

# Relações de contornos entre elementos sonoros e visuais do jogo *Super Mario Bros*

Tharcisio Moraes

Marcos Sampaio

Universidade Federal da Bahia, Escola de Música, Brasil

## Resumo

De acordo com Jason Brame 2009, o jogo *Super Mario Bros* (1985) tem uma das melodias mais conhecidas dos jogos eletrônicos. Esta trilha tem sido objeto de estudo sob a ótica da harmonia, forma e narrativa musicais, mas nenhum desses estudos aborda o aspecto dos contornos melódicos. Este artigo apresenta resultados preliminares de um estudo de relações entre os contornos melódicos da trilha do jogo e seus elementos visuais. O estudo está baseado em operações de direção e oscilação da Teoria de Relações de Contornos Musicais e revela relações entre elementos visuais e contornos melódicos em dez dos 21 fragmentos analisados.

**Palavras-chave:** trilha sonora, contornos melódicos, jogos eletrônicos (games), *Super Mario Bros*.

## Contato dos autores:

tharcisiovaz@gmail.com  
marcos@sampaio.me

## 1 Introdução

O jogo *Super Mario Bros* (1985) foi um dos primeiros a contar com uma trilha musical contínua. O seu tema principal é uma das melodias mais conhecidas dos jogos eletrônicos [Brame 2009]. O seu material sonoro consiste em quatro temas principais, seis temas secundários e onze efeitos sonoros.

Na época da sua criação, os recursos tecnológicos eram limitados. O *Nintendo Entertainment System* (NES) dispunha de um sistema de áudio com cinco canais de saída e quatro tipos de onda sonora (*pulse*, *wave*, *noise* e *sample*), disponíveis em baixa resolução (8 bits). Essas limitações causavam impacto na trilha sonora. Por exemplo, em função da paleta de instrumentos reduzida, as manipulações do seu aspecto timbrístico eram reservadas apenas aos temas [Sweet 2014]. Essas limitações dificultavam também a necessária diferenciação entre melodia, acompanhamento e efeitos sonoros

A área da Teoria Musical dispõe de diversas abordagens para o estudo dos múltiplos aspectos da música, como o aspecto formal, harmônico, estilístico, etc. [Bent and Pople 2011]. A literatura dispõe de estudos de aspectos musicais desta trilha, como o harmônico e formal [Brame 2009; Laroche 2012] e de narrativa [Pinto 2014]. O aspecto dos seus contornos melódicos, entretanto, não têm sido abordados de um modo sistemático.

Contorno melódico é uma abstração das alturas (notas musicais) no tempo [Sampaio 2012]. Por exemplo, o contorno da melodia do tema principal da trilha de *Super Mario Bros* (fig. 1a) é representado na figura 1b. O estudo dos contornos é importante porque eles ajudam a dar coerência a uma obra musical e são facilmente reconhecíveis [Sampaio 2012, p. 2]. O aspecto de contornos já foi estudado em obras de diversos compositores tais como W. Mozart [Beard 2003], J.S. Bach [Sampaio et al. 2013] e A. Schoenberg [Friedmann 1985].

Um estudo preliminar dos contornos melódicos do material sonoro do jogo *Super Mario Bros* permitiu identificar relações entre este material e outros elementos do jogo, como ações do personagem e elementos do cenário. Este trabalho apresenta um estudo inicial do aspecto do contorno do material do jogo, com base em conceitos e operações da Teoria de Relações de Contornos Musicais [Morris 1993; Schultz 2009; Schmuckler 2010; Sampaio 2012].

## 2 Trabalhos relacionados

A Teoria de Relações de Contornos Musicais fornece conceitos e operações que permitem o estabelecimento de identidade e a comparação entre contornos [Sampaio 2012]. Uma apresentação completa desta teoria e de suas características está fora do escopo deste trabalho<sup>1</sup>. Apresentamos aqui os conceitos e operações essenciais ao entendimento do estudo realizado.

A teoria de contornos é fundamentada na Teoria dos Conjuntos. Por isso, um contorno musical é entendido como um conjunto ordenado de pontos distintos com ou sem repetição [Morris 1993]. Estes pontos são enumerados com valores inteiros a partir de zero, do menor para o maior valor. Por exemplo, a melodia do tema principal do jogo *Super Mario Bros* tem como contorno  $\langle 5\ 1\ 0\ 2\ 4\ 3\ 2\ 1\ 7\ 9\ 10\ 8\ 9\ 7\ 5\ 6\ 4 \rangle$ . A menor altura (Mi) tem o valor zero, a segunda menor altura (Sol) tem o valor 1, a terceira (Lá), o valor 2 e assim por diante. Os valores absolutos das notas e seus intervalos são ignorados, bem como a repetição de pontos adjacentes repetidos. Essa representação com inteiros permite um estudo estrutural do contorno.

Um contorno tem características como direção, oscilação, tamanho, etc. A teoria de contornos dispõe de diversas ferramentas para descrição de duração, tais como vetor de contornos adjacentes (CASV), vetor de classe de contorno (CCVI e CCVII) [Friedmann 1985] e índice de movimentos ascendentes e descendentes (IAD) [Schultz 2009, p. 30] bem como medidas de oscilação, como a média de reversão de direção [Schmuckler 2010]<sup>2</sup>, à qual nos referimos neste trabalho como índice de oscilação.

O índice IAD consiste em um número real entre 0 e 1 que indica a direção resultante do contorno. Este índice contempla as relações de movimento entre todas as combinações de pontos do contorno entre si. O cálculo deste índice depende de uma função de comparação  $cmp(a, b)$  entre valores que retorna 0, 1 ou 2 se o primeiro valor, igual ou menor que o segundo:

$$cmp(a, b) = \begin{cases} 0 & : \text{se } b < a \\ 1 & : \text{se } b = a \\ 2 & : \text{se } b > a \end{cases}$$

Esta função é aplicada a todos os pares de elementos do contorno, resultando em uma matriz de comparação. Por exemplo, a tabela 1 contém a matriz de comparação do contorno  $A = \langle 0\ 2\ 1\ 0 \rangle$  (fig. 2a). O índice IAD consiste no quociente entre a soma dos valores do triângulo superior à diagonal principal e o número de elementos do triângulo multiplicado por dois. Dessa forma, o valor de IAD do contorno  $A$  é  $\frac{2+2+1+0+0+0}{6 \times 2}$ , ou 0.41.

Um valor de IAD próximo de zero indica um contorno com maior tendência descendente e um valor próximo de 1, um contorno com tendência ascendente. Por exemplo, um contorno  $\langle 0\ 1\ 2 \rangle$  (fig. 2b) tem IAD 1, e um contorno  $\langle 2\ 1\ 0 \rangle$  (fig. 2c) tem IAD zero. Um IAD de valor 0.5 indica equilíbrio na direção do contorno.

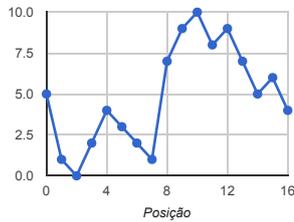
A média de reversões de direção consiste no quociente entre o número de mudanças de direção do contorno e número de elementos do contorno. Por exemplo, um contorno  $\langle 0\ 1\ 2 \rangle$  tem apenas movimentos ascendentes, dessa forma não tem qualquer mudança de direção. Um contorno  $\langle 0\ 2\ 1 \rangle$  tem um movimento ascendente

<sup>1</sup>Para informações adicionais sobre contornos musicais, consultar [Sampaio 2012].

<sup>2</sup>Os cálculos das operações de contornos presentes neste trabalho foram realizados com o auxílio do aplicativo *ContourMetrics*, disponível em <https://github.com/GenosResearchGroup/ContourMetrics>.



(a) Melodia

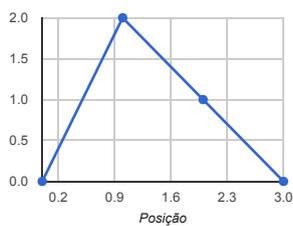


(b) Contorno

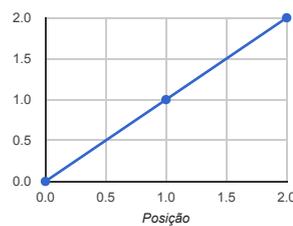
Figura 1: Tema principal

	0	2	1	0
0	1	2	2	1
2	0	1	0	0
1	0	2	1	0
0	1	2	2	1

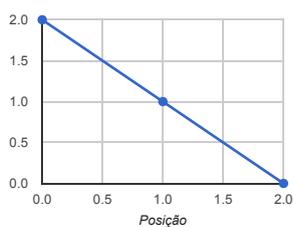
Tabela 1: Matriz de comparação



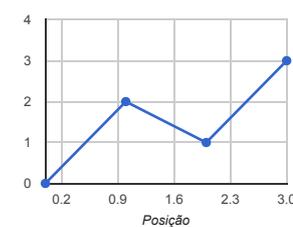
(a) < 0 2 1 0 >, IAD: 0.41



(b) < 0 1 2 >, IAD: 1



(c) < 2 1 0 >, IAD: 0



(d) < 0 2 1 3 >, IAD: 0.83

Figura 2: Contornos

seguido de um descendente, ou seja, uma mudança de direção. Sua média de reversão é 1/3. O contorno < 0 2 1 3 > (fig. 2d) tem duas mudanças de direção, com média de reversão 2/4 ou 1/2.

O estudo das relações entre as melodias da trilha e os elementos do jogo *Super Mario Bros* está fundamentada na análise da direção e oscilação dos contornos melódicos. Para este estudo, o material sonoro (trilha e efeitos) foi segmentado em frases, conforme tabela 2. Os valores de índice de direção e oscilação de cada segmento foram calculados, tabulados e comparados estatisticamente, com base em estudos de tendência central (média e distribuição). Finalmente, esses valores foram analisados em comparação aos elementos do jogo (ações do personagem e elementos do cenário).

### 3 Análise e discussão

Observamos que alguns elementos do jogo têm um aspecto associado à direção. Por exemplo, o pulo, a trepadeira que cresce e o bloco de item flutuando acima do personagem têm uma natureza ascendente, enquanto a sua morte e a fase subterrânea têm uma natureza descendente. Verificamos os valores de IAD do material sonoro associado a esses elementos e identificamos relação em dez segmentos.

As melodias do material sonoro do jogo têm um valor médio de IAD de 0.58, de direção resultante ligeiramente ascendente. O valor médio do IAD dos efeitos sonoros considerados de natureza ascendente é 0.76 (fig. 3), e do tema *Level Complete*, 1.0 (fig. 4). Já os valores médios dos IAD dos elementos de natureza descendente, como o tema da morte e da fase *Underground* são 0.2 e 0.29, respectivamente (fig. 5). A figura 6 e tabela 2 contêm os valores de IAD de todos os segmentos analisados.

A relação entre o aspecto de direção dos elementos do jogo e dos contornos melódicos dos elementos sonoros ajudam a destacar elementos de cenário—ascendente em *Underwater* e descendente em *Underground*—e reforçar ações positivas e negativas do jogador—como conclusão de fases, ganho de vidas e moedas (ações positivas), e perda de vidas e perigo da fase (ações negativas). Algumas dessas relações observadas, a exemplo do som de pulo, representam um empréstimo da técnica de *mickey mousing* originais de animações e do cinema.

A oscilação dos contornos tem um papel importante no estabelecimento de contraste entre melodias, essencial para a diferenciação entre melodia e acompanhamento. Na fase do castelo há uma diferença significativa entre a oscilação das duas frases da melodia principal (fig. 5, oscilação média de 0.41) e as duas frases do acompanhamento (fig. 8, oscilação média 0.94). O índice de oscilação deste acompanhamento é o mais alto do jogo (vide fig. 7).

Observamos que essa diferença de oscilação nos contornos contribuiu para o estabelecimento de um contraste significativo entre melodia e acompanhamento nessa fase, compensando as limitações impostas pelos recursos tecnológicos disponíveis na época da criação da trilha.

### 4 Considerações finais

O presente estudo revelou relações entre elementos de cenário e ações do personagem do jogo *Super Mario Bros* e os contornos melódicos dos seus elementos sonoros.

O estudo de contornos musicais pode ajudar a ampliar o entendimento das relações entre elementos visuais e sonoros de jogos eletrônicos. Além do aspecto analítico, as relações entre som e música baseadas em aspectos de contornos musicais podem trazer *insights* para a composição de novas trilhas e efeitos sonoros nos jogos. Por exemplo, o jogo *Tetris* poderia ter uma trilha cujas melodias tivessem índice de oscilação proporcional à velocidade dos blocos.

### Referências

BEARD, R. D. 2003. *Contour modeling by multiple linear regression of the nineteen piano sonatas by Mozart*. Phd dissertation, Florida State University.

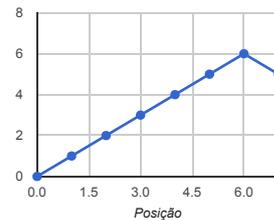


Figura 3: Efeitos sonoros de natureza ascendente

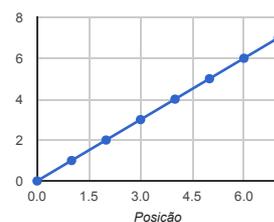
Fase / segmento	Direção	Oscilação
Castle Complete Fanfare a1	0.45	0.43
Castle Complete Fanfare a2	0.45	0.43
Castle Complete Fanfare b	0.68	0.33
Castle Theme a	0.67	0.50
Castle Theme Acomp1	0.44	0.94
Castle Theme Acomp2	0.63	0.94
Castle Theme b	0.30	0.33
Death a	0.40	0.00
Death b	0.00	0.00
Ending a	0.48	0.43
Ending b	0.45	0.62
Game Over	0.33	0.38
Level Complete a	0.95	0.12
Level Complete b	1.00	0.00
Overworld - a	0.66	0.47
Overworld - b1	0.63	0.37
Overworld - b2	0.32	0.36
Overworld - c1	0.57	0.13
Overworld - c2	0.59	0.25
Overworld - d1	0.53	0.11
Overworld - d2	0.42	0.11
Overworld - Intro	0.43	0.29
Som +1 Moeda	0.83	0.00
Som +1 Vida (Cogum verde)	0.87	0.33
Som Bloco de Item	1.00	0.00
Som Crescimento (Cogum Verm)	0.72	0.27
Som Dano e Entrando no cano	0.38	0.44
Som de pulo Mario	1.00	0.00
Som Pausa	0.33	0.50
Som trepadeira crescendo	1.00	0.00
Star Theme	0.42	0.40
Time Warning	0.83	0.18
Underground - a	0.38	0.83
Underground - b1	0.26	0.33
Underground - b2	0.24	0.25
Underwater - a1	0.69	0.54
Underwater - a2	0.65	0.54
Underwater - b1	0.80	0.00
Underwater - b2	0.50	0.00
Underwater - Intro1	0.91	0.00
Underwater - Intro2	0.40	0.30



(a) *Melodia*



(b) *Contorno frase 1*



(c) *Contorno frase 2*



(d) *Cenário, Super Mario Brothers. (NES©) © 1985 Nintendo of America Inc.*

Tabela 2: Índices de direção e oscilação dos segmentos da trilha

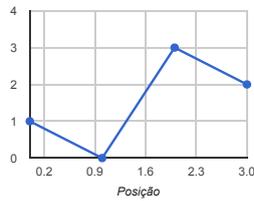
Figura 4: Level Complete



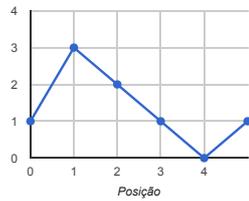
(a) Melodia



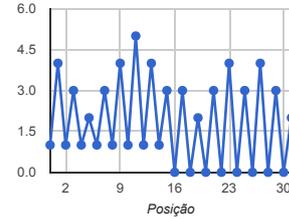
(a) Acompanhamento



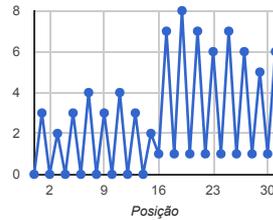
(b) Contorno frase 1



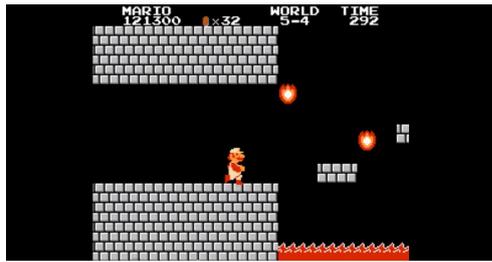
(c) Contorno frase 2



(b) Contorno fragmento 1



(c) Contorno fragmento 2



(d) Cenário, Super Mario Brothers. (NES©) © 1985 Nintendo of America Inc.

Figura 5: Castle

Figura 8: Acompanhamento do tema de Castle

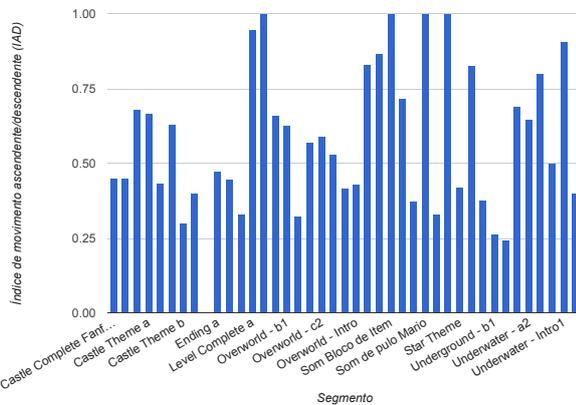


Figura 6: Direção dos elementos sonoros

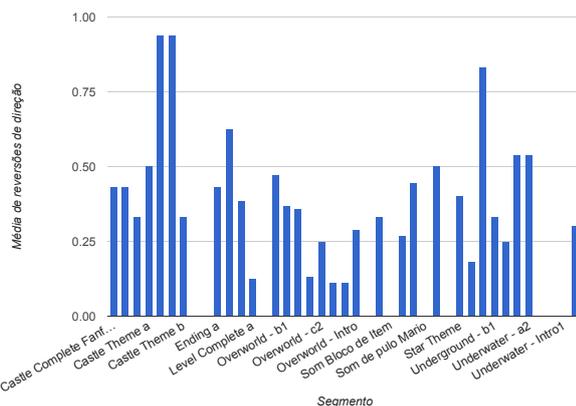


Figura 7: Oscilação dos elementos sonoros

BENT, I., AND POPE, A. 2011. Analysis. In *Grove Music Online*.

BRAME, J. 2009. *Examining Non-Linear Forms: Techniques for the Analysis of Scores Found in Video Games*. Masters of music, Texas Tech University.

FRIEDMANN, M. L. 1985. A Methodology for the Discussion of Contour: Its Application to Schoenberg's Music. *Journal of Music Theory* 29, 2, 223–248.

LAROCHE, G. 2012. *Analyzing Musical Mario-media: Variations in the Music of Super Mario Video Games*. Master's thesis, Department of Music Research, McGill University, Montréal.

MORRIS, R. D. 1993. New Directions in the Theory and Analysis of Musical Contour. *Music Theory Spectrum* 15, 2 (Oct.), 205–228.

PINTO, A. 2014. Música e função narrativa: o jogo Super Mario Bros. In *Anais do XXIV Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música*.

SAMPAIO, M. D. S., KROGER, P., MENEZES, M. P., DA ROCHA, J. M., OURIVES, N., AND DE CARVALHO, D. Q. 2013. The Implementation of a Contour Module for Music21. *ART Music Review* 24.

SAMPAIO, M. D. S. 2012. *A Teoria de Relações de Contornos Musicais: inconsistências, soluções e ferramentas*. Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia.

SCHMUCKLER, M. A. 2010. Melodic Contour Similarity Using Folk Melodies. *Music Perception* 28, 2, 169–194.

SCHULTZ, R. D. 2009. *A diachronic-transformational theory of musical contour relations*. Phd dissertation, University of Washington.

SWEET, M. 2014. *Writing interactive music for video games: a composer's guide*. Addison-Wesley Professional.