são adicionados ao conjunto $R = \{r_1, r_2, \dots, r_{24}\}$.
- **Passo 4** - A tonalidade estimada será a tonalidade referente ao elemento r_l de R que possuir o maior valor.

3.1.2 Algoritmo da Tonalidade Vetorial

Dado um conjunto de notas $\{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ que compõe um segmento melódico S , em que $N_i = \{d_i, f_i, a_i\}$, sendo d a duração, f a frequência (altura), e a a amplitude, estimar a tonalidade [8].

- **Passo 1** - Obtém-se a duração total d_S do segmento melódico S através da soma das durações de todas as notas.
- **Passo 2** - Para cada nota N_i , obter o fator de amplitude FA_i que é dado pela razão entre d_i e d_S .
- **Passo 3** - Representar cada uma das notas no espaço AFP (amplitude, frequência e fase).
- **Passo 4** - Em seguida, mapear cada nota para o espaço de notas ROI (razão, oitava e força de altura, também denominado QOL).
- **Passo 5** - Transformar os elementos representados em ROI em elementos do espaço de cores HSV .
- **Passo 6** - Transportar algebricamente os elementos HSV para o espaço vetorial RGB .
- **Passo 7** - Fazer a soma vetorial das notas [5]. A nota N_0 é somada com a N_1 , cujo resultado R_1 é somado vetorialmente com a nota N_2 . O processo se repete até que todas as n notas sejam somadas.
- **Passo 8** - Fazer a transformação inversa do vetor RGB resultante para um ponto do espaço ROI .
- **Passo 9** - Fazer a transformação inversa do ponto ROI resultante para um ponto do espaço AFP (fazendo também a transposição inversa [5]).
- **Passo 10** - A frequência F_R do som vetorial resultante representará a altura da tônica da tonalidade computada.

- **Passo 11** - Utilizando-se uma nota de frequência F_R , como tônica, são geradas uma escala diatônica maior e uma escala diatônica menor.
- **Passo 12** - Todas as notas da melodia são levadas para uma única oitava, a mesma utilizada na construção das escalas diatônicas.
- **Passo 13** - Para cada uma das duas escalas diatônicas (maior e menor), são calculados os desvios intervalares individuais de cada nota, dado pela razão entre uma nota da melodia e o grau da escala diatônica mais próximo desta nota. O produto dos desvios individuais é tomado como o desvio intervalar da melodia em relação à escala. O modo escolhido será o que apresentar o menor desvio intervalar.

3.2 Cálculo da Harmonização

Nesta seção serão abordadas as implementações dos algoritmos responsáveis pelas operações envolvidas no cálculo da harmonização das melodias e contrapontos.

3.2.1 Geração do Campo Harmônico

Dada uma tonalidade representada pelo comando da notação lilyPond “`\key <tônica> (\major | \minor)`” (Capítulo 2, Seção 2.4.3), considera-se o problema de gerar o conjunto acordes que compõe o campo harmônico referente à mesma.

Algoritmo de gerador de campo harmônico

Dada uma tônica representada pela nota N_T , e um modo $M_T = (" \backslash \text{major} " | " \backslash \text{minor} ")$, gerar o conjunto de acordes $C_{CH} = \{A_1, A_2, \dots, A_7\}$ que representa o campo harmônico referente a esta tonalidade.

- **Passo 1** - Se M_T se referir ao modo maior (“`\major`”)
- **Passo 1.1** - Para o acorde referente ao I grau da escala, cria-se uma tríade¹ maior ascendente, tendo como fundamental² N_T . Esta tríade representa A_1 .
- **Passo 1.2** - Para o acorde referente ao II grau da escala, cria-se uma tríade menor ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de segunda maior. Esta tríade representa A_2 .

¹Acorde composto por três notas.

²Nota formadora do acorde.

- **Passo 1.3** - Para o acorde referente ao *III* grau da escala, cria-se uma tríade menor ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de terça maior. Esta tríade representa A_3 .
- **Passo 1.4** - Para o acorde referente ao *IV* grau da escala, cria-se uma tríade maior ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de quarta justa. Esta tríade representa A_4 .
- **Passo 1.5** - Para o acorde referente ao *V* grau da escala, cria-se uma tríade maior ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de quinta justa. Esta tríade representa A_5 .
- **Passo 1.6** - Para o acorde referente ao *VI* grau da escala, cria-se uma tríade menor ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de sexta maior. Esta tríade representa A_6 .
- **Passo 1.7** - Para o acorde referente ao *VII* grau da escala, cria-se uma tríade diminuta ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de sétima maior. Esta tríade representa A_7 .
- **Passo 2** - Se M_T se referir ao modo menor (" \backslash minor")
- **Passo 2.1** - Para o acorde referente ao *I* grau da escala, cria-se uma tríade menor ascendente, tendo como fundamental N_T . Esta tríade representa A_1 .
- **Passo 2.2** - Para o acorde referente ao *II* grau da escala, cria-se uma tríade diminuta ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de segunda maior. Esta tríade representa A_2 .
- **Passo 2.3** - Para o acorde referente ao *III* grau da escala, cria-se uma tríade maior ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de terça menor. Esta tríade representa A_3 .
- **Passo 2.4** - Para o acorde referente ao *IV* grau da escala, cria-se uma tríade menor ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de quarta justa. Esta tríade representa A_4 .
- **Passo 2.5** - Para o acorde referente ao *V* grau da escala, cria-se uma tríade maior ascendente (função de dominante maior), tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de quinta justa. Esta tríade representa A_5 .
- **Passo 2.6** - Para o acorde referente ao *VI* grau da escala, cria-se uma tríade maior ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de sexta menor. Esta tríade representa A_6 .

- **Passo 2.7** - Para o acorde referente ao *VII* grau da escala, cria-se uma tríade maior ascendente, tendo como fundamental N_T transposta de um intervalo de sétima menor. Esta tríade representa A_7 .

3.2.2 Estimativa de Acorde Para um Segmento Melódico

Considerando o problema de se estimar um acorde que melhor se aplica a um conjunto de notas presente em um segmento determinado da melodia, este algoritmo leva em conta a duração de cada nota do conjunto. Estas durações serão utilizadas para o cálculo de um índice, o qual definirá qual acorde será escolhido.

Algoritmo de estimativa de acorde para um segmento melódico

Dado um conjunto de acordes $C_A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, um instante inicial t_0 e um instante final t_f , estimar qual acorde A_x de C_A seria o mais indicado para harmonizar o conjunto de notas $C_N = \{N_1, N_2, \dots, N_i\}$ contidas no segmento $[t_0, t_f]$ de uma determinada melodia.

- **Passo 1** - Cria-se um conjunto de índices comparativos $C_R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$, em que R_n representa o índice equivalente ao acorde A_n do conjunto C_A . Os índices recebem inicialmente o valor 0.
- **Passo 2** - Para cada nota N_j do conjunto C_N , verificam-se quais acordes de C_A possuem como parte integrante a nota equivalente ao grau de N_j .
- **Passo 3** - Caso o acorde A_l de C_A possua a nota equivalente ao grau de N_j , o índice R_l é incrementado do valor da duração de N_j .
- **Passo 4** - O acorde estimado é o acorde A_x cujo índice R_x possuir o maior valor dentre os demais elementos do conjunto C_R .
- **Passo 5** - Caso o índice R_x seja igual a 0, nenhum acorde é escolhido.
- **Passo 6** - Em caso de empate, priorizam-se os acordes de Tônica, Subdominante ou Dominante, em ordem decrescente de prioridade. Para os demais casos de empate, será escolhido o acorde R_x que possuir o menor valor de x .

3.2.3 Harmonização por Segmentos Fixos

Nesta primeira abordagem, a partir do conjunto de acordes que formam o campo harmônico referente à tonalidade da peça, o algoritmo escolhe quais acordes seriam os mais adequados para o conjunto de notas presente em cada segmento. A algoritmo utiliza como pesos as durações de cada nota contida no segmento.

Algoritmo de harmonização por segmentos fixos

Dada uma melodia monofônica e um segmento de tempo τ , encontrar o conjunto de acordes $C_A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ que melhor se adequem aos respectivos segmentos $C_I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ da melodia.

- **Passo 1** - Define-se ou estima-se a tonalidade da melodia (Seção 3.1).
- **Passo 2** - A partir da tonalidade escolhida, são gerados os acordes $C_{CH} = \{A_1, A_2, \dots, A_7\}$ que compõe o campo harmônico respectivo utilizando o algoritmo *GCH* (Seção 3.2.1).
- **Passo 3** - Divide-se a melodia em n segmentos de duração τ .
- **Passo 4** - Para cada segmento $I_j = [t_j, t_j + \tau]$, estima-se qual acorde A_j do conjunto C_{CH} melhor se aplica, utilizando o algoritmo *EAI* (Seção 3.2.2). O acorde A_j é adicionado ao conjunto C_A .

3.2.4 Harmonização por Segmentos Melódicos

Como uma abordagem mais analítica, este algoritmo tenta abordar alguns dos possíveis efeitos da rítmica no processo de harmonização. Além disso, considera-se que cada segmento melódico de uma peça possa ter a sua própria tonalidade.

Algoritmo de harmonização por segmentos melódicos

Dada uma melodia monofônica e um segmento de tempo τ , encontrar o conjunto de acordes $C_A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ que melhor se adequem aos respectivos segmento $C_I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ da melodia.

- **Passo 1** - Definem-se ou estimam-se as tonalidades de cada um dos segmentos melódicos da melodia (Seção 3.1).
- **Passo 2** - Para cada segmento melódico S_k , são gerados os acordes $C_{CH} = \{A_1, A_2, \dots, A_7\}$ que compõe o campo harmônico respectivo à sua tonalidade. Para isso, utiliza-se o algoritmo *GCH* (Seção 3.2.1).
- **Passo 3** - Para cada nota N_i do segmento S_k , verifica-se se esta é apta a receber um acorde (Capítulo 2, Figura 2.9).
- **Passo 4** - Caso N_i seja apta, verificam-se quais os acordes $C_B = A_x, A_y, A_z$ de C_{CH} possuem a nota relativa ao grau de N_i na escala.

- **Passo 5** - Estima-se qual acorde A_j do conjunto C_B melhor se aplica ao segmento I_j (de duração τ), no qual N_i está contida. Para isso, utiliza-se o algoritmo *EAI* (Seção 3.2.2). O acorde A_j é adicionado ao conjunto C_A .
- **Passo 6** - Caso N_i esteja em um tempo par, inverte-se A_j de forma que a nota relativa ao grau de N_i seja a nota mais grave do acorde.
- **Passo 7** - Para evitar repetições constantes de acordes iguais, caso A_j seja o mesmo que A_{j-1} , ambos serão conectados por meio de uma ligadura.

3.2.5 Harmonização de Contrapontos

Como uma tentativa de explorar as diferentes tonalidades das diferentes linhas melódicas de uma peça polifônica contrapontística, o algoritmo *HSM* (3.2.4) é aplicado para cada uma das vozes que compõe a peça. Assim, têm-se como resultado um conjunto de acordes C_{A_i} para cada voz V_i .

Capítulo 4

Resultados

4.1 Seleção de Peças Harmonizadas

Nesta seção serão apresentados alguns resultados obtidos através do processo automático de harmonização de melodias e contrapontos utilizando os algoritmos apresentados no Capítulo 3.

4.1.1 G. F. Händel, Fuga em Sol Maior (HWV 582)

Para exemplificar o resultado do processo de harmonização automática de uma única linha melódica (uma única voz), foi utilizada a voz superior desta fuga de Händel. O código em *LilyPond* contendo a linha melódica original se encontra no Código A.1 (localizado no Apêndice A). A partitura da peça harmonizada pode ser observada na Figura 4.1, cujo código em *LilyPond* se encontra no Código A.2 (localizado no Apêndice A). O algoritmo utilizado para estimar a tonalidade de cada segmento melódico da peça foi o de *Krumhansl-Schmuckler*.

The image shows a musical score for the upper voice of G. F. Händel's Fugue in G Major (HWV 582). The score is presented in four systems, each consisting of a treble clef staff and a bass clef staff. The bass staff contains figured bass notation, which is a shorthand for chords and fingerings. The treble staff contains the melodic line, including various rhythmic values and accidentals. The figured bass notation is as follows:

System 1: I V I I I IV ii V I IV I I

System 2: I IV I V I IV I I V I I

System 3: IV I IV V I V I i iv VII i i

System 4: i I IV I V I IV V I V I

Music engraving by LilyPond 2.18.2—www.lilypond.org

Figura 4.1: Harmonização da voz superior de ' G. F. Händel, Fuga em Sol Maior (HWV 582)'

4.1.2 Fuga computada sobre o tema de 'J. S. Bach, O Cravo Bem Temperado, Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)'

Como um exemplo de harmonização de uma fuga computada pelos métodos apresentados no Capítulo 2, foi utilizado o sujeito contido no Código 4.1, o qual pode ser observado na Figura 4.2.

Código 4.1: Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848) (Fonte: [2]).

```
8 %s<
9 r4 r8 gis' ais'16 gis' fis' gis' f''8 cis''
10 gis' fis'16 f' fis'8 dis'' f' cis'' dis' c''
11 cis'
12 %>s
```



Figura 4.2: Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848).

O código em *LilyPond* da fuga computada se encontra no Código A.3 (localizado no Apêndice A). O código resultante da harmonização da fuga se encontra no Código A.4 (localizado no Apêndice A). A partitura harmonizada pode ser observada nas Figuras 4.3 e 4.6. O algoritmo utilizado para estimar a tonalidade de cada segmento melódico da fuga computada foi o de *Krumhansl-Schmuckler*.

Figura 4.3: Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 1)

2

5

7

Detailed description of the musical score: The score is for a fugue in D major (BWV 848). It consists of two systems of music, each starting with a measure number (5 and 7). Each system contains a vocal line (treble clef), a piano accompaniment (treble clef), and a figured bass (bass clef). The figured bass uses Roman numerals to indicate chord structures: I, IV, V, and ii. The key signature has two sharps (F# and C#). The music is in a 4/4 time signature. The first system (measures 5-6) shows the subject in the right hand, with the piano accompaniment and figured bass providing harmonic support. The second system (measures 7-8) continues the fugue with similar harmonic support.

Figura 4.4: Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 2)

9 3

12

Figured Bass Notation (Roman Numerals):

- System 1 (Measures 9-11): I, V, I, I, I, I, I, V
- System 2 (Measures 12-14): I, IV, I, I, I, I, I, V
- System 3 (Measures 15-17): I, IV, I, IV, V, I, V, i

Figura 4.5: Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 3)

4

14

IV I I ii I V I

I

Music engraving by LilyPond 2.18.2—www.lilypond.org

Figura 4.6: Harmonização da fuga computada sobre o sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848). (Parte 4)

4.1.3 A. Arcela, Hipercontraponto 'H1'

Como um exemplo de harmonização de um contraponto computado por outros métodos [7], foi utilizada a peça “H1” [7] de A. Arcela. Esta peça é um exemplo de música polifônica composta por diferentes tonalidades. O código no formato de notação *LilyPond* da partitura original da peça se encontra no Código A.5 (localizado no Apêndice A).

Com o objetivo de avaliar diferentes métodos para a determinação da tonalidade, foram testados dois algoritmos. A partitura harmonizada tendo como método de inferência da tonalidade o algoritmo de Krumhansl-Schmuckler pode ser observada nas Figuras 4.7 e 4.15. A partitura harmonizada tendo como método de inferência da tonalidade o cálculo da tonalidade vetorial pode ser observada nas Figuras 4.16 e 4.24. Os códigos resultantes das harmonizações da peça se encontram nos Códigos A.6 e A.7 (localizado no Apêndice A).

The image displays three systems of musical notation for the piece 'H1'. Each system consists of two vocal staves (treble and bass clef) and two piano accompaniment staves (treble and bass clef). The music is in common time (C) and features a variety of dynamics and chordal textures.

System 1: The vocal lines begin with a rest followed by a melodic phrase. The piano accompaniment provides harmonic support with chords and moving lines. Chord symbols below the piano staves include *p* IV, ii, I, V, I, and IV. Dynamics range from *p* to *mp*.

System 2: The vocal lines continue with a more active melodic line. The piano accompaniment features a prominent bass line. Chord symbols include I, IV, iii, and i. Dynamics include *pp* and *mp*. A *pp* *vii°* chord is also indicated.

System 3: The vocal lines conclude with a final melodic phrase. The piano accompaniment provides a steady harmonic foundation. Chord symbols include i, iv, VII, III, iv, and i. Dynamics are consistent with the previous systems.

Figura 4.7: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumphansl-Schmuckler). (Parte 1)

2

7

The image displays three systems of musical notation for a piece titled 'H1'. Each system consists of a vocal line (treble clef) and a piano accompaniment (bass clef). The key signature is one sharp (F#), and the time signature is 2/4. The systems are numbered 7, 9, and 11. Dynamics include *mp* (mezzo-piano) and *p* (piano). Roman numeral chord symbols are provided for the piano accompaniment in each system.

System 7:

- Vocal line: *mp*
- Piano line: *p*
- Chord symbols: V, I, I, V, V, i, vii°, I

System 9:

- Vocal line: *p*
- Piano line: *p*
- Chord symbols: iii, V, iv, ii°, III, p VII, iv, p I, IV

System 11:

- Vocal line: *p*
- Piano line: *p*
- Chord symbols: i, iv, iv, ii°, V, VII, ii°, ii°, IV, I, vi

Figura 4.8: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumphansl-Schmuckler). (Parte 2)

3

13

15

17

Figura 4.9: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumphansl-Schmuckler). (Parte 3)

4
19

21

23

Harmonization details for Figure 4.10:

- System 1 (Measures 19-20):**
 - Measures 19-20: Dynamics *ppp*, *pp*, *p*, *mp*.
 - Chords: iv, VII, ii, I, V.
 - Bass line: *ppp* i, V, *mp* ii°, i, VII.
- System 2 (Measures 21-22):**
 - Measures 21-22: Dynamics *mp*.
 - Chords: I, I, vii°, I, V.
 - Bass line: i, iv, i, *mp* IV.
- System 3 (Measures 23-24):**
 - Measures 23-24: Dynamics *p*, *f*, *mf*.
 - Chords: V, ii°, i, III.
 - Bass line: I, I, *mf* vi, IV, V.

Figura 4.10: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 4)

25 5

27

29

Harmonization details for measures 25-28:

- Measure 25: mf (T1), mf (T2), mf (B1), mf (B2)
- Measure 26: mf (T1), mf (T2), mf (B1), mf (B2)
- Measure 27: pp (T1), pp (T2), pp (B1), pp (B2)
- Measure 28: pp (T1), pp (T2), pp (B1), pp (B2)

Harmonization details for measures 29-32:

- Measure 29: mp (T1), pp (T2), pp (B1), pp (B2)
- Measure 30: mp (T1), mp (T2), mp (B1), mp (B2)
- Measure 31: mp (T1), mp (T2), mp (B1), mp (B2)
- Measure 32: mp (T1), mp (T2), mp (B1), mp (B2)

Figura 4.11: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumphansl-Schmuckler). (Parte 5)

6

31

33

35

Detailed description of the musical score: The score is divided into three systems, each with four staves. The top two staves of each system are for the vocal line, and the bottom two are for the piano accompaniment. Roman numerals are placed below the piano staves to indicate the harmonic structure. Dynamics such as *pp*, *ppp*, and *p* are marked throughout the piece.

System 1 (Measures 31-34):
 Measure 31: *pp*
 Measure 32: *ppp*
 Measure 33: *pp*
 Measure 34: *ppp*

System 2 (Measures 35-38):
 Measure 35: *pp*
 Measure 36: *p*
 Measure 37: *pp*
 Measure 38: *pp*

System 3 (Measures 39-42):
 Measure 39: *pp*
 Measure 40: *p*
 Measure 41: *pp*
 Measure 42: *pp*

Figura 4.12: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 6)

7

The image displays three systems of musical notation for a piece titled 'H1'. Each system consists of four staves: a vocal line (treble clef), two piano lines (treble and bass clefs), and a bass line (bass clef) with figured bass notation. The music is in a key with three sharps (F#, C#, G#) and a common time signature.

System 1 (Measures 37-40):

- Measures 37-38: Dynamics *pp* and *mp*. Bass line figures: I, i, V, i.
- Measures 39-40: Dynamics *p* and *pp*. Bass line figures: IV, IV, I, I.

System 2 (Measures 39-42):

- Measures 39-40: Dynamics *mp* and *p*. Bass line figures: V, I, i, VI.
- Measures 41-42: Dynamics *p*. Bass line figures: I, V, V, *p* vii°.

System 3 (Measures 41-44):

- Measures 41-42: Dynamics *ff* and *f*. Bass line figures: i, i, f.
- Measures 43-44: Dynamics *pp* and *ff*. Bass line figures: V, V, IV, VI, ii°.

Figura 4.13: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 7)

8

43

46

48

Chord symbols for measures 43-49:

- Measure 43: *fff* iv, *mf* i, *f* VII, *pp* ii°
- Measure 44: *f* VI, *p* V, iv
- Measure 45: *pp* V, IV, *p* ii, I, I
- Measure 46: *pp* i, III, i, *ppp* IV, V, V
- Measure 47: *ppp* IV, I, I, *p* VII, iv, V
- Measure 48: *ppp* IV, I, I, *p* V, I, *p* iv

Figura 4.14: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumpholtz-Schmuckler). (Parte 8)

50

The musical score consists of four staves. The first two staves are in treble clef, and the last two are in bass clef. The music is in a key with one sharp (F#) and a 3/4 time signature. The first staff has a melodic line starting with a *pp* dynamic, followed by a *p* dynamic. The second staff has a similar melodic line with *pp* and *pp* dynamics. The third staff provides harmonic accompaniment with chords and rests, marked with *pp*. The fourth staff shows the bass line with Roman numerals: i, ii°, i, V, i, i, pp iii, I, IV. The *pp* dynamic is placed above the iii numeral.

Music engraving by LilyPond 2.18.2—www.lilypond.org

Figura 4.15: Harmonização da peça 'H1' (método de Krumhansl-Schmuckler). (Parte 9)

The image displays three systems of musical notation for a piece titled 'H1'. Each system consists of four staves: two vocal staves (treble clef) and two piano accompaniment staves (bass clef). The music is in common time (C) and features a variety of dynamics including *mp*, *p*, and *pp*. Chord symbols are provided below the piano staves, using Roman numerals and lowercase letters to denote triads and dyads. The first system includes dynamics *mp* and *p*, and chord symbols *p* VI, iv, VII, IV, vii°, I, vii°, III, VI, iv. The second system includes dynamics *mp* and *pp*, and chord symbols I, vii°, IV, V, i, V, i, iv. The third system includes chord symbols iv, i, VII, V, i, III, V, iv, iv, ii°.

Figura 4.16: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 1)

2

7

The image displays a musical score for three systems of music, numbered 7, 9, and 11. Each system consists of a vocal line (treble clef) and a piano accompaniment (bass clef). The score includes dynamic markings such as *mp* (mezzo-piano) and *p* (piano). Below the piano part, Roman numerals indicate the harmonic structure for each measure.

System 7:

- Measure 7: *mp*
- Measure 8: *p*
- Measure 9: *mp*
- Measure 10: *p*
- Measure 11: *mp*
- Measure 12: *p*
- Measure 13: *mp*
- Measure 14: *p*
- Measure 15: *mp*
- Measure 16: *p*
- Measure 17: *mp*
- Measure 18: *p*

System 9:

- Measure 19: *p*
- Measure 20: *p*
- Measure 21: *p*
- Measure 22: *p*
- Measure 23: *p*
- Measure 24: *p*
- Measure 25: *p*
- Measure 26: *p*
- Measure 27: *p*
- Measure 28: *p*
- Measure 29: *p*
- Measure 30: *p*

System 11:

- Measure 31: *p*
- Measure 32: *p*
- Measure 33: *p*
- Measure 34: *p*
- Measure 35: *p*
- Measure 36: *p*
- Measure 37: *p*
- Measure 38: *p*
- Measure 39: *p*
- Measure 40: *p*
- Measure 41: *p*
- Measure 42: *p*
- Measure 43: *p*
- Measure 44: *p*
- Measure 45: *p*
- Measure 46: *p*
- Measure 47: *p*
- Measure 48: *p*
- Measure 49: *p*
- Measure 50: *p*

Harmonic analysis (Roman numerals) for the piano part:

- System 7: VII, iv, VII, i, iv
- System 9: V, VII, V, i, iv, iv
- System 11: I, V, V, I, i

Figura 4.17: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 2)

3

13

pp

ppp

pp

ppp

V V IV I V IV

V V i V III VII

15

pp

IV I V V V vii°

iv iv i i *mp*
V

17

p

p

p i iv i V ii° iv III

I vii° vi IV V

Figura 4.18: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 3)

4
19

21

23

The image displays a musical score for three systems of music, numbered 19, 21, and 23. Each system consists of a piano staff (treble clef), a bass staff (bass clef), and a chordal staff (bass clef). The piano staff contains the melody with various dynamics such as *ppp*, *pp*, *p*, *mp*, *f*, and *mf*. The bass staff contains the harmonic accompaniment with chord symbols (e.g., iv, VII, I, ii°, V, III, i, VII, ii°, V, p, VII, V, f, vii°, vii°, I) and dynamics like *ppp*, *pp*, *p*, *mp*, *f*, and *mf*. The chordal staff shows the underlying harmonic structure with chord symbols and dynamics.

Figura 4.19: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 4)

25 5

27

29

Detailed description of the musical score: The score is for a piece in G major, 4/4 time. It consists of three systems of staves. Each system has a vocal line (top), a piano line (middle), and a bass line (bottom). The bass line includes Roman numeral chord symbols. Measure 25: Vocal line starts with a quarter note G4, followed by eighth notes A4, B4, C5, B4, A4, G4. Piano line has a similar melodic line. Bass line has chords: ii (G major), iii (A major), vii° (F# minor), iii (A major). Measure 26: Similar melodic lines. Bass line has chords: VII (D major), V (C major), i (G major), iii (A major). Measure 27: Similar melodic lines. Bass line has chords: i (G major), iv (D minor), III (B major), VII (D major), i (G major), V (C major), III (B major). Measure 28: Similar melodic lines. Bass line has chords: I (G major), IV (C major), V (C major), vii° (F# minor), V (C major). Measure 29: Similar melodic lines. Bass line has chords: V (C major), iv (D minor), V (C major), i (G major). Measure 30: Similar melodic lines. Bass line has chords: V (C major), iv (D minor), V (C major), i (G major). Measure 31: Similar melodic lines. Bass line has chords: V (C major), iii (A major), ii (F# minor). Measure 32: Similar melodic lines. Bass line has chords: V (C major), iii (A major), ii (F# minor).

Figura 4.20: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 5)

6

31

33

35

Detailed description of the musical score: The score is divided into three systems, each with four staves. The top two staves of each system contain vocal lines (treble clef), and the bottom two contain piano accompaniment (bass clef). Measure numbers 31, 33, and 35 are indicated at the start of each system. Chord symbols are placed below the piano staves. Dynamic markings like *pp*, *ppp*, and *p* are placed above or below notes. The chord symbols for measures 31-34 are: VII, ii°, iv, ii°, iii, i, V, ii°. The chord symbols for measures 33-34 are: vii°, iv, i, iv, I, IV, vii°, IV. The chord symbols for measures 35-36 are: V, VII, ii°, V, ii°, iii, ii, IV, V, vi.

Figura 4.21: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 6)

7

The image displays three systems of musical notation for a piece titled 'H1' (Part 7). Each system consists of a vocal line (treble clef) and a piano accompaniment (bass clef). The key signature is one sharp (F#), and the time signature is 4/4. The systems are numbered 37, 39, and 41.

System 37: The vocal line starts with a *pp* dynamic and moves to *mp* and then *mf*. The piano accompaniment features chords labeled *pp* *iv*, *mp* *i*, *V*, *i*, *pp* *I*, and *V*. The bottom staff shows Roman numerals: *vii°*, *V*, *p* *i*, *VII*, *pp* *I*, and *V*.

System 39: The vocal line has dynamics *mp*, *p*, and *p*. The piano accompaniment has chords *mf* *iv*, *mp* *IV*, and *VI*. The bottom staff shows Roman numerals: *I*, *p* *V*, and *p* *vii°*.

System 41: The vocal line has dynamics *ff*, *f*, and *ff*. The piano accompaniment has chords *pp*, *ff*, *f*, and *ff*. The bottom staff shows Roman numerals: *i*, *ff* *ii°*, *f* *III*, *V*, *pp* *VII*, *i*, *ff* *VI*, and *ii°*.

Figura 4.22: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 7)

8

43

46

48

Detailed description of the musical score: The score is divided into three systems, each with two systems of staves (treble and bass).
 System 1 (Measures 43-47):
 - Treble staff: Melodic line with dynamics *fff*, *mf*, *f*, and *pp*.
 - Bass staff: Harmonic accompaniment with dynamics *f* and *p*.
 - Roman numerals: *fff* iv, i, VII, *mf* vii°, *f* VI, V, iv, *p* ii.
 System 2 (Measures 48-52):
 - Treble staff: Melodic line with dynamics *pp*, *p*, and *ppp*.
 - Bass staff: Harmonic accompaniment with dynamics *pp* and *p*.
 - Roman numerals: *pp* VII, VI, iv, III, VI, *pp* IV, I, IV, *p* III, iv, ii°.
 System 3 (Measures 53-57):
 - Treble staff: Melodic line with dynamics *p* and *ppp*.
 - Bass staff: Harmonic accompaniment with dynamics *p* and *ppp*.
 - Roman numerals: *ppp* VII, i, VII, i, *p* vi, ii, *p* V.

Figura 4.23: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 8)

50

The musical score consists of four staves. The first two staves are in treble clef, and the last two are in bass clef. The key signature has two flats (B-flat and E-flat). The score includes melodic lines in the upper staves and chordal accompaniment in the lower staves. Dynamic markings include *pp* and *p*. Roman numerals are placed below the bass staff to indicate chord functions: III, i, *pp* V, IV, vii°, *pp* V, III, i.

Music engraving by LilyPond 2.18.2—www.lilypond.org

Figura 4.24: Harmonização da peça 'H1' (método da tonalidade vetorial). (Parte 9)

4.2 Seleção de Composições Contrapontísticas

Nesta seção serão apresentados alguns resultados obtidos através da composição algorítmica de fugas através dos métodos apresentados no Capítulo 2. Dentre as diversas fugas obtidas, procurou-se representar algumas peças que possuíssem sujeitos com durações longas e curtas, além de características rítmicas e melódicas distintas.

4.2.1 J. S. Bach, O Cravo Bem Temperado, Fuga I em Dó Maior (BWV846)

Sujeito

O sujeito utilizado como entrada para o sistema, extraído do arquivo *LilyPond* da peça escolhida, pode ser observado no Código 4.2. A partitura resultante da compilação do sujeito pode ser observada na Figura 4.25.

Código 4.2: Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846) (Fonte: [2]).

```
38 %s<
39 r8 c' d' e' f'8. g'32 f' e'8 a' d' g'~ g'16 a' g' f' e'
40 %>s
```



Figura 4.25: Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846).

Fuga Computada

Como resultado da composição algorítmica de fuga, foi gerado o o arquivo *LilyPond* representado pelo Código A.8 (localizado no Apêndice A), cuja partitura pode ser observada na Figura 4.26.

Soprano

Contralto

Tenor

3

5

7

9

11

Legendas:

■ Sujeito ■ Resposta ■ Contra-Sujeito 1 ■ Contra-Sujeito 2 ■ Contra-Sujeito 2 Retrógrado

Figura 4.26: Fuga Sobre o Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846).

4.2.2 F. Gonzaga, Gaúcho (Cá e Lá - O Corta Jaca)

Sujeito

O sujeito utilizado como entrada para o sistema pode ser observado no Código 4.3. A partitura resultante da compilação do sujeito pode ser observada na Figura 4.27.

Código 4.3: Sujeito da peça 'Gaúcho'.

```
8 %s<  
9 r16 d'8 e'16 f'16 g'16 a'16 bes'16 a'16 gis'16 a'16 cis''16  
10 e''8 f''8 e''16 d''8 a'16 c''16 bes'8 e'16 a'8. e'16 a'4  
11 %>s
```



Figura 4.27: Sujeito da peça 'Gaúcho'.

Fuga Computada

Como resultado da composição algorítmica de fuga, foi gerado o o arquivo *LilyPond* representado pelo Código A.9 (localizado no Apêndice A), cuja partitura pode ser observada nas Figuras 4.28 e 4.29.

The musical score is presented in five systems. The first system shows the vocal entries for Soprano, Contralto, and Tenor. The Soprano part has rests, while the Contralto and Tenor parts enter with the main subject (blue). The piano accompaniment begins in the second system. The score continues with various contrapuntal entries and developments of the themes, color-coded according to the legend.

Legendas:
■ Sujeito ■ Resposta ■ Contra-Sujeito 1 ■ Contra-Sujeito 2 ■ Contra-Sujeito 2 Retrógrado

Figura 4.28: Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho' (Compassos 1 a 23).

Legendas:

- Sujeito
- Resposta
- Contra-Sujeito 1
- Contra-Sujeito 2
- Contra-Sujeito 2 Retrógrado

Figura 4.29: Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho' (Compassos 24 a 28).

4.2.3 A. Arcela, Melodias Em Épura, 'M1'

Sujeito

O sujeito utilizado como entrada para o sistema, extraído do arquivo *LilyPond* da peça escolhida, pode ser observado no Código 4.4. A partitura resultante da compilação do sujeito pode ser observada na Figura 4.30.

Código 4.4: Sujeito da peça 'M1' [6].

```

24 %s<
25 a'4\mf~ a'16 ais'8. d'8 dis'16 e'16~ e'16 c'8 a'16 b8 ais16
26 g'16 ais'16 d'16 c'16 d'16 c''16 dis'16 e'16 ais16 c'16 fis16 r8
27 %>s
```

Figura 4.30: Sujeito da peça 'M1'.

Fuga Computada

Como resultado da composição algorítmica de fuga, foi gerado o o arquivo *LilyPond* representado pelo Código A.10 (localizado no Apêndice A), cuja partitura pode ser observada nas Figuras 4.31 e 4.32.

The image displays a musical score for a fugue. It is divided into five systems, each containing two measures. The top system shows the vocal parts: Soprano, Contralto, and Tenor. The Soprano part consists of whole rests. The Contralto part features a melodic line in blue. The Tenor part has whole rests. The subsequent four systems show the piano accompaniment, with the right hand in the upper stave and the left hand in the lower stave. The piano accompaniment is color-coded: blue for the main subject (Sujeito), red for the answer (Resposta), green for the first counter-subject (Contra-Sujeito 1), olive for the second counter-subject (Contra-Sujeito 2), and teal for the retrograde of the second counter-subject (Contra-Sujeito 2 Retrógrado). A legend at the bottom clarifies these color assignments.

Legendas:

- Sujeito
- Resposta
- Contra-Sujeito 1
- Contra-Sujeito 2
- Contra-Sujeito 2 Retrógrado

Figura 4.31: Fuga Sobre o Tema de 'Melodias Em Épura [6], M1' (Compassos 1 a 10).

11

13

Legendas:

■ Sujeito ■ Resposta ■ Contra-Sujeito 1 ■ Contra-Sujeito 2 ■ Contra-Sujeito 2 Retrógrado

Figura 4.32: Fuga Sobre o Tema de 'Melodias Em Épura [6], M1' (Compassos 11 a 14).

Capítulo 5

Conclusão

Apesar de a avaliação estética dos resultados obtidos precisar de um método de acordo com os padrões da psicoacústica, as harmonizações obtidas apresentaram resultados satisfatórios se comparados aos métodos tradicionais de harmonização, o que pode ser observado pela formação das progressões e cadências nas peças harmonizadas. A experimentação da harmonização de contrapontos também evidenciou o carácter de cada uma das linhas melódicas em relação à peça como um todo.

O processo de geração de fugas também se mostrou satisfatório, considerando a preservação das características intrínsecas dos sujeitos ao longo do desenvolvimento das peças.

5.1 Perspectiva de Aproveitamento dos Resultados

Os resultados das peças compostas e/ou harmonizadas pelos algoritmos e métodos apresentados podem ser utilizados em diversas áreas. Como exemplo, podemos citar o desenvolvimento de trilhas sonoras para jogos, o ensino de harmonia e composição, e até mesmo para fins de concerto. Sobretudo, este trabalho pode vir a ser uma ferramenta de grande valor para o estudo aprofundado da ciência da harmonia.

5.2 Desdobramento Futuro

Diversos aspectos dos algoritmos e métodos apresentados podem ser refinados e aperfeiçoados. Em relação ao método de composição de fugas, podem ser criadas diferentes formas de se estruturarem os elementos que compõem as peças resultantes, fazendo com que um mesmo sujeito possa resultar em diferentes fugas. A finalização da fuga pode ser aperfeiçoada, de maneira a incorporar cadências mais elaboradas de pontuação. A definição de novas regras pode fazer com que um número arbitrário de vozes possa ser utilizado para a geração de fugas.

No processo de harmonização, pode-se tentar desenvolver a progressão de acordes de forma a buscar uma condução de vozes. Podem ser utilizados tipos diferentes de acordes, além das tríades simples que compõem o campo harmônico da tonalidade. As regras para a escolha de acordes podem ser mais refinadas. Além disso, pode-se desenvolver um método capaz de mesclar e refinar a escolha dos acordes que compõem as vozes que harmonizam as peças polifônicas.

Referências

- [1] Lilypond - music notation for everyone. <http://lilypond.org>. 14
- [2] The mutopia project. <http://www.mutopiaproject.org>. 33, 57, 68
- [3] Wikimedia commons. <https://commons.wikimedia.org/>. x, 10
- [4] A. Alpern. Techniques for algorithmic composition of music. <http://alum.hampshire.edu/adaF92/algocomp/algocomp95.html>. Hampshire College, 1995. 1
- [5] A. Arcela. The computation of pitch with vectors. *J. Braz. Com. Soc., Rio de Janeiro*, 14(3):65-85, 2008. 10, 25
- [6] A. Arcela. Melodias em épora. *Revista Música em Contexto, Brasília, Vol. 1, Ano 6:85-95*, 2012. xi, 61, 62, 63
- [7] A. Arcela. Um tipo de contraponto existente no espaço-tempo intervalar. *Revista Hodie, UFG, Volume 14, nº 1, p. 49-65*, 2014. v, vi, 38, 75
- [8] A. Arcela. Tonalidade vetorial de melodias - algoritmo e propriedades. (*preprint*), 2016. v, vi, 10, 25
- [9] J. S. Bach. *Das wohltemperierte Klavier I [O Cravo Bem Temperado I]*. Leipzig: Breitkopf und Härtel, 1866. 17
- [10] J. S. Bach. *Das wohltemperierte Klavier II [O Cravo Bem Temperado II]*. Leipzig: Breitkopf und Härtel, 1866. 17
- [11] N. Dudeque. Schoenberg e a função tonal. *Revista Eletrônica de Musicologia. Vol. 2.1/Outubro*, 1997. 7
- [12] A. Hodeir. *Les formes de la musique [As formas da música]*, volume 10. Paris: Presses Universitaires de France, 1986. Pag. 52. 5
- [13] K. W. Kennan. *Counterpoint [Contraponto]*, volume 4. Pearson, 1998. Pag. 199-200. 14
- [14] H. J. Koellreutter. *Harmonia Funcional*, volume 3. Ricordi Brasileira S.A., 1978. Pag. 10. 6
- [15] C. L. Krumhansl. *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. Oxford University Press, 1990. v, vi, x, xii, 8, 9

- [16] J. A. Maurer. A brief history of algorithmic composition. <https://ccrma.stanford.edu/blackrse/algorithm.html>. Stanford University, 1999. 1
- [17] J. M. A. Menezes. Composição algorítmica de fugas ao estilo de J. S. Bach. *Mono-grafia (Bacharelado em Ciência da Computação)-Universidade de Brasília, Brasília*, 2008. 13
- [18] U. Michels. *dtv-Atlas Musik, Sonderausgabe [dtv-Atlas de Música, Edição Especial]*. München : Dt. Taschenbuch-Verl.; Kassel ; Basel ; London ; New York ; Prag : Bärenreiter, 2001. 2, 4, 5, 10, 14
- [19] K. J. Sachs e C. Dahlhaus. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, volume 2. London: Macmillan Publishers, 2001. "Counterpoint". 4
- [20] A. Schoenberg. *Harmonia*, volume 1. Editora da UNESP, 1999. 2, 7, 11
- [21] I. Shmulevich e O. Yli-Harja. Localized key finding: Algorithms and applications. 2000. 8
- [22] D. Temperley. What's key for key? the krumhansl-schmuckler key-finding algorithm reconsidered. 1999. 8
- [23] J. Zamacois. *Curso de formas musicales*, volume 4. Barcelona: Editorial Labor, 1979. Pag. 57. 5, 15
- [24] W. Ziegenrucker. *ABC Musik - Allgemeine Musiklehre [ABC da Música - Ensino de Música Geral]*. Wiesbaden (Neuausgabe): Breitkopf und Härtel, 1997. Pag. 277-278. 11, 14, 15

Apêndice A

Resultados em LilyPond

A.1 Código da Voz superior da Fuga em Sol Maior (HWV 582)

Código A.1: Voz superior de 'Fuga em Sol Maior (HWV 582)'. (Fonte: [2])

```
1 \version "2.16.1"
2 #(set-global-staff-size 20)
3 \header {
4   title           = "Voz Superior da Fuga"
5   subtitle        = "das Peças de Aylesford"
6   composer        = "Georg Friedrich Haendel (1685-1759)"
7 }
8
9 Global = {
10 \key g \major
11 \time 4/4
12 }
13
14 MDI = {
15 %v<
16   %\key g \major
17   g'4. b'8 a' d' d'' c'' b' g' g''2
18
19   %\key g \major
20   fis''4
21   g''8 d'' e'' b' cis'' a' d'' fis'
22   g' b' a' g' fis' a' d''4~
23
24   %\key g \major
25   d''4 c''2 b'4
26   a'2 g'4 g''~
27   g'' f''2 e''4
28   d''2
29
30   %\key g \major
31   c''4. e''8 |
32   d''8 g' g'' f'' e'' d'' c''4~
33   c''4
34
35   %\key g \major
36   b'4 a' d''~
37   d'' c'' b'4. e''8
38   cis'' a' d''2 cis''4
39   d''4
40
41   %\key g \major
42   a'8 b' c'' e'' d'' c''
43   b' d'' g'' fis'' e'' d'' c'' b'
```



```

44 a'4
45
46 %\key g \major
47 d''2 c''4~
48 c'' b' a'2
49 g'4
50
51 %\key g \major
52 g''8 fis'' e'' d'' c'' b'
53 a' fis'' g'' b' g'4 fis'
54 g'1\fermata
55 \bar "|."
56 %>v
57 }
58
59
60 \score { {
61 \new PianoStaff <<
62 \set PianoStaff.midiInstrument = "harpichord"
63 \new Staff = "up" <<
64 \Global \clef treble \MDI
65 >>
66 >>
67 }
68
69 \midi {
70 \tempo 4 = 88
71 }
72
73
74 \layout {}
75 }

```

A.2 Código da Harmonização da Voz superior da Fuga em Sol Maior (HWV 582)

Código A.2: Harmonização da Voz superior de 'Fuga em Sol Maior (HWV 582)'

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4 title = "05-fuga-Haendel_Harm"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10 %v<
11
12
13
14 %\key g \major
15 g'4. b'8 a'8 d'8 d''8 c''8 b'8 g'8 g''2
16
17
18 %\key d \major
19 fis''4 g''8 d''8 e''8 b'8 cis''8 a'8 d''8 fis'8 g'8 b'8 a'8 g'8 fis'8 a'8 d''4~
20
21 %\key g \major
22 d''4 c''2 b'4 a'2 g'4 g''4~ g''4 f''2 e''4 d''2
23
24 %\key c \major
25 c''4. e''8 d''8 g'8 g''8 f''8 e''8 d''8 c''4~ c''4
26
27 %\key d \major
28 b'4 a'4 d''4~ d''4 c''4 b'4. e''8 cis''8 a'8 d''2 cis''4 d''4
29
30 %\key a \minor
31 a'8 b'8 c''8 e''8 d''8 c''8 b'8 d''8 g''8 fis''8 e''8 d''8 c''8 b'8 a'4

```

```

32
33 %\key g \major
34 d''2 c''4- c''4 b'4 a'2 g'4
35
36 %\key g \major
37 g''8 fis''8 e''8 d''8 c''8 b'8 a'8 fis''8 g''8 b'8 g'4 fis'4 g'1\fermata
38 %>v
39 \bar "|."
40 }
41
42 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
43 % voz B
44 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
45 vozB = {
46 %v<
47
48
49
50 %\key g \major
51 < g b d'>4\_markup { \bold I } r4 < d fis a>4\_markup { \bold V } < d g b>4\_markup { \bold I }
    < g- b- d'->4\_markup { \bold I } < g b d'>4
52
53 %\key d \major
54 r4 < fis a d'>4\_markup { \bold I } < g b d'>4\_markup { \bold IV } < e g b>4\_markup { \bold
    ii } < a cis' e'>4\_markup { \bold V } < d fis a>4\_markup { \bold I } < g b d'>4\_markup {
    \bold IV } < a d' fis'>4\_markup { \bold I } < d- fis- a->4\_markup { \bold I } < d fis a
    >4
55
56 %\key g \major
57 < g b d'>4\_markup { \bold I } < c e g>4\_markup { \bold IV } r4 < b d' g'>4\_markup { \bold I
    } < d fis a>4\_markup { \bold V } r4 < g- b- d'->4\_markup { \bold I } < g- b- d'->4 < g b
    d'>4 r4 r4 < e g c'>4\_markup { \bold IV } < g b d'>4\_markup { \bold I }
58
59 %\key c \major
60 r4 < c e g>4\_markup { \bold I } r4 < g b d'>4\_markup { \bold V } < g c' e'>4\_markup { \bold
    I } < c- e- g->4\_markup { \bold I } < c- e- g->4 < c e g>4
61
62 %\key d \major
63 < b d' g'>4\_markup { \bold IV } < d- fis- a->4\_markup { \bold I } < d- fis- a->4 < d fis a>4
    r4 < g b d'>4\_markup { \bold IV } r4 < a cis' e'>4\_markup { \bold V } < d fis a>4\_markup
    { \bold I } r4 < cis e a>4\_markup { \bold V } < d fis a>4\_markup { \bold I }
64
65 %\key a \minor
66 < a- c'- e'->4\_markup { \bold i } < a c' e'>4 < d f a>4\_markup { \bold iv } < g- b- d'->4\_
    markup { \bold VII } < g b d'>4 < a c' e'>4\_markup { \bold i } < c e a>4\_markup { \bold i
    } < a c' e'>4\_markup { \bold i }
67
68 %\key g \major
69 < d g b>4\_markup { \bold I } r4 < c- e- g->4\_markup { \bold IV } < c e g>4 < b d' g'>4\_
    markup { \bold I } < d fis a>4\_markup { \bold V } r4 < g- b- d'->4\_markup { \bold I }
70
71 %\key g \major
72 < g b d'>4 < c- e- g->4\_markup { \bold IV } < c e g>4 < d fis a>4\_markup { \bold V } < g- b-
    d'->4\_markup { \bold I } < g b d'>4 < fis a d'>4\_markup { \bold V } < g b d'>4\fermata\_
    markup { \bold I }
73
74 %\key c \major
75 r4 r4 r4
76 %>v
77 \bar "|."
78 }
79
80 \score {
81 <<
82 \new Staff {
83 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
84 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
85 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
86 \time 4/4
87 \voza
88 }
89 \new Staff {
90 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
91 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.15
92 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.5
93 \clef bass
94 \time 4/4

```

```

95     \vozB
96   }
97   >>
98
99   \layout{ }
100  \midi {
101    \tempo 4 = 88
102    midiMinimumVolume = #0.2
103    midiMaximumVolume = #0.5
104  }
105 }
106 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```

A.3 Código da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)

Código A.3: Fuga Sobre o Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4   title = "fuga3"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10 %v<
11
12 %\key c \major
13 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
14 %\key cis \major
15 r4 r8 gis''8 ais''16 gis''16 fis''16 gis''16 f''8 cis''8 gis''8 fis''16 f''16 fis''8 dis''8
   f''8 cis''8 dis''8 c''8 cis''8
16 %\key c \major
17 gis'8 g''8 ais'8 gis''8 c''8 ais''8 cis''8 c''16 cis''16 dis''8 gis''8 c''8 dis''16 cis''16
   dis''16 f''16 dis''8 r8 r4
18 %\key c \major
19 cis'4 c''8 dis'8 cis''16 f'16 dis''16 fis'16 f'8 fis'8 gis'8 cis''16 f'16 gis'8 fis'8 gis'8
   ais'8 gis'8 r8 r4
20 %\key c \major
21
22 %\key c \major
23 cis''8 c''8 dis''8 cis''8 f''8 dis''8 fis''8 f''16 fis''16 gis''8 cis''8 f''8 gis''16 fis
   ''16 gis''16 ais''16 gis''8 r8 r4
24 %\key c \major
25 r4.
26 %\key cis \major
27 r4 r8 gis''8 ais''16 gis''16 fis''16 gis''16 f''8 cis''8 gis''8 fis''16 f'16 fis''8 dis''8
   f''8 cis''8 dis''8 c''8 cis''8
28 %\key c \major
29 r8
30 %\key c \major
31 r4 r4 r4
32 %>v
33 \bar "|."
34 }
35
36 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
37 % voz B
38 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
39 vozB = {
40 %v<
41
42 %\key cis \major
43 r4 r8 gis'8 ais'16 gis'16 fis'16 gis'16 f''8 cis''8 gis'8 fis'16 f'16 fis'8 dis''8 f'8 cis''8
   dis'8 c''8 cis'8
44 %\key c \major

```

```

45 gis'8 g''8 ais'8 gis''8 c''8 ais''8 cis''8 c''16 cis''16 dis''8 gis''8 c''8 dis''16 cis''16
    dis''16 f''16 dis''8 r8 r4
46 %\key c \major
47 cis'4 c''8 dis'8 cis''16 f'16 dis''16 fis'16 f'8 fis'8 gis'8 cis''16 f''16 gis'8 fis'8 gis'8
    ais'8 gis'8 r8 r4
48 %\key c \major
49
50 %\key c \major
51 cis'8 c''8 dis'8 cis''8 f'8 dis''8 fis'8 f'16 fis'16 gis'8 cis''8 f''8 gis'16 fis'16 gis'16 ais
    '16 gis'8 r8 r4
52 %\key c \major
53 r4. dis''8 f''16 dis''16 cis''16 dis''16 c''8 gis''8 dis''8 cis''16 c''16 cis''8 ais''8 c''8
    gis''8 ais'8 g''8 gis'8
54 %\key c \major
55 r4 gis'8 ais'8 gis'8 fis'8 gis'8 f''16 cis''16 gis'8 fis'8 f'8 fis'16 dis''16 f'16 cis''16 dis
    '8 c''8 cis'4
56 %\key c \major
57 cis'8
58 %\key c \major
59
60 %\key cis \major
61 r4 r8 gis'8 ais'16 gis'16 fis'16 gis'16 f''8 cis''8 gis'8 fis'16 f'16 fis'8 dis''8 f'8 cis''8
    dis'8 c''8 cis'8
62 %\key c \major
63 r8
64 %\key c \major
65 r4 r4 r4
66 %>v
67 \bar "|."
68 }
69
70 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
71 % voz C
72 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
73 vozC = {
74 %v<
75
76 %\key c \major
77 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
78 %\key cis \major
79 r4 r8 dis'8 f'16 dis'16 cis'16 dis'16 c''8 gis'8 dis'8 cis'16 c'16 cis'8 ais'8 c'8 gis'8 ais8 g
    '8 gis8
80 %\key c \major
81 cis8 c'8 dis8 cis'8 f8 dis'8 fis8 f16 fis16 gis8 cis'8 f'8 gis16 fis16 gis16 ais16 gis8 r8 r4
82 %\key c \major
83 cis4 c'8 dis8 cis'16 f16 dis'16 fis16 f8 fis8 gis8 cis'16 f'16 gis8 fis8 gis8 ais8 gis8 r8 r4
84 %\key c \major
85
86 %\key c \major
87 gis8 g'8 ais8 gis'8 c'8 ais'8 cis'8 c'16 cis'16 dis'8 gis'8 c''8 dis'16 cis'16 dis'16 f'16 dis
    '8 r8 r4
88 %\key c \major
89 r4. gis8 ais16 gis16 fis16 gis16 f'8 cis'8 gis8 fis16 f16 fis8 dis'8 f8 cis'8 dis8 c'8 cis8
90 %\key c \major
91 cis8 c'8
92 %\key c \major
93 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4
94 %\key c \major
95 r4 r4 r4
96 %>v
97 \bar "|."
98 }
99
100 \score {
101   \context StaffGroup <<
102     \new Staff {
103       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
104       \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
105       \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
106       \set Staff.instrumentName = #"Soprano"
107       \key cis \major
108       \time 4/4
109       \vozA
110     }
111     \new Staff {
112       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
113       \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25

```

```

114     \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
115     \set Staff.instrumentName = #"Contralto"
116     \key cis \major
117     \time 4/4
118     \vozB
119   }
120   \new Staff {
121     \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
122     \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
123     \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
124     \clef bass
125     \set Staff.instrumentName = #"Tenor"
126     \key cis \major
127     \time 4/4
128     \vozC
129   }
130 >>
131
132 \layout{ }
133 \midi {
134   \tempo 4 = 96
135   midiMinimumVolume = #0.2
136   midiMaximumVolume = #0.5
137 }
138 }
139 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```

A.4 Código da Harmonização da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)

Código A.4: Harmonização da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga III em Dó Sustenido Maior (BWV848)

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4 title = "fuga3_Fuga_Harm"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10 %v<
11
12 %\key c \major
13 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
14
15 %\key cis \major
16 r4 r8 gis''8 ais''16 gis''16 fis''16 gis''16 f''8 cis''8 gis''8 fis''16 f''16 fis''8 dis''8
17   f''8 cis''8 dis''8 c''8 cis''8
18
19 %\key gis \major
20 gis'8 g'8 ais'8 gis'8 c'8 ais'8 cis'8 c'16 cis'16 dis'8 gis'8 c'8 dis'16 cis'16
21   dis'16 f'16 dis'8 r8 r4
22
23 %\key cis \major
24 cis'4 c'8 dis'8 cis'16 f'16 dis'16 fis'16 f'8 fis'8 gis'8 cis'16 f'16 gis'8 fis'8 gis'8
25   ais'8 gis'8 r8 r4
26
27 %\key cis \major
28 r4.
29
30 %\key cis \major

```

```

31 r4 r8 gis'8 ais'16 gis'16 fis'16 gis'16 f''8 cis''8 gis'8 fis'16 f'16 fis'8 dis''8
   f''8 cis''8 dis''8 c''8 cis'8
32
33 %\key c \major
34 r8
35
36 %\key c \major
37 r4 r4 r4
38 %>v
39 \bar "|."
40 }
41
42 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
43 % voz B
44 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
45 vozB = {
46 %v<
47 %\key cis \major
48 r4 r8 gis'8 ais'16 gis'16 fis'16 gis'16 f''8 cis''8 gis'8 fis'16 f'16 fis'8 dis''8 f'8 cis''8
   dis'8 c''8 cis'8
49
50 %\key gis \major
51 gis'8 g'8 ais'8 gis'8 c''8 ais'8 cis''8 c''16 cis''16 dis''8 gis'8 c''8 dis''16 cis''16
   dis''16 f''16 dis''8 r8 r4
52
53 %\key cis \major
54 cis'4 c''8 dis'8 cis''16 f'16 dis''16 fis'16 f'8 fis'8 gis'8 cis''16 f'16 gis'8 fis'8 gis'8
   ais'8 gis'8 r8 r4
55
56 %\key cis \major
57 cis'8 c''8 dis'8 cis''8 f'8 dis''8 fis'8 f'16 fis'16 gis'8 cis''8 f''8 gis'16 fis'16 gis'16 ais
   '16 gis'8 r8 r4
58
59 %\key gis \major
60 r4. dis''8 f''16 dis''16 cis''16 dis''16 c''8 gis''8 dis''8 cis''16 c''16 cis''8 ais''8 c''8
   gis''8 ais'8 g''8 gis'8
61
62 %\key cis \major
63 r4 gis'8 ais'8 gis'8 fis'8 gis'8 f''16 cis''16 gis'8 fis'8 f'8 fis'16 dis''16 f'16 cis''16 dis
   '8 c''8 cis'4
64
65 %\key cis \major
66 cis'8
67
68 %\key cis \major
69 r4 r8 gis'8 ais'16 gis'16 fis'16 gis'16 f''8 cis''8 gis'8 fis'16 f'16 fis'8 dis''8 f'8 cis''8
   dis'8 c''8 cis'8
70
71 %\key c \major
72 r8
73
74 %\key c \major
75 r4 r4 r4
76 %>v
77 \bar "|."
78 }
79
80 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
81 % voz C
82 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
83 vozC = {
84 %v<
85 %\key c \major
86 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
87
88 %\key gis \major
89 r4 r8 dis'8 f'16 dis'16 cis'16 dis'16 c''8 gis'8 dis'8 cis'16 c'16 cis'8 ais'8 c'8 gis'8 ais8 g
   '8 gis8
90
91 %\key cis \major
92 cis8 c'8 dis8 cis'8 f8 dis'8 fis8 f16 fis16 gis8 cis'8 f'8 gis16 fis16 gis16 ais16 gis8 r8 r4
93
94 %\key cis \major
95 cis4 c'8 dis8 cis'16 f16 dis'16 fis16 f8 fis8 gis8 cis'16 f'16 gis8 fis8 gis8 ais8 gis8 r8 r4
96
97 %\key gis \major

```

```

98 gis8 g'8 ais8 gis'8 c'8 ais'8 cis'8 c'16 cis'16 dis'8 gis'8 c''8 dis'16 cis'16 dis'16 f'16 dis
   '8 r8 r4
99
100 %\key cis \major
101 r4. gis8 ais16 gis16 fis16 gis16 f'8 cis'8 gis8 fis16 f16 fis8 dis'8 f8 cis'8 dis8 c'8 cis8
102
103 %\key cis \minor
104 cis8 c'8
105
106 %\key cis \major
107 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4 cis4
108
109 %\key c \major
110 r4 r4 r4
111 %>v
112 \bar "|."
113 }
114
115 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
116 % voz D
117 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
118 vozD = {
119 %v<
120 %\key cis \major
121 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 < fis ais cis'>4\_markup { \bold IV } <
   eis gis cis'>4\_markup { \bold I } < cis eis gis>4\_markup { \bold I } < fis ais dis'>4\_
   markup { \bold ii } < cis eis gis>4\_markup { \bold I } < dis gis bis>4\_markup { \bold V }
   < cis eis gis>4\_markup { \bold I }
122
123 %\key gis \major
124 < fisis ais dis'>4\_markup { \bold V } < gis bis dis'>4\_markup { \bold I } < ais cis' eis'>4\_
   markup { \bold ii } < gis- bis- dis'->4\_markup { \bold I } < gis- bis- dis'->4 < gis bis
   dis'>4 < dis gis bis>4\_markup { \bold I }
125
126 %\key cis \major
127 r4 < cis eis gis>4\_markup { \bold I } < gis bis dis'>4\_markup { \bold V } < cis- eis- gis->4\_
   \markup { \bold I } < cis eis gis>4 < gis cis' eis'>4\_markup { \bold I } < cis eis gis>4\_
   markup { \bold I } < gis cis' eis'>4\_markup { \bold I } < cis- eis- gis->4\_markup { \bold
   I }
128

```

A.5 Código de 'H1'

Código A.5: 'Hipercontraponto'. (Fonte: [7])

```

1 %Data: 1/2/2016 ---
2
3 \version "2.18.2"
4
5 \header {
6 title = \markup { \fontsize #2.0 "H1 com claves" }
7 subtitle = \markup { \fontsize #0.5 "A cada frase uma tonalidade indicada " }
8 subtitle = \markup { \fontsize #1.5 "(harmonizar a uma dinâmica abaixo da dinâmica da frase)
   " }
9 composer = "Aluizio Arcela"
10 copyright = \markup { \char ##x00A9 " 2016 A. Arcela" }
11 tagline = ##f
12 }
13
14 harpadir = {
15 %\set Staff.midiInstrument = #"orchestral harp"
16 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
17 \clef treble
18 \time 4/4
19 %v<
20 %---Dir1
21 \key bes \major
22 r4 r8 b8\mp\>~ b16
23 %---1
24 g16~ g8 g8~ g16 b16~ b8 f8 a16 ais16~ ais16 e16 d'8 f16 e16~ e16 c'16 a8 b16 c'16~
   c'16 a16 gis16 fis16

```

```

25     fis16 e16 f16 cis'16 cis'16 ais16 c'16 e'16 d'16 d'16 dis16 fis16 b16 g16 b16
fis16\!
26
27     %---Dir2
28     \key b \minor
29     r8 r8 ais8\mp\>- ais16 dis16- dis8 dis8- dis16 g'16- g'8 c'8 b16 b16- b16 a16 a8 e16
f16- f16 gis16 cis'8 cis'16 fis16- fis16 ais16 b16 ais16
30     %---6
31     gis16 f'16 fis16 a16 ais16 a16 a16 fis16 e'16 b16 g'16 fis16 e16 c'16 a'16 cis
'16\!
32
33     %---Dir3
34     \key ees \minor
35     r8 r8 cis''8\mp\> g'8 gis8 ais8 a16 c'16 gis'16 b'16 g'16 g''16 gis'16 b16
36     ais16 gis''16 d'16 b16 cis'16 ais'16 gis16 gis'16 a'16 f'16 e16 g'16 dis16 r16 f16
fis16
37     e'16 f'16 fis16 dis16 fis16 dis'16\!
38
39
40     %---Dir4
41     \key fis \minor
42     %---
43     r4 b8.\p\> d'16- d'8 c'8- c'16 a8.
44     a8 f16 f16- f16 d'16 gis8 fis''16 c'8 gis16 gis8
45     %---11
46     a16 g'16- g'16 gis16 a16 gis16 fis16 gis16 f16 f''16 fis'16 ais16 fis16 cis'16
gis16 g16
47     gis16 a16 g'16 f'16 g16 a16\!
48
49
50     %---Dir5
51     \key e \major
52     r4 dis8.\pp\> a16- a8 e8- e16 d'8.
53     dis8 g16 cis'16- cis'16 dis16 dis8 a16 b8 e16 e8
54     cis'16 b16- b16 f16 dis16 e16 dis16 g16 c'16 dis16 dis16 cis'16 b16 cis'16 dis16
e16
55     cis'16 fis16 ais16 e'16 f16 e16\!
56
57
58     %---Dir6
59     \key a \minor
60     r4 a8\p\< b8 f''8 dis8 e16 cis'16
61     %---16
62     a16 gis16 a16 dis''16 c'16 d'16 gis16 e16 c'16 cis'16 b16 f16 fis16 c'16 a16 gis16
63     d'16 a16 g''16 e16 g16 c'16 f16 e16 a16 f16 g16 a16\!
64
65
66     %---Dir7
67     \key e \major
68     r8 r8 dis'16\pp\< g16 f'16 dis''16
69     gis16 dis'16 b16 dis'16 f'16 e'16\!
70
71
72     %---Dir8
73     \key cis \minor
74     r4 ais8\p\> c'8 c'8 ais8 gis'16 b'16
75     d'16 a16 d'16 ais16 ais16 cis'16 d'16 d'16 dis16 dis16 e16 ais16 cis'16 dis''16
b16 ais16
76     b16 ais16 d'16 dis16 b16 b16 fis'16 e16 ais16 d''16 c'16 b16\!
77
78     %---Dir9
79     \key b \minor
80     r8 r8 e''16\p\< cis''16 a'16 g'16
81     %---21
82     a16 r16 ais''16 g16 b''16 g16\!
83
84     %---Dir10
85     \key fis \major
86     r4 d'8\f\> cis'8 c'8 f'8 c'16 fis'16
87     cis'16 dis16 fis16 b16 ais'16 cis''16 dis''16 gis'16 cis'16 f'16 ais'16 f'16 cis
'16 cis'16 c'16 b16
88     dis'16 e'16 g'16 f'16 gis'16 c'16 f16 f'16 f16 ais16 d'16 g'16\!
89
90     %---Dir11
91     \key fis \minor
92     r8 r8 f'8\mf\> c''8
93     fis8 a8 cis'16 c'16 fis'16 d'16 c''16 gis16 a''16 f16 r16 e'16 ais16 c''16

```



```

94      c'16 e'16 gis'16 fis'16 b16 b'16 a'16 gis''16 g''16 ais16 cis'16 f''16 ais16 g'16
e16 a'16
95      %---26
96      d'16 fis'16\!
97
98      %---Dir12
99      \key f \minor
100     r4 r16\< d'16 f''''16 ais16 e16 b'16 b16 cis'16 cis'16 g'16\!
101
102     %---Dir13
103     \key bes \minor
104     r8 r8 c'8\mp\< f8
105     d'8 a8 gis'16 a16 ais'16 c'16 ais16 cis'16 e16 f16 fis'16 gis16 gis16 b16
106     dis16 cis'16 g'16 a16 a16 b16 fis16 c'16 c'16 b16 r16 f16 gis'16 ais16 g16 cis'16
107     b16 a16\!
108
109     %---Dir14
110     \key f \major
111     r4 a16\pp\> a16 g16 e'16 b'16 e''16 d'16 gis16 dis'16 g'16\!
112
113     %---Dir15
114     \key f \minor
115     r8 r8 ais8\p\> ais8
116     cis'8 a8 f'16 cis'16 f16 dis16 f16 e16 f16 a16 f16 e16 f16 g16
117     %---31
118     cis'16 ais16 e16 c'16 fis16 e16 dis'16 ais16 fis16 cis'16 b16 gis16 ais16 gis16 d
'16 b16
119     fis16 f16\!
120
121     %---Dir16
122     \key d \minor
123     r4 a16\p\< e16 e16 g'16 b16 e''16 ais'16 b16 gis16 d'16\!
124
125     %---Dir17
126     \key des \minor
127     r8 r8 fis''16\pp\> b16 d'16 fis'16
128     dis'16 c'16 cis'16 ais16 fis16 cis''16\!
129
130     %---Dir18
131     \key d \minor
132     r4 d'16\mp\> dis''16 f'16 g'16 cis''16 dis''16 cis''16 e'16 d'16 f'16\!
133
134     %---Dir19
135     \key c \minor
136     r8 r8 fis''16\mf\< dis16 gis16 r16 cis'16 c'16 fis'16 fis''16 e16 c'16\!
137
138     %---Dir20
139     \key d \major
140     r4 b'16\mp\< f'16 f'16 d''16 c'16 e16
141     b16 c''16 b16 d''16\!
142
143     %---Dir21
144     \key f \minor
145     r8 r8 r16\> dis16 gis'16 cis''16 f16 ais''16 f'16 b'16 b'16 f''16\!
146
147     %---Dir22
148     \key c \minor
149     r4 e''16\ff\> a'16
150     %---36
151     g'16 dis''16 a'16 gis''16 d''16 c'16 cis''16 ais16\!
152
153     %---Dir23
154     \key a \minor
155     r8 r8 b'16\f\< e'16 c'16 g'16 g'16 b''16 b'16 a''16
156     gis16 gis'16\!
157
158     %---Dir24
159     \key c \minor
160     r4 f'16\fff\< c''16 c''16 ais'16 c''16 dis'16 ais'16 c''16 ais'16 e'16\!
161
162     %---Dir25
163     \key c \major
164     r8 r8 e''16\mf\< e16 fis''16 c''16
165     c''16 dis''16 b'16 c'16 a'16 fis'16\!
166
167     %---Dir26
168     \key f \minor

```

```

169      r4 f''16\f\< g'16 cis''16 gis''16 c''16 d''16 c'16 g'16 ais'16 f''16\!
170
171      %---Dir27
172      \key b \minor
173      r8 r8 gis16\pp\< gis16 cis''16 b'16 d'16 a16 g'16 d'16 ais'16 c'16\!
174
175      %---Dir28
176      \key e \minor
177      r4 ais'16\pp\> b16 gis''16 g16 a16 f16
178      gis'16 e''16 g16 d'16\!
179
180      %---Dir29
181      \key cis \minor
182      r8 r8 c'16\pp\> f16 e16 e16 g'16 a'16 cis'16 b16 c''16 cis''16\!
183
184      %---Dir30
185      \key bes \minor
186      r4 c'16\p\> dis'16
187      %---41
188      fis16 c'16 cis'16 f16 dis'16 dis'16 b16 ais16\!
189
190      %---Dir31
191      \key d \major
192      r8 r8 fis''16\ppp\> b16 f16 e16 b16 ais16 dis'16 e16
193      e16 d'16\!
194
195      %---Dir32
196      \key c \major
197      r4 e'16\pp\> a16 f'16 fis'16 b16 e16 f16 c''16 c'16 cis'16\!
198
199      %---Dir33
200      \key c \major
201      r8 r8 d'16\p\> f'16 cis'16 d'16
202      fis16 c'16 d''16 e'16 c'16 b16\!
203
204      %---Dir34
205      r4 r1
206 %---fim
207 %>v
208      \bar "|."
209 }
210
211 harpaesq = {
212     %\set Staff.midiInstrument = #"orchestral harp"
213     \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
214
215     \clef bass
216     \time 4/4
217
218 %v<
219     %---Esq1
220     \key d \minor
221     %---1
222     f8.\p\> ais16- ais8 g8 c'8. c'16- c'8 e8
223     fis16 c'8 d16 c'8 f8 ais16 ais8 f16 ais8 ais16 c'16
224     d'16 f16 ais16 a16 gis16 d'16 f16 cis'16 gis16 fis16 dis16 e16 cis'16 cis'16 cis
'16 f16\!
225
226
227     %---Esq2
228     \key cis \minor
229     r4 gis8.\pp\> fis16- fis8 e8 fis8. d'16- d'8 gis8
230     dis''16 d'8 g16 fis8 a8 g16 g8 dis'16 d'8 dis16 gis16
231     %---6
232     a'16 gis16 b16 f16 a16 f16 f16 f16 ais'16 b16 cis'16 g16 cis'16 g16 c'16 cis'16\!
233
234
235     %---Esq3
236     \key f \minor
237     r4 cis'8\p\< fis8 ais16 fis'8 g16- g16 d'16 b'16 b'16 c'16 f16 dis16 dis16
238     d''16 a16 fis16 fis16 cis'16 cis'16 a''16 b16 ais16 f16 f16 b16 gis'16 gis'16 f
''16 cis'16
239     a16 g16 e16 b16 e16\!
240
241
242     %---Esq4
243     \key a \major

```

```

244 r16 r8 r16 dis'8.\p\> a16~ a8 gis16~ gis16 dis'8.
245 f16~ f8 f16~ f16 gis16 fis8 a16 ais8 gis16~ gis16 gis'16 e'8
246 %---11
247 gis16 e8 ais16 e16 c'16 e'16 fis16 f16 c'16 d'16 a16 a16 d'16 g'16 e16
248 a16 cis'16 b16 gis16 gis16\!
249
250
251 %---Esq5
252 \key f \minor
253 r16 r8 r16 c'8.\ppp\> fis16~ fis8 e16~ e16 cis'8.
254 gis16~ gis8 g16~ g8 g8 gis16 ais8 dis16~ dis16 d'16 b8
255 a16 c'8 c'16 cis'16 dis16 cis'16 e16 f16 cis'16 b16 e16 gis16 a16 fis16 e16
256 b16 g16 dis16 fis16 f16\!
257
258
259 %---Esq6
260 \key bes \major
261 r16 r8 r16 gis8\pp\> c'16~ c'16 b16 ais8 ais16~ ais16 d'16 cis'16
262 %---16
263 e16 c'16 dis16 ais16 gis16 b16 d'16 d'16 cis'16 e16 gis16 f16 fis16 d'16 a16 gis16
264 ais16 g16 cis'16 d'16 g16 e'16 f16 b16 a16 ais'16\!
265
266
267 %---Esq7
268 \key c \minor
269 r8 r8 c'16\ppp\< cis'16 d'16 a16 g'16 gis''16
270 ais16 ais16 fis16 f16 c''16\!
271
272
273 %---Esq8
274 \key b \major
275 r16 r8 r16 dis8\mp\> a'16~ a'16 c'16 a'8 dis16~ dis16 f16 f'16
276 ais'16 c'16 c'16 b16 c'16 dis'16 ais16 g16 c'16 a16 a16 c'16 dis'16 fis16 cis'16
dis16
277 gis16 d'16 cis''16 ais16 c'16 g16 fis16 d'16 e16 b16\!
278
279
280 %---Esq9
281 \key ees \minor
282 r8 r8 b'16\mp\< f''16 fis''16 dis''16 g'16 fis16
283 %---21
284 a'16 d''16 e''16 a'16 e16\!
285
286
287 %---Esq10
288 \key cis \minor
289 r16 r8 r16 gis'8\mf\< a16~ a16 e16 fis8 f16~ f16 f'16 ais''16
290 cis''16 ais''16 cis'16 dis'16 a16 b16 a16 ais16 c'16 c'16 r16 gis'16 dis16 cis'16
fis16 b16
291 c'16 f16 g''16 b16 d''16 gis'16 ais'16 dis16 cis'16 cis'16\!
292
293
294 %---Esq11
295 \key d \major
296 r8 r8 g8\mf\> cis''8 b16 g'16~ g'16
297 cis'16~ cis'16 dis16 g16 d'16 c'16 cis'16 d'16 d''16 a16 c'16 g16 c'16 ais16 a16
298 f'16 ais'16 b16 ais16 g16 dis'16 a16 c''16 e16 cis'16 dis16 g16 gis16 fis16 d16\!
299
300
301 %---Esq12
302 \key e \major
303 r16 r8 r16 gis'16\pp\> dis''16 a'16 b16 a'16 f'16 e'16 c'16 fis'16 fis16 e'16\!
304
305
306 %---Esq13
307 \key d \major
308 r8 r8 e8\pp\< e''8 ais''16 ais16~ ais16
309 f16~ f16 e16 cis'16 fis16 dis''16 f'16 e16 e16 g16 d'16 c'16 fis16 dis16 dis16
310 cis'16 cis'16 f'16 cis'16 ais16 e16 g'16 c'16 c'16 fis16 a16 dis16 cis'16 cis'16
dis16\!
311
312
313 %---Esq14
314 \key g \minor
315 r16 r8 r16 g16\ppp\> ais''16 cis''16 e'16 ais16 a'16 fis16 ais'16 g''16 e16 c'16\!
316
317

```

```

318      %---Esq15
319      \key c \major
320      r8 r8  fis8\pp\> c'8 dis16 gis16~ gis16
321      cis'16~ cis'16 f16 g16 a16 c'16 cis'16 f16 c'16 cis'16 dis16 d'16 fis16 a16 gis16
322      %---31
323      gis16 e16 c'16 cis'16 c'16 f16 a16 ais16 e16 b16 e16 gis16 f16 d'16 a16\!
324
325      %---Esq16
326      \key d \major
327      r16 r8 r16  b16\pp\> e''16 g16 f16 fis'16 b16 a16 d'16 d'16 cis'16 e16\!
328
329
330      %---Esq17
331      \key d \major
332      r8 r8  dis16\pp\> gis''16 fis''16 c'16 b16 f16
333      e16 dis''16 gis'16 cis'16 cis'16\!
334
335
336      %---Esq18
337      \key fis \minor
338      r16 r8 r16  gis16\p\> d'16 d'16 cis'16 e16 fis16 b16 gis16 r16 gis16 e16\!
339
340
341      %---Esq19
342      \key bes \major
343      r4  f''16\pp\> g16 fis16 cis'16 c''16 f16 a''16 b16 f16 ais16 a16\!
344
345
346      %---Esq20
347      \key d \major
348      r16 r8 r16  cis''16\p\> a16 g16 ais16 cis''16
349      c''16 a16 cis'16 ais16 c'16 d''16\!
350
351
352      %---Esq21
353      \key c \major
354      r8 r8  c''16\p\< fis''16 fis'16 g'16 c'16 c'16 ais'16 f'16 a16 c''16
355      %---36
356      b16\!
357
358
359      %---Esq22
360      \key g \minor
361      r16 r8 r16  d'16\pp\> dis''16 a'16 f''16 fis16 c'16 b16 ais''16 ais16 b16 g16\!
362
363
364      %---Esq23
365      \key bes \minor
366      r4  b'16\ff\> ais''16 cis'16 f''16
367      cis''16 c'16 g''16 fis16 g''16 ais''16 b16\!
368
369
370      %---Esq24
371      \key e \major
372      r16 r4\> b'16 a16 fis16 g''16 fis'16 f''16 fis16 cis'16
373      gis16 e''16\!
374
375
376      %---Esq25
377      \key g \major
378      r8 r8  cis'16\f\> fis''16 b'16 ais''16 gis16 ais16 cis''16 ais'16 a16 fis'16 fis'16\!
379
380
381      %---Esq26
382      \key a \major
383      r16 r8 r16  cis''16\p\> ais16 ais16
384      f16 b'16 d'16 c''16 fis16 gis16 gis'16 b16\!
385
386
387      %---Esq27
388      \key d \major
389      r4  b16\pp\> cis''16 dis'16 ais16 fis16 ais16 a16 d''16
390      d''16 b16 gis16\!
391
392
393      %---Esq28
394

```

```

395 \key f \minor
396 r16 r8 r16 g16\p\> gis''16 dis'16 ais16 gis'16 f16 ais16 f''''16 g''16 d'16 b16\!
397
398
399 %---Esq29
400 \key e \minor
401 r8 r8 d'16\pp\< a16
402 %---41
403 fis16 r16 c'16 a16 e16 cis'16 d'16 g16 e'16\!
404
405
406 %---Esq30
407 \key a \major
408 r16 r8 r16 e'16\p\> ais16 b16 fis16 ais'16 b16 cis'16
409 b16 fis16 c''16 a16\!
410
411
412 %---Esq31
413 \key ees \minor
414 r4 d'16\p\< fis''16 r16 e'16 fis16 cis'16 f16 f16 dis''16 f16 a16\!
415
416
417 %---Esq32
418 \key f \major
419 r16 r8 r16 b16\pp\< g16 fis16 a16 g16 d''16 cis'16 d'16 f16 b16 f''16\!
420
421
422 %---Esq33
423 \key g \minor
424 r8 r8 dis'16\pp\> f16 a16 f16 ais16 d'16
425 f16 ais16 dis16 dis16 g16\!
426
427
428 %---Esq34
429 r16 r8 r2
430 %---fim
431 %>v
432 \bar "|."
433 }
434
435
436 %---- Tipo 2 ----
437
438 \score { <<
439
440 \new PianoStaff <<
441 \override StaffGroup.SystemStartBracket #'collapse-height = #1
442 \override Score.SystemStartBar #'collapse-height = #1
443 \override StaffGroup.SystemStartBracket #'collapse-height = #1
444 \override Score.SystemStartBar #'collapse-height = #1
445 \new Staff
446 {
447 \tempo 4=56
448 \harpadir
449 }
450 \new Staff
451 {
452 \tempo 4=56
453 \harpaesq
454 }
455 >>
456 >>
457
458
459
460
461 \layout {
462 \context {
463 \Staff
464 \override VerticalAxisGroup #'minimum-Y-extent = #'(-4 . 4)
465 \override StaffSymbol #'thickness = #(magstep -1)
466 \override BarLine #'hair-thickness = #0.25
467 fontSize = #-1
468 }
469 \context {
470 \RhythmicStaff
471 \override VerticalAxisGroup #'minimum-Y-extent = #'(-4 . 4)

```

```

472 \override StaffSymbol #'thickness = #(magstep -1)
473 \override BarLine #'hair-thickness = #0.25
474 fontSize = #-1
475 }
476 }
477
478 \midi {}
479
480 }
481 #(set-default-paper-size "a4")
482 #(set-global-staff-size 14)
483 \paper {
484   print-page-number = ##t
485   print-first-page-number = ##t
486   first-page-number = 1
487   indent = 4.0\cm
488   short-indent = 2.0\cm
489   top-margin = 1\cm
490   bottom-margin = 1\cm
491   ragged-last-bottom = ##t
492 }

```

A.6 Código da Harmonização de 'H1' (método de Krumhansl-Schmucler para inferência da tonalidade)

Código A.6: Harmonização de 'H1' (método de Krumhansl-Schmucler para inferência da tonalidade)

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3
4 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
5 % voz A
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 vozA = {
8 %v<
9 %\key g \major
10 r4 r8 b8-\mp\> b16 g16- g8 g8- g16 b16- b8 f8 a16 ais16- ais16 e16 d'8 f16 e16- e16 c'16 a8 b16
   c'16- c'16 a16 gis16 fis16 fis16 e16 f16 cis'16 cis'16 ais16 c'16 e'16 d'16 d'16 dis16
   fis16 b16 g16 b16 fis16\!
11
12
13 %\key dis \minor
14 r8 r8 ais8-\mp\> ais16 dis16- dis8 dis8- dis16 g'16- g'8 c'8 b16 b16- b16 a16 a8 e16 f16- f16
   gis16 cis'8 cis'16 fis16- fis16 ais16 b16 ais16 gis16 f'16 fis16 a16 ais16 a16 a16 fis16 e
   '16 b16 g'16 fis16 e16 c'16 a'16 cis'16\!
15
16 %\key gis \minor
17 r8 r8 cis''8\mp\> g'8 gis8 ais8 a16 c'16 gis'16 b'16 g'16 g''16 gis'16 b16 ais16 gis''16 d'16
   b16 cis'16 ais'16 gis16 gis'16 a'16 f'16 e16 g'16 dis16 r16 f16 fis16 e'16 f'16 fis16 dis16
   fis16 dis'16\!
18
19 %\key a \minor
20 r4 b8.\p\> d'16- d'8 c'8- c'16 a8. a8 f16 f16- f16 d'16 gis8 fis''16 c'8 gis16 gis8 a16 g'16- g
   '16 gis16 a16 gis16 fis16 gis16 f16 f'16 fis'16 ais16 fis16 cis'16 gis16 g16 gis16 a16 g
   '16 f'16 g16 a16\!
21
22 %\key e \major
23 r4 dis8.\pp\> a16- a8 e8- e16 d'8. dis8 g16 cis'16- cis'16 dis16 dis8 a16 b8 e16 e8 cis'16 b16-
   b16 f16 dis16 e16 dis16 g16 c'16 dis16 dis16 cis'16 b16 cis'16 dis16 e16 cis'16 fis16
   ais16 e'16 f16 e16\!
24
25 %\key a \minor
26 r4 a8\p b8 f''8 dis8 e16 cis'16 a16 gis16 a16 dis''16 c'16 d'16 gis16 e16 c'16 cis'16 b16 f16
   fis16 c'16 a16 gis16 d'16 a16 g''16 e16 g16 c'16 f16 e16 a16 f16 g16 a16\!

```

```

27
28 %\key dis \major
29 r8 r8 dis'16\pp g16 f'16 dis''16 gis16 dis'16 b16 dis'16 f'16 e'16\!
30
31 %\key ais \major
32 r4 ais8\p\> c'8 c'8 ais8 gis'16 b'16 d'16 a16 d'16 ais16 ais16 cis'16 d'16 d'16 dis16 dis16 e16
    ais16 cis'16 dis''16 b16 ais16 b16 ais16 d'16 dis16 b16 b16 fis'16 e16 ais16 d''16 c'16
    b16\!
33
34 %\key g \major
35 r8 r8 e''16\p cis''16 a'16 g'16 a16 r16 ais''16 g16 b''16 g16\!
36
37 %\key f \minor
38 r4 d'8\f\> cis'8 c'8 f'8 c'16 fis'16 cis'16 dis16 fis16 b16 ais'16 cis''16 dis''16 gis'16 cis
    '16 f'16 ais'16 f'16 cis'16 cis'16 c'16 b16 dis'16 e'16 g'16 f'16 gis'16 c'16 f16 f'16 f16
    ais16 d'16 g'16\!
39
40 %\key a \minor
41 r8 r8 f'8\mf\> c'8 fis8 a8 cis'16 c'16 fis'16 d'16 c''16 gis16 a'16 f16 r16 e'16 ais16 c''16
    c'16 e'16 gis'16 fis'16 b16 b'16 a'16 gis''16 g''16 ais16 cis'16 f''16 ais16 g'16 e16 a'16
    d'16 fis'16\!
42
43 %\key b \minor
44 r4 r16 d'16 f''''16 ais16 e16 b'16 b16 cis'16 cis'16 g'16\!
45
46 %\key a \minor
47 r8 r8 c'8\mp f8 d'8 a8 gis'16 a16 ais'16 c'16 ais16 cis'16 e16 f16 fis'16 gis16 gis16 b16 dis16
    cis'16 g'16 a16 a16 b16 fis16 c'16 c'16 b16 r16 f16 gis'16 ais16 g16 cis'16 b16 a16\!
48
49 %\key e \minor
50 r4 a16\pp\> a16 g16 e'16 b'16 e''16 d'16 gis16 dis'16 g'16\!
51
52 %\key ais \minor
53 r8 r8 ais8\p\> ais8 cis'8 a8 f'16 cis'16 f16 dis16 f16 e16 f16 a16 f16 e16 f16 g16 cis'16 ais16
    e16 c'16 fis16 e16 dis'16 ais16 fis16 cis'16 b16 gis16 ais16 gis16 d'16 b16 fis16 f16\!
54
55 %\key e \major
56 r4 a16\p e16 e16 g'16 b16 e''16 ais'16 b16 gis16 d'16\!
57
58 %\key fis \major
59 r8 r8 fis''16\pp\> b16 d'16 fis'16 dis'16 c'16 cis'16 ais16 fis16 cis''16\!
60
61 %\key d \minor
62 r4 d'16\mp\> dis''16 f'16 g'16 cis''16 dis''16 cis''16 e'16 d'16 f'16\!
63
64 %\key fis \major
65 r8 r8 fis''16\mf dis16 gis16 r16 cis'16 c'16 fis'16 fis''16 e16 c'16\!
66
67 %\key b \minor
68 r4 b'16\mp f'16 f'16 d''16 c'16 e16 b16 c''16 b16 d''16\!
69
70 %\key f \minor
71 r8 r8. dis16 gis'16 cis''16 f16 ais''16 f'16 b'16 b'16 f''16\!
72
73 %\key a \minor
74 r4 e''16\ff\> a'16 g'16 dis''16 a'16 gis''16 d''16 c'16 cis''16 ais16\!
75
76 %\key gis \minor
77 r8 r8 b'16\ff e'16 c'16 g'16 g'16 b''16 b'16 a''16 gis16 gis'16\!
78
79 %\key c \minor
80 r4 f'16\fff c''16 c''16 ais'16 c''16 dis'16 ais'16 c''16 ais'16 e'16\!
81
82 %\key a \minor
83 r8 r8 e''16\mf e16 fis''16 c''16 c''16 dis''16 b'16 c'16 a'16 fis'16\!
84
85 %\key f \minor
86 r4 f''16\ff g'16 cis''16 gis''16 c''16 d''16 c'16 g'16 ais'16 f''16\!
87
88 %\key d \major
89 r8 r8 gis16\pp gis16 cis''16 b'16 d'16 a16 g'16 d'16 ais'16 c'16\!
90
91 %\key g \major
92 r4 ais'16\pp\> b16 gis''16 g16 a16 f16 gis'16 e''16 g16 d'16\!
93
94 %\key c \major
95 r8 r8 c'16\pp\> f16 e16 e16 g'16 a'16 cis'16 b16 c''16 cis''16\!

```

```

96
97 %\key dis \minor
98 r4 c'16\p\> dis'16 fis16 c'16 cis'16 f16 dis'16 dis'16 b16 ais16\!
99
100 %\key e \major
101 r8 r8 fis''16\ppp\> b16 f16 e16 b16 ais16 dis'16 e16 e16 d'16\!
102
103 %\key a \minor
104 r4 e'16\pp\> a16 f'16 fis'16 b16 e16 f16 c''16 c'16 cis'16\!
105
106 %\key d \minor
107 r8 r8 d'16\p\> f'16 cis'16 d'16 fis16 c'16 d''16 e'16 c'16 b16\! r4 r1
108 %>v
109 \bar "|."
110 }
111
112 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
113 % voz B
114 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
115 vozB = {
116 %v<
117 %\key f \major
118 f8.\p\> ais16~ ais8 g8 c'8. c'16~ c'8 e8 fis16 c'8 d16 c'8 f8 ais16 ais8 f16 ais8 ais16 c'16 d
'16 f16 ais16 a16 gis16 d'16 f16 cis'16 gis16 fis16 dis16 e16 cis'16 cis'16 cis'16 f16\!
119
120 %\key d \major
121 r4 gis8.\pp\> fis16~ fis8 e8 fis8. d'16~ d'8 gis8 dis''16 d'8 g16 fis8 a8 g16 g8 dis'16 d'8
dis16 gis16 a'16 gis16 b16 f16 a16 f16 f16 f16 ais'16 b16 cis'16 g16 cis'16 g16 c'16 cis
'16\!
122
123 %\key fis \major
124 r4 cis'8\p fis8 ais16 fis'8 g16~ g16 d'16 b'16 b'16 c'16 f16 dis16 dis16 d''16 a16 fis16 fis16
cis'16 cis'16 a'16 b16 ais16 f16 f16 b16 gis'16 gis'16 f'16 cis'16 a16 g16 e16 b16 e16\!
125
126 %\key gis \major
127 r8. r16 dis'8.\p\> a16~ a8 gis16~ gis16 dis'8. f16~ f8 f16~ f16 gis16 fis8 a16 ais8 gis16~
gis16 gis'16 e'8 gis16 e8 ais16 e16 c'16 e'16 fis16 f16 c'16 d'16 a16 a16 d'16 g'16 e16 a16
cis'16 b16 gis16 gis16\!
128
129 %\key cis \minor
130 r8. r16 c'8.\ppp\> fis16~ fis8 e16~ e16 cis'8. gis16~ gis8 g16~ g8 g8 gis16 ais8 dis16~ dis16 d
'16 b8 a16 c'8 c'16 cis'16 dis16 cis'16 e16 f16 cis'16 b16 e16 gis16 a16 fis16 e16 b16 g16
dis16 fis16 f16\!
131
132 %\key ais \major
133 r8. r16 gis8\pp\> c'16~ c'16 b16 ais8 ais16~ ais16 d'16 cis'16 e16 c'16 dis16 ais16 gis16 b16 d
'16 d'16 cis'16 e16 gis16 f16 fis16 d'16 a16 gis16 ais16 g16 cis'16 d'16 g16 e'16 f16 b16
a16 ais'16\!
134
135 %\key ais \minor
136 r8 r8 c'16\ppp cis'16 d'16 a16 g'16 gis''16 ais16 ais16 fis16 f16 c''16\!
137
138 %\key c \minor
139 r8. r16 dis8\mp\> a'16~ a'16 c'16 a'8 dis16~ dis16 f16 f'16 ais'16 c'16 c'16 b16 c'16 dis'16
ais16 g16 c'16 a16 a16 c'16 dis'16 fis16 cis'16 dis16 gis16 d'16 cis''16 ais16 c'16 g16
fis16 d'16 e16 b16\!
140
141 %\key a \major
142 r8 r8 b'16\mp f''16 fis''16 dis''16 g'16 fis16 a'16 d''16 e''16 a'16 e16\!
143
144 %\key cis \major
145 r8. r16 gis'8\mf a16~ a16 e16 fis8 f16~ f16 f'16 ais''16 cis''16 ais''16 cis'16 dis'16 a16 b16
a16 ais16 c'16 c'16 r16 gis'16 dis16 cis'16 fis16 b16 c'16 f16 g''16 b16 d''16 gis'16 ais
'16 dis16 cis'16 cis'16\!
146
147 %\key g \minor
148 r8 r8 g8\mf\> cis''8 b16 g'16~ g'16 cis'16~ cis'16 dis16 g16 d'16 c'16 cis'16 d'16 d''16 a16
c'16 g16 c'16 ais16 a16 f'16 ais'16 b16 ais16 g16 dis'16 a16 c'16 e16 cis'16 dis16 g16
gis16 fis16 d16\!
149
150 %\key e \major
151 r16 r8. gis'16\pp\> dis''16 a'16 b16 a'16 f'16 e'16 c'16 fis'16 fis16 e'16\!
152
153 %\key cis \minor
154 r8 r8 e8\pp e''8 ais''16 ais16~ ais16 f16~ f16 e16 cis'16 fis16 dis''16 f'16 e16 e16 g16 d'16 c
'16 fis16 dis16 dis16 cis'16 cis'16 f'16 cis'16 ais16 e16 g''16 c'16 c'16 fis16 a16 dis16
cis'16 cis'16 dis16\!

```



```

155
156 %\key g \minor
157 r16 r8. g16\ppp\> ais''16 cis''16 e'16 ais16 a'16 fis16 ais'16 g''16 e16 c'16\!
158
159 %\key f \minor
160 r8 r8 fis8\pp\> c'8 dis16 gis16~ gis16 cis'16~ cis'16 f16 g16 a16 c'16 cis'16 f16 c'16 cis'16
    dis16 d'16 fis16 a16 gis16 gis16 e16 c'16 cis'16 c'16 f16 a16 ais16 e16 b16 e16 gis16 f16 d
    '16 a16\!
161
162 %\key b \minor
163 r16 r8. b16\pp\> e''16 g16 f16 fis'16 b16 a16 d'16 d'16 cis'16 e16\!
164
165 %\key gis \major
166 r8 r8 dis16\pp\> gis''16 fis''16 c'16 b16 f16 e16 dis''16 gis'16 cis'16 cis'16\!
167
168 %\key e \major
169 r8. r16 gis16\p\> d'16 d'16 cis'16 e16 fis16 b16 gis16 r16 gis16 e16\!
170
171 %\key f \major
172 r4 f''16\pp\> g16 fis16 cis'16 c''16 f16 a''16 b16 f16 ais16 a16\!
173
174 %\key ais \minor
175 r16 r8. cis''16\p\> a16 g16 ais16 cis''16 c''16 a16 cis'16 ais16 c'16 d''16\!
176
177 %\key c \major
178 r8 r8 c''16\p fis''16 fis'16 g'16 c'16 c'16 ais'16 f'16 a16 c''16 b16\!
179
180 %\key ais \major
181 r8. r16 d'16\pp\> dis''16 a'16 f''16 fis16 c'16 b16 ais''16 ais16 b16 g16\!
182
183 %\key ais \minor
184 r4 b'16\ff\> ais''16 cis'16 f''16 cis''16 c'16 g''16 fis16 g''16 ais''16 b16\!
185
186 %\key fis \minor
187 r16 r4\> b'16 a16 fis16 g''16 fis'16 f''16 fis16 cis'16 gis16 e''16\!
188
189 %\key fis \major
190 r8 r8 cis'16\ff\> fis''16 b'16 ais''16 gis16 ais16 cis''16 ais'16 a16 fis'16 fis'16\!
191
192 %\key fis \major
193 r8. r16 cis''16\p\> ais16 ais16 f16 b'16 d'16 c''16 fis16 gis16 gis'16 b16\!
194
195 %\key b \minor
196 r4 b16\pp\> cis''16 dis'16 ais16 fis16 ais16 a16 d''16 d''16 b16 gis16\!
197
198 %\key dis \major
199 r16 r8. g16\p\> gis''16 dis'16 ais16 gis'16 f16 ais16 f''16 g''16 d'16 b16\!
200
201 %\key a \major
202 r8 r8 d'16\ppp a16 fis16 r16 c'16 a16 e16 cis'16 d'16 g16 e'16\!
203
204 %\key b \major
205 r8. r16 e'16\p\> ais16 b16 fis16 ais'16 b16 cis'16 b16 fis16 c''16 a16\!
206
207 %\key fis \minor
208 r4 d'16\p fis''16 r16 e'16 fis16 cis'16 f16 f16 dis''16 f16 a16\!
209
210 %\key b \minor
211 r16 r8. b16\pp g16 fis16 a16 g16 d''16 cis'16 d'16 f16 b16 f''16\!
212
213 %\key ais \major
214 r8 r8 dis'16\pp\> f16 a16 f16 ais16 d'16 f16 ais16 dis16 dis16 g16\! r8. r2
215 %>v
216 \bar "|."
217 }
218
219 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
220 % voz C
221 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
222 vozC = {
223 %v<
224 %\key g \major
225 r4 r4 < g~ b~ d'~>4\mp\>\markup { \bold I } < g~ b~ d'~>4 < g b d'>4 < a c' e'>4\markup { \
    bold ii } < g b d'>4\markup { \bold I } < e a c'>4\markup { \bold ii } < g b d'>4\markup
    { \bold I } r4 r4 < c e g>4\markup { \bold IV } r4 < b d' fis'>4\markup { \bold iii }
226
227 %\key dis \minor

```

228 r4 < ais dis' fis'>4!\mp\>_markup { \bold i } < dis fis ais>4_markup { \bold i } r4 < gis b
dis'>4_markup { \bold iv } r4 < cis eis gis>4_markup { \bold VII } < cis fis ais>4_
markup { \bold III } < gis b dis'>4_markup { \bold iv } < fis ais dis'>4_markup { \bold i
} r4 r4

229

230 %\key gis \minor

231 r4 r4 < dis g ais>4!\mp\>_markup { \bold V } < ais dis' g'>4_markup { \bold V } < gis~ b~
dis'~>4_markup { \bold i } < gis~ b~ dis'~>4 r4 < gis b dis'>4 < cis e gis>4_markup { \
bold iv } < f ais cis'>4_markup { \bold ii' } < b dis' fis'>4_markup { \bold III }

232

233 %\key a \minor

234 r4 < g b d'>4!\p\>_markup { \bold VII } < d f a>4_markup { \bold iv } < a c' e'>4_markup {
\bold i } < a d' f'>4_markup { \bold iv } < d f a>4_markup { \bold iv } < fis b d'>4_
markup { \bold ii' } < e gis b>4_markup { \bold V } < g b d'>4_markup { \bold VII } < b d
' fis'>4_markup { \bold ii' } < fis b d'>4_markup { \bold ii' } < e gis b>4_markup { \
bold V } < g b d'>4_markup { \bold VII }

235

236 %\key e \major

237 r4 < dis fis b>4!\pp\>_markup { \bold V } < a cis' e'>4_markup { \bold IV } < e gis b>4_
markup { \bold I } < b dis' fis'>4_markup { \bold V } < cis e a>4_markup { \bold IV } < a
cis' e'>4_markup { \bold IV } < e~ gis~ b~>4_markup { \bold I } < e gis b>4 < dis fis b
>4_markup { \bold V } < b dis' fis'>4_markup { \bold V } < dis fis b>4_markup { \bold V
} < dis fis ais>4_markup { \bold vii' }

238

239 %\key a \minor

240 r4 < a c' e'>4!\p\>_markup { \bold i } < f a d'>4_markup { \bold iv } < a~ c'~ e'~>4_markup {
\bold i } < a c' e'>4 < e gis b>4_markup { \bold V } < b d' fis'>4_markup { \bold ii' }
< d f a>4_markup { \bold iv } < g c' e'>4_markup { \bold III } < d f a>4_markup { \bold
iv } < g b d'>4_markup { \bold VII }

241

242 %\key dis \major

243 r4 < eis gis bis>4!\pp\>_markup { \bold ii' }

244

245 %\key ais \major

246 r4 r4 < ais cisis' eis'>4!\p\>_markup { \bold I } < bis eis' gisis'>4_markup { \bold V } r4
< cisis eis ais>4_markup { \bold I } < ais cisis' eis'>4_markup { \bold I } < e' gisis'
bis'>4_markup { \bold vii' } r4 < cisis eis ais>4_markup { \bold I } r4 < bis eis' gisis'
'>4_markup { \bold V }

247

248 %\key g \major

249 r4 < a d' fis'>4!\p\>_markup { \bold V }

250

251 %\key f \minor

252 r4 r4 < g bes d'>4!\f\>_markup { \bold ii' } < c f aes>4_markup { \bold i } < aes~ c'~ ees
'~>4_markup { \bold III } r4 < aes c' ees'>4 < bes des' f'>4_markup { \bold iv } < c e g
>4_markup { \bold V } < g c' e'>4_markup { \bold V } < bes des' f'>4_markup { \bold iv }
< d g bes>4_markup { \bold ii' }

253

254 %\key a \minor

255 r4 < c e a>4!\mf\>_markup { \bold i } < a c' e'>4_markup { \bold i } < fis b d'>4_markup {
\bold ii' } < a c' e'>4_markup { \bold i } r4 < e gis b>4_markup { \bold V } < a c' e'>4_
markup { \bold i } r4 < e a c'>4_markup { \bold i }

256

257 %\key b \minor

258 r4 r4 < e g b>4!\>_markup { \bold iv } < cis' fis' ais'>4_markup { \bold V }

259

260 %\key a \minor

261 r4 < f a d'>4!\mp\>_markup { \bold iv } < a c' e'>4_markup { \bold i } r4 < e gis b>4_markup
{ \bold V } < gis b e'>4_markup { \bold V } < g b d'>4_markup { \bold VII } < fis b d'>4_
markup { \bold ii' } r4 < g b d'>4_markup { \bold VII }

262

263 %\key e \minor

264 r4 < a c' e'>4!\pp\>_markup { \bold iv } < e g b>4_markup { \bold i } < dis fis b>4_markup
{ \bold V }

265

266 %\key ais \minor

267 r4 < ais cis' eis'>4!\p\>_markup { \bold i } < eis a bis>4_markup { \bold V } < eis ais cis'
'>4_markup { \bold i } < eis a bis>4_markup { \bold V } < eis ais cis'>4_markup { \bold
i } r4 < dis fis ais>4_markup { \bold iv } r4

268

269 %\key e \major

270 r4 r4 < a cis' e'>4!\p\>_markup { \bold IV } < e gis b>4_markup { \bold I } < gis b e'>4_
markup { \bold I }

271

272 %\key fis \major

273 r4 r4 < fis ais cis'>4!\pp\>_markup { \bold I }

274

```

275 %\key d \minor
276 r4 < d f a>4\!\mp\>_\markup { \bold i } < des e a>4_\markup { \bold V } < d f a>4_\markup { \
bold i }
277
278 %\key fis \major
279 r4 < cis eis gis>4\!\mf_\markup { \bold V } < fis ais cis'>4_\markup { \bold I }
280
281 %\key b \minor
282 r4 < b- d'~ fis'~>4\!\mp_\markup { \bold i } r4 < b d' fis'>4
283
284 %\key f \minor
285 r4 < aes des' f'>4\!\>_\markup { \bold VI } < f aes c'>4_\markup { \bold i }
286
287 %\key a \minor
288 r4 < a- c'~ e'~>4\!\ff\>_\markup { \bold i } < a c' e'>4
289
290 %\key gis \minor
291 r4 r4 r4 < b dis' gis'>4\!\f_\markup { \bold i }
292
293 %\key c \minor
294 r4 < f aes c'>4\!\fff_\markup { \bold iv } < c ees g>4_\markup { \bold i } < bes d' f'>4_\
markup { \bold VII }
295
296 %\key a \minor
297 r4 < fis b d'>4\!\mf_\markup { \bold ii' } < b d' fis'>4_\markup { \bold ii' }
298
299 %\key f \minor
300 r4 < des f aes>4\!\f_\markup { \bold VI } < c e g>4_\markup { \bold V } < bes des' f'>4_\markup
{ \bold iv }
301
302 %\key d \major
303 r4 < a cis' e'>4\!\pp_\markup { \bold V } < g b d'>4_\markup { \bold IV }
304
305 %\key g \major
306 r4 r4 < a c' e'>4\!\pp\>_\markup { \bold ii } < g b d'>4_\markup { \bold I }
307
308 %\key c \major
309 r4 < e g c'>4\!\pp\>_\markup { \bold I }
310
311 %\key dis \minor
312 r4 r4 < eis gis c'>4\!\p\>_\markup { \bold ii' } < cis eis gis>4_\markup { \bold VII } < gis b
dis'>4_\markup { \bold iv }
313
314 %\key e \major
315 r4 r4 < dis fis b>4\!\ppp\>_\markup { \bold V }
316
317 %\key a \minor
318 r4 < e a c'>4\!\pp\>_\markup { \bold i } < e gis b>4_\markup { \bold V } < c e a>4_\markup { \
bold i }
319
320 %\key d \minor
321 r4 < des e a>4\!\p\>_\markup { \bold V } < d f a>4_\markup { \bold i }
322
323 %\key c \major
324 r4 r4 r4 r4 r4
325 %>v
326 \bar "|."
327 }
328
329 %%%%%%%%%%%
330 % voz D
331 %%%%%%%%%%%
332 vozD = {
333 %v<
334
335
336 %\key f \major
337 < bes d' f'>4\p\>_\markup { \bold IV } < bes d' g'>4_\markup { \bold ii } < f a c'>4_\markup {
\bold I } < c e g>4_\markup { \bold V } r4 < c f a>4_\markup { \bold I } < bes~ d'~ f'~>4_\
markup { \bold IV } < bes~ d'~ f'~>4 < bes d' f'>4 r4 r4
338
339 %\key d \major
340 r4 r4 < gis cis' e'>4\!\pp\>_\markup { \bold vii' } < d fis a>4_\markup { \bold I } < fis a d
'>4_\markup { \bold I } < d~ fis~ a~>4_\markup { \bold I } r4 < d fis a>4 < g b d'>4_\
markup { \bold IV } < d fis a>4_\markup { \bold I } < a d' fis'>4_\markup { \bold I } < d
fis a>4_\markup { \bold I } r4 < a cis' e'>4_\markup { \bold V }
341

```

```

342 %\key fis \major
343 r4 < fis ais cis'>4!\p\markup { \bold I } < ais cis' fis'>4\markup { \bold I } r4 < c' eis'
    gis'>4\markup { \bold vii } r4 < cis fis ais>4\markup { \bold I } < ais cis' eis'>4\
    markup { \bold iii } < gis cis' eis'>4\markup { \bold V } r4
344
345 %\key gis \major
346 r4 r4 r4 < gis bis dis'>4!\p>\markup { \bold I } < eis gis cis'>4\markup { \bold IV } < cis
    eis gis>4\markup { \bold IV } r4 < gis~ bis~ dis'~>4\markup { \bold I } < gis bis dis'>4
    r4 < eis gis bis>4\markup { \bold vi } r4 r4 < gis bis dis'>4!\markup { \bold I }
347
348 %\key cis \minor
349 r4 < fis a cis'>4\pp\>\markup { \bold iv } < e gis cis'>4\markup { \bold i } < cis e gis>4\
    markup { \bold i } r4 < gis c' dis'>4\markup { \bold V } < dis fis b>4\markup { \bold VII
    } < fis a cis'>4\markup { \bold iv } < cis e gis>4\markup { \bold i } r4 < gis cis' e'>4
    \markup { \bold i } < b dis' fis'>4\markup { \bold VII }
350
351 %\key ais \major
352 r4 r4 < bis eis' gisis'>4!\pp>\markup { \bold V } < ais cisis' eis'>4\markup { \bold I } <
    e' gisis' bis'>4\markup { \bold vii } r4 r4 r4 < ais cisis' fisis'>4\markup { \bold vi }
    < dis fisis ais>4\markup { \bold IV } < gisis bis eis'>4\markup { \bold V }
353
354 %\key ais \minor
355 r4 r4 < ais cis' eis'>4!\pp\>\markup { \bold i } < bis eis' a'>4!\markup { \bold V }
356
357 %\key c \minor
358 r4 < a d' f'>4\mp>\markup { \bold ii } < c ees g>4\markup { \bold i } < bes d' f'>4\markup
    { \bold VII } < c~ ees~ g~>4\markup { \bold i } < c~ ees~ g~>4 < c ees g>4 < aes c' f'>4\
    \markup { \bold iv } < c ees g>4\markup { \bold i }
359
360 %\key a \major
361 r4 r4 < fis a d'>4!\mp\>\markup { \bold IV } < a cis' e'>4\markup { \bold I } < e a cis'>4!\
    markup { \bold I }
362
363 %\key cis \major
364 r4 r4 < ais cis' eis'>4\mf\>\markup { \bold vi } < cis fis ais>4\markup { \bold IV } r4 < bis,
    dis gis>4\markup { \bold V } < dis fis ais>4\markup { \bold ii } < bis, dis g>4\markup {
    \bold vii } r4 < cis eis gis>4\markup { \bold I }
365
366 %\key g \minor
367 r4 r4 < c ees g>4!\mf>\markup { \bold iv } < g bes d'>4\markup { \bold i } < d ges a>4\
    markup { \bold V } < g bes d'>4\markup { \bold i } < bes d' f'>4\markup { \bold III } < g
    c' ees'>4\markup { \bold iv } < a c' e'>4\markup { \bold ii }
368
369 %\key e \major
370 r4 r4 < dis fis b>4!\pp>\markup { \bold V } r4 < fis b dis'>4\markup { \bold V }
371
372 %\key cis \minor
373 r4 < e gis cis'>4!\pp\>\markup { \bold i } < dis fis ais>4\markup { \bold ii } < cis fis a>4\
    \markup { \bold iv } < cis e gis>4\markup { \bold i } < c dis gis>4\markup { \bold V } <
    cis e gis>4\markup { \bold i } < ais dis' fis'>4\markup { \bold ii } < gis c' dis'>4\
    markup { \bold V } < cis e gis>4\markup { \bold i }
374
375 %\key g \minor
376 r4 < bes d' g'>4!\pp>\markup { \bold i } < d ges a>4\markup { \bold V } < e a c'>4\markup
    { \bold ii }
377
378 %\key f \minor
379 r4 < c ees aes>4!\pp>\markup { \bold III } < des f aes>4\markup { \bold VI } < g c' e'>4\
    markup { \bold V } < f aes c'>4\markup { \bold i } < d g bes>4\markup { \bold ii } < f
    aes c'>4\markup { \bold i } < c f aes>4\markup { \bold i } < c e g>4\markup { \bold V }
    < f aes c'>4\markup { \bold i }
380
381 %\key b \minor
382 r4 < e g b>4!\pp>\markup { \bold iv } < b d' fis'>4\markup { \bold i } < cis' e' a'>4\
    markup { \bold VII }
383
384 %\key gis \major
385 r4 r4 r4 < cis eis gis>4!\pp>\markup { \bold IV }
386
387 %\key e \major
388 r4 < cis e a>4\p>\markup { \bold IV } < e gis b>4\markup { \bold I }
389
390 %\key f \major
391 r4 < f a c'>4!\pp>\markup { \bold I } < c f a>4\markup { \bold I } < f~ a~ c'~>4\markup {
    \bold I }
392
393 %\key ais \minor

```

```

394 r4 < eis a bis>4!\p> < bis eis' a'>4\_markup { \bold V } < eis a bis>4\_markup { \bold V }
395
396 %\key c \major
397 r4 < b d' fis'>4!\p\_markup { \bold vii° } r4 < g b d'>4!\\_markup { \bold V }
398
399 %\key ais \major
400 r4 < eis gisis bis>4\pp>\_markup { \bold V } < ais dis' fisis'>4\_markup { \bold IV }
401
402 %\key ais \minor
403 r4 r4 < fis ais cis'>4!\ff>\_markup { \bold VI } < g bis dis'>4\_markup { \bold ii° }
404
405 %\key fis \minor
406 r4 < b d' fis'>4!\>\_markup { \bold iv } < fis a cis'>4\_markup { \bold i } < gis b e'>4\_
markup { \bold VII }
407
408 %\key fis \major
409 r4 < b dis' gis'>4!\f>\_markup { \bold ii } < fis~ ais~ cis'~>4\_markup { \bold I } < fis ais
cis'>4\!
410
411 %\key fis \major
412 r4 < eis gis c'>4\p>\_markup { \bold vii° } < b dis' fis'>4\_markup { \bold IV }
413
414 %\key b \minor
415 r4 < b d' fis'>4!\pp>\_markup { \bold i } < fis a d'>4\_markup { \bold III } < b d' fis'>4\_
markup { \bold i }
416
417 %\key dis \major
418 r4 < gis bis dis'>4!\p>\_markup { \bold IV } < eis ais cisis'>4\_markup { \bold V } < ais
cisis' eis'>4\_markup { \bold V }
419
420 %\key a \major
421 r4 < d fis a>4!\ppp\_markup { \bold IV } < e a cis'>4\_markup { \bold I } < a cis' e'>4!\\_
markup { \bold I }
422
423 %\key b \major
424 r4 < fis ais cis'>4\p>\_markup { \bold V } < b dis' fis'>4\_markup { \bold I }
425
426 %\key fis \minor
427 r4 < d fis b>4!\p\_markup { \bold iv } < fis a cis'>4\_markup { \bold i } < dis gis b>4\_
markup { \bold ii° }
428
429 %\key b \minor
430 r4 < g b e'>4!\pp\_markup { \bold iv } < b~ d'~ fis'~>4\_markup { \bold i } < b d' fis'>4
431
432 %\key ais \major
433 r4 < gisis cisis' eis'>4!\pp>\_markup { \bold iii } < ais cisis' eis'>4\_markup { \bold I } <
fisis ais dis'>4!\\_markup { \bold IV }
434
435 %\key c \major
436 r4 r4
437 %>v
438 \bar "|."
439 }
440
441 \score {
442 <<
443 \new Staff {
444 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
445 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
446 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
447 \time 4/4
448 \vozA
449 }
450 \new Staff {
451 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
452 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
453 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
454 \time 4/4
455 \vozB
456 }
457 \new Staff {
458 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
459 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.15
460 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.5
461 \clef bass
462 \time 4/4
463 \vozC

```

```

464     }
465     \new Staff {
466         \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
467         \set Staff.midiMinimumVolume = #0.15
468         \set Staff.midiMaximumVolume = #0.5
469         \clef bass
470         \time 4/4
471         \vozD
472     }
473 >>
474
475 \layout{ }
476 \midi {
477     \tempo 4 = 56
478     midiMinimumVolume = #0.2
479     midiMaximumVolume = #0.5
480 }
481 }
482
483 #(set-default-paper-size "a4")
484 #(set-global-staff-size 18)
485
486
487 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```

A.7 Código da Harmonização de 'H1' (método da tonalidade vetorial)

Código A.7: Harmonização de 'H1' (método da tonalidade vetorial)

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4 %title = "h1c_Harm"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10 %v<
11
12
13 %\key bes \major
14 r4 r8 b8-\mp\> b16 g16- g8 g8- g16 b16- b8 f8 a16 ais16- ais16 e16 d'8 f16 e16- e16 c'16 a8 b16
   c'16- c'16 a16 gis16 fis16 fis16 e16 f16 cis'16 cis'16 ais16 c'16 e'16 d'16 d'16 dis16
   fis16 b16 g16 b16 fis16\!
15
16 %\key b \minor
17 r8 r8 ais8-\mp\> ais16 dis16- dis8 dis8- dis16 g'16- g'8 c'8 b16 b16- b16 a16 a8 e16 f16- f16
   gis16 cis'8 cis'16 fis16- fis16 ais16 b16 ais16 gis16 f'16 fis16 a16 ais16 a16 a16 fis16 e
   '16 b16 g'16 fis16 e16 c'16 a'16 cis'16\!
18
19 %\key ees \minor
20 r8 r8 cis''8\mp\> g'8 gis8 ais8 a16 c'16 gis'16 b'16 g'16 g''16 gis'16 b16 ais16 gis''16 d'16
   b16 cis'16 ais'16 gis16 gis'16 a'16 f'16 e16 g'16 dis16 r16 f16 fis16 e'16 f'16 fis16 dis16
   fis16 dis'16\!
21
22 %\key fis \minor
23 r4 b8.\pp\> d'16- d'8 c'8- c'16 a8. a8 f16 f16- f16 d'16 gis8 fis''16 c'8 gis16 gis8 a16 g'16- g
   '16 gis16 a16 gis16 fis16 gis16 f16 f'16 fis'16 ais16 fis16 cis'16 gis16 g16 gis16 a16 g
   '16 f'16 g16 a16\!
24
25 %\key e \major
26 r4 dis8.\pp\> a16- a8 e8- e16 d'8. dis8 g16 cis'16- cis'16 dis16 dis8 a16 b8 e16 e8 cis'16 b16-
   b16 f16 dis16 e16 dis16 g16 c'16 dis16 dis16 cis'16 b16 cis'16 dis16 e16 cis'16 fis16
   ais16 e'16 f16 e16\!
27
28 %\key a \minor

```

```

29 r4 a8\p b8 f''8 dis8 e16 cis'16 a16 gis16 a16 dis''16 c'16 d'16 gis16 e16 c'16 cis'16 b16 f16
   fis16 c'16 a16 gis16 d'16 a16 g''16 e16 g16 c'16 f16 e16 a16 f16 g16 a16\!
30
31 %\key e \major
32 r8 r8 dis'16\pp g16 f'16 dis''16 gis16 dis'16 b16 dis'16 f'16 e'16\!
33
34 %\key cis \minor
35 r4 ais8\p\> c'8 c'8 ais8 gis'16 b'16 d'16 a16 d'16 ais16 ais16 cis'16 d'16 d'16 dis16 dis16 e16
   ais16 cis'16 dis''16 b16 ais16 b16 ais16 d'16 dis16 b16 b16 fis'16 e16 ais16 d''16 c'16
   b16\!
36
37 %\key b \minor
38 r8 r8 e''16\p cis''16 a'16 g'16 a16 r16 ais''16 g16 b''16 g16\!
39
40 %\key fis \major
41 r4 d'8\f\> cis'8 c'8 f'8 c'16 fis'16 cis'16 dis16 fis16 b16 ais'16 cis''16 dis''16 gis'16 cis
   '16 f'16 ais'16 f'16 cis'16 cis'16 c'16 b16 dis'16 e'16 g'16 f'16 gis'16 c'16 f16 f'16 f16
   ais16 d'16 g'16\!
42
43 %\key fis \minor
44 r8 r8 f'8\mf\> c'8 fis8 a8 cis'16 c'16 fis'16 d'16 c''16 gis16 a'16 f16 r16 e'16 ais16 c''16
   c'16 e'16 gis'16 fis'16 b16 b'16 a'16 gis''16 g''16 ais16 cis'16 f''16 ais16 g'16 e16 a'16
   d'16 fis'16\!
45
46 %\key f \minor
47 r4 r16 d'16 f''16 ais16 e16 b'16 b16 cis'16 cis'16 g'16\!
48
49 %\key bes \minor
50 r8 r8 c'8\mp f8 d'8 a8 gis'16 a16 ais'16 c'16 ais16 cis'16 e16 f16 fis'16 gis16 gis16 b16 dis16
   cis'16 g'16 a16 a16 b16 fis16 c'16 c'16 b16 r16 f16 gis'16 ais16 g16 cis'16 b16 a16\!
51
52 %\key f \major
53 r4 a16\pp\> a16 g16 e'16 b'16 e''16 d'16 gis16 dis'16 g'16\!
54
55 %\key f \minor
56 r8 r8 ais8\p\> ais8 cis'8 a8 f'16 cis'16 f16 dis16 f16 e16 f16 a16 f16 e16 f16 g16 cis'16 ais16
   e16 c'16 fis16 e16 dis'16 ais16 fis16 cis'16 b16 gis16 ais16 gis16 d'16 b16 fis16 f16\!
57
58 %\key d \minor
59 r4 a16\p e16 e16 g'16 b16 e''16 ais'16 b16 gis16 d'16\!
60
61 %\key des \minor
62 r8 r8 fis''16\pp\> b16 d'16 fis'16 dis'16 c'16 cis'16 ais16 fis16 cis''16\!
63
64 %\key d \minor
65 r4 d'16\mp\> dis''16 f'16 g'16 cis''16 dis''16 cis''16 e'16 d'16 f'16\!
66
67 %\key c \minor
68 r8 r8 fis''16\mf dis16 gis16 r16 cis'16 c'16 fis'16 fis''16 e16 c'16\!
69
70 %\key d \major
71 r4 b'16\mp f'16 f'16 d''16 c'16 e16 b16 c''16 b16 d'16\!
72
73 %\key f \minor
74 r8 r8. dis16 gis'16 cis''16 f16 ais''16 f'16 b'16 b'16 f''16\!
75
76 %\key c \minor
77 r4 e''16\ff\> a'16 g'16 dis''16 a'16 gis''16 d''16 c'16 cis''16 ais16\!
78
79 %\key a \minor
80 r8 r8 b'16\f e'16 c'16 g'16 g'16 b''16 b'16 a'16 gis16 gis'16\!
81
82 %\key c \minor
83 r4 f'16\fff c''16 c''16 ais'16 c''16 dis'16 ais'16 c''16 ais'16 e'16\!
84
85 %\key c \major
86 r8 r8 e''16\mf e16 fis''16 c''16 c''16 dis''16 b'16 c'16 a'16 fis'16\!
87
88 %\key f \minor
89 r4 f''16\f g'16 cis''16 gis''16 c''16 d''16 c'16 g'16 ais'16 f''16\!
90
91 %\key b \minor
92 r8 r8 gis16\pp gis16 cis''16 b'16 d'16 a16 g'16 d'16 ais'16 c'16\!
93
94 %\key e \minor
95 r4 ais'16\pp\> b16 gis''16 g16 a16 f16 gis'16 e''16 g16 d'16\!
96

```

```

97 %\key cis \minor
98 r8 r8 c'16\pp\> f16 e16 e16 g'16 a'16 cis'16 b16 c''16 cis''16\!
99
100 %\key bes \minor
101 r4 c'16\p\> dis'16 fis16 c'16 cis'16 f16 dis'16 dis'16 b16 ais16\!
102
103 %\key d \major
104 r8 r8 fis''16\ppp\> b16 f16 e16 b16 ais16 dis'16 e16 e16 d'16\!
105
106 %\key c \major
107 r4 e'16\pp\> a16 f'16 fis'16 b16 e16 f16 c''16 c'16 cis'16\!
108
109 %\key c \major
110 r8 r8 d'16\p\> f'16 cis'16 d'16 fis16 c'16 d''16 e'16 c'16 b16\! r4 r1
111 %>v
112 \bar "|."
113 }
114
115 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
116 % voz B
117 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
118 vozB = {
119 %v<
120
121
122 %\key d \minor
123 f8.\p\> ais16~ ais8 g8 c'8. c'16~ c'8 e8 fis16 c'8 d16 c'8 f8 ais16 ais8 f16 ais8 ais16 c'16 d
'16 f16 ais16 a16 gis16 d'16 f16 cis'16 gis16 fis16 dis16 e16 cis'16 cis'16 cis'16 f16\!
124
125 %\key cis \minor
126 r4 gis8.\pp\> fis16~ fis8 e8 fis8. d'16~ d'8 gis8 dis''16 d'8 g16 fis8 a8 g16 g8 dis'16 d'8
dis16 gis16 a'16 gis16 b16 f16 a16 f16 f16 f16 ais'16 b16 cis'16 g16 cis'16 g16 c'16 cis
'16\!
127
128 %\key f \minor
129 r4 cis'8\p fis8 ais16 fis'8 g16~ g16 d'16 b'16 b'16 c'16 f16 dis16 dis16 d''16 a16 fis16 fis16
cis'16 cis'16 a''16 b16 ais16 f16 f16 b16 gis'16 gis'16 f''16 cis'16 a16 g16 e16 b16 e16\!
130
131 %\key a \major
132 r8. r16 dis'8.\p\> a16~ a8 gis16~ gis16 dis'8. f16~ f8 f16~ f16 gis16 fis8 a16 ais8 gis16~
gis16 gis'16 e'8 gis16 e8 ais16 e16 c'16 e'16 fis16 f16 c'16 d'16 a16 a16 d'16 g'16 e16 a16
cis'16 b16 gis16 gis16\!
133
134 %\key f \minor
135 r8. r16 c'8.\ppp\> fis16~ fis8 e16~ e16 cis'8. gis16~ gis8 g16~ g8 g8 gis16 ais8 dis16~ dis16 d
'16 b8 a16 c'8 c'16 cis'16 dis16 cis'16 e16 f16 cis'16 b16 e16 gis16 a16 fis16 e16 b16 g16
dis16 fis16 f16\!
136
137 %\key bes \major
138 r8. r16 gis8\pp\> c'16~ c'16 b16 ais8 ais16~ ais16 d'16 cis'16 e16 c'16 dis16 ais16 gis16 b16 d
'16 d'16 cis'16 e16 gis16 f16 fis16 d'16 a16 gis16 ais16 g16 cis'16 d'16 g16 e'16 f16 b16
a16 ais'16\!
139
140 %\key c \minor
141 r8 r8 c'16\ppp cis'16 d'16 a16 g'16 gis''16 ais16 ais16 fis16 f16 c''16\!
142
143 %\key b \major
144 r8. r16 gis8\mp\> a'16~ a'16 c'16 a'8 dis16~ dis16 f16 f'16 ais'16 c'16 c'16 b16 c'16 dis'16
ais16 g16 c'16 a16 a16 c'16 dis'16 fis16 cis'16 dis16 gis16 d'16 cis''16 ais16 c'16 g16
fis16 d'16 e16 b16\!
145
146 %\key ees \minor
147 r8 r8 b'16\mp f''16 fis''16 dis''16 g'16 fis16 a'16 d''16 e''16 a'16 e16\!
148
149 %\key cis \minor
150 r8. r16 gis'8\mf a16~ a16 e16 fis8 f16~ f16 f'16 ais''16 cis''16 ais''16 cis'16 dis'16 a16 b16
a16 ais16 c'16 c'16 r16 gis'16 dis16 cis'16 fis16 b16 c'16 f16 g''16 b16 d''16 gis'16 ais
'16 dis16 cis'16 cis'16\!
151
152 %\key d \major
153 r8 r8 g8\mf\> cis''8 b16 g'16~ g'16 cis'16~ cis'16 dis16 g16 d'16 c'16 cis'16 d'16 d''16 a16
c'16 g16 c'16 ais16 a16 f'16 ais'16 b16 ais16 g16 dis'16 a16 c'16 e16 cis'16 dis16 g16
gis16 fis16 d16\!
154
155 %\key e \major
156 r16 r8. gis'16\pp\> dis''16 a'16 b16 a'16 f'16 e'16 c'16 fis'16 fis16 e'16\!
157

```



```

158 %\key d \major
159 r8 r8 e8\pp e''8 ais''16 ais16~ ais16 f16~ f16 e16 cis'16 fis16 dis''16 f'16 e16 e16 g16 d'16 c
'16 fis16 dis16 dis16 cis'16 cis'16 f'16 cis'16 ais16 e16 g''16 c'16 c'16 fis16 a16 dis16
cis'16 cis'16 dis16\!
160
161 %\key g \minor
162 r16 r8. g16\pp\> ais''16 cis''16 e'16 ais16 a'16 fis16 ais'16 g''16 e16 c'16\!
163
164 %\key c \major
165 r8 r8 fis8\pp\> c'8 dis16 gis16~ gis16 cis'16~ cis'16 f16 g16 a16 c'16 cis'16 f16 c'16 cis'16
dis16 d'16 fis16 a16 gis16 gis16 e16 c'16 cis'16 c'16 f16 a16 ais16 e16 b16 e16 gis16 f16 d
'16 a16\!
166
167 %\key d \major
168 r16 r8. b16\pp\> e''16 g16 f16 fis'16 b16 a16 d'16 d'16 cis'16 e16\!
169
170 %\key d \major
171 r8 r8 dis16\pp\> gis''16 fis''16 c'16 b16 f16 e16 dis''16 gis'16 cis'16 cis'16\!
172
173 %\key fis \minor
174 r8. r16 gis16\p\> d'16 d'16 cis'16 e16 fis16 b16 gis16 r16 gis16 e16\!
175
176 %\key bes \major
177 r4 f''16\pp\> g16 fis16 cis'16 c''16 f16 a''16 b16 f16 ais16 a16\!
178
179 %\key d \major
180 r16 r8. cis''16\p\> a16 g16 ais16 cis''16 c''16 a16 cis'16 ais16 c'16 d''16\!
181
182 %\key c \major
183 r8 r8 c''16\p fis''16 fis'16 g'16 c'16 c'16 ais'16 f'16 a16 c''16 b16\!
184
185 %\key g \minor
186 r8. r16 d'16\pp\> dis''16 a'16 f''16 fis16 c'16 b16 ais''16 ais16 b16 g16\!
187
188 %\key bes \minor
189 r4 b'16\ff\> ais''16 cis'16 f'16 cis''16 c'16 g''16 fis16 g'16 ais''16 b16\!
190
191 %\key e \major
192 r16 r4\> b'16 a16 fis16 g''16 fis'16 f''16 fis16 cis'16 gis16 e''16\!
193
194 %\key g \major
195 r8 r8 cis'16\f\> fis''16 b'16 ais''16 gis16 ais16 cis''16 ais'16 a16 fis'16 fis'16\!
196
197 %\key a \major
198 r8. r16 cis''16\p\> ais16 ais16 f16 b'16 d'16 c''16 fis16 gis16 gis'16 b16\!
199
200 %\key d \major
201 r4 b16\pp\> cis''16 dis'16 ais16 fis16 ais16 a16 d''16 d'16 b16 gis16\!
202
203 %\key f \minor
204 r16 r8. g16\p\> gis''16 dis'16 ais16 gis'16 f16 ais16 f''16 g''16 d'16 b16\!
205
206 %\key e \minor
207 r8 r8 d'16\ppp a16 fis16 r16 c'16 a16 e16 cis'16 d'16 g16 e'16\!
208
209 %\key a \major
210 r8. r16 e'16\p\> ais16 b16 fis16 ais'16 b16 cis'16 b16 fis16 c''16 a16\!
211
212 %\key ees \minor
213 r4 d'16\p fis''16 r16 e'16 fis16 cis'16 f16 f16 dis''16 f16 a16\!
214
215 %\key f \major
216 r16 r8. b16\pp g16 fis16 a16 g16 d''16 cis'16 d'16 f16 b16 f''16\!
217
218 %\key g \minor
219 r8 r8 dis'16\pp\> f16 a16 f16 ais16 d'16 f16 ais16 dis16 dis16 g16\! r8. r2
220 %>v
221 \bar "|."
222 }
223
224 %%%%%%%%%%
225 % voz C
226 %%%%%%%%%%
227 vozC = {
228 %v<
229
230

```

231 %\key bes \major
232 r4 r4 r4 < g bes ees'>4\mp\>\markup { \bold IV } r4 < a c' e'>4\markup { \bold vii' } < bes d
' f'>4\markup { \bold I } < e' a' c'>4\markup { \bold vii' } r4 r4 < bes d' f'>4\markup
{ \bold I } < c' e' a'>4\markup { \bold vii' } < ees g bes>4\markup { \bold IV }
233
234 %\key b \minor
235 r4 r4 < ais cis' fis'>4!\mp\>\markup { \bold V } r4 < g b e'>4\markup { \bold iv } < b d'
fis'>4\markup { \bold i } < a cis' e'>4\markup { \bold VII } r4 < cis' fis' ais'>4\
markup { \bold V } < b d' fis'>4\markup { \bold i } < fis a d'>4\markup { \bold III } < a
cis' e'>4\markup { \bold VII } < g b e'>4\markup { \bold iv } < a cis' e'>4\markup { \
bold VII }
236
237 %\key ees \minor
238 r4 r4 < bes ees' ges'>4!\mp\>\markup { \bold i } < aes~ b~ ees'~>4\markup { \bold iv } < aes
b ees'>4 < bes d' f'>4\markup { \bold V } < aes des' f'>4\markup { \bold VII } r4 < f
bes d'>4\markup { \bold V } < ees ges bes>4\markup { \bold i }
239
240 %\key fis \minor
241 r4 < b d' fis'>4!\p\>\markup { \bold iv } < d fis b>4\markup { \bold iv } r4 < a cis' fis'>4
\markup { \bold i } < cis f gis>4\markup { \bold V } < fis a cis'>4\markup { \bold i } <
cis f gis>4\markup { \bold V } r4 < fis~ a~ cis'~>4\markup { \bold i } < fis a cis'>4 <
cis f gis>4\markup { \bold V }
242
243 %\key e \major
244 r4 r4 < dis fis b>4!\pp\>\markup { \bold V } < a cis' e'>4\markup { \bold IV } < e gis b>4\
markup { \bold I } < b dis' fis'>4\markup { \bold V } < cis e a>4\markup { \bold IV } < a
cis' e'>4\markup { \bold IV } < e~ gis~ b~>4\markup { \bold I } < e gis b>4 < dis fis b
>4\markup { \bold V } < b dis' fis'>4\markup { \bold V } < dis fis b>4\markup { \bold V
} < dis fis ais>4\markup { \bold vii' }
245
246 %\key a \minor
247 r4 < a c' e'>4!\p\>\markup { \bold i } < f a d'>4\markup { \bold iv } < a~ c'~ e'~>4\markup {
\bold i } < a c' e'>4 < e gis b>4\markup { \bold V } < b d' fis'>4\markup { \bold ii' }
< d f a>4\markup { \bold iv } < g c' e'>4\markup { \bold III } < d f a>4\markup { \bold
iv } < g b d'>4\markup { \bold VII }
248
249 %\key e \major
250 r4 r4 < e gis b>4!\pp\>\markup { \bold I }
251
252 %\key cis \minor
253 r4 < dis fis ais>4!\p\>\markup { \bold ii' } < c dis gis>4\markup { \bold V } < e gis b>4\
markup { \bold III } r4 r4 < e gis cis'>4\markup { \bold i } < b dis' fis'>4\markup { \
bold VII } r4 < dis fis ais>4\markup { \bold ii' } < c dis gis>4\markup { \bold V }
254
255 %\key b \minor
256 r4 < a cis' e'>4!\p\>\markup { \bold VII } < fis ais cis'>4\markup { \bold V }
257
258 %\key fis \major
259 r4 r4 < c' eis' gis'>4!\f\>\markup { \bold vii' } < eis gis c'>4\markup { \bold vii' } < fis
ais cis'>4\markup { \bold I } < gis b dis'>4\markup { \bold ii' } < ais cis' eis'>4\
markup { \bold iii' } < eis gis c'>4\markup { \bold vii' } r4 < ais cis' eis'>4\markup { \
bold iii' }
260
261 %\key fis \minor
262 r4 r4 r4 < fis a cis'>4!\mf\>\markup { \bold i } < fis b d'>4\markup { \bold iv } < a cis' e
'>4\markup { \bold III } r4 < e gis b>4\markup { \bold VII } < a cis' fis'>4\markup { \
bold i } < cis f gis>4\markup { \bold V } < e a cis'>4\markup { \bold III }
263
264 %\key f \minor
265 r4 r4 < c e g>4!\>\markup { \bold V } < des f bes>4\markup { \bold iv }
266
267 %\key bes \minor
268 r4 < f bes des'>4!\mp\>\markup { \bold i } < f a c'>4\markup { \bold V } < bes des' f'>4\
markup { \bold i } r4 < aes c' ees'>4\markup { \bold VII } < c ees g>4\markup { \bold ii'
} < ges bes ees'>4\markup { \bold iv } r4 < g c' ees'>4\markup { \bold ii' }
269
270 %\key f \major
271 r4 < a c' e'>4!\pp\>\markup { \bold iii' } < e g b>4\markup { \bold vii' }
272
273 %\key f \minor
274 r4 r4 < bes des' f'>4!\p\>\markup { \bold iv } r4 < f~ aes~ c'~>4\markup { \bold i } < f aes
c'>4 < f bes des'>4\markup { \bold iv } < c e g>4\markup { \bold V } < ees g bes>4\
markup { \bold VII } r4 < d g bes>4\markup { \bold ii' }
275
276 %\key d \minor
277 r4 < a des' e'>4!\p\>\markup { \bold V } < e g b>4\markup { \bold ii' }
278

```

279 %\key des \minor
280 r4 r4 r4 < ges beses des''>4!\pp\>_markup { \bold iv }
281
282 %\key d \minor
283 r4 < d f a>4!\mp\>_markup { \bold i } < des e a>4_markup { \bold V } < d f a>4_markup { \
bold i }
284
285 %\key c \minor
286 r4 < f aes c''>4!\mf\_markup { \bold iv }
287
288 %\key d \major
289 r4 r4 < b~ d'~ g''>4!\mp\_markup { \bold IV } r4 < b d' g''>4
290
291 %\key f \minor
292 r4 < aes des' f''>4!\>_markup { \bold VI } < f aes c''>4_markup { \bold i }
293
294 %\key c \minor
295 r4 r4 < a d' f''>4!\ff\>_markup { \bold ii^ }
296
297 %\key a \minor
298 r4 r4 < c e g>4!\f\_markup { \bold III } < b e' gis''>4_markup { \bold V }
299
300 %\key c \minor
301 r4 < f aes c''>4!\fff\_markup { \bold iv } < c ees g>4_markup { \bold i } < bes d' f''>4\_
markup { \bold VII }
302
303 %\key c \major
304 r4 < fis b d''>4!\mf\_markup { \bold vii^ } < b d' fis''>4_markup { \bold vii^ }
305
306 %\key f \minor
307 r4 < des f aes>4!\f\_markup { \bold VI } < c e g>4_markup { \bold V } < bes des' f''>4_markup
{ \bold iv }
308
309 %\key b \minor
310 r4 < a cis' e''>4!\pp\_markup { \bold VII } < g b d''>4_markup { \bold VI }
311
312 %\key e \minor
313 r4 r4 < a c' e''>4!\pp\>_markup { \bold iv } < g b d''>4_markup { \bold III }
314
315 %\key cis \minor
316 r4 < e a cis''>4!\pp\>_markup { \bold VI } < cis e gis>4_markup { \bold i }
317
318 %\key bes \minor
319 r4 < aes c' ees''>4!\p\>_markup { \bold VII } < des f bes>4_markup { \bold i }
320
321 %\key d \major
322 r4 r4 r4
323
324 %\key c \major
325 r4 r4 < e a c''>4!\ppp\>\!pp\>_markup { \bold vi } < e g b>4_markup { \bold iii } < c e g>4\_
markup { \bold I }
326
327 %\key c \major
328 r4 r4 < g b d''>4!\p\>_markup { \bold V }
329
330 %\key c \major
331 r4 r4 r4 r4 r4
332 %>v
333 \bar "|."
334 }
335
336 %%%%%%%%%%%
337 % voz D
338 %%%%%%%%%%%
339 vozD = {
340 %v<
341
342
343 %\key d \minor
344 < bes d' f''>4\p\>_markup { \bold VI } < bes d' g''>4_markup { \bold iv } < c~ e~ g~>4_markup
{ \bold VII } < c e g>4 r4 < c f a>4_markup { \bold III } < bes d' f''>4_markup { \bold VI
} < bes d' g''>4_markup { \bold iv } < d f a>4_markup { \bold i } r4 r4 < des e a>4\_
markup { \bold V }
345
346 %\key cis \minor
347 r4 < gis cis' e''>4!\pp\>_markup { \bold i } < fis~ a~ cis''>4_markup { \bold iv } < fis a
cis''>4 r4 < dis gis c''>4_markup { \bold V } < fis a cis''>4_markup { \bold iv } r4 r4 < a

```

```

cis' fis'>4\_markup { \bold iv } < fis a cis'>4\_markup { \bold iv } < ais dis' fis'>4\_
markup { \bold ii' } < cis e gis>4\_markup { \bold i }
348
349 %\key f \minor
350 r4 < bes des' f'>4!\_p\_markup { \bold iv } < bes ees' g'>4\_markup { \bold VII } < g bes d'>4\_
\_markup { \bold ii' } < c ees aes>4\_markup { \bold III } < g bes d'>4\_markup { \bold ii'
} < des f bes>4\_markup { \bold iv } < bes des' f'>4\_markup { \bold iv } < aes des' f'>4\_
markup { \bold VI } r4 < e g c'>4!\_markup { \bold V }
351
352 %\key a \major
353 r4 < a cis' e'>4\p\>\_markup { \bold I } < gis b dis'>4\_markup { \bold vii' } r4 r4 < a cis' e
'>4\_markup { \bold I } < e gis b>4\_markup { \bold V } < gis b e'>4\_markup { \bold V } <
a- cis'- e'->4\_markup { \bold I } r4 < a- cis'- e'->4 < a cis' e'>4 < e gis b>4!\_markup
{ \bold V }
354
355 %\key f \minor
356 r4 r4 < e g c'>4\pp\>\_markup { \bold V } < f aes c'>4\_markup { \bold i } < g c' e'>4\_markup
{ \bold V } < aes c' ees'>4\_markup { \bold III } < ees g bes>4\_markup { \bold VII } r4 <
des f bes>4\_markup { \bold iv } < bes des' f'>4\_markup { \bold iv } < aes c' f'>4\_
markup { \bold i } r4 < f aes c'>4!\_markup { \bold i }
357
358 %\key bes \major
359 r4 < c' f' a'>4\pp\>\_markup { \bold V } < bes d' f'>4\_markup { \bold I } < e' a' c''>4\_
markup { \bold vii' } r4 r4 r4 < bes d' g'>4\_markup { \bold vi } < ees g bes>4\_markup { \
bold IV } < a c' f'>4\_markup { \bold V }
360
361 %\key c \minor
362 r4 < d g b>4!\_ppp\_markup { \bold V } < bes d' f'>4\_markup { \bold VII } < c ees g>4!\_
markup { \bold i }
363
364 %\key b \major
365 r4 r4 < b dis' fis'>4\mp\>\_markup { \bold I } < ais cis' fis'>4\_markup { \bold V } r4 r4 < b
dis' fis'>4\_markup { \bold I } < gis cis' e'>4\_markup { \bold ii } r4 < e gis b>4\_markup
{ \bold IV }
366
367 %\key ees \minor
368 r4 < ges bes ees'>4!\_mp\_markup { \bold i } r4
369
370 %\key cis \minor
371 r4 r4 < a cis' fis'>4!\_mf\_markup { \bold iv } r4 < cis e gis>4\_markup { \bold i } < fis a
cis'>4\_markup { \bold iv } < c dis gis>4\_markup { \bold V } < b dis' fis'>4\_markup { \
bold VII } < c dis gis>4\_markup { \bold V } r4 < cis e gis>4\_markup { \bold i }
372
373 %\key d \major
374 r4 < cis e a>4!\_mf\>\_markup { \bold V } < g- b- d'~>4\_markup { \bold IV } < g b d'>4 < d fis
a>4\_markup { \bold I } < g- b- d'~>4\_markup { \bold IV } r4 < g b d'>4 < a cis' e'>4\_
markup { \bold V } < gis cis' e'>4\_markup { \bold vii' }
375
376 %\key e \major
377 r4 < dis fis b>4!\_pp\>\_markup { \bold V } r4 < fis b dis'>4\_markup { \bold V }
378
379 %\key d \major
380 r4 < e a cis'>4!\_pp\_markup { \bold V } r4 < cis fis a>4\_markup { \bold iii } < e g b>4\_
markup { \bold ii } r4 < a cis' e'>4\_markup { \bold V } r4 r4 < cis e a>4\_markup { \bold
V }
381
382 %\key g \minor
383 r4 < bes d' g'>4!\_ppp\>\_markup { \bold i } < d ges a>4\_markup { \bold V } < e a c'>4\_markup
{ \bold ii' }
384
385 %\key c \major
386 r4 < c e g>4!\_pp\>\_markup { \bold I } r4 < g c' e'>4\_markup { \bold I } < f a c'>4\_markup {
\bold IV } < d fis b>4\_markup { \bold vii' } r4 < c f a>4\_markup { \bold IV } < e g b>4\_
markup { \bold iii } < f a d'>4\_markup { \bold ii }
387
388 %\key d \major
389 r4 < e g b>4!\_pp\>\_markup { \bold ii } < g b d'>4\_markup { \bold IV } < cis e a>4\_markup {
\bold V }
390
391 %\key d \major
392 r4 < fis b d'>4!\_pp\>\_markup { \bold vi } < cis e gis>4\_markup { \bold vii' } < cis e a>4!\_
markup { \bold V }
393
394 %\key fis \minor
395 r4 < cis fis a>4\p\>\_markup { \bold i } < e gis b>4\_markup { \bold VII }
396
397 %\key bes \major

```

```

398 r4 < bes d' f'>4!\pp\>_\markup { \bold I } < c' f' a'>4_\markup { \bold V } < bes d' f'>4_\
markup { \bold I }
399
400 %\key d \major
401 r4 < a cis' e'>4!\p\>_\markup { \bold V } r4
402
403 %\key c \major
404 r4 r4 < b d' fis'>4!\p_\markup { \bold vii° } r4 < g b d'>4!\_\markup { \bold V }
405
406 %\key g \minor
407 r4 < f a c'>4\pp\>_\markup { \bold VII } < bes d' g'>4_\markup { \bold i }
408
409 %\key bes \minor
410 r4 r4 < ges bes des'>4!\ff\>_\markup { \bold VI } < g c' ees'>4_\markup { \bold ii° }
411
412 %\key e \major
413 r4 < b dis' fis'>4!\f\>_\markup { \bold V } < fis a cis'>4_\markup { \bold ii } < gis b e'>4_\
markup { \bold I }
414
415 %\key g \major
416 r4 < b d' g'>4!\f\>_\markup { \bold I } < fis a cis'>4_\markup { \bold vii° } < fis a d'>4!\_\
markup { \bold V }
417
418 %\key a \major
419 r4 r4 < b d' fis'>4\p\>_\markup { \bold ii }
420
421 %\key d \major
422 r4 < g b d'>4!\pp\>_\markup { \bold IV } < fis a d'>4_\markup { \bold I } < g b d'>4_\markup {
\bold IV }
423
424 %\key f \minor
425 r4 < aes c' ees'>4!\p\>_\markup { \bold III } < f bes des'>4_\markup { \bold iv } < g bes d'>4
_\markup { \bold ii° }
426
427 %\key e \minor
428 r4 < d fis a>4!\ppp_\markup { \bold VII } < e~ g~ b~>4_\markup { \bold i } < e g b>4!\
429
430 %\key a \major
431 r4 < fis a cis'>4\p\>_\markup { \bold vi } < b d' fis'>4_\markup { \bold ii }
432
433 %\key ees \minor
434 r4 < d f bes>4!\p_\markup { \bold V } < ges bes des'>4_\markup { \bold III } < ees ges bes>4_\
markup { \bold i }
435
436 %\key f \major
437 r4 < g c' e'>4!\pp_\markup { \bold V } < bes d' f'>4_\markup { \bold IV } < b e' g'>4_\markup
{ \bold vii° }
438
439 %\key g \minor
440 r4 < a d' ges'>4!\pp\>_\markup { \bold V } < bes d' f'>4_\markup { \bold III } < g bes d'>4!\_
\markup { \bold i }
441
442 %\key c \major
443 r4 r4
444 %>v
445 \bar "|."
446 }
447
448 \score {
449 <<
450 \new Staff {
451 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
452 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
453 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
454 \time 4/4
455 \vozA
456 }
457 \new Staff {
458 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
459 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.25
460 \set Staff.midiMaximumVolume = #0.95
461 \time 4/4
462 \vozB
463 }
464 \new Staff {
465 \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
466 \set Staff.midiMinimumVolume = #0.15

```

```

467     \set Staff.midiMaximumVolume = #0.5
468     \clef bass
469     \time 4/4
470     \vozC
471   }
472   \new Staff {
473     \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
474     \set Staff.midiMinimumVolume = #0.15
475     \set Staff.midiMaximumVolume = #0.5
476     \clef bass
477     \time 4/4
478     \vozD
479   }
480   >>
481
482   \layout{ }
483   \midi {
484     \tempo 4 = 56
485     midiMinimumVolume = #0.2
486     midiMaximumVolume = #0.5
487   }
488 }
489
490 #(set-default-paper-size "a4")
491 #(set-global-staff-size 18)
492 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```

A.8 Código da Fuga Sobre o Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846)

Código A.8: Fuga Sobre o Sujeito da Fuga I em Dó Maior (BWV846)

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4   title = "Fuga wtk1-fugue1"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10
11
12 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
13
14 r8 c''8 d''8 e''8 f''8. g''32 f''32 e''8 a''8 d''8 g''8~ g''16 a''16 g''16 f''16 e''16
15
16 b''16 c''16 d''16 e''16 d''16~ d''8 a'8 e''8 b'8 c''32 d''32 c''8. b'8 a'8 g'8 r8
17
18 e'8 f'8 g'8 a'8 g'8.~ g'32 d'32 a'8 e'8 f'8 g'8 f'16 e'16 d'16 c'16 r8
19
20
21
22 e''16 f''16 g''16 a''16 g''16~ g''8 d''8 a''8 e''8 f''32 g''32 f''8. e''8 d''16~ d''16 c''8 r4
23
24 c''8 d''8 e''8 f''8.
25
26 r8 c''8 d''8 e''8 f''8. g''32 f''32 e''8 a''8 d''8 g''8~ g''16 a''16 g''16 f''16 e''16
27
28 r8.
29
30 r4 \bar "|."
31 }
32
33 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
34 % voz B
35 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
36 vozB = {
37

```

```

38
39 r8 c'8 d'8 e'8 f'8. g'32 f'32 e'8 a'8 d'8 g'8~ g'16 a'16 g'16 f'16 e'16
40
41 b'16 c'16 d'16 e'16 d'16~ d'16 a'8 e'16 b'8 c'32 d'32 c'8. b'8 a'8 g'8 r8
42
43 e'8 f'8 g'8 a'8 g'8.~ g'32 d'32 a'8 e'8 f'8 g'8 f'16 e'16 d'16 c'16 r8
44
45
46
47 e'16 f'16 g'16 a'16 g'16~ g'8 d'8 a'8 e'8 f'32 g'32 f'8. e'8 d'16~ d'16 c'8 r4
48
49 g'8 a'8 b'8 c'8. d'32 c'32 b'8 e'8 a'8 d'8~ d'16 e'16 d'16 c'16 b'16
50
51 r16 c'16 d'16 e'16 f'16 g'8 f'8 e'8 a'8 d'32 g'32~ g'8. a'16~ a'16 g'8 f'8 e'8
52
53 e'8 f'8 g'8 a'8 g'16
54
55
56
57 r8 c'8 d'8 e'8 f'8. g'32 f'32 e'8 a'8 d'8 g'8~ g'16 a'16 g'16 f'16 e'16
58
59 r8.
60
61 r4 \bar "|."
62 }
63
64 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
65 % voz C
66 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
67 vozC = {
68
69
70 r4 r4 r4 r4 r4 r4
71
72 r8 g8 a8 b8 c'8. d'32 c'32 b8 e'8 a8 d'8~ d'16 e'16 d'16 c'16 b16
73
74 e16 f16 g16 a16 g16~ g8 d8 a8 e8 f32 g32 f16~ f8 e8 d8 c8 r8
75
76 e8 f8 g8 a8 g8.~ g32 d32 a8 e8 f8 g8 f16 e16 d16 c16 r8
77
78
79
80 b16 c'16 d'16 e'16 d'16~ d'8 a8 e'8 b16~ b16 c'32 d'32 c'8. b8 a8 g8 r4
81
82 c16~ c16 d8 e8 f8. g32 f32 e8 a8 d8 g16~ g16~ g16 a16 g16 f16 e16
83
84 e16 f16 g16 a16 g16 g8 d8 a16
85
86 c4 c4 c4 c4 c4 c4
87
88 r4 \bar "|."
89 }
90
91 \score {
92   \context StaffGroup <<
93     \new Staff {
94       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
95       \set Staff.instrumentName = #"Soprano"
96       \key c \major
97       \time 4/4
98       \vozA
99     }
100    \new Staff {
101      \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
102      \set Staff.instrumentName = #"Contralto"
103      \key c \major
104      \time 4/4
105      \vozB
106    }
107    \new Staff {
108      \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
109      \clef bass
110      \set Staff.instrumentName = #"Tenor"
111      \key c \major
112      \time 4/4
113      \vozC
114    }

```

```

115 >>
116
117 \layout{ }
118 \midi {
119   \tempo 4 = 66
120   midiMinimumVolume = #0.2
121   midiMaximumVolume = #0.5
122 }
123 }
124 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```

A.9 Código da Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho (Cá e Lá - O Corta Jaca)'

Código A.9: Fuga Sobre o Tema de 'Gaúcho (Cá e Lá - O Corta Jaca)'.

```

1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4 title = "Fuga Gaucho"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10
11
12 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
13
14 r16 d''8 e''16 f''16 g''16 a''16 bes''16 a''16 gis''16 a''16 cis''16 e''8 f''8 e''16 d''8
   a''16 c''16 bes''8 e''16 a''8. e''16 a''4
15
16 e''4 b'16 e''8. b'16 f''8 g''16 e''16 a''8 b'16 c''8 b'8 gis''16 e''16 dis''16 e''16 f''16 e
   ''16 d''16 c''16 b'16 a'8 r16
17
18 a'16 e'8 a'16 e'16 bes'16 c''16 a'16 d''16 e''16 f''16 e''16 cis''8 a'8 gis'16 a'8 bes'16 a'16
   g'8 f'16 e'8. d'16 r4
19
20 a''4 e''16 a''8. e''16 bes''8 c''16 a''16 d''8 e''16 f''8 e''8 cis''16 a''16 gis''16 a
   ''16 bes''16 a''16 g''16 f''16 e''16 d''8 r16
21
22 r16 d''8 e''16 f''16 g''16 a''16 bes''16
23
24 r16 d''8 e''16 f''16 g''16 a''16 bes''16 a''16 gis''16 a''16 cis''16 e''8 f''8 e''16 d''8
   a''16 c''16 bes''8 e''16 a''8. e''16 a''4 \bar "|."
25 }
26
27 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
28 % voz B
29 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
30 vozB = {
31
32
33 r16 d'8 e'16 f'16 g'16 a'16 bes'16 a'16 gis'16 a'16 cis''16 e'8 f'8 e'16 d'8 a'16 c''16 bes
   '8 e'16 a'8. e'16 a'4
34
35 e''4 b'16 e''8. b'16 f''8 g''16 e''16 a''8 b'16 c''8 b'8 gis''16 e''16 dis''16 e''16 f''16 e
   ''16 d''16 c''16 b'16 a'8 r16
36
37 a'16 e'8 a'16 e'16 bes'16 c''16 a'16 d''16 e''16 f''16 e''16 cis''8 a'8 gis'16 a'8 bes'16 a'16
   g'8 f'16 e'8. d'16 r4
38
39 a'4 e'16 a'8. e'16 bes'8 c''16 a'16 d''8 e''16 f''8 e''8 cis''16 a'16 gis'16 a'16 bes'16 a'16 g
   '16 f'16 e'16 d'8 r16
40
41 r16 a'8 b'16 c''16 d''16 e''16 f''16 e''16 dis''16 e''16 gis''16 b'8 c''8 b'16 a'8 e''16 g
   ''16 f''8 b'16 e''8. b'16 e''4
42

```



```

43 r4 d'16 e'8. f'16 g'8 a'16 bes'16 a'8 gis'16 a'8 cis''8 e''16 f''16 e''16 d''16 a'16 c''16 bes
   '16 e'16 a'16 e'8 a'16
44
45
46
47
48
49 r16 d'8 e'16 f'16 g'16 a'16 bes'16 a'16 gis'16 a'16 cis''16 e''8 f''8 e''16 d''8 a'16 c''16 bes
   '8 e'16 a'8. e'16 a'4 \bar "|."
50 }
51
52 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
53 % voz C
54 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
55 vozC = {
56
57
58 r4 r4 r4 r4 r4 r4
59
60 r16 a8 b16 c'16 d'16 e'16 f'16 e'16 dis'16 e'16 gis'16 b'8 c''8 b'16 a'8 e'16 g'16 f'8 b16 e'8.
   b16 e'4
61
62 a4 e16 a8. e16 ais8 c'16 a16 d'8 e'16 f'8 e'8 cis'16 a16 gis16 a16 ais16 a16 g16 f16 e16 d8 r16
63
64 a16 e8 a16 e16 bes16 c'16 a16 d'16 e'16 f'16 e'16 cis'8 a8 gis16 a8 bes16 a16 g8 f16 e8. d16 r4
65
66 e'4 b16 e'8. b16 f'8 g'16 e'16 a'8 b'16 c''8 b'8 gis'16 e'16 dis'16 e'16 f'16 e'16 d'16 c'16
   b16 a8 r16
67
68 r16 d8 e16 f16 g16 a16 ais16 a16 gis16 a16 cis'16 e'8 f'8 e'16 d'8 a16 c'16 ais8 e16 a8. e16 a4
69
70 a4
71
72 d4 d4 d4 d4 d4 d4 d4 \bar "|."
73 }
74
75 \score {
76   \context StaffGroup <<
77     \new Staff {
78       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
79       \set Staff.instrumentName = #"Soprano"
80       \key d \minor
81       \time 2/4
82       \vozA
83     }
84     \new Staff {
85       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
86       \set Staff.instrumentName = #"Contralto"
87       \key d \minor
88       \time 2/4
89       \vozB
90     }
91     \new Staff {
92       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
93       \clef bass
94       \set Staff.instrumentName = #"Tenor"
95       \key d \minor
96       \time 2/4
97       \vozC
98     }
99   >>
100
101 \layout{ }
102 \midi {
103   \tempo 4 = 110
104   midiMinimumVolume = #0.2
105   midiMaximumVolume = #0.5
106 }
107 }
108 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```

A.10 Código da Fuga Sobre o Tema de 'M1'

Código A.10: Fuga Sobre o Tema de 'M1'

```
1 %Arquivo gerado pelo software "Calculadora de Fugas"
2
3 \header{
4 title = "Fuga m1"
5 }
6 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
7 % voz A
8 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
9 vozA = {
10
11
12 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4 r4
13
14 a'4- a'16 ais'8. d'8 dis'16 e'16- e'16 c'8 a'16 b'8 ais'16 g'16 ais'16 d'16 c'16 d
15 '16 c'16 dis'16 e'16 ais'16 c'16 fis'16 r8
16
17 r8 cis'16 g'16 f'16 b'16 ais'16 g'16 a'16 g'16 a'16 f'16 d'16 f'16 fis'8 e'16 g'8 b'16- b
18 '16 ais'16 a'8 f'8. e'16- e'4
19
20 r4 fis16 c'8. ais8 e'16 dis'16 c'16 d'8 c'16 d'8 ais'16 g'16 ais16 b16 a'16 c'16 e'16- e'16
21 dis'16 d'16 ais'16 a'16- a'8
22
23 r8 fis'16 c'16 ais'16 e'16 dis'16 c'16 d'16 c'16 d'16 ais'16 g'16 ais'16 b'8 a'16 c
24 '8 e'16- e'16 dis'16 d'8 ais'8. a'16- a'4
25
26 a'4 a'16 ais'8.
27
28 a'4- a'16 ais'8. d'8 dis'16 e'16- e'16 c'8 a'16 b'8 ais'16 g'16 ais'16 d'16 c'16 d
29 '16 c'16 dis'16 e'16 ais'16 c'16 fis'16 r8 \bar "|."
30
31 }
32 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
33 % voz B
34 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
35 vozB = {
36
37
38 a'4- a'16 ais'8. d'8 dis'16 e'16- e'16 c'8 a'16 b8 ais16 g'16 ais'16 d'16 c'16 d'16 c'16 dis
39 '16 e'16 ais16 c'16 fis16 r8
40
41 r8 cis'16 g'16 f'16 b'16 ais'16 g'16 a'16 g'16 a'16 f'16 d'16 f'16 fis'8 e'16 g'8 b'16- b
42 '16 ais'16 a'8 f'8. e'16- e'4
43
44 r4 fis16 c'8. ais8 e'16 dis'16 c'16 d'8 c'16 d'8 ais'16 g'16 ais16 b16 a'16 c'16 e'16- e'16
45 dis'16 d'16 ais'16 a'16- a'8
46
47 r8 fis16 c'16 ais16 e'16 dis'16 c'16 d'16 c'16 d'16 ais'16 g'16 ais16 b8 a'16 c'8 e'16- e'16
48 dis'16 d'8 ais'8. a'16- a'4
49
50 e'4- e'16 f'8. a'8 ais'16 b'16- b'16 g'8 e'16 fis'8 f'16 d'16 f'16 a'16 g'16 a'16 g'16
51 ais'16 b'16 f'16 g'16 cis'16 r8
52
53 a'8- a'16 ais'16 d'16 dis'16 e'16- e'16 c'16 a'16 b16 ais16 g'16 ais'16 d'8 c'16 d'8 c'16 dis
54 '16 e'16 ais8 c'8. fis16 r4
55
56
57
58 a'4- a'16 ais'8. d'8 dis'16 e'16- e'16 c'8 a'16 b8 ais16 g'16 ais'16 d'16 c'16 d'16 c'16 dis
59 '16 e'16 ais16 c'16 fis16 r8 \bar "|."
60
61 }
62 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
63 % voz C
64 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
65 vozC = {
66
67
68 r4 r4 r4 r4 r4 r4
69
70 }
```

```

60 e'4~ e'16 f'8. a8 ais16 b16~ b16 g8 e'16 fis8 f16 d'16 f'16 a16 g16 a16 g'16 ais16 b16 f16 g16
   cis16 r8
61
62 r8 fis,16 c16 ais,16 e16 dis16 c'16 d16 c16 d16 ais16 g16 ais,16 b,8 a16 c8 e16~ e16 dis16 d8
   ais8. a16~ a4
63
64 r4 fis,16 c8. ais,8 e16 dis16 c'16 d8 c16 d8 ais16 g16 ais,16 b,16 a16 c16 e16~ e16 dis16 d16
   ais16 a16~ a8
65
66 r8 cis16 g16 f16 b16 ais16 g'16 a16 g16 a16 f'16 d'16 f16 fis8 e'16 g8 b16~ b16 ais16 a8 f'8. e
   '16~ e'4
67
68 a4~ a16 ais8. d8 dis16 e16~ e16 c8 a16 b,8 ais,16 g16 ais16 d16 c16 d16 c'16 dis16 e16 ais,16
   c16 fis,16 r8
69
70 r8 fis,16 c16
71
72 d4 d4 d4 d4 d4 d4 d4 \bar "|."
73 }
74
75 \score {
76   \context StaffGroup <<
77     \new Staff {
78       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
79       \set Staff.instrumentName = #"Soprano"
80       \key c \major
81       \time 4/4
82       \vozA
83     }
84     \new Staff {
85       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
86       \set Staff.instrumentName = #"Contralto"
87       \key c \major
88       \time 4/4
89       \vozB
90     }
91     \new Staff {
92       \set Staff.midiInstrument = #"acoustic grand"
93       \clef bass
94       \set Staff.instrumentName = #"Tenor"
95       \key c \major
96       \time 4/4
97       \vozC
98     }
99   >>
100
101 \layout{ }
102 \midi {
103   \tempo 4 = 92
104   midiMinimumVolume = #0.2
105   midiMaximumVolume = #0.5
106 }
107 }
108 \version "2.18.2" % necessary for upgrading to future LilyPond versions.

```