

Adriana Fiuza Nunes

# Sonificação de Vídeo

Um manifesto ao som, à sua importância no cinema  
e na representação de dados

Relatório de Dissertação  
Mestrado em Design e Multimédia  
orientada por Pedro Martins e Amílcar Cardoso  
e apresentada ao Departamento de Engenharia Informática  
da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

setembro de 2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



# **Sonificação de vídeo**

—

*Um manifesto ao som,  
à sua importância no cinema  
e na representação de dados*

**Adriana Fiuza Nunes**

adrianafiuzanunes@gmail.com

**Mestrado em Design e Multimédia**

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade de Coimbra

**Orientadores**

Pedro José Mendes Martins

Fernando Amílcar Bandeira Cardoso

**Júri**

Fernando Jorge Penousal Martins Machado

José Augusto Maçãs da Silva Carvalho

Pedro José Mendes Martins

setembro 2018



## Resumo

—

Quando o mundo nos oferece respostas sonoras tão ricas e quando somos invadidos pela onnipresença de sons informativos, é de estranhar que tendamos a limitar-nos aos interfaces tradicionais, onde a exibição da informação é apenas visual (Hermann, 2011).

Quando pensamos no cinema e na sua banda sonora, admitimos que esta não sobrevive de forma independente do filme como um complexo dotado de unidade interna. De facto, Michel Chion (1994) afirma, um filme sem som continua a ser um filme, um filme sem imagem não.

Esta dissertação prende-se entre estas duas questões e explora a sonificação no meio cinematográfico como ferramenta artística capaz de transcender o som do cinema e fomentar o seu destaque neste meio como elemento fundamental na experiência audiovisual que constitui o cinema.

### **Palavras-chave:**

Sonificação, Sonificação musical, Música computacional, Vídeo, Análise de imagem, Cinema



## **Abstract**

—

When the world offers us such rich sound responses and when we are constantly surrounded by the omnipresence of informative sounds, it is surprising how we keep limiting ourselves to traditional interfaces where information is visually displayed (Hermann, 2011).

When we think of cinema and its soundtrack we tend to assume that it cannot survive independently from the film as a complex endowed with internal unity. In fact, Michel Chion (1994) states that a movie with no sound remains a movie, where a movie without image does not.

This dissertation draws on these two statements and explores sonification in the cinematographic medium as an artistic tool capable of transcending the sound of cinema and fostering its prominence in this medium as a fundamental element in the audiovisual experience that constitutes cinema.

### **Keywords:**

Sonification, Musical sonification, Computational music, Video, Image analysis, Cinema



## **Agradecimentos**

—

Aos meus pais e família,  
por todo o apoio, incentivo e paciência, por tudo o que me ensinaram  
e por me oferecerem esta e muitas outras oportunidades na vida.

Aos amigos,  
aos que me aturam desde 2013, aos que me aturam há um pouco mais  
e aos que me aturam há um pouco menos, por toda a amizade, alegria e  
por estarem sempre presentes.

Aos orientadores,  
pela disponibilidade, apoio incansável, partilha de conhecimento e pelo  
voto de confiança depositado.

À malta dos casamentos.



# I. Lista de Figuras

- 10 **Figura 1.** Quatro sons com diferentes frequências
- 11 **Figura 2.** Periodicidade de uma onda
- 12 **Figura 3.** Comparação de dois sons de diferentes amplitudes e igual frequência
- 13 **Figura 4.** Diagrama das curvas de Fletcher-Munson
- 19 **Figura 5.** Kinothek de Giuseppe Becce, volume VII
- 19 **Figura 6.** Kinothek de Giuseppe Becce, temática: trágica-dramática
- 23 **Figura 7.** Filme de animação *Vor e Voinov* a trabalhar para o mesmo
- 23 **Figura 8.** *Sholpo* a trabalhar com o seu
- 24 **Figura 9.** Ilustrações do artigo “Synthetic music” de Arseny Arramov
- 36 **Figura 10.** Modelo de cor RGB
- 36 **Figura 11.** Modelo de cor HSL
- 37 **Figura 12.** Exemplificação de duas cores diferentes com vários valores de saturação
- 37 **Figura 13.** Exemplificação de duas cores diferentes com vários valores de luminância
- 38 **Figura 14.** Enquadramento simétrico dinamizado pelo movimento imprevisível da água
- 39 **Figura 15.** Exemplo de uma imagem cuja composição cumpre com a regra dos terços
- 42 **Figura 16.** Frame do filme *Le voyage dans la lune*
- 43 **Figura 17.** Frame do filme *La Cucaracha*
- 43 **Figura 18.** Frame do filme *Gone With The Wind*
- 44 **Figura 19.** Divisão do círculo cromático em cores quentes e cores frias
- 45 **Figura 20.** Seis cenas que demonstram o uso de cores quentes no cinema
- 46 **Figura 21.** Uso de cores frias na cena final de *The Truman Show*
- 47 **Figura 22.** Cena de *The Grand Budapest Hotel*, onde Anderson tira partido de uma paleta de cores monocromática
- 48 **Figura 23.** Uso de cores complementares em várias cenas de *Amélie*
- 48 **Figura 24.** Uso de cores análogas numa cena de *Children of Men*
- 49 **Figura 25.** Uso de esquema de cores triádicas numa cena de *Superman*
- 50 **Figura 26.** Uso de paleta cores discordantes numa cena de *Schindler’s List*
- 51 **Figura 27.** Uso de três cores diferentes de forma a destacar três fases da narrativa de *Moonlight*
- 54 **Figura 28.** Estetoscópio de Laënnec
- 55 **Figura 29.** Instalação *Random Access Music*, de Nam June Paik
- 61 **Figura 30.** Interface de *Vosis*: modo de edição e modo de desempenho
- 62 **Figura 31.** Interface de *Sonified*
- 63 **Figura 32.** Rede de pares de tons aplicada ao aquário
- 64 **Figura 33.** Aplicação do *Cortical Sound* no filme *Film*
- 65 **Figura 34.** *SuperCollider Shape*
- 69 **Figura 35.** Esquema representativo do processo de trabalho
- 71 **Figura 36.** Esquema representativo do planeamento de tarefas

- 78 **Figura 37.** Mapeamento dos valores de hue
- 79 **Figura 38.** Mapeamento do brilho e temperatura da cor para modo musical
- 80 **Figura 39.** Associação de escalas iguais em modos complementares
- 81 **Figura 40.** Mapeamento das notas sobre o ecrã
- 89 **Figura 41.** Esquema representativo da comunicação entre as ferramentas utilizadas pelo sistema implementado e respectivas tarefas
- 95 **Figura 47.** Formas bem definidas de *Dots*, Norman McLaren
- 96 **Figura 48.** McLaren pintando *Hen Hop* (1942) diretamente na película de filme, a mesma técnica utilizada em *Dots*
- 96 **Figura 42.** Sequência de frames de *Studie nr8*
- 97 **Figuras 43 e 44.** *Frames* distintas de *An Optical Poem*, onde se destaca a variedade na paleta de cores
- 97 **Figuras 45 e 46.** Momentos distintos de *An Optical Poem*, com maior e menor densidade de elementos
- 98 **Figura 49.** Instância de *World*, de Belson
- 99 **Figuras 50, 51 e 52.** Sequência de *frames* de *Shapes*, ilustrando movimento
- 100 **Figura 53.** Instância de *Shapes*, onde é possível testar o enquadramento da regra dos terços
- 100 **Figuras 54 e 55.** Instância de *Shapes*, onde é possível testar o enquadramento da regra dos terços
- 103 **Figura 56.** Instância do filme *Junkopia*, de Chris Marker
- 104 **Figura 57.** Instância de *Trafic* onde é possível ver o destaque do vermelho e amarelo
- 105 **Figura 58.** Cena de *Le mépris*, onde é possível observar a predominância do vermelho
- 110 **Figura 59.** Gráfico dos resultados relativos à primeira secção do questionário
- 111 **Figura 60.** Gráfico dos resultados relativos à terceira secção do questionário
- 112 **Figuras 61, 62 e 63.** *Layouts* da quarta questão, da primeira fase de testes
- 113 **Figura 64.** Gráfico dos resultados relativos à quarta questão do questionário
- 118 **Figuras 65 e 66.** Exemplo do *layout* da primeira secção do questionário (Questão 1)
- 118 **Figura 67.** Exemplo do *layout* da segunda secção do questionário (Questão 5)
- 119 **Figura 68.** Exemplo do *layout* da segunda secção do questionário (Questão 5)
- 119 **Figuras 69 e 70.** Exemplo do *layout* da segunda secção do questionário (Questão 8)
- 120 **Figura 71.** Breve contextualização fornecida no início do questionário
- 121 **Figura 72.** Gráfico dos resultados relativos à primeira secção do questionário

- 122 **Figura 73.** Gráfico dos resultados relativos à segunda secção do questionário
- 123 **Figura 74.** Gráfico dos resultados relativos à terceira secção do questionário



## II. Lista de Tabelas

- 09 **Tabela 1.** Correspondências entre características sonoras, parâmetros musicais e sonoridade percebida (Bianchini, 2003).
- 109 **Tabela 2.** Lista de perguntas do primeiro questionário, com os parâmetros que avaliam e respectivos formatos de resposta.
- 117 **Tabela 3.** Lista de perguntas do segundo questionário, com os parâmetros que avaliam e respectivos formatos de resposta. dos resultados relativos à quarta questão do questionário.
- 123 **Tabela 4.** Lista de alguns comentários submetidos no 2º questionário.



### III. Glossário

**Abertura (ótica):** objeto capaz de restringir o diâmetro da trajetória de luz que atravessa um plano num sistema ótico.

**Cue Sheets:** Lista ordenada de ações ou *frames* de diálogos presentes num filme, à qual cada entrada corresponde uma composição musical. A cada composição é também associado um tempo de duração (Anderson, 1988).

**Display Auditivo:** Uso de som de forma a comunicar informação a um utilizador.

**Drones:** efeito harmónico ou monofásico onde uma nota ou acorde é continuamente tocada ao longo da totalidade, ou grande parte, de uma peça sonora.

**Fake Books:** Coleção de partituras cujo objetivo é a rápida aprendizagem e adaptação de novas músicas (Anderson, 1988).

**Fonógrafo:** Aparelho capaz de gravar e reproduzir som através de um cilindro.

**Operetta:** Operetta ou “pequena ópera” é um estilo de ópera mais leve, tanto na sua substância musical como no seu conteúdo.

**Phonofilm:** Sistema óptico de som em filme, desenvolvido por Lee de Forest e Theodore Case na década de 1920.

**Pixel:** menor ponto existente num dispositivo de exibição digital.

**Reverb:** efeito físico gerado por ondas sonoras quando estas são refletidas de forma repetitiva.

**Stencil:** Material plano e fino que permite reproduzir algo numa superfície através das suas aberturas quando estas são preenchidas com tinta.

**Vitaphone:** Dispositivo desenvolvido pela Warner Bros. capaz de gravar e reproduzir som em filme.



# Conteúdos

- IX Lista de Figuras
- XIII Lista de Tabelas
- XV Glossário

## 01 1. Introdução

- 03 1.1. Motivação
- 03 1.2. Enquadramento
- 04 1.3. Objetivos
- 04 1.4. Contributos esperados
- 04 1.5. Estrutura do documento

## 07 2. Estado da Arte

- 09 2.1. O Som
  - 09 2.1.1. Características
  - 13 2.1.2. Princípios de Gestalt
  - 15 2.1.3. Modos de Escuta
- 17 2.2. O Som no Cinema
  - 17 2.2.1. O filme mudo — 1900 a 1930
  - 19 2.2.2. O aparecimento do som e o início da música sincronizada —1930
  - 25 2.2.3. A era dourada de Hollywood — 1930 a 1950
  - 26 2.2.4. Estilos e tendências musicais — 1950 a 1975
  - 28 2.2.5. De 1975 aos cinemas de hoje
  - 29 2.2.6. O som no ecrã
- 35 2.3. A Imagem
  - 35 2.3.1. Imagem digital
  - 37 2.3.2. Composição
- 41 2.4. A cor no cinema
  - 41 2.4.1. Breve história da cor no cinema
  - 44 2.4.2. Temperatura da cor
  - 46 2.4.3. Paletas de cor
  - 50 2.4.4. A cor como narrativa
- 53 2.5. Sonificação
  - 54 2.5.1. Um pouco de história
  - 56 2.5.2. Técnicas de Sonificação
  - 59 2.5.3. Música e Emoções
- 61 2.6. Projetos Relacionados
  - 61 2.6.1. VOSIS
  - 62 2.6.2. Sonified
  - 62 2.6.3. Sonificação do movimento de peixes
  - 63 2.6.4. Automatic Soundtrack
  - 64 2.6.5. Banda sonora através de ondas cerebrais
  - 65 2.6.6. SuperCollider Shape
  - 65 2.6.7. Climate Symphony

<b>67</b>	<b>3. Metodologia</b>
69	3.1. Objetivos
69	3.2. Processo
70	3.3. Desafios
71	3.4. Planeamento de tarefas
<b>75</b>	<b>4. Mapeamento</b>
77	4.1. Parametrização
77	4.1.1. Pré-processamento
79	4.1.2. Harmonia
80	4.1.3. Melodia
82	4.1.4. Composição visual
82	4.1.5. Timbre
85	4.2. Exploração
85	4.2.1. Abordagem 1
85	4.2.2. Abordagem 2
86	4.2.3. Abordagem 3
86	4.2.4. Abordagem 4
87	4.2.5. Abordagem 5
89	4.3. Sistema
<b>93</b>	<b>5. Estudo experimental</b>
95	5.1. Animações
95	5.1.1. <i>Dots</i> — Norman McLaren (1940)
96	5.1.2. <i>Studie nr8</i> — Oskar Fischinger (1931)
97	5.1.3. <i>An Optical Poem</i> — Oskar Fischinger (1938)
98	5.1.4. <i>World</i> — Jordan Belson (1970)
98	5.1.5. <i>Shapes</i> — Adriana Nunes (2018)
103	5.2. <i>Live-action</i>
103	5.2.1. <i>Junkopia</i> — Chris Marker (1981)
104	5.2.2. <i>Trafic</i> — Jacques Tati (1971)
105	5.2.3. <i>Le mépris</i> — Jean-Luc Godard (1963)
<b>107</b>	<b>6. Avaliação</b>
109	6.1. Fase 1
110	6.1.1. Resultados
113	6.1.2. Conclusões retiradas
117	6.2. Fase 2
120	6.2.1. Resultados
123	6.2.2. Conclusões retiradas
<b>127</b>	<b>7. Conclusões e Perspetivas futuras</b>
129	7.1. Reflexão sobre os resultados
129	7.1.1. <i>Dots</i> — Norman McLaren (1940)
129	7.1.2. <i>Studie nr8</i> — Oskar Fischinger (1931)
130	7.1.3. <i>An Optical Poem</i> — Oskar Fischinger (1938)

130	7.1.4. <i>World</i> — Jordan Belson (1970)
131	7.1.5. <i>Shapes</i> — Adriana Nunes (2018)
131	7.1.6. <i>Junkopia</i> — Chris Marker (1981)
132	7.1.7. <i>Trafic</i> — Jacques Tati (1971)
132	7.1.8. <i>Le mépris</i> — Jean-Luc Godard (1963)
135	7.2. Perspetivas futuras
137	7.3. Considerações finais
<b>141</b>	<b>Notas</b>
<b>145</b>	<b>Referências</b>
<b>153</b>	<b>Apêndices</b>



## 1. Introdução

---

Em 1888, quando Thomas Edison anunciou que iria iniciar a construção de uma nova experiência, o cinetoscópio, estava longe de imaginar no que esta se viria a tornar. Antes da invenção do filme, a música e o teatro eram os que se destacavam quando se pensava em cultura e entretenimento. Mais do que isto, já nesta altura audição e visão se aliavam, por exemplo, através da ópera, uma das artes mais apreciadas da época. Quando o cinema surgiu, foi lentamente ocupando o seu lugar, chegando mesmo a ter filmes que eram nada mais que adaptações de óperas. No entanto, o papel de destaque que o som no cinema hoje ocupa foi conquistado gradualmente. Passou de uma mera distração ao som produzido pelo projetor, a grandes orquestras ao vivo com música sincronizada, ao aparecimento do som desenhado e inserido nas películas de filme, sintetizadores, *Dolby Sound*, e quem sabe o que o futuro lhe aguarda. De facto, o som no cinema passou por inúmeras mudanças às quais teve de se adaptar num período de tempo tão curto.

Será talvez excessivo afirmar que o som é mais importante que a imagem, no entanto, os sons no cinema atualmente têm tanto impacto que conseguem facilmente reduzir a imagem e a sua grandiosidade, roubando-lhe grande parte do protagonismo. Ao mesmo tempo que o som se vai impondo no mundo do cinema, o mesmo acontece na representação de informação. Enquanto a sonificação como a visualização de informação foram sendo exploradas ao longo dos séculos, a visualização de informação sempre foi quem alcançou maior destaque, no entanto, a sonificação está cada vez mais a ganhar distinção neste meio.

Esta dissertação pretende compreender o papel da sonificação, como ferramenta transdutora de informação em som, no cinema e no contrato que este cria entre imagem e som, explorando a questão: será a sonificação de um filme capaz de destacar a sonificação como meio de representação de dados artística e devolver ao som a sua quota parte no cinema?



## 1.1. Motivação

Audição e visão são dois dos cinco sentidos. Desde o estado embrionário que somos dotados de audição. Nesta fase, este é o único dos cinco sentidos do qual conseguimos tirar proveito, os pequenos sons que ouvimos são tudo o que apreendemos do mundo, desde o bater do coração da nossa mãe, à voz do nosso pai. Depois nascemos.

Aí todos os sentidos competem por atenção, tudo é novo. Audição e visão trabalham juntos desde então. Vemos uma porta bater e instantaneamente esperamos o seu ruído. O nosso cérebro cria associações entre aquilo que vemos e o som esperado e vice-versa. Na verdade, não precisamos ver a porta bater para saber que o fez, o ruído deste ato é o suficiente para sabermos que aconteceu.

No entanto, num universo em que a visão é muitas vezes eleita como a mais notável dos sentidos, quer na representação de dados, quer no cinema, o som continua a ser descartado. Apesar da experiência cinematográfica ser constituída por uma relação audio-visual, quando nos referimos a cinema referimos-nos apenas à visão — “Vamos ver um filme?”. Também a sonificação é muitas vezes represada quando comparada à visualização de informação.

Assim, o gosto pelo cinema e a sua perceção como uma experiência visual e sonora, onde cada um destes elementos interage e modifica a nossa perceção do outro, aliada a sonificação como ferramenta de criação artística sonora, motivam a criação e o desenvolver desta dissertação.

## 1.2. Enquadramento

Esta dissertação está inserida na área da sonificação de dados. Esta é uma área em expansão, equivalente à visualização de dados, mas que usa som como meio capaz de representar informação, transformando relações entre dados em relações percecionadas por um sinal acústico. Este projeto procura compreender a relação imagem-som, criando analogias entre características visuais — textura, movimento, cor, saturação, brilho, sombras, ... — e sonoras — timbre, ritmo, tempo, intensidade, etc.

Também a história do cinema — e do impacto sonoro e musical no mesmo — serão abordados nesta dissertação, visto serem momentos chave para a sonificação uma vez que serão capazes de facilitar a compreensão das relações imagem-som.

Apesar inserido na sonificação de dados e de ir nutrir à geração automática de bandas sonoras, este projeto não se classifica como nenhuma. Tirando apenas partido de características e ferramentas das áreas acima referidas, esta dissertação procura estabelecer-se como um manifesto ao poder do som e à versatilidade da sonificação de dados.

### **1.3. Objetivos**

O principal objetivo desta dissertação é a exploração do papel da sonificação no cinema como meio capaz de “fortalecer” o som neste meio e a sonificação na representação de dados. Através de um sistema capaz de gerar som a partir de vídeo, pretende-se igualar o papel do som no cinema ao papel ocupado pela imagem e demonstrar a correlação que existe entre estes como parte fundamental que são no cinema. Também o destaque da sonificação, como ferramenta de tradução e representação de dados, é um dos objetivos desta dissertação. Em particular, pretende-se destacar a sonificação como portadora de um papel abstrato e artístico na metamorfose da imagem em som.

Para o desenvolvimento desta dissertação considera-se importante que seja realizado um estudo aprofundado na área da sonificação de dados, teoria musical e compreensão de parâmetros musicais. De forma a compreender as relações que se podem criar entre som e vídeo, será realizado um estudo que incidirá na história do cinema — incluindo o filme mudo, cinema sincronizado, o aparecimento de som e sintetizadores, assim como o papel da imagem e da cor no cinema.

### **1.4. Contributos esperados**

Estando inserida no âmbito da Sonificação de Dados, esta dissertação pretende contribuir nessa mesma área, tanto pela investigação que será feita, como nas analogias que serão estudadas entre som e imagem. Acima de tudo, pretende-se destacar a sonificação como exploração estética dos dados e consequente transformação artística.

Na área do cinema e vídeo espera-se, não só contribuir com a possível criação de uma nova dimensão cinematográfica, mas também despertar a consciência para o papel do som no cinema que tem acompanhado a imagem praticamente do berço.

Pretendendo não só contribuir com uma sonificação cinematográfica e geração de banda sonora automática, como veículo de um manifesto ao som, esta dissertação procura também abrir portas à experimentação e reflexão sobre novas abordagens e conclusões relativas ao uso da sonificação.

### **1.5. Estrutura do documento**

Após a introdução ao projeto, o segundo capítulo, Estado de Arte, aborda toda a investigação teórica realizada de forma a complementar os conhecimentos necessários à exploração desta dissertação. Neste capítulo é realizada uma abordagem ao som, quais as suas características, como o percebemos e quais as suas classificações. De seguida, é explorado o seu papel no cinema onde não só é abordado o seu percurso histórico desde o filme mudo até aos dias de hoje, como também, com a ajuda de

Michel Chion, é analisada a sua função no cinema e a forma como este se manifesta como entidade individual. A estes, segue-se um estudo sobre a sonificação onde são analisadas as regras que a definem, as técnicas utilizadas e alguns marcos históricos capazes de demonstrar o papel da sonificação ao longo dos anos. Por fim, são analisadas a imagem — o que define uma imagem digital e quais os elementos que a compõe — e a cor — nomeadamente o seu papel no cinema como dimensão capaz de enriquecer a narrativa de um filme e manipular emoções.

O terceiro capítulo, Metodologia, abrange a abordagem metodológica escolhida para este projeto, explica quais os objetivos pretendidos na dissertação, qual o processo utilizado, quais os desafios inerentes ao projeto e, por fim, é apresentado o planeamento de tarefas.

O quarto capítulo, Mapeamento, como o próprio nome sugere, exibe o mapeamento de vídeo em som alcançado neste projeto. De forma a justificar este mapeamento alcançado, são também levemente referidas as fases prévias que levaram ao resultado final. Por fim, é apresentado o sistema de sonificação e explicada a sua constituição e interação.

O quinto capítulo, Estudo Experimental, apresenta os filmes escolhidos para o estudo e análise do sistema desenvolvido. Para além da sua enumeração e contextualização, são explicadas as características de cada um destes filmes que os destacaram como objeto de estudo do sistema.

O sexto capítulo, Avaliação, reflete sobre os testes realizados ao sistema e ao mapeamento. Apresentando gráficos e tabelas com os resultados mais relevantes, é refletida a aceitação de cada uma das composições audiovisuais por parte dos espectadores teste.

O sétimo capítulo, Conclusões e Perspetivas futuras, é o capítulo final. Neste, é realizada uma análise geral ao projeto, assim como a cada uma das composições audiovisuais, retirando conclusões sobre o funcionamento do sistema e da sua resposta a estes filmes. Por fim, são também apresentadas as expectativas para o projeto, designadamente o que poderá ser melhorado e o que poderá ser implementado de forma a aproveitar o sistema noutras áreas.



## **2. Estado da arte**

—

Neste capítulo iremos abordar algumas temáticas relevantes ao objetivo da dissertação. Assim, iremos fazer um estudo sobre o som, a história do cinema e do impacto e desenvolvimento sonoro no mesmo, a sonificação e respectivas técnicas, e, por fim, será feita uma análise de projetos que de alguma forma se relacionam ou serão capazes de contribuir para esta dissertação.



## 2.1. O som

Começamos a ouvir mesmo antes de nascermos. Quatro meses e meio após a nossa concepção, o som reina como uma rainha solitária dos sentidos. Desenvolvemos-nos num luxuoso e contínuo banho de sons: o som da voz da nossa mãe, do seu respirar, o bater do seu coração (Chion, 1994)... O nascimento, traz subtil e simultaneamente os restantes sentidos, aí, começa a competição pelo trono que o som já tinha reclamado (Chion, 1994).

De um modo geral e bastante impessoal, podemos referir-nos a som como o resultado de variações da pressão, ou oscilações, num meio elástico, gerado por uma superfície vibratória (Hansen, 1951). Oscilações que, de seguida, são percecionadas por uma entidade ou meio. Esta percepção parece-nos, e de facto é, um processo automático e sem esforço. O som parece transformar-se magicamente num complexo conjunto de impulsos neuronais que são interpretados pelo cérebro como a experiência subjetiva dos cenários auditivos que nos rodeiam (John G. Neuhoff, 2011).

Apesar do ato de percecionar ser usualmente um processo automático e sem esforço, não significa que seja simples, trivial. Se o objectivo é transmitir significado com som, então o conhecimento desse processo perceptual que transforma som em significado, é crucial (John G. Neuhoff, 2011).

### 2.1.1. Características

Existem três parâmetros básicos do som que influenciam a forma como o percecionamos. Estas, são a frequência, a amplitude e a onda sonora (Bianchini, 2003).

A cada uma destas características básicas é possível associar um parâmetro musical, assim como uma sensação perceptual, como podemos observar na Tabela 1.

CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	SENSAÇÃO PERCETUAL
Frequência	Altura	Agudo $\longleftrightarrow$ Grave
Amplitude	Intensidade	Forte $\longleftrightarrow$ Suave
Onda sonora	Timbre	Cor do som

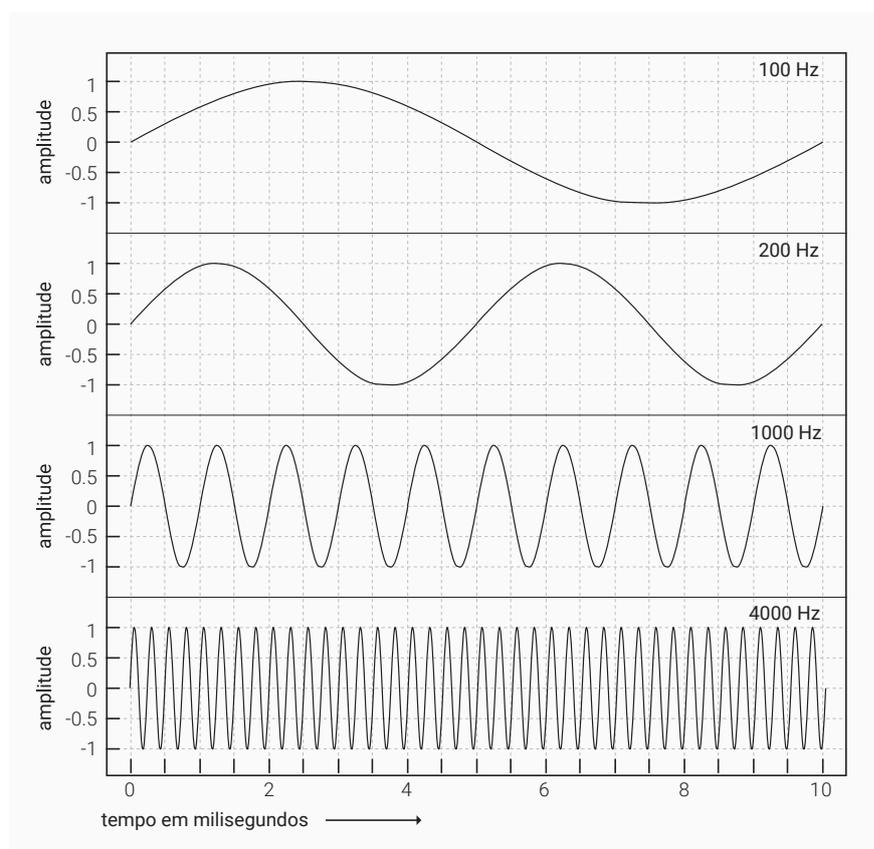
**Tabela 1.**

Correspondências entre características sonoras, parâmetros musicais e sonoridade percecionada (Bianchini, 2003).

## Frequência

A frequência corresponde à periodicidade de um determinado padrão por unidade de tempo e usa o *hertz* como unidade de medida. Ao tempo necessário para esse padrão se completar, dá-se o nome de período de onda, e à distância entre o início e o fim desse padrão, dá-se o nome de comprimento de onda (Cipriani & Giri, 2013).

O comprimento de onda de um som é inversamente proporcional à sua frequência, assim, um som com frequência de 200Hz terá menor comprimento de onda que um som com 100Hz (Figura 1) (Burk et al., 2005).



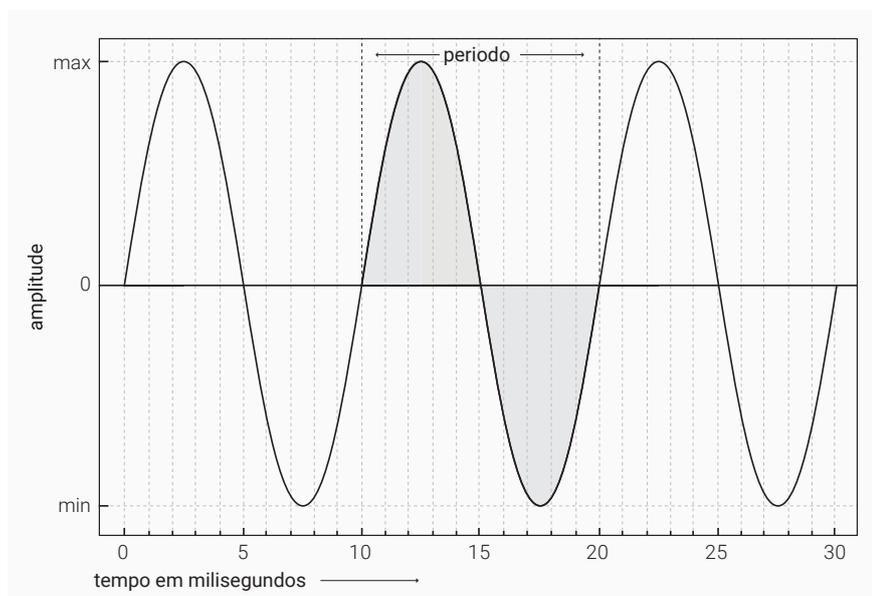
**Figura 1.**  
Quatro sons com diferentes frequências (Cipriani & Giri, 2013).

O intervalo de frequências audíveis varia de espécie para espécie, uma vez que os seus sistemas auditivos também variam. No caso do ser humano, este intervalo situa-se entre os 20 e os 20000 Hz, onde, quanto mais rápida a repetição do padrão da onda sonora, mais agudo o valor da frequência será (Cipriani & Giri, 2013).

## Período

O período de uma onda sonora é o tempo que esta demora a completar um ciclo. Relembrando que a frequência é o número de vezes que esse ciclo se repete num segundo, podemos então constatar que, um som de 20 Hz tem uma periodicidade de 1/20 segundos.

Na Figura 2 podemos ver uma onda com um período de 10 milissegundos.



**Figura 2.** Periodicidade de uma onda (Bianchini, 2003).

### Sensação Percetual

Enquanto nos podemos referir a frequência como um fenómeno acústico e físico, quando nos referimos à percepção de um som por parte de um ser humano, usamos a denominação de *altura*. O ser humano tende a reconhecer relações relativas, não valores físico absolutos. Isto é, é mais fácil para a maioria dos humanos ouvir ou descrever a relação entre duas frequências, do que referir o valor exato da mesma (Burk et al., 2005).

Exatamente pela capacidade de descrever e percecionar relações entre frequências, ao invés da frequência em si, somos capazes de reconhecer uma música mesmo que não esteja a ser tocada no seu tom original. A esse fenómeno chama-se transposição.

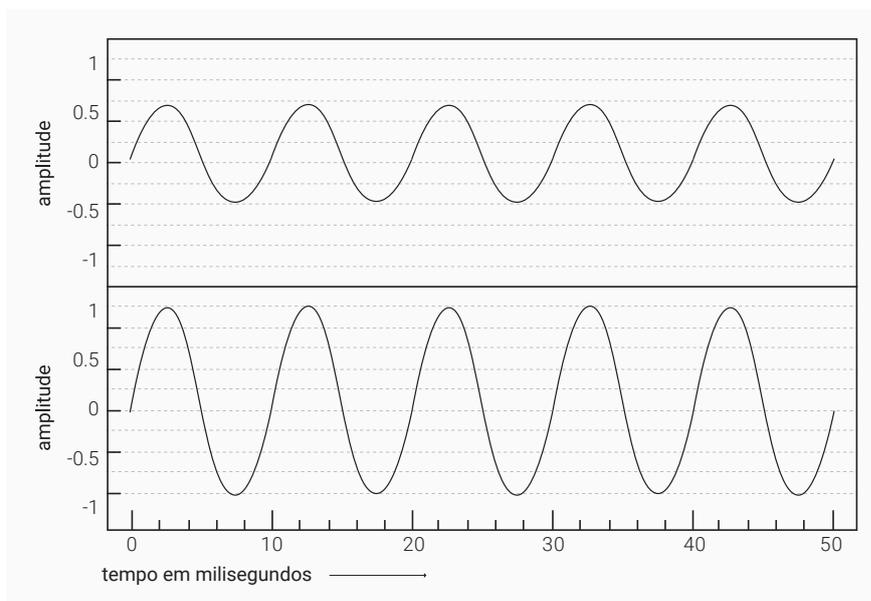
### **Amplitude**

A amplitude é um fenómeno físico que expressa variações na pressão do ar, provocando diferenças na intensidade sonora e no volume com que percebemos o som (Cipriani & Giri, 2013).

A unidade de medida usada por esta grandeza são os *décibéis* (dB). Quando nos referimos à amplitude de um determinado som, referimo-nos a todo o pico do som, assim, uma amplitude de 0.5 dB, significa que a onda sonora oscila entre -0.5 e 0.5 dB (Figura 3) (Cipriani & Giri, 2013).

Assim como na frequência, na amplitude, o ouvido humano também tem um intervalo capaz de tolerar. Este intervalo situa-se entre o “limiar da audição”, 0 dB, e o “limiar da dor”, entre 100 e 120 dB (Cipriani & Giri, 2013 e Burk et al., 2005).

**Figura 3.**  
 Comparação de dois sons de diferentes amplitudes e igual frequência (Cipriani & Giri, 2013).



### Intensidade

Como referido anteriormente, a amplitude é capaz de nos ajudar a perceber quanto volumoso um som é. No entanto, esta sensação não é causada somente pela amplitude, mas é também resultado da frequência (Burk et al., 2005).

O som é resultado da vibração de um meio percebida pelo nosso ouvido. Essa vibração gera uma onda com determinada amplitude e determinada frequência, isto é, no mundo real não somos capazes de isolar forças nem parâmetros, discutir amplitude isoladamente é demasiado relativo (Burk et al., 2005).

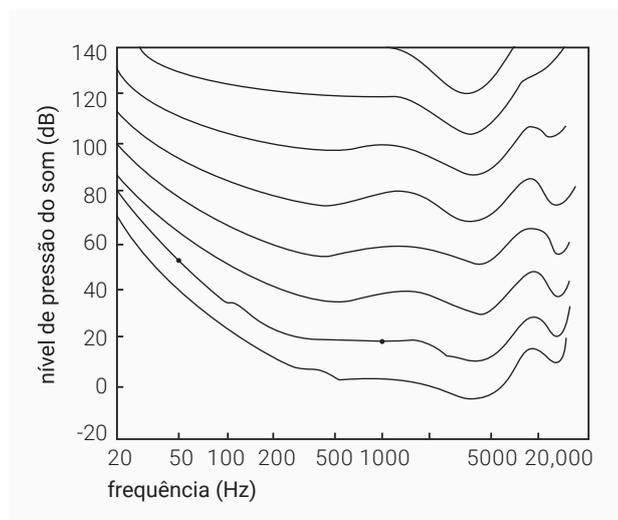
### **Onda sonora**

A onda sonora reflete o timbre e a sua sonoridade. É o que nos permite, por exemplo, distinguir uma nota tocada numa flauta de uma mesma nota tocada por um violino (Burk et al., 2005 e Cipriani & Giri, 2013).

As ondas sonoras podem manifestar-se de várias formas, no entanto, a *onda sinusoidal* é a mais comum, mais simples e mais importante uma vez que é a única que contém apenas uma frequência e, assim, pode ser decomposta em séries de sinusóides (Cipriani & Giri, 2013).

### Curvas de Fletcher-Munson

Como já foi referido anteriormente, a percepção do quanto volumoso um som é não depende apenas da amplitude, mas também da frequência desse som. As curvas de Fletcher-Munson (Figura 4) ajudam-nos a compreender qual deve ser a amplitude um som para que notas iguais com diferentes frequências, sejam percebidas de forma idêntica.



**Figura 4.** Diagrama das curvas de Fletcher-Munson (Cipriani & Giri, 2013).

### 2.1.2. Princípios de Gestalt

A psicologia de Gestalt, surgida entre finais do século XIX e inícios do século XX, é uma teoria bastante conhecida quando aplicada à percepção visual. No entanto, facilmente se cria equivalência entre estes princípios visuais com a percepção auditiva. Assim, seguindo estes conceitos somos capazes de identificar e compreender a forma como o cérebro analisa a informação e obter ferramentas mais precisas na criação de som (Sonnenschein, 2002).

#### Figura e fundo

Assim como na imagem, também no som podemos ter elementos em primeiro e em segundo plano. Por exemplo, se estamos num café cheio de barulho e burburinho a conversar com amigos, as vozes dos nossos amigos estão em primeiro plano, enquanto que o burburinho se torna ruído de fundo. No entanto, se no meio desse burburinho reconhecemos a voz de alguém conhecido, essa voz passa de segundo a primeiro plano.

A qualidade do som influencia aquele que para nós se salienta num espaço de som. Quando uma frequência ou timbre se destaca dos restantes sons, ou quando um som é aberrante e destoa por completo, passa a primeiro plano (Sonnenschein, 2002). No entanto, também podemos ter momentos instáveis, de ambiguidade, onde o primeiro plano depende, não só do som em si, mas também da nossa atenção.

#### Proximidade e semelhança

O princípio da proximidade incide e explica a forma como o cérebro tende a agrupar objetos próximos. Quando aplicamos esta regra ao som, a proximidade passa a ser temporal. Aqui, elementos de sons adjacentes tendem a ser agrupados como um só objeto sonoro (Sonnenschein, 2002).

Por exemplo, o ranger de uma porta seguido da pancada da mesma ao fechar é agrupado como um só, referimos-nos a ele como o “bater da porta”.

Na música, este fenómeno é ilustrado quando notas adjacentes são percecionadas como uma melodia. Neste caso, o timbre é o mais determinante, até mais que a nota que está a ser tocada (Sonnenschein, 2002).

### **Continuidade e clausura**

A mente humana gosta de completar padrões, assim, se um som pausa abruptamente antes de terminar a sua trajetória expectável, sentimos tensão (Sonnenschein, 2002).

A lei da clausura diz-nos que a nossa mente tende a completar trajetórias interrompidas. No caso da nossa perceção auditiva, isto acontece com fragmentos melódicos, frases quebradas ou qualquer outra informação sónica que seja interrompida (Sonnenschein, 2002). Por exemplo, se alguém está a discursar e, a meio, a buzina de um carro ouve-se soar, o nosso cérebro perceciona o discurso como contínuo e chega mesmo a preencher as palavras que faltam.

A lei da continuidade diz-nos que o nosso cérebro tende a considerar como contínuo um som cuja frequência, onda sonora, ou outro parâmetro é alterado suavemente (Sonnenschein, 2002).

### **Destino comum**

O princípio do destino comum, na perceção auditiva, refere-se ao fenómeno de dois ou mais componentes num som complexo submetidos ao mesmo tipo de mudanças ao mesmo tempo, se tornam num só som agrupado e são percecionados como parte da mesma origem (Sonnenschein, 2002). Por exemplo, quando, num filme, uma cena muda de cenário do exterior para um interior próximo, o som exterior pode permanecer igual, mas num volume inferior (Sonnenschein, 2002).

### **Simplicidade**

O princípio da simplicidade é bastante claro. Quando temos uma mistura de sons complexos, a nossa perceção vai considerar um conjunto mais simples, podendo descartar alguns dos elementos sonoros (Sonnenschein, 2002).

### 2.1.3. Modos de escuta

Chion (1994) identifica três modos de escuta que usamos: causal, semântico e reduzido.

Quando ouvimos um som com o objetivo de recolher informação sobre a sua fonte, estamos perante o modo de escuta causal (Chion, 1994). Por outro lado, quando nos referimos a um código ou linguagem utilizados para interpretar uma mensagem — um dialeto, código Morse, etc — estamos a referir-nos ao modo de escuta semântico (Chion, 1994). Por fim, o modo de escuta reduzido, nome dado por Pierre Schaeffer, refere-se ao modo que se foca nos traços do som em si, independentemente da sua causa ou significado. Este modo pega no som como é, como um objeto a ser observado, ao invés de um veículo para algo (Chion, 1994).

Estes três modos, são importantes no contexto do cinema e do som no cinema, no entanto, temos de ter a consciência de que não atuam de forma isolada. Num filme, o som, mais do que a imagem, pode ser um meio de manipulação afetiva e semântica. Por um lado, o som tem um efeito direto nas nossas emoções, por outro, tem uma influência na nossa percepção (Chion, 1994).



## 2.2. O som no cinema

Música e drama estão ligados por milhares de anos pelas mais variadas culturas do mundo e sempre conseguiram sobreviver como duas entidades individuais. No entanto, a sua combinação é mágica, transcende a soma dos dois e torna-se algo mais. A música para cinema não é exceção (Davis, 2008).

Uma boa banda sonora é capaz de salientar emoções, ações e intenções de um filme, mas mais do que isso, ela é capaz de nos dar sensações que não estão presentes. Um bom compositor consegue criar tensão, susten... e de seguida libertar, ou não. A música no cinema cativa audiências, cultiva ideias e abre caminhos (Davis, 2008).

### 2.2.1. O filme mudo – 1900 a 1930

Em 1895-96, durante as primeiras apresentações cinematográficas dos irmãos Lumière, eram já usados acompanhamentos musicais. Não se sabe se foram estes quem estrearam o ato, no entanto, foram os primeiros a ser registados (Davis, 2008). A utilização da música realizada por estes irmãos, e que se continuou a realizar nos anos que se seguiram, era, porém, uma mera forma de abafar o som produzido pelos projetores e de compensar o vazio fantasmagórico das imagens projetadas (Anderson, 1988).

Em 1904, Edison, lançava um versão de apenas 22 minutos de uma ópera de 4 horas de Richard Wagner, *Parsifal*. Com uma partitura de piano disponível para acompanhar a peça, Edison pretendia espalhar a obra por todo o continente e facilitar a sua fácil e fidedigna reprodução. Um quarteto de cantores locais seria contratado para permanecer escondido e dar voz à peça. Assim, para além da fácil reprodução e proliferação da obra, era dado um interesse acrescido a cada reprodução, devido ao uso de talento local (Anderson, 1988).

Edison foi astuto na sua abordagem. Nesta época, Hollywood respeitava um cantor de ópera, da mesma forma que hoje em dia respeitam um ator. Assim, os filmes aspiravam ocupar em Hollywood, o lugar que a ópera tão bem ocupava; e a música era usada para esse fim (Anderson, 1988). No entanto, a sua utilização era meramente estética, assim sendo, a música que acompanhava os filmes comuns era retirada de alguma fonte pré-existente, quer de clássicos musicais, músicas populares, etc. Nesta fase, a música não servia grande propósito, para além de entreter a plateia (Davis, 2008). Para além disso, os erros cometidos costumavam ser imensos. Muitas vezes, ouvíamos músicas românticas quando irmãos se abraçavam, a sincronização entre som e imagem era deficiente e as orquestras eram muitas vezes acusadas de tocarem demasiado alto (Anderson, 1988).

Em 1908, surge, o que se pensa ser, a primeira música especificamente escrita para um filme<sup>1</sup>. No entanto, devido aos custos acrescidos e recursos necessários, este conceito não vingou. Apesar disto, a consciência de que a música deveria ser feita, ou adaptada, para as necessidades de cada filme estava a crescer (Davis, 2008).

### **A consciência do poder da música no cinema**

No início dos anos 1920, em muitos teatros sofisticados, crescia a consciência de que o acompanhamento musical poderia intensificar os efeitos ou reforçar as estruturas inerentes de um bom filme. O controlo direto sobre os acompanhamentos podia ser alcançado com a distribuição de *cue sheets*, *fake books* ou partituras originais (Anderson, 1988).

“Eu sentia que estava a fazer algo clandestino. (...) Acima de tudo gostava da mudez incurável dos nossos heróis. Mas não, eles não eram mudos, uma vez que eles sabiam como se entender. Eles comunicavam através da música; era o som da sua vida interior. (...) Eu lia as suas conversas mas ouvia as suas esperanças e amarguras. Eu pressentia com os meus ouvidos o orgulhoso luto de quem permanece calado (...)”<sup>2</sup>

#### Cue Sheets

Em 1909, as companhias Edison e Vitagraph, circulavam programas de acompanhamentos musicais adequados aos seus filmes. Estas, poupavam imenso tempo aos teatros que reproduziam os filmes e forneciam um meio musical e o seu controlo (Anderson, 1988).

Apesar de terem sido bastante utilizadas durante a era do filme mudo, estavam longe de ser perfeitas. Muitos músicos sentiam-se ofendidos por elas, alegavam que as *cue sheets* eram úteis apenas para os músicos inexperientes e sem talento. Para além disso, muitas estavam incompletas e, entre alterações feitas aos filmes e reordenação e cortes de cenas, perdiam o sentido (Anderson, 1988).

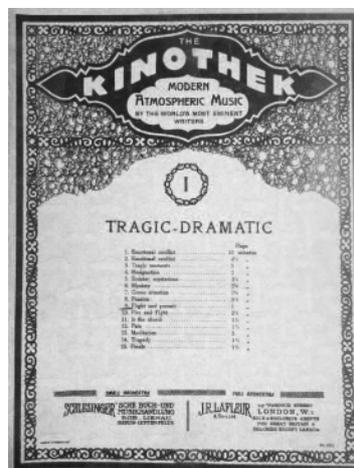
#### Fake Books

Mantendo em mente a nova consciência do uso da música como manipulação de emoções e realce de ações e sentimentos de um filme, iniciou-se a publicação de *fake books*. Assim, o diretor musical, tinha apenas que determinar o *mood* geral de cada cena e procurar no livro uma música que se adequasse (Davis, 2008).

Ao contrário das *cue sheets*, que forneciam o tempo durante o qual a música tocava, os *fake books* tinham marcas de metrónomos para que os maestros pudessem permanecer sincronizados com a música e, consequentemente, com o filme (Anderson, 1988). No entanto, ao contrário das *cue sheets*, a sua eficiência estava dependente da capacidade de cada diretor musical ao fazer as transições entre cenas e respetivas mudanças musicais (Davis, 2008).



**Figura 5.**  
Kinotek de Giuseppe  
Becce, volume VII  
(imgED, n.d.).



**Figura 6.**  
Kinotek de Giuseppe  
Becce, temática: trágica-  
dramática (Unknown,  
2017).

Giuseppe Becce, grande compositor italiano, foi o autor de *Kinotek* (Figuras 5 e 6), uma das mais célebres coleções de *fake books* (Anderson, 1988).

### Partituras originais

Os teatros que reproduziam os filmes, e respetivos músicos por eles contratados, podiam facilmente mudar as intenções dos realizadores dos filmes. Para isso, bastava apenas realizar variações na velocidade de projeção, simular padrões de falas ou pronúncias (Anderson, 1988).

Assim, existiam alguns diretores, como D. W. Griffith e Douglas Fairbanks, que alcançavam um maior grau de controle sobre os seus acompanhamentos musicais, ao comissionar e distribuir partituras com os seus filmes. Desta forma, não só salvaguardavam os seus filmes de possíveis alterações como também tentavam controlar o efeito emocional que os seus filmes tinham na audiência (Anderson, 1988).

No final dos anos 1910, para além de escrever as suas próprias partituras, havia também alguns realizadores que utilizavam acompanhamento musical durante as filmagens (Anderson, 1988).

## **2.2.1. O aparecimento do som e o início da música sincronizada – 1930**

Em 1923, o americano Lee De Forest fez a sua primeira demonstração pública do *phonofilm*. As reações dos espectadores foram unânimes: “Soa como um fonógrafo”. E isso não pareceu ser o suficiente para impressionar as audiências (Anderson, 1988). No entanto, Forest não era o único a investir na corrida pelo som. Em setembro de 1922, três inventores alemães, Josef Engl, Hans Vogt e Joseph Massolle, faziam a primeira apresentação pública do sistema de som *Tri-Ergon* (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

Para além destes nomes, muitos outros tentaram correr esta maratona, mas foi em 1926 que o estúdio Warner Bros. lançou *Don Juan*, o primeiro filme bem sucedido acompanhado de som através do sistema *vitaphone*. Uns afirmavam ser um grande progresso desde o *phonofilm* de Forest, outros afirmavam nunca ser capaz de competir com música ao vivo.

A verdade é que de facto fez sucesso e, entre 1928 e 1930, mais de 10000 músicos viram os seus contratos terminados e os seus serviços substituídos pelo *vitaphone* (Anderson, 1988).

Nesta fase inicial, adicionar som a um filme era um processo caro e problemático. Uma vez que o som teria de ser gravado em simultâneo com a imagem, toda a orquestra teria de estar escondida de forma a não aparecer no ecrã, os músicos tinham de tocar no tempo perfeito de forma a não interromper falas dos atores e os atores tinham de fazer a cena bem do início ao fim, uma vez que cortes nas filmagens seriam denunciados pelo corte de som (Davis, 2008). Não restam dúvidas que o cinema mudo trazia músicas bem escolhidas e sincronizadas, no entanto, na maioria dos casos isso não acontecia. A música não intensificava a experiência. O cinema sonoro passou a impor sincronização exata como regra, ao invés da exceção (Anderson, 1988).

Em 1931, os sistemas evoluíram e surgiu então o processo que vinha finalmente libertar o som e dar a possibilidade de gravar imagem e som separadamente. Música, diálogos e efeitos sonoros podiam agora ser gravados separadamente e mais tarde misturados, num processo hoje em dia chamado de dobragem. Assim, a inclusão de som nos filmes passou a ser um processo muito mais flexível e barato (Davis, 2008).

Durante este período da infância do som no cinema, entre 1927 e 1931, grandes progressos na utilização sonora foram feitos. Inicialmente, o uso mais óbvio e comum do som era através de musicais e números de dança. Quando a dobragem passou a ser possível, os realizadores entraram em extremos. Um filme ou continha música o tempo todo, ou não continha música de todo (Davis, 2008). No entanto, algumas experiências começaram a ser feitas e o cinema gradualmente iniciou o seu processo de evolução até chegar à realidade que vivemos nos dias de hoje.

### **A resistência da União Soviética**

A meio dos anos 20, os filmes americanos dominavam os cinemas soviéticos. Para a sua indústria cinematográfica, Hollywood representava, acima de tudo, competição. Desta forma, Hollywood influenciou o cinema soviético através da vontade de ultrapassar e dominar os seus cinemas (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

Após a ascensão de Stalin ao poder, em 1922, a globalização dos Estados Unidos tornou-se ainda mais clara e criou-se a urgência de construir um “socialismo num só país”<sup>3</sup> onde os Estados Unidos serviam de referência e rival (Kaganovsky, & Salazkina, 2014). Com isto, em 1928, veio o plano de 5 anos, durante o qual o cinema soviético deveria alcançar e ultrapassar o cinema americano. Assim, foram construídas inú-

meras salas de cinema e produzidos imensos filmes sob o lema “Cinema para milhões”<sup>4</sup> (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

No entanto, após a conferência onde foram decretados estes novos planos, o cinema soviético entrou em crise e, em 1930, ao contrário de Hollywood, a rede soviética era deficiente e mal equipada. Enquanto o resto do mundo já acompanhava os seus filmes sonoros, a União Soviética permanecia isolada na tentativa de alcançar com a sua glória e mérito. As salas de cinema, há tão pouco tempo construídas, começavam a fechar e restava apenas a questão que todos colocavam (Kaganovsky, & Salazkina, 2014): por que motivo é proibido ao público soviético ver filmes americanos?

### Os primeiros filmes sonoros

A tarefa de mobilização em massa e a proletarianização<sup>5</sup> do cinema soviético, no período de 1928 a 1930, interferiu com os seus próprios esforços de dominar a nova tecnologia e empatou o desenvolvimento do som no cinema durante os seus anos mais cruciais. Devido à instabilidade institucional e falta de financiamento, este atraso não poderia ser compensado rapidamente (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

Em 1932, Alexander Macheret, lança *Dela i liudi*, aquele que muitos consideram ser um dos primeiros filmes soviéticos com som bem sucedido (Kaganovsky, & Salazkina, 2014). Focado no plano de 5 anos e na crença de que o cinema soviético conseguiria ultrapassar Hollywood, este filme estreia um herói cuja voz luta por se fazer ouvir entre a rica banda sonora composta por música, sons industriais, transportes, conversas paralelas. O herói do filme tenta ensinar a sua equipa de trabalhadores sobre a função das máquinas, tentando incentivar trabalho mais eficiente, no entanto, ele não consegue fazer ouvir graças ao barulhos das máquinas. À medida que a lição continua, ele começa a sincronizar a sua voz com a da máquina, até que as duas se fundem e, por fim, o herói controla as máquinas e consegue falar. Esta é uma sinfonia de máquinas e homens, que demonstra que os trabalhadores soviéticos podem ser reeducados. No fim, marca-se um período de total silêncio, mais eloquente e poderoso que qualquer discurso poderia ser (Kaganovsky, & Salazkina, 2014). Também Abram Room, em 1936, usa o silêncio ao abrir o seu filme, *Strogii iunoshka*, no vazio do som. Os créditos passam, o filme começa, mas só quando a cena muda para uma mulher a nadar no mar, é que o som se revela e uma calma melodia acompanha o nado desta mulher. Quando esta deixa de ser foco do ecrã, a música cessa novamente (Kaganovsky & Salazkina, 2014).

Com a chegada do som, os cineastas passaram a saber apreciar o silêncio e o poder que este acarreta. Béla Balázs, famoso crítico de cinema, referiu isso ao constatar:

“O poder específico e vital do filme com som é a habilidade de reproduzir silencio (...) a reprodução de silêncio é um dos mais dramáticos efeitos do cinema com som”<sup>6</sup>

Esta obra de Room é um ótimo exemplo histórico do tipo de experimentação formal que se fazia com a chegada do som. O filme alinhava-se com a questão que mais preocupava os realizadores soviéticos durante os anos 1930 (Kaganovsky, & Salazkina, 2014): que forma deve o novo herói cinematográfico soviético ocupar?

### O “som desenhado”

Apesar de não ter alcançado o resultado pretendido no desenvolvimento de som no cinema, a União Soviética fez grandes contributos para a invenção do som desenhado graças a quatro indivíduos: Arseny Avraamov, Evgeny Sholpo, Boris Yankosky e Nikolai Voinov (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

#### Nikolai Voinov

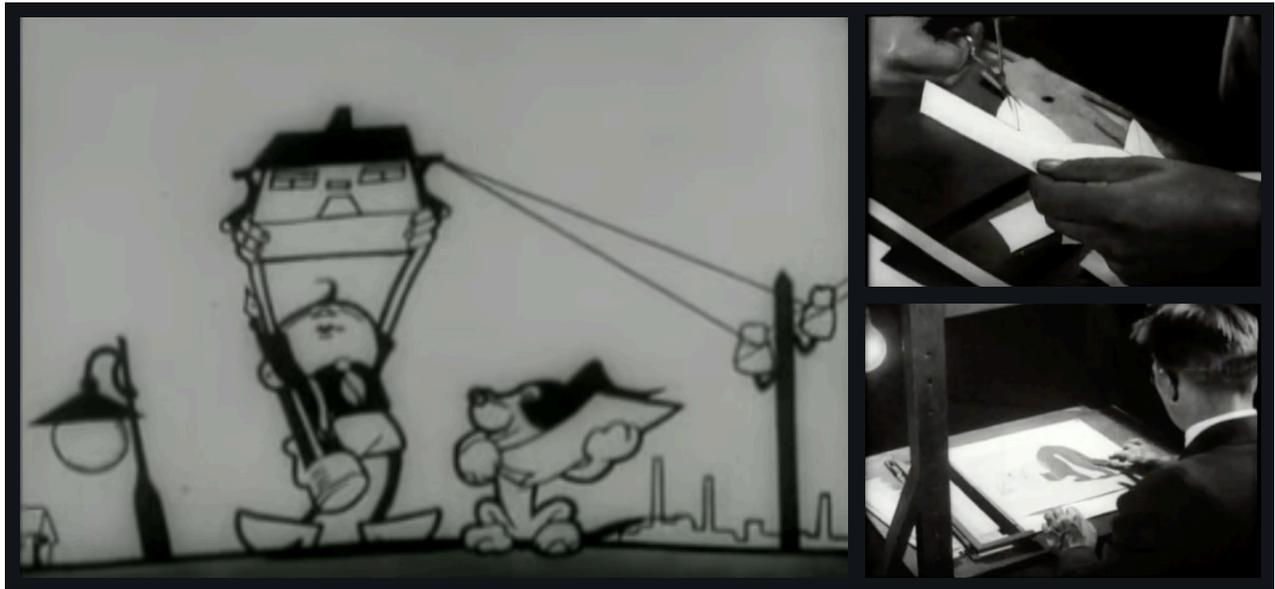
Apesar de também ter realizado algumas experiências com Avraamov, Voinov é mais conhecido pelo seu método intitulado “sons de papel”. Voinov recortava uma espécie de “pente de papel”, que de seguida fotografava juntamente com cada *frame* do filme. No entanto, este era um processo restrito, pois reduzia as possibilidades acústicas (Kaganovsky & Salazkina, 2014 e S., 2013).

Em 1934, Voinov lançou o filme *Vor*, uma animação a preto e branco acompanhada pelo seu “som de papel” (Figura 7).

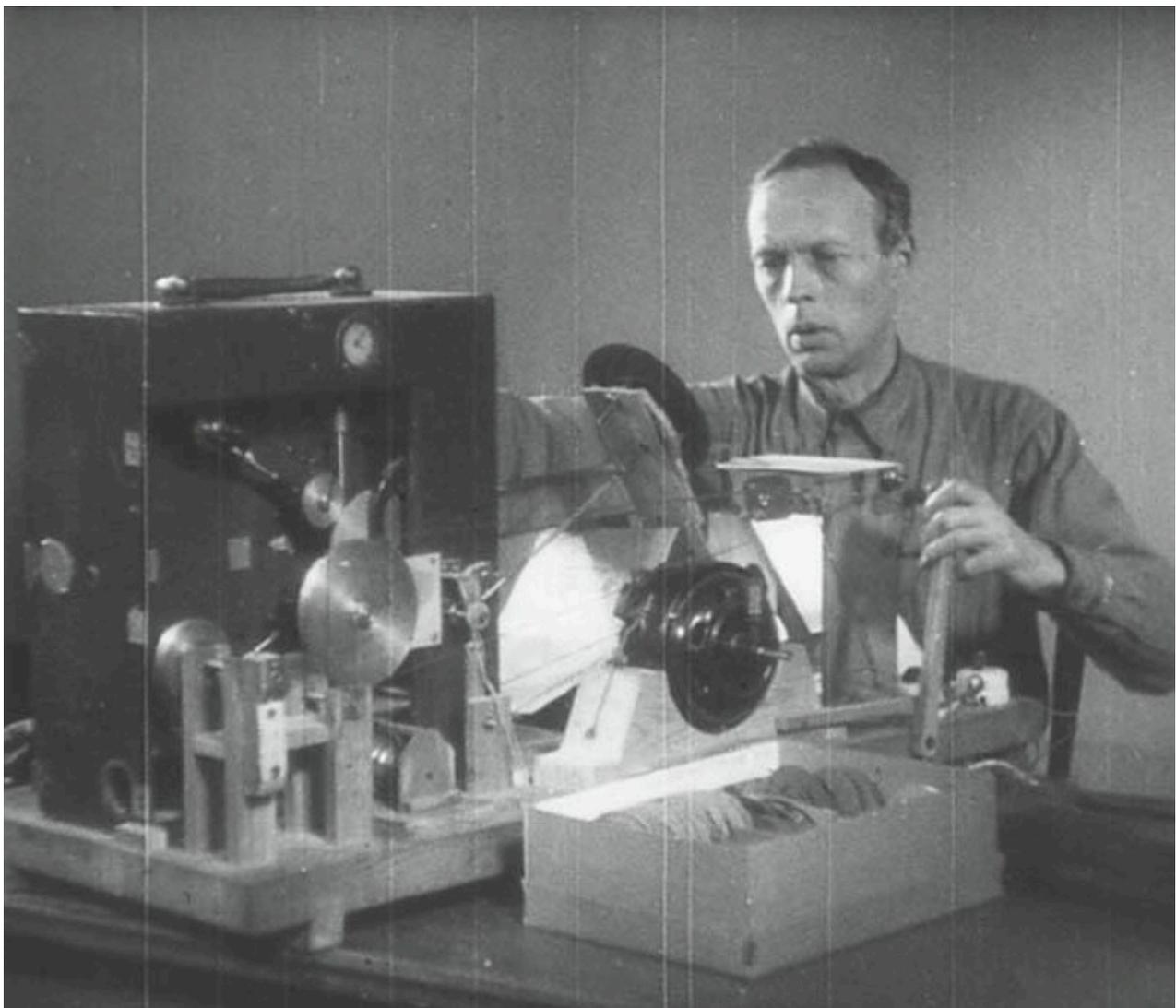
#### Evgeny Sholpo

Em 1930, Sholpo apresentou o *Variophone*, um dispositivo capaz de captar som através de cortes de padrões na película de filme. Estes cortes, dependendo do seu número e disposição, poderiam representar notas e até mesmo acordes (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

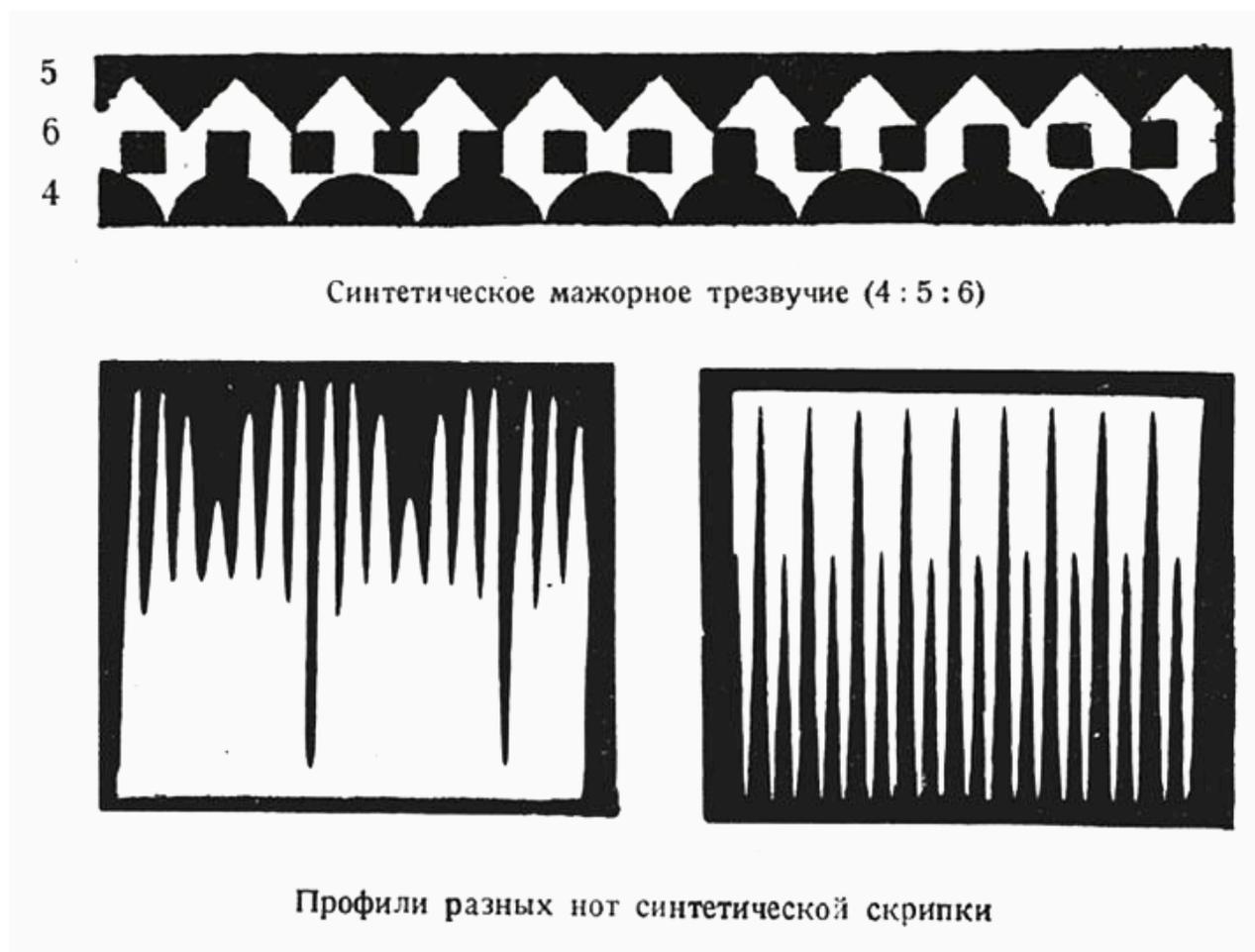
No verão de 1941, com a ajuda do seu *Variophone*, Sholpo gravou o som para o filme *Sterviatniki* (Kaganovsky, & Salazkina, 2014). Na Figura 8, podemos ver Sholpo a trabalhar no seu dispositivo.



**Figura 7.** Filme de animação *Vor* (à esquerda) e Voinov a trabalhar para o mesmo (à direita) (Mandel, 2009 e Straypixel, 2013).



**Figura 8.** Sholpo a trabalhar com o seu *Variophone* (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).



**Figura 9.** Ilustrações do artigo “Synthetic music” de Arseny Arramov (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

#### Arseny Avraamov

Movido pelo interesse da transmutação de formas visuais em som, no verão de 1930, Avraamov apresentou pela primeira vez ao mundo, o que hoje chamamos de “som desenhado” (Figura 9). Os fundamentos deste processo eram formas básicas da geometria euclidiana: círculos, quadrados e triângulos (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

#### Boris Yankovsky

Em 1932, desenvolveu uma máquina capaz de criar sons com vários timbres, o *Vibroexponator*. Durante esse tempo, entre 1930 e 1932, trabalhou juntamente com Avraamov na tentativa de criar uma máquina capaz de sintetizar voz humana. No entanto, apesar de em 1932 anunciarem ao público a invenção que estavam a preparar, o *Homunculus*, nome atribuído ao dispositivo, nunca chegou a ser ouvido (Kaganovsky, & Salazkina, 2014).

### 2.2.3. A era dourada de Hollywood – 1930 a 1950

Apesar do som no cinema ter causado o despedimento de imensos músicos pelas salas de cinema, não significou que estes deixassem de ser necessários. A procura de compositores dotados, capazes de escrever música apelativa às audiências contemporâneas e sincronizar a música dramaticamente de forma a salientar a ação e sentimentos presentes no filme, cresceu. Cresceram também as oportunidades para os compositores europeus em Hollywood (Davis, 2008).

Max Steiner, refugiado austríaco, foi um dos grandes exemplos de compositores europeus a ir para Hollywood na busca do sonho americano. Jovem compositor clássico, com experiência na *operetta*, Steiner escreveu mais de 300 partituras para filmes americanos. Assim como Steiner, Erich Korngold, também refugiado austríaco, fez furor em Hollywood. No entanto, com passado em ópera, Korngold escreveu apenas 18 partituras em 12 anos, uma vez que, devido à sua fama, podia ser seletivo (Davis, 2008).

Quando os filmes eram mudos, o papel do compositor era o de um simples adjunto capaz, no melhor dos casos, de amplificar uma emoção, demonstrar o medo de uma cena de terror, a paixão de uma cena romântica. Com a chegada do som, o papel do compositor mudou. Para além de tudo aquilo que a música já era perante um filme, agora tinha de aprender a coexistir com os diálogos. Tinha de expressar e espelhar a emoção dos atores, mas também levar a conclusões. A música tinha de se desenvolver ao ritmo da história e, por isso mesmo, a experiência dos compositores europeus e o seu passado na ópera, tornou-os perfeitos para o papel (Davis, 2008).

#### O romantismo e as novas ideias

Cada geração teve o seu estilo musical e, dos anos 30 aos anos 50, o estilo romântico de Korngold e Steiner do século XIX era o mais predominante. Havia os temas românticos e os seus violinos com crescendos, por norma em oitavas, o sopro em quartas e quintas quando havia romanos, gregos ou reis medievais, e as secções de cordas constantes durante o filme, que forneciam uma base quente, rica e exuberante onde, tanto o diálogo como as emoções podiam pousar (Davis, 2008).

No entanto, apesar do estilo romântico reinar, durante os anos 40 novas ideias foram lentamente sendo introduzidas e compositores como David Raskin e Bernardos Herrmann, foram expandindo o número de possibilidades ao introduzirem elementos de jazz e de música contemporânea (Davis, 2008).

### 2.2.4. Estilos e tendências musicais – 1950 a 1975

Os estilos musicais, como qualquer outro, são resultados de experimentações prévias que lentamente se tornam mais predominantes até tomarem maior destaque. Como referimos anteriormente, ao longo dos anos 1940, compositores como Bernard Hermann, foram introduzindo os sons e texturas contemporâneas influenciadas por Bartók, Stravinsky, Schoenberg e outros compositores do século XX. Apenas 10 anos depois, nos anos 1950, é que os estilos que Hermann veio introduzir se tornaram convencionais e Hermann tornou-se o presságio da conquista dos compositores americanos na indústria cinematográfica (Davis, 2008).

Enquanto que novos talentos cresciam, compositores da geração anterior como Steiner e Korngold continuavam a ser considerados génios. No entanto, permaneciam fortemente ligados à música do século XIX e alguns chegavam mesmo a opor-se a novos estilos musicais (Davis, 2008). Quando questionado sobre a música contemporânea, Max Steiner respondeu:

“Não tenho críticas. Não posso criticar aquilo que não compreendo”<sup>7</sup>

Enquanto isso, outros talentos surgiam, como Aaron Copland que, apesar de ter produzido poucas partituras, foi um grande contributo para a música no cinema. As suas texturas instrumentais e harmonias eram mais suaves que as do Romantismo. Copland evitava as grandes e exageradas orquestras que ainda se encontravam em muitos filmes e usava harmonias pandiatónicas, politonalidade e dissonância, métodos, mais tarde, replicados por muitos compositores (Davis, 2008).

Assim, podemos destacar que, durante estes anos, a ascensão do jazz, o nascimento do rock’n roll e a necessidade de novos estilos nas partituras dos filmes eram cada vez mais notórias.

#### A chegada da televisão

Em 1952, apesar de esforços prévios, a televisão estava oficialmente criada e pronta para comercialização (Peters, J., n.d.). No entanto, a sua chegada não foi bem aceite pelos cineastas. Os *talkies*<sup>8</sup> ainda agora tinham chegado, a família comum ia no mínimo uma vez por semana ao cinema, estava a dar lucro, estávamos perante a época dourada do cinema. A chegada da televisão ia arruinar tudo isto, afinal, porque haveria uma pessoa de sair de casa para ir ao cinema, quando pode ver um filme em casa (Davis, 2008)?

Eventualmente, após despedimentos e o término da existência de contratos de exclusividade, os grandes estúdios de cinema tiveram de ceder e também eles passar a produzir para este novo meio (Davis, 2008).

### **As experimentações na música e os seus autores**

Em 1951, Alex North, jovem compositor, deixou uma grande marca em Hollywood com a sua partitura para *Streetcar Named Desire* (Um Elétrico Chamado Desejo). Pela primeira vez na história do cinema, pelo menos em Hollywood, vimos um filme ser acompanhado por uma música crua, arriscada, moderna, com muitos elementos de jazz e uso de dissonâncias (Davis, 2008).

Outro jovem compositor a quem foi dada a oportunidade de explorar e criar outra dissonante a arriscada partitura, foi Leonard Rosenman que, em 1953, compôs para o filme *East of Eden* (A Leste do Paraíso) (Davis, 2008).

Estes jovens compositores, e as suas experimentações, foram um grande passo para estabelecer a dissonância como algo aceitável na música no cinema. No entanto, começavam também a surgir filmes históricos e bíblicos que, pela sua natureza, requeriam música que remetesse ao romantismo. Apesar disso, os compositores modernos conseguiram manter o “ar” romântico e, ao mesmo tempo, dar-lhe um toque moderno e, em alguns casos, até mesmo introduzir o jazz (Davis, 2008).

### **O problema das músicas temáticas e do rock’n roll**

Desde cedo que os produtores de cinema se aperceberam dos benefícios financeiros de ter uma música de sucesso nos seu filme. Em todos os períodos da história do cinema, houve a preocupação com a música temática, pop, ou a música dos créditos finais. O problema das músicas temáticas era exatamente esse, tinham apenas um motivo: fazer dinheiro (Davis, 2008).

As músicas temáticas eram músicas que facilmente se tornavam um sucesso. Eram utilizadas nos *trailers*, postas no filme e, mais tarde, vendiam discos e direitos de autor. No entanto, o maior problema destas músicas não era o facto de fazerem dinheiro. O problema é que estas músicas eram colocadas aleatoriamente no filme, independentemente do conteúdo da letra e do sentimento presente na música se relacionarem, ou não, com o momento ilustrado no filme (Davis, 2008).

Os produtores passaram a utilizar as músicas de sucesso da época, ao invés de partituras especialmente escritas para o efeito. Com o surgimento do rock’n roll, que tão bem ilustrava a realidade e o espírito de viver nos anos 1950, saímos de uma época em que as músicas eram cuidadosamente pensadas e projetadas para cada filme, para um momento onde o que importa é a fama da música e o lucro que isso possa gerar (Davis, 2008).

### 2.2.5. De 1975 aos cinemas dos dias de hoje

Como temos vindo a analisar, desde o aparecimento do primeiro filme com som muita coisa mudou. As músicas escolhidas, as abordagens tomadas e os estilos foram evoluindo e, ao chegar aos anos 70, o público já não estava habituado às orquestras inspiradas no século XIX que se faziam ouvir nos primórdios do som no cinema. No entanto, o uso de dissonâncias e a experimentação moderna abriram caminho no subconsciente do público para o que os anos 1980 e 1990 trariam: a modernização pop das orquestras (Davis, 2008).

*Chinatown* (1974), de Jerry Goldsmith, é uma das músicas que representa muito bem as novas texturas dos compositores desta época. Goldsmith usou quatro pianos, duas harpas, um trompete e cordas, no entanto, não usou as abordagens comuns perante estes instrumentos. Os pianos eram muitas vezes alterados, através da colocação de objetos nas cordas de forma a alterar o som, em alguns casos eram intencionalmente desafinados ou então tocados através das cordas e não das teclas. Com isto, alcançavam um som único, obscuro e misterioso que encaixava lindamente com o ritmo do filme, a forma como estava feito e com o trabalho de Jack Nicholson, o ator que dava vida ao protagonista do filme (Davis, 2008).

Este tipo de abordagens estavam a tornar-se cada vez mais comuns no início dos anos 1970 e assim que as harmonias do século XIX, as técnicas contemporâneas do século XX, o jazz e o rock'n roll se juntaram na indústria do entretenimento, inúmeras possibilidades surgiram.

#### Partituras orquestrais voltam para ficar

Com 1974 veio *Jaws* (Tubarão), de Stephen Spielberg, que se veio tornar um dos clássicos do suspense e drama. Spielberg e John Williams, o compositor, decidiram usar uma orquestra mais tradicional e, ao contrário do que seria expectável, foi um sucesso e impulsionou o retorno do uso de orquestras tradicionais e de um vocabulário romântico (ou neo-romântico).

Em 1977, Williams volta a trazer as fortes orquestras ao cinema com o filme *Star Wars* (Guerra das Estrelas). O pedido inicial para a banda sonora era a regravação da peça de Gustav Horst, *The Planet*, no entanto, Williams convenceu o produtor de que era capaz de compor uma música melhor e mais adequada ao filme. E assim foi. Assim que o filme começava e o scroll de abertura corria, acompanhado por aquela música de orquestra, deixava os espectadores conscientes de que algo especial estava prestes a acontecer (Davis, 2008).

Em 1982, Spielberg e Williams, lançam novamente um filme com as suas poderosas orquestras, *E.T. The Extra-Terrestrial* (E.T. - O Extra-Terrestre). Um filme mágico, com uma partitura de encantar, ainda hoje, amada por crianças e adultos (Davis, 2008).

Nada do que Williams fez era novo, no entanto, foi capaz de mudar a visão que o público moderno tinha das orquestras tradicionais. A popularidade deste tipo de partituras veio abrir portas a vários compositores a seguir o seu exemplo. No entanto, nesta época qualquer grande mudança e novidade era efémera, para além disso, a indústria cinematográfica estava prestes a sofrer grandes alterações (Davis, 2008).

### **A chegada dos sintetizadores**

É irónico pensar que poucos anos após o renascimento das orquestras, a grande maioria das partituras passaram a usar sintetizadores. Em 1981, a partitura de Vangelis para o filme *Chariots of fire* (Momentos de Glória), chamou a atenção do público ao ser totalmente eletrónica. O impacto desta partitura, na história do cinema, foi um dos maiores alguma vez registado. Despertou a atenção de produtores, compositores, diretores e do público em geral para a possibilidade de sons eletrónicos líricos<sup>9</sup> (Davis, 2008).

Como seria de prever, todos os produtores quiseram integrar esta nova tecnologia nos seus filmes, o que levou a que muitos compositores tivessem de aprender a manusear estas novas tecnologias. Escusado será dizer que, como vimos acontecer em qualquer período de grande transição tecnológica no cinema, muitos músicos perderam os seus empregos e, com isto, um novo tipo de compositores nasceu: especialistas em partituras eletrónicas (Davis, 2008).

Hans Zimmer, compositor alemão, foi um dos primeiros a estabelecer-se neste ramo. Desde então, tem produzido imensas partituras bem sucedidas constituídas não só por sintetizadores mas também por uma junção entre sons eletrónicos e acústicos. *Rain Man* (Encontro de Irmãos, 1988), *Driving Miss Daisy* (Miss Daisy, 1989), *The Lion King* (O Rei Leão, 1994) e *Beyond Rangoon* (Rangoon, 1995) são alguns exemplos dos inúmeros filmes que contêm as suas partituras (Davis, 2008).

Apesar do grande impacto causado pelo sintetizador e da adrenalina inicial, muitos realizadores e produtores começaram a reconhecer neste som a frieza e a falta de autenticidade de um instrumento fabricado. Assim, os compositores passaram a utilizar os instrumentos eletrónicos como adjuntos das orquestras ou como meio capaz de criar um novo som, uma textura fora do normal (Davis, 2008).

### **2.2.6. O som no ecrã**

Se separarmos som de imagem de um filme e virmos cada um dos elementos como partes isoladas, teremos diferentes perspectivas do filme. Michel Chion, no seu livro *L'Audio-Vision. Son et image au cinéma* (A Audiovisão. Som e Imagem no cinema), faz referência a dois filmes: *Persona* (A Máscara, 1966), de Bergman, e *Monsieur Hulot's Holiday* (As Férias do Sr. Hulot, 1953), de Tati. Enquanto que o primeiro, ao perder o som, perde o seu impacto, o segundo, ao perder a imagem, sobrevive. O que o leva a

concluir que “esta noção de cinema como arte da imagem é apenas uma ilusão”.

#### Valor acrescentado

O valor acrescentado é o valor expressivo informativo com que um som enriquece uma determinada imagem de modo a criar a impressão definitiva, na experiência imediata ou lembrada que uma pessoa tem da mesma, de que essa informação ou expressão vem “naturalmente” do que é visto, e que já está contida na própria imagem (Chion, 1994). É o que dá a impressão (incorreta) de que o som é desnecessário, de que o som meramente replica um significado que, na verdade, traz, tanto por conta própria quanto por discrepâncias entre ele e a imagem (Chion, 1994).

Este valor pode ser empático, quando a música expressa a sua participação diretamente no sentimento da cena ao “falar” ao mesmo tom e ritmo da mesma, ou pode ser *anempático* se demonstra indiferença com a situação, ao progredir de uma forma constante, impávida e inelutável. Isto, ao contrário do expectável, não cria uma cena de congelamento emocional, mas sim intensifica a emoção sentida. (Chion, 1994).

#### **Relações audiovisuais**

Com a chegada do som ao cinema, no final dos anos 1920, as noções de música e cinema começaram a confundir-se e o cinema começou a ser comparado à música. Assim surgiu o termo contraponto, de forma a designar a noção que tinham do estado ideal do filme com som como um cinema livre de redundâncias, onde som e imagem podiam constituir duas faixas paralelas ligeiramente conectadas onde uma não dependeria da outra (Chion, 1994).

#### Dissonância audiovisual

A dissonância audiovisual reduz os elementos visuais e auditivos a abstrações à custa das suas múltiplas particularidades concretas, que são muito mais ricas e cheias de ambiguidade (Chion, 1994). O problema reside no facto deste processo implicar uma leitura prévia da relação som-imagem, ou seja, obriga-nos a atribuir significados simples e de um só sentido (Chion, 1994).

Como um exemplo do uso de dissonância audiovisual, Chion (1994) refere a cena da ressurreição no filme *Solaris* (Tarkosvy, 1972) onde, ao usar som de vidro a partir, eles renderizaram tanto a fragilidade como a fragilidade da criatura e uma sensação de precariedade dos corpos.

#### Banda sonora — a sua inexistência

Chion (1994) afirma que não existe “banda sonora”. Os sons de um filme, separadamente da imagem, não formam uma entidade internamente coerente como a banda da imagem. Para além disso, cada elemento de áudio entra em relação vertical simultânea com elementos narrativos

contidos na imagem — personagens, ações, etc — e elementos visuais de textura e configuração. Assim sendo, no cinema, não existe banda de imagem, não existe banda sonora, mas sim um lugar de imagens e sons (Chion, 1994).

### Fluxo sónico

O fluxo sónico de um filme é caracterizado por quão bem relacionados, quão fluidos ou imperceptíveis são conectados os vários elementos sonoros, e se são sucessivos e sobrepostos (Chion, 1994).

Chion dá-nos o exemplo de Jacques Tati que usa efeitos sonoros extremamente acentuados, gravados separadamente e inseridos no *continuum* da banda sonora em locais específicos. Ele aponta dois tipos de lógicas, a interna e a externa.

A lógica interna do fluxo audiovisual é um modo de conectar imagens e sons que aparentam seguir um processo, variação a crescimento de desenvolvimento orgânico e flexível nascidos fora da situação narrada e dos sentimentos que inspira (Chion, 1994).

A lógica externa da edição audiovisual é um modo de edição que interrompe a continuidade de uma imagem ou som — quebras, interrupções, mudanças súbitas do tempo, etc. (Chion, 1994).

## **Som na cadeia audiovisual**

### Unificação

A função mais generalizada do som no cinema consiste na unificação ou união do fluxo de imagens (Chion, 1994). Em termos temporais, unifica ao passar as quebras visuais pela sobreposição de som. Para além disso, traz a unidade ao estabelecer a atmosfera, como um quadro que parece conter a imagem, um “espaço ouvido” no qual o “visto” se banha (Chion, 1994).

### Pontuação

O cinema mudo, à sua chegada, adotou o método tradicional de pontuar cenas e diálogos<sup>10</sup>. No entanto, com a chegada do som síncrono ao cinema veio, não o princípio da pontuação, mas meios subtis de pontuar uma cena sem colocar pressão sobre a atuação ou edição. Isto é, formas discretas de enfatizar uma palavra, digitalizar um diálogo ou fechar a cena, como o ladrar de um cão fora do ecrã ou um despertador a tocar fora de cena (Chion, 1994).

### Antecipação

De uma perspectiva horizontal, sons e imagens não são elementos uniformes todos alinhados como uma vedação em rolo. Eles têm tendências, indicam direções, seguem padrões de mudança e repetição que criam no espectador um sentimento de esperança, expectativa, plenitude a ser quebrada ou o vazio a ser preenchido (Chion, 1994).

O espectador espera cadências, e essa expectativa afunda a sua percepção. O que se segue confirma ou surpreende as expectativas criadas (Chion, 1994).

#### Sincronia

Este fenómeno, organizado de acordo com os princípios de Gestalt, é a união espontânea, e inevitável, entre um fenómeno auditivo em particular e um fenómeno visual quando estes ocorrem em simultâneo (Chion, 1994).





## 2.3. A Imagem

À semelhança da música que é composta por um conjunto de notas com determinado ritmo, timbre e interação de elementos, também a imagem é composta por uma mesma interação, neste caso, de elementos gráficos. Interações essas que são capazes de direcionar o olhar do espectador para um ponto específico, capazes de manipular a sua percepção da narrativa que esta apresenta e de despoletar reações, emoções e sensações (Rissler, 2014).

Apesar de portador de um dos mais precisos meios de captação de imagem — os olhos —, o ser humano é, no entanto, subjetivo na sua análise. Como Dayton refere: “Uma imagem vale mais que mil palavras, mas onde estão essas palavras quando queremos discutir uma imagem?” (Dayton, 2013).

### 2.3.1. Imagem digital

Uma imagem digital é uma representação binária de uma imagem bidimensional. Composta por um *array* de milhares de *pixels* de cor e luz, a sua resolução, e consequentemente qualidade, é proporcional ao número de *pixels* por área, isto é, quanto maior a densidade de *pixels* de uma imagem, maior a sua resolução será.

Assim, ao analisar computacionalmente uma imagem digital, são analisados os *pixels* que a compõe (Laskevitch, 2014).

#### A cor

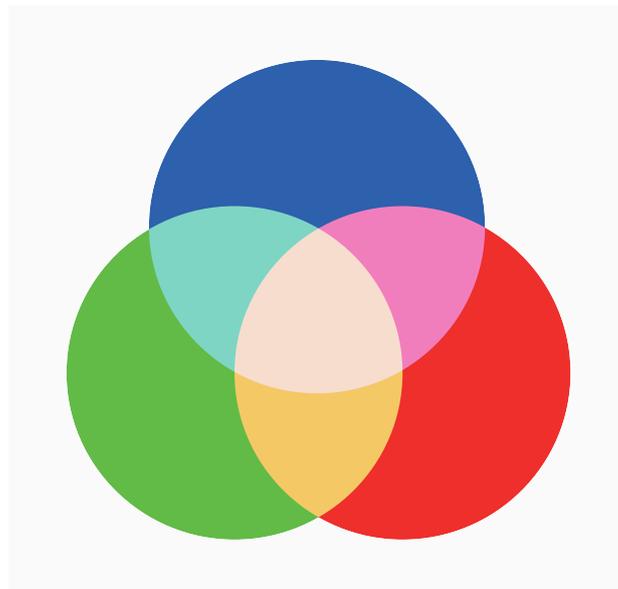
A cor é uma percepção visual resultante da captação de feixes de luz, mais precisamente fotões<sup>11</sup>, por parte do olho humano. O olho humano, o recetor, capta os fotões através de dois tipos de recetores diferentes — bastonetes e cones — enviando de seguida esta informação para o cérebro, que descodifica a informação e nos oferece a percepção da cor. Os bastonetes são responsáveis pela captação dos vários tons de cinza, os cones captam as várias tonalidades da cor — vermelho, verde e azul (Davies, n.d.).

Baseando-se nos métodos que o ser humano, através do olho e do cérebro, utiliza de forma a captar imagens e respetivas cores, nascem diferentes modelos de cor digitais, desenhados para representação de cor num ecrã. De seguida, serão expostos dois dos modelos de cor frequentemente utilizados na criação, exposição e análise de imagens digitais.

#### RGB

O modelo de cor RGB é um modelo aditivo, ou seja, através da junção de apenas três feixes de luz de cor — vermelho, verde e azul — é, hipoteticamente, possível criar todas as cores possíveis (Figura 10) (Morton, 1995 - 2018). Uma vez que é baseado na emissão de feixes de luz, este modelo de cor apenas se demonstra eficaz quando utilizado em dispositivos de

emissão de luz, como monitores de computador, televisões e projeções (Morton, 1995 - 2018).



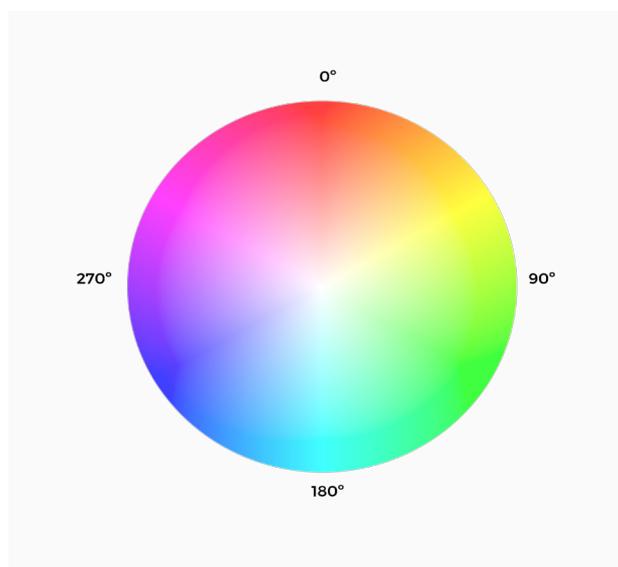
**Figura 10.**  
Modelo de cor RGB.

### HSL

Apesar da maioria das imagens digitais se manifestar sobre a forma de feixes de luz vermelha, verde e azul, a sua análise pode ser realizada de diferentes formas, utilizando diferentes modelos de cor (Laskevitch, 2014).

O modelo de cor HSL realiza a análise de um *pixel* recolhendo informação de três componentes: matiz, saturação e luminância.

A matiz, responsável pela representação das várias tonalidades de cor existentes, é apresentada sob a forma numérica de 0 a 360 (Figura 11). Representando as várias tonalidades de forma circular, conseguimos obter uma diferente tonalidade de cor para cada ângulo (Kennedy, 2018).



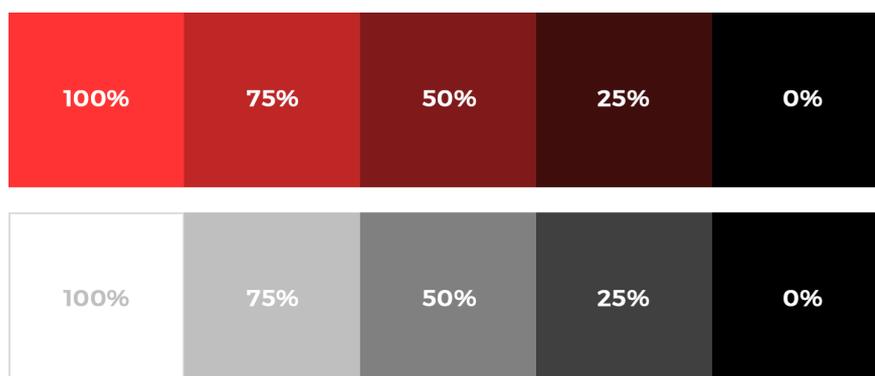
**Figura 11.**  
Modelo de cor HSL.

A saturação, responsável pela “vivacidade” de uma cor, é apresentada sob a forma de valores numéricos de 0 a 100, sendo 100 o nível de saturação máxima e 0 o de saturação mínima. Quanto maior o valor de saturação de uma cor mais “alegre” esta aparenta ser, por outro lado, quanto menor o valor da saturação mais “morta” aparenta, tendendo a aproximar-se da cor cinza, isto é, ausência de cor (Figura 12) (Kennedy, 2018).



**Figura 12.** Exemplificação de duas cores diferentes com vários valores de saturação.

A luminância, responsável pela intensidade luminosa da cor, é a propriedade à qual nos referimos quando adjetivamos uma cor como sendo clara ou escura. À semelhança da saturação, também a luminância toma valores numéricos de 0 a 100, onde 100 representa o nível de luminância máxima e 0 o de luminância mínima. Portanto, uma mesma imagem que possua um nível de luminância de 100% irá aparentar mais intensa e clara do que com um valor inferior. Se o seu brilho for de 0% a imagem não terá intensidade e, independentemente do nível de matiz e saturação, será preta (Figura 13).



**Figura 13.** Exemplificação de duas cores diferentes com vários valores de luminância.

### 2.3.2. Composição

Embora incapaz de apreender de imediato todos os elementos que compõe uma imagem, o olhar do ser humano oferece uma resposta instantânea ao impacto geral da mesma. Este impacto, é fruto do enquadramento de um sujeito, objeto, ou qualquer outro elemento de destaque numa imagem (Rissler, 2014).

Desta forma, a composição de uma imagem, seja esta parada ou em movimento, é definida pela forma como os elementos que a compõem são organizados e destacados dentro da mesma. Assim, uma imagem é capaz de concentrar a atenção do espectador numa zona específica, possibilitando a apreensão imediata de uma mensagem, salientando um pormenor e ajudando na construção da narrativa e/ou mensagem que a imagem pretende transmitir (Hall, 2015).

### **Simetria**

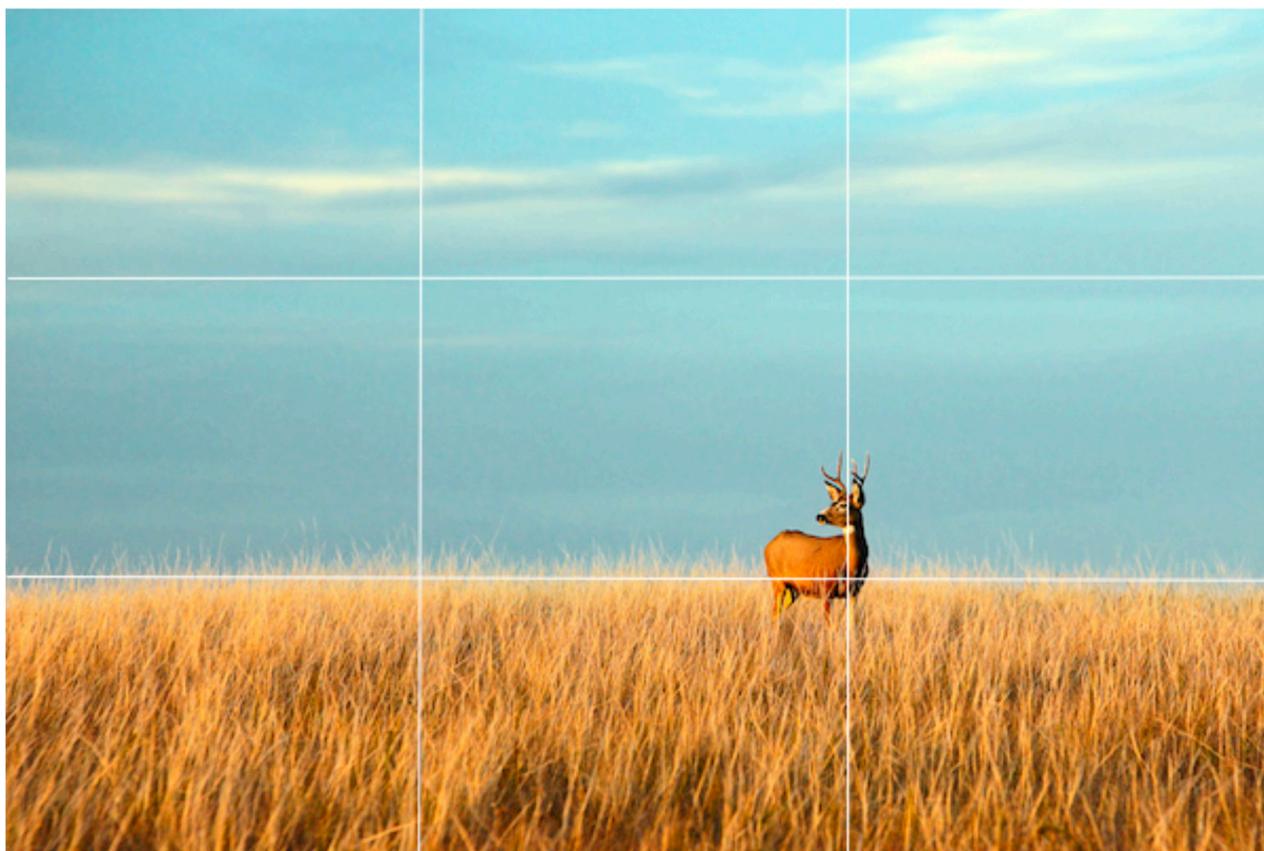
O encanto de uma fotografia simétrica e centrada é bem conhecido por todos nós e fortemente utilizada. Ao contrário de uma ciência exata, como a matemática, no nosso dia-a-dia todos usamos a palavra simetria referindo-nos ao efeito de equilíbrio e serenidade que nos é transmitido quando perante um objeto, estrutura ou imagem aparentemente simétrica (Carroll, 2014).

No entanto, o uso excessivo deste tipo de imagens ou uma sequência de imagens perfeitamente simétricas pode tornar-se aborrecido. O uso de pequenos detalhes capazes de romper e competir com a simetria de uma imagem, oferecem dinamismo e ajudam a criar imagens simétricas interessantes e mais cativantes que uma imagem de perfeita simetria (Rissler, 2014).

Na Figura 14 podemos observar um exemplo de uma fotografia predominantemente simétrica onde é introduzida a flexibilidade e imprevisibilidade da água, tornando a imagem harmoniosa e simultaneamente cativante (Rissler, 2014).



**Figura 14.** Enquadramento simétrico dinamizado pelo movimento imprevisível da água (Rissler, 2014).



**Figura 15.** Exemplo de uma imagem cuja composição cumpre com a regra dos terços<sup>12</sup>.

### **Regra dos Terços**

A regra dos terços é um das regras mais citadas e utilizadas quando nos referimos ao enquadramento equilibrado de uma imagem. Esta regra ajuda a quebrar com a monotonia e tentação de centrar elementos numa imagem produzindo uma composição mais agradável e natural (Hall, 2015).

Esta regra baseia-se na segmentação do ecrã em nove pedaços idênticos através de duas linhas igualmente espaçadas verticalmente e duas linhas igualmente espaçadas horizontalmente. Qualquer elemento importante para a narrativa da imagem, ou ao qual se quer oferecer ou que naturalmente já oferece destaque, deve ser colocado nessas linhas ou nos pontos de interseção das mesmas (Figura 15) (Hall, 2015).



## 2.4. A cor no cinema

Vivemos rodeados de cor. Impingida nas nossas vidas, a cor afeta quase todas as ações e decisões que tomamos, influenciando-nos emocional ou fisicamente das mais variadas formas, tornando-se no entanto invisível o seu poder aos mais desatentos (Everett, 2012).

Quando pensamos em cinema mudo, rapidamente associamos ao uso do preto e do branco, no entanto, a cor está presente no cinema desde os seus primórdios (May, 2017). A relação entre cor e o “mundo real” constitui uma das maiores preocupações do cinema. Por um lado, a cor é percebida como uma ferramenta de realismo, por outro, como um indicador de fantasia, do excesso (Everett, 2012).

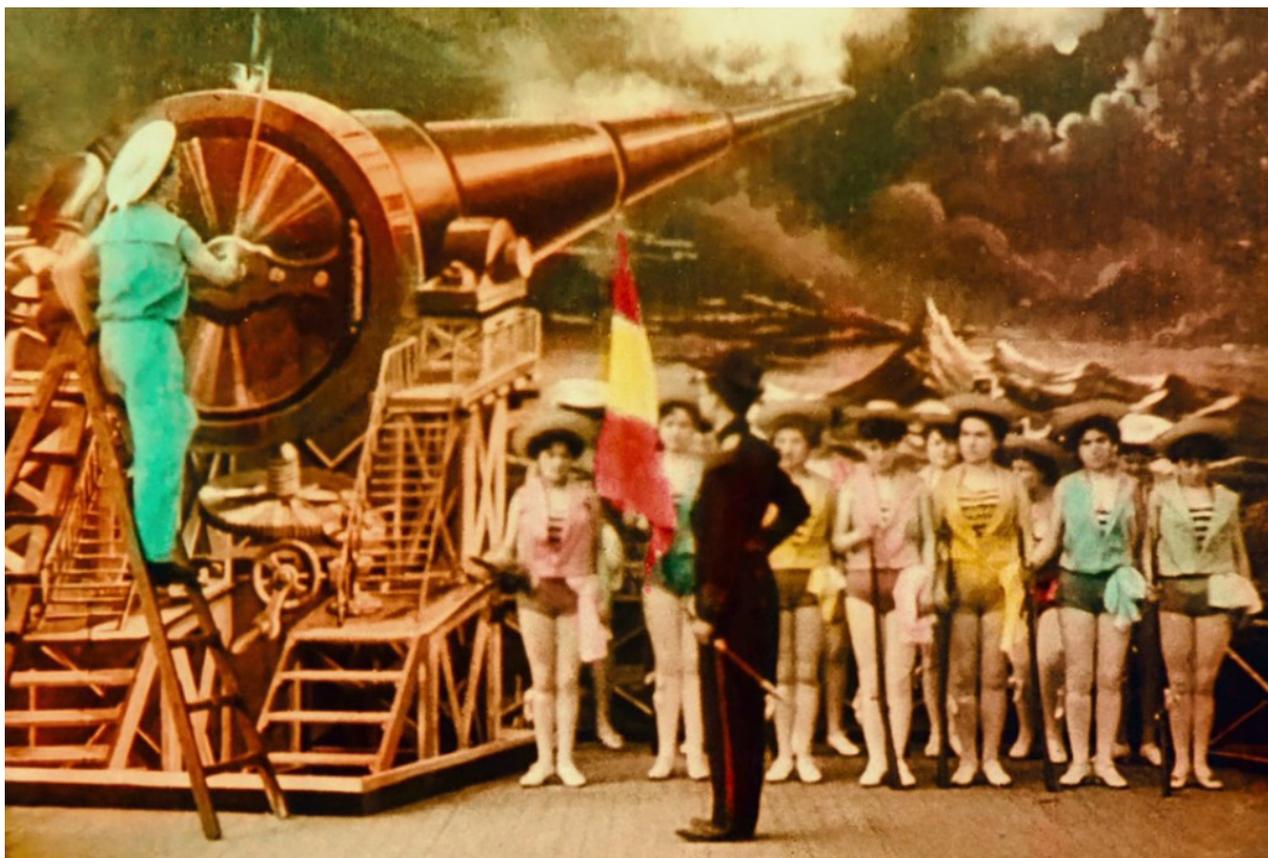
A busca pela cor no mundo cinematográfico iniciou-se deste cedo, consequência da consciência que os realizadores tinham do impacto da cor nos espectadores e da forma como estes a percebiam como ferramenta capaz de guiar uma narrativa, salientar personagens, datas e locais. De forma a obter cor muitos mandavam tingir as suas películas num determinado tom, outros mandavam pintar manualmente os vários elementos de cada *frame*. No entanto, com o aparecimento do som desenhado nas películas de filme, tornou-se uma tarefa quase impossível continuar a colorir as películas sem danificar as tiras sonoras. Em 1932, com o aparecimento da *Technicolor*, a cor regressou em força aos cinemas onde continua a ser cuidadosamente utilizada até aos dias de hoje (May, 2017).

A cor simplifica histórias complexas, acentua narrativas. A cor continua a fascinar a vários níveis, talvez o principal motivo seja a lacuna entre a sua percepção como uma mera propriedade física e a extrema complexidade da sua natureza e identidade — a cor é um fenómeno objetivo e subjetivo (May, 2017 & Everett, 2012).

### 2.4.1. Breve história da cor no cinema

Certamente todos nós, em algum momento da nossa vida, já ouvimos falar de Georges Méliès e da sua película *Le voyage dans la lune* (1902, Figura 16). Como neste e como na grande maioria dos primeiros filmes, a cor era usada de forma a atrair audiências e melhorar o impacto estético e dramático da narrativa, ao invés de aumentar o seu realismo (Everett, 2012).

No final dos anos 1890, uma porção considerável de filmes eram coloridos manualmente, num processo meticuloso que envolvia a aplicação de tinta, *frame a frame*, a cada elemento individual do filme previamente exposto à luz. Em 1906, a companhia francesa Pathé, numa tentativa de salvar os cinematógrafos deste processo lento e impreciso, patenteia um sistema mecânico de coloração da emulsão fotográfica — o *Pathécolor*. O processo envolvia o uso de *stencils* que permitiam a aplicação de até seis cores diferentes. Apesar de permanecer lento e dispendioso, este método permitiu produzir melhores resultados, representando um progresso considerável para o cinema (Everett, 2012).



**Figura 16.** Frame do filme *Le voyage dans la lune*<sup>13</sup>.

Outros métodos de coloração de filmes eram também utilizados nos primórdios do cinema, como a imersão da película em tinta de forma a colorar as zonas de luz, ou as zonas de sombra.

No entanto, no final dos anos 1920, com o aparecimento do som inserido na película de filme, estas técnicas foram abandonadas uma vez que interferiam com a tira sonora. Em 1915, no entanto, uma solução para este problema estava já, sem o saber, a ser preparada pelos americanos Herbert T. Kalmus e Daniel F. Comstock — a *Technicolor* (Everett, 2012).

A *Technicolor* consistia num método aditivo onde, através do uso de uma câmara com duas aberturas, cada uma equipada com um filtro de cor, um verde o outro vermelho, era possível alcançar cor. Apesar de bastante avançada para o seu tempo, esta técnica era problemática e estava já decidido que o seu uso não compensava as despesas. Em 1932, quando a fama da *Technicolor* já havia desaparecido, esta anuncia novos avanços: um novo processo, que com o uso de três cores viria a dominar a indústria nos anos que se seguiam (Everett, 2012).

O primeiro filme a utilizar este novo sistema da *Technicolor* foi o *La Cucaracha* (Lloyd Corrigan, 1933, Figura 17). Este novo processo, elogiado pelo seu agradável efeito “natural” e pelo seu potencial estético, gradualmente devolveu a importância à cor no cinema. *Gone With the Wind* (*E Tudo O Vento Levou*, de Victor Fleming, 1939, Figura 18), foi um dos maiores sucessos da *Technicolor*. Apesar de na altura a *Technicolor* ainda não ser fortemente utilizada, David O. Selznick, o produtor, acreditava que apenas este sistema seria capaz de atingir a qualidade épica e as cores fortemente saturadas que ele desejava. E assim foi. Entre 1935 e 1955, a *Technicolor* exercia praticamente controle total do seu produto dentro e fora de Hollywood (Everett, 2012).

Apesar da adição de cor “natural” parecer vir a incrementar o realismo no cinema, esta continuou apenas a ser utilizada como uma ferramenta fantástica. Durante algum tempo, a cor tendia a ser restringida ao mundo irrealista dos musicais, aos cenários luxuosos e aos desenhos animados, nos quais o potencial para a fantasia era ilimitado (Everett, 2012).



**Figura 17.**  
Frame do  
filme *La  
Cucaracha*<sup>14</sup>



**Figura 18.** Frame do filme *Gone With The Wind*<sup>15</sup>.

### Estética da cor do cinema mudo

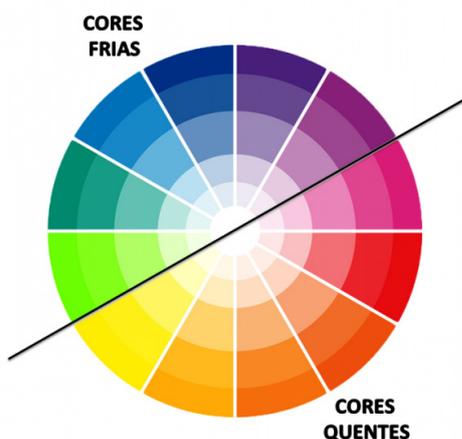
A cor tem sido um dos aspetos mais ignorados da história e teoria do filme mudo. Consequência da instabilidade química na base de nitrato aplicada às películas de filme, difíceis de preservar, resulta no facto de que a maioria das películas de filme até agora preservadas existam apenas em preto e branco. Assim, nasce a popular suposição de que o cinema mudo é sinónimo de filmes a preto e branco e que a cor apenas chegou ao cinema com o aparecimento da *Technicolor* nos anos 1930 (Everett, 2012).

Graças ao crescente interesse na cor no cinema, ao longo dos últimos 15 anos, ativistas e estudiosos têm vindo a corrigir esta suposição e chamando à atenção para as várias técnicas de coloração manual utilizadas no filme mudo. O efeito estético criado por estas técnicas pretendia destacar o contexto dramático ou simbólico da narrativa — vermelho para fogo ou paixão, azul para trevas e mistério — contendo pouco, ou nenhum realismo. A cor era valorizada pela sua artificialidade e este conceito do papel da cor como ferramenta de impacto emocional e dramático persistiu até, e mais além, da década de 1950 (Everett, 2012).

### 2.4.2. Temperatura da cor

A mente humana funciona através de associações e analogias. Quando atribuímos significados, estes baseiam-se em experiências vividas, com as quais o nosso cérebro procura criar relações. A atribuição do termo “temperatura da cor”, e a sua consequente divisão, nasce dessas associações e da forma como percebemos as cores no mundo real. Por exemplo, quando pensamos em vermelho, rapidamente associamos ao fogo e ao sol, elementos quentes. Quando pensamos em azul, associamos ao gelo, ao oceano, elementos frios (Avogadro, 2017).

Assim, a temperatura da cor reparte-se em duas noções diferentes: cores frias e cores quentes. Estas dividem o círculo cromático em duas partes (Figura 19), de acordo com a relação destas cores e os objetos e fenómenos que encontramos no mundo real (Avogadro, 2017).



**Figura 19.** Divisão do círculo cromático em cores quentes e cores frias<sup>16</sup>



**Figura 20.** Cores quentes

Seis cenas que demonstram o uso de cores quentes no cinema (Risk, 2018).

O uso de cores quentes é fortemente associado a conforto, segurança e felicidade (Botkin, 2015). No entanto, como qualquer regra, também esta pode ser quebrada. No filme *The Sixth Sense* (*O Sexto Sentido*, 1999), M. Night Shyamalan usa o vermelho como meio de representação de medo, pavor e prenúncio (Risk, 2018).

Na Figura 20, podemos ver exemplos de cenas de alguns filmes onde a regra se aplica e onde estas imagens nos oferecem a sensação de confortos e amizade (Risk, 2018).

### Cores frias

Ao contrário do que constatamos com as cores quentes, as cores frias expressam cenários mais deprimentes, frios, passam a ideia de solidão, melancolia e isolamento (Risk, 2018).

No filme *The Truman Show*, 1998, quando Truman descobre que toda a sua vida havia sido fabricada para o entretenimento público e que todas as relações da sua vida eram encenadas, mentira, Peter Weir usa tons de azul, destacando o isolamento e o medo que este sente neste momento final de confronto e encontro com a realidade (Figura 21) (Risk, 2018).



**Figura 21.** Uso de cores frias na cena final de *The Truman Show*<sup>17a</sup>

### **2.4.3. Paletas de cor**

Como temos observado, a cor é mais uma percepção do que uma realidade, e a própria percepção depende de uma série de variáveis. Inerentes à cultura, experiência e expectativas de cada indivíduo, estas variáveis desempenham um papel nas respostas que cada um de nós obtém com determinada cor, tornando-se impossível avaliar com precisão a forma como cada cor irá afetar o público (Everett, 2012).

“Qualquer cor pode significar qualquer coisa para qualquer pessoa, dependendo de sua experiência prévia” — Frampton, 1996.

Sendo impossível estabelecer leituras universais de uma cor, devemos focar-nos na representação específica de cada cor dentro de um filme em particular. Assim, devemos analisar a cor como uma composição geral que cria harmonias, dissonâncias e cujos momentos na narrativa em que cada cor se revela pretendem transmitir ou despoletar algo. É importante compreender o uso de uma cor de forma a confirmar ou surpreender as nossas expectativas. Uma paleta de cores bem pensada é capaz de evocar emoções, despoletar sensações e definir um tom para o filme (Everett, 2012).

### Esquema de cores monocromático

Um esquema de cores diz-se monocromático quando um mesmo tom da matiz é utilizado em todo o filme, variando apenas com a adição de valores de preto ou branco a essa mesma matiz produzindo diferentes tons. Estes esquemas caracterizam-se pela sensação de harmonia e suavidade que conseguem transmitir aos espectadores (Risk, 2018).

Em *The Grand Budapest Hotel*, 2014, (Figura 22), Wes Anderson usa um esquema monocromático em tons de rosa que, com o uso do preto, é capaz de criar tons de roxo contrastantes com a imagem mas simultaneamente em sintonia com a mesma (Risk, 2018).



**Figura 22.**

Cena de *The Grand Budapest Hotel*, onde Anderson tira partido de uma paleta de cores monocromática (Risk, 2018).

### Esquema de cor complementares

Os esquemas de cor complementares tiram partido do uso de duas cores, retiradas de lados opostos do círculo cromático. Normalmente associadas a conflitos internos ou externos, as cores complementares potenciam a criação de imagens vívidas e contrastantes, capazes de criar uma vibrante tensão entre cores quentes e frias (Risk, 2018).

Em *Amélie*, 2001, Jean-Pierre Jeunet usa o verde e o vermelho de forma a salientar a paixão e inocência de Amélie ao longo da sua emocionante jornada (Figura 23) (Risk, 2018).



**Figura 23.** Uso de cores complementares em várias cenas de *Amélie* (Risk, 2018).

### Esquema de cores análogo

Um esquema que utilize cores próximas no círculo cromático é capaz de criar uma sensação de harmonia e bem estar, retratando as cores da mesma forma que estas ocorrem na natureza. Não sendo capazes de oferecer o contraste e a tensão que as cores complementares criam, as cores análogas, por oposição, geram uma espécie de união visual (Risk, 2018).

Em *Children of Men* (*Os Filhos do Homem*, 2006) é utilizada uma paleta de cores análoga, salientando o estado perigoso do universo cinematográfico representado neste filme (figura 24) (Risk, 2018).



**Figura 24.** Uso de cores análogas numa cena de *Children of Men* (Risk, 2018).

### Esquema de cores triádicas

Os esquemas de cores triádicos, como o próprio nome sugere, são criados a partir de três cores. Igualmente espaçadas no círculo cromático, estas cores desempenham diferentes papéis, uma é eleita como a cor principal, as outras duas como cores complementares. Estes esquemas de cor são menos comuns que os referidos anteriormente, consequência da sua aproximação às paletas de cores utilizadas nas comics (Risk, 2018).

Em *Superman (Super Homem, 1978)* podemos ver o uso bem aplicado deste esquema de cores, uma vez que revisita as origens do super homem, as comics (figura 25).

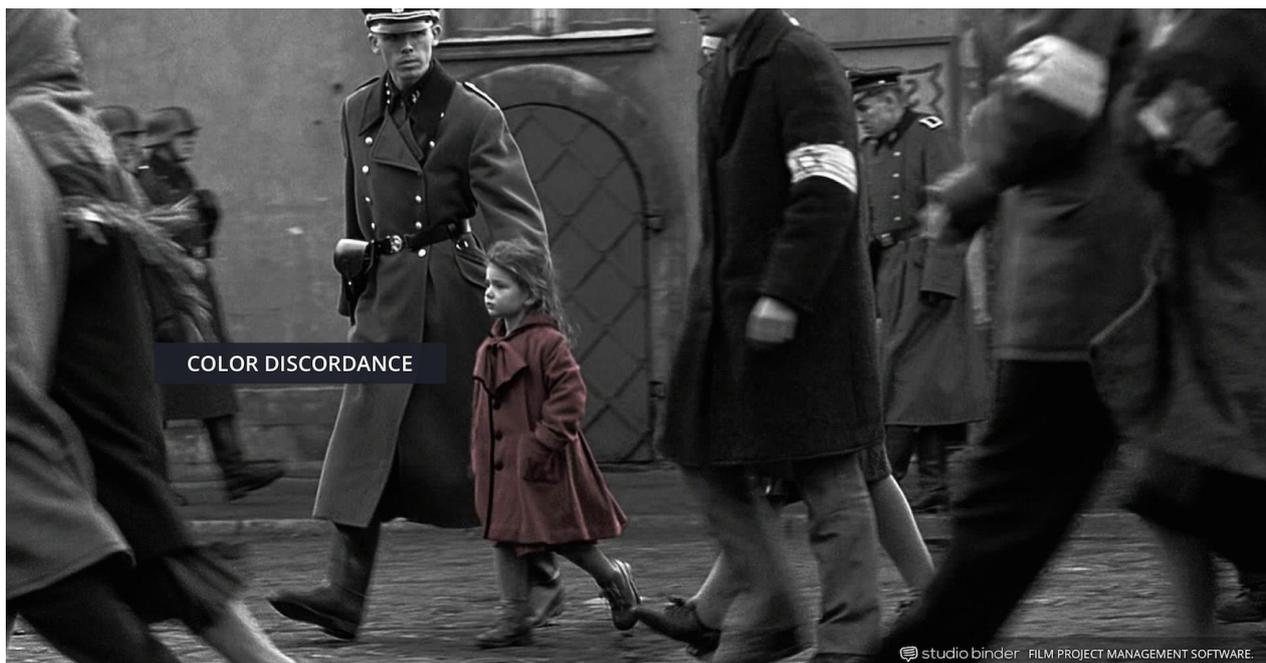


**Figura 25.** Uso de esquema de cores triádicas numa cena de *Superman* (Risk, 2018).

### Paletas de cor discordantes

Apesar de maioritariamente os realizadores optarem por uma paleta de cores equilibrada e harmónica, como os esquemas de cores referidos anteriormente, existem algumas exceções (Risk, 2018). Escolhendo a cor acertada, capaz de se destacar e até destoar da restante paleta de cores, no momento certo, o realizador proporciona um momento de conflito e drama que irá enriquecer a narrativa do filme (Risk, 2018).

Um bom exemplo de um uso deste tipo de paletas é *Schindler's List (A Lista de Schindler, 1993)*. O filme apresenta-se em tons de cinza, existindo, no entanto, uma exceção: o vermelho do vestido de uma criança (Figura 26). O destaque desta cor representa um simbolismo, cada vez que esta menina aparece o nosso olhar é direcionado para ela, assim complementa e fortalece a narrativa do filme (Risk, 2018).



**Figura 26.** Uso de paleta cores discordantes numa cena de *Schindler's List* (Risk, 2018)

#### 2.4.4. A cor como narrativa

Grande parte do impacto emocional da cor, resulta das suas múltiplas e ricas associações. Uma vez que estas associações variam de acordo com o período histórico, contexto cultural e experiências individuais, torna-se quase impossível criar categorias precisas deste impacto. No entanto, a forma como apresentamos estas cores e como, desde o princípio do filme, até ao seu final, lhe é atribuído um mesmo significado, ajuda a fortalecer e comunicar a narrativa de um filme (Everett, 2012). A cor é capaz de nos afetar emocional, psicológica e fisicamente, a cor empatiza o espectador, mostra a jornada de uma personagem, comunica uma ideia (May, 2017).

*Moonlight*, 2017, é o perfeito exemplo do uso da cor como narrativa. Este filme conta-nos a história de um rapaz que cresceu num bairro problemático, a história da descoberta da sua identidade e da sua luta contra o crack e bullying. O filme destaca três fases importantes da vida deste rapaz e, para cada fase vemos ser atribuída uma cor distinta (figura 27). Com o uso de paletas de cores que simulam três rolos de filme diferentes, é criada uma analogia com a evolução desta personagem não só em idade mas na maturação da sua identidade. Quando este é uma criança são utilizados tons vibrantes de azul e verde (Fujifilm), na sua adolescência simulam as cores de um rolo de Agfa, onde os destaques da imagem ganham tons de ciano, transmitindo uma ideia de desordem, por fim, quando este se torna adulto é simulado o uso de filme Kodak, que dá um ar bem polido e um *look* de Hollywood (May, 2017).



**Figura 27.**

Uso de três cores diferentes de forma a destacar três fases da narrativa de *Moonlight* <sup>18</sup>.

A cor no cinema é diferente de qualquer outro tipo de cor à qual estejamos habituados. Esta não pertence às categorias da cor na natureza ou na pintura, não obedece às regras da fotografia a preto e branco. Não estamos a lidar com a cor estática, estamos a lidar com uma cor que muda e se move à nossa frente. Estamos a lidar com a cor no cinema (Everett, 2012).



## 2.5. Sonificação

O ser humano está equipado com um sistema auditivo poderoso e complexo. Este é capaz de identificar fontes sonoras, palavras e melodias, mesmo sob condições adversas, tarefa que nem os programas mais avançados conseguem realizar, apesar dos recursos computacionais que temos à disposição. Assim, podemos compreender o que motiva a utilização do som de forma a compreender um conjunto de dados (Hermann et al., 2011).

Em 1999, Kramer et al. definiram sonificação como um subtipo do *display auditivo* que usa áudio não falado para representar informação, transformando relações entre dados em relações percebidas por um sinal acústico, de forma a facilitar a comunicação ou interpretação dos mesmos. No entanto, Thomas Hermann, começou a aperceber-se das dimensões que esta estava a tomar e na sua utilização como exploração estética e forma de arte. Assim, na busca da clarificação do que distingue sonificação de outras práticas, Hermann criou quatro regras às quais qualquer projeto deve ser submetido de modo a ser considerado uma sonificação:

1. O som deve refletir relações ou propriedades objetivas nos dados;
2. A transformação deve ser sistemática, ou seja, deve existir uma definição precisa de como os dados (e interações opcionais) alteram o som;
3. A sonificação deve poder ser reproduzida, isto é, dando os mesmos dados e interações semelhantes, os sons resultantes devem ser estruturalmente idênticos;
4. O sistema deve poder ser intencionalmente utilizado com diferentes dados.

Assim, a sonificação procura traduzir relações entre dados em som, capaz de explorar as capacidades auditivas percetuais dos seres humanos, de forma a que essas relações entre os dados sejam percetíveis.

Apesar das investigações de som como um meio de exibição de informação datarem de há pouco mais de 50 anos (Frysinger, 2005), a tecnologia que temos hoje presente leva a que a exibição de informação seja omnipresente. Dispositivos dos mais variados tipos, que nos rodeiam no dia-a-dia, como carros, telemóveis e até mesmo microondas, utilizam som como meio de transmissão de uma mensagem ao utilizador. No entanto, apesar destes avanços, a dúvida sobre a utilidade do som e de como o implementar permanece (Frauenberger, Stockman, & Bourguet, 2007).

As motivações para a utilização de som como fonte de informação têm vindo a ser extensamente discutidas na literatura e, resumindo as conclusões retiradas, *displays auditivos* exploram a habilidade do sistema auditivo do ser-humano reconhecer mudanças temporais e padrões (Bregman, 1990; Flowers et al., 1997; Garner & Gottwald, 1968; Kramer et al., 1999; McAdams & Bigand, 1993; Moore, 1997). Assim sendo, os *displays auditivos* serão o meio mais apropriado quando a informação a

ser exibida tem padrões complexos, mudanças temporais, inclui avisos, ou pede ação imediata.

Como já referimos, a sonificação cruza diversas áreas, desde audiologia, ciências da computação e informação, línguas, matemática, música, design, arte, psicologia... Assim, para além das regras estabelecidas anteriormente, a sua teorização é importante. Apesar da investigação nesta área estar ainda longe de terminar, um ponto de partida já foi feito ao serem identificados quatro questões que devem ser analisadas quando se pensa em sonificação (Kramer et al., 1999):

1. Descrições taxonómicas de técnicas de sonificação baseadas em princípios psicológicos ou aplicações de exibição;
2. Descrições dos tipos de dados e tarefas de utilizadores sujeitas à sonificação;
3. Tratamento do mapeamento de dados para sinais acústicos;
4. Discussão dos fatores que limitam o uso da sonificação.

Ao abordarmos estas quatro questões, seremos capazes de receber uma introdução mais abrangente à sonificação, bem como um relato das considerações teóricas orientadas a pesquisas dentro da área.

### 2.5.1. Um pouco de história

Durante séculos, a visualização de informação tem ocupado um papel dominante na ciência, enquanto que, o som e a escuta de fenómenos naturais tem sido desvalorizado. No entanto, como sempre, existem algumas exceções (Dombois e Eckel, 2011). Prestemos então atenção a alguns momentos históricos de relevo, onde a sonificação prevaleceu à visualização de informação e foi utilizada ao invés desta.

Em 1819, mesmo antes da invenção da eletricidade, o médico francês R.T.H. Laënnec realizou uma das primeiras utilizações de audificação científica de dados acústicos gerais ao criar o estetoscópio (Figura 28). Apesar de ter sofrido algumas alterações, este dispositivo continua a ser utilizado nos dias de hoje e foi um dos primeiros exemplos de aceitação de um dispositivo científico que utilizava áudio (Dombois e Eckel, 2011).



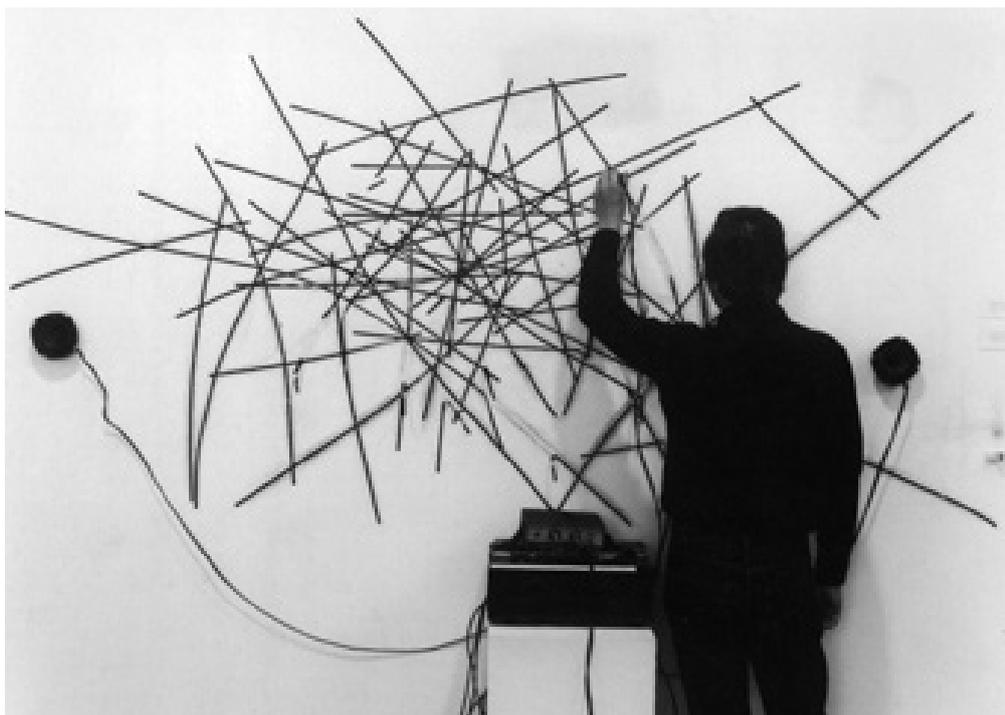
**Figura 28.**  
Estetoscópio  
de Laënnec<sup>19</sup>.

Ainda no século XIX, podemos destacar três invenções de grande importância, não só para a história da sonificação, mas também para o mundo. Em 1876, Bell inventa o telefone, em 1877, Edison inventa o fonógrafo e, por fim, em 1895, Marconi inventa a radiotelegrafia (Dombois e Eckel, 2011).

Chegados ao século XX, as invenções e avanços na área da sonificação continuaram. Em 1928, Fritz Pfleumer desenvolveu a fita magnética de áudio que rapidamente começou a ser utilizada como meio de armazenamento de dados. Em 1932, Oskar Fischinger começou a investigar a pintura de ornamentos diretamente na película de filme. Esta técnica resultava em novos sons sintéticos, parecidos aos criados por sintetizadores e, apesar de Fischinger não poder ter prosseguido com as investigações, foi bem recebida por músicos e compositores, como John Cage e Edgard Varèse (Dombois e Eckel, 2011).

Como em muitas outras áreas, nos anos 50, sismólogos começaram a anotar as gravações sismológicas diretamente em fitas magnéticas em formato de áudio e, assim, descobriram o potencial desse método em detectar eventos sísmicos em registos ruidosos. Em 1961, S. D. Speeth, escreve o primeiro artigo científico sobre o sucedido, onde descreve como testou a sonificação para a distinção entre desastres naturais sísmicos e explosões atômicas (Dombois e Eckel, 2011).

Apesar das experiências sonoras até aqui mencionadas serem de áreas científicas, há também exemplos de aplicações em performances musicais e design, onde a interação do público é quem manipula o som. Em 1963, na instalação *Random Access Music*, de Nam June Paik, os utilizadores eram capazes de gerar som ao mover a cabeça do gravador de áudio sobre as fitas de áudio dispostas pela parede (Figura 29).



**Figura 29.**  
Instalação *Random Access Music*, de Nam June Paik<sup>20</sup>.

A utilização deste dispositivo tecnológico, transformado num instrumento expressivo, oferecia aos utilizadores uma experiência sónica rica. O uso de objetos do dia-a-dia, ao invés de instrumentos musicais, oferece potencial para uma interação intuitiva sem serem necessárias instruções ou aprendizagem (Serafin et al., 2011).

No campo da astronomia, a sonificação tem também vindo a ser utilizada. Em 2004, quando a sonda espacial *Cassini* navegou por entre os anéis de Saturno, a NASA lançou uma sonificação dos dados recolhidos de medições rádio e ondas de plasma (Dombois e Eckel, 2011). Também em 2017, o compositor italiano Francesco Novara, lançou um EP cujas músicas usam dados e sonificações com licenças *Creative Commons*. Pegando nas oscilações do cometa *67P/Churyumov-Gerasimenko*, Novara cria então o som do, que ele chama, “cometa cantor” (Kirn, 2017).

### **2.5.2. Técnicas de sonificação**

Quase todas as atividades que realizamos são acompanhadas por algum tipo de resposta acústica. A interação com o mundo, tipicamente, fornece-nos respostas relativas à natureza de materiais envolvidos, a força, o tipo de contacto... Se uma bola de basquete cair ao chão fará um barulho diferentes de uma bola de ping-pong, isto dá-nos a noção dos materiais e pesos envolvidos. Quando uma porta range, é uma predição de que, de seguida, irá bater (Hermann, 2011).

Quando o mundo nos oferece respostas sonoras tão ricas e quando somos bombardeados pela omnipresença de sons informativos, é de estranhar que tendamos a nos limitar aos interfaces tradicionais, onde a exibição da informação é apenas visual (Hermann, 2011). No entanto, a norma não é a regra e a sonificação caminha lentamente de forma a contrariar esta tendência.

#### **Audificação**

De uma forma muito simplificada, audificação é a tradução direta de uma amostra de dados em som (Kramer, 1999). Esta é uma abordagem alternativa à visualização de informação, uma vez que ambas são eficazes na representação de dados abstratos.

O conjunto de dados a analisar pode nem pertencer ao domínio do som, e somos capazes de distinguir diferentes tipos de dados uma vez que resultam em diferentes tipos de som. Na verdade, se refletirmos, até uma gravação sonora pode ser considerada sonificação se o seu tom for alterado. Assim, audificação pode, de certa forma, ser associada a uma partitura musical, uma vez que os dados são transformados diretamente numa partitura, sem existir a preocupação com o resultado sonoro final (Dombois e Eckel, 2011).

### Ícones auditivos

Ícones auditivos mimetizam sons não falados do nosso dia-a-dia com os quais poderemos estar familiarizados através da nossa experiência quotidiana com o mundo real. Assim, o significado destes sons raramente necessita ser aprendido, uma vez que estes se baseiam em experiências prévias. No entanto, nem sempre conseguimos encontrar metáforas no nosso mundo real. Por exemplo, no filme *Star Wars* (Guerra das Estrelas), de 1977, Ben Burtt teve de criar novos sons para os *light sabers*<sup>21</sup> e, em casos semelhantes, outras técnicas de sonificação devem ser consideradas (Brazil e Fernström, 2011).

Os ícones auditivos, assim como a sua nomenclatura, surgiram no início dos anos 1980 com o aparecimento dos computadores pessoais e com a crescente preocupação com a interação humano-computador. Bill Gaver, optou pela exploração do som como metáfora e como complemento aos ícones visuais já utilizados. Por exemplo, ao eliminarmos um ficheiro colocamos-lo no “caixote do lixo” e o som que ouvimos é de papel a ser amassado (Brazil e Fernström, 2011).

Criados como complemento às interfaces gráficas, os ícones auditivos têm evoluído. Têm sido aplicados em vários interfaces e domínios, mais recentemente nas áreas de computação móvel e *wearable computing*.

### *Earcons*

Quando falámos em ícones auditivos referimos os casos especiais, como o de *Star Wars*, onde não é possível estabelecer uma metáfora com o mundo real. Nestes casos, o uso de *earcons* é aconselhado (McGookin e Brewster, 2011).

Assim, podemos dizer que *earcons* são ícones auditivos onde não existe a suposição da existência de uma relação entre o som e a informação que este representa. *Earcons* são mensagens musicais curtas e estruturadas, onde diferentes propriedades musicais do som estão associadas a diferentes parâmetros dos dados que estão a ser comunicados (McGookin e Brewster, 2011).

Estes podem ter as mais variadas aplicações, desde simples aumentos de widgets até sofisticadas interfaces auditivas para navegação em redes sociais. Aliás, no século XIX, antes da criação do rádio, os soldados americanos já usavam *earcons* ao comunicarem com cornetas, onde diferentes sons correspondiam a diferentes ordens. Assim, apesar de nestes últimos 20 anos o uso dos *earcons* se ter resumido a interação humano-computador, podemos esperar muito mais desta técnica (McGookin e Brewster, 2011).

### **Mapeamento de parâmetros**

A sonificação baseada em mapeamento de parâmetros é uma técnica que consiste na associação de um ou mais atributos da informação a diferentes parâmetros auditivos em simultâneo. Esta associação pode, quando necessário, ser dimensionada para se adaptar às características perceptivas e às restrições da audição humana, a fim de otimizar o potencial interpretativo (Grond e Berger, 2011).

Esta técnica baseia-se no facto de que o som é inerentemente multidimensional, assim, em teoria, esta será a melhor abordagem para sonificar dados variados. Por exemplo, diferentes temperaturas, distâncias, graus, etc., podem ser demonstrados através de diferentes características sonoras (Grond e Berger, 2011).

No entanto, a grande variedade de possibilidades de mapeamento, para além de uma vantagem, pode também oferecer desafios. Com o avançar tecnológico, praticamente todos os campos de pesquisa sofreram um aumento explosivo de dados. Assim, os dados disponíveis tornaram-se mais volumosos, mas também muito mais complexos. (Grond e Berger, 2011).

### **Sonificação baseada em modelos**

A sonificação baseada em modelos é uma técnica que tira partido da forma como as respostas acústicas são geradas em reacção às ações do utilizador e oferece uma plataforma que permite controlar como estas estruturas são transferidas para a sonificação. Como resultado, a sonificação baseada em modelos exige a criação de processos que envolvam os dados de forma sistemática e que sejam capazes de evoluir a tempo de gerar um sinal acústico. Ao conjunto de instruções para a criação dessa resposta e de como interagir com a mesma, chamamos de modelo da sonificação. Estes, por norma, permanecem em silêncio enquanto aguardam um estímulo. Aquando da perturbação realizada pelo utilizador, estes alteram-se e enviam uma resposta acústica que é diretamente ligada à evolução temporal do modelo (Hermann, 2011).

A sonificação baseada em modelos foi introduzida como plataforma capaz de transformar conjuntos de dados imateriais não sonoros, em algo capaz de produzir som. Assim, as primeiras aplicações foram na área de análise exploratória de dados. No entanto, a sua versatilidade poderá permitir que seja aplicada em diversas áreas (Hermann, 2011).

### 2.5.3. Música e emoções

Murray Schafer<sup>22</sup>, lembrando-nos que a atuação sónica é tão importante quanto o ato de ouvir, escreve:

“Impressão é apenas metade de percepção. A outra metade é expressão”

A inspiração visionária e a experimentação estética na arte e na música sempre foram valiosas para o design. Projetos artísticos que trabalham com som interativo, expandem as noções de interatividade, desempenho e participação que se tornaram parte integrante da nossa vida quotidiana. No design de interação sonora, o papel dos investigadores foca-se, principalmente, na exploração do envolvimento com objetos sonoros interativos e o papel da inatividade nessas interações. Trabalhar com som é uma experiência multi-sensorial ativa, que liga percepção e ação e os artistas que exploram estas propriedades questionam a forma como lidamos com o som no nosso dia-a-dia, envolvem utilizadores não especializados, lidam com a criação de música móvel, exploram a colaboração através do som, experimentam metáforas interativas e, em geral, permitem novas expressões sonoras. A interação sónica tem vindo a ser desafiada e moldada pela tensão entre a facilidade em se interagir e a virtuosidade da expressão musical (Serafin et al., 2011).

Como Schafer sugere, a consciência das nossas contribuições sonoras pode ser a chave para reformular a qualidade do ambiente do nosso quotidiano. O único problema é que, a nossa consciência sobre os sons que produzimos é, muitas vezes, menor que a que temos dos sons produzidos por outros. Por exemplo, em artefactos digitalmente aumentados, a nossa ação é “esquizofonicamente” deslocada do som produzido, impedindo, assim, que nos apercebamos dos efeitos sonoros que geramos (Serafin et al., 2011).

O poder emocional do som é muitas vezes utilizado em projetos artísticos. Quando incorporado num objeto, o som interativo pode estar associado ao seu comportamento e identidade. Também o vibrar e a sua associação a um objeto sonoro estão a ser estudados como amplificador emocional. No entanto, a arte está a explorar estas abordagens de forma a criar novos significados a eles associados, enquanto que na ciência o foco é outro (Serafin et al., 2011).

Projetar som para ações requer uma mudança de perspectiva de uma audição inconsciente, ou até mesmo do ignorar de uma ação sonora, para a tomada de consciência de que se pode moldar as contribuiçõesónicas no mundo. Aprender com as criações artísticas e musicais pode ajudar os designers de interação sonora a consciencializarem-se da ação humana na vida quotidiana. No entanto, muitas perguntas e desafios permanecem. As obras de arte são muitas vezes experiências temporárias ou narrativas imaginárias que não podem investigar a evolução de sistemas sónicos interativos numa escala a longo prazo (Serafin et al., 2011).



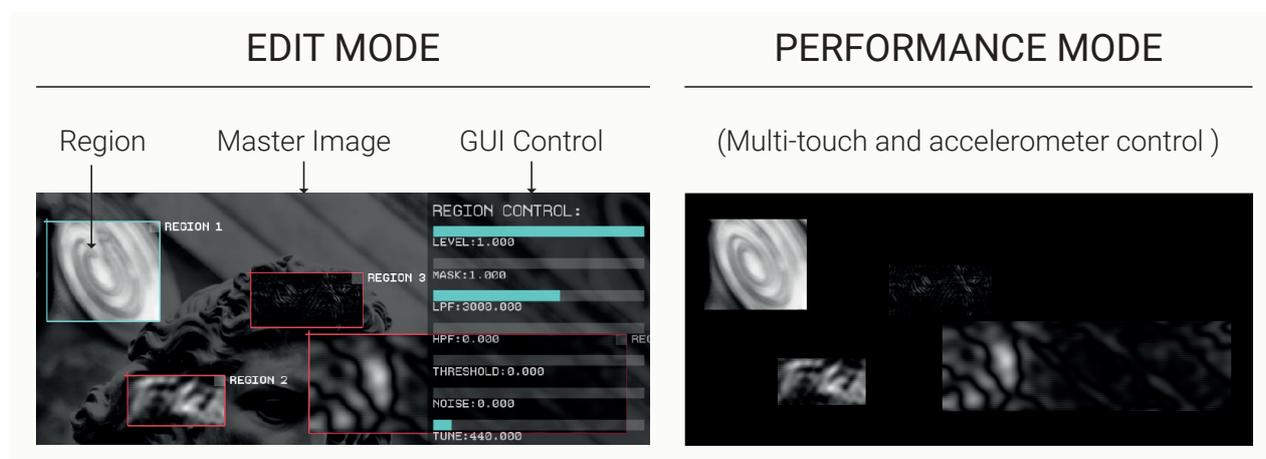
## 2.6. Projetos relacionados

Neste capítulo pretende-se dar a conhecer alguns projetos que usaram a sonificação como meio de expressão dos mais variados dados. Para além de projetos onde é realizada a sonificação de imagens e que, consequentemente, estarão mais ligados ao objetivo desta dissertação, são também analisados outros projetos que não apresentam ter uma relação direta com a dissertação mas que, no entanto, servem como estudo e análise de abordagens realizadas neste campo.

### 2.6.1. VOSIS

VOSIS é uma interface interativa de sonificação de imagem, desenvolvida em 2013 por Ryan McGee, que gera ondas sonoras complexas ao recolher dados de pixels de imagens a preto e branco. Usando um ecrã *multi-touch* para reproduzir regiões da imagem, ao invés da imagem como um todo, VOSIS, fornece-nos ferramentas capazes de criar música visual experimental (Figura 30) (McGee, 2013).

Inicialmente produzido para uma instalação multimédia, *Voice of Sisyphus*, que explorava a sonificação de fotografias a preto e branco do artista George Legrady, McGee evoluiu o projeto transformando-o numa aplicação móvel independente. Agora, pode ser usado com qualquer tipo de imagem, seja ela parada ou em movimento, ao vivo ou gravada. O utilizador tem apenas de seleccionar regiões da imagem, onde cada uma destas pode ser pensada como uma nota, assim, para se criar um acorde, deve-se seleccionar mais do que uma região em simultâneo. Os valores de cada pixel da imagem seleccionada são lidos e armazenados em matrizes. Filtros podem ser adicionados à imagem de forma a produzir resultados sonoros diferentes. De seguida, a aplicação lê as matrizes de dados sob a forma de onda sonora e, assim, produz som (McGee, 2013).



**Figura 30.**

Interface de Vosis: modo de edição e modo de desempenho (McGee, 2013).

### 2.6.2. Sonified

À semelhança de *VOSIS*, *Sonified* é uma aplicação móvel capaz de traduzir imagem em som. Desenvolvida em 2011 por Perry Hall, utiliza a câmera de um dispositivo móvel como input de vídeo em tempo real, permitindo apenas a sonificação imagens em movimento (Figura 31) (Hall, 2011). *Sonified* recolhe informações visuais como a cor e brilho e usa-as para misturar 16 faixas estéreo de música em tempo real, criando “um novo tipo de experiência que conecta a visão e o som de uma maneira nova e transforma a câmera de vídeo num instrumento interativo audiovisual” (Hall, 2011). Esta aplicação é capaz de sintetizar quatro instrumentos diferentes com base na informação visual recebida e é extremamente responsiva, com uma latência próxima a zero (Hall, 2011).

*Sonified* foi também testado com inúmeros filmes como *The English Patient* (O Paciente Inglês, 1996), *Harry Potter and Goblet of Fire* (Harry Potter e o Cálice de Fogo, 2005), *Coverfield* (Nome de Código: Cloverfield, 2008), etc. E o objetivo do autor do projeto é analisar “como soam as cores” e, assim, traduzir uma experiência sensorial, a visão, noutra, a audição (Hall, 2011).



**Figura 31.** Interface de *Sonified* (Hall, 2011).

### 2.6.3. Sonificação do movimento de peixes

Inspirado no *Tonnetz* (de Leonhard Euler, 1739), um diagrama de tons, este projeto oferece um layout de tons definidos através de notações harmónicas de baixo nível. Com este layout são mapeados os movimentos de peixes num aquário e, assim, criam som através do mapeamento destes movimentos (Mercer-Taylor e Altosaar, 2015).

Mercer-Taylor e Altosaar criaram, então, um layout para sonificação constituído por uma rede de pares de tons. O mapeamento do movimento dos peixes é utilizado como demonstração do potencial desta (Figura 32). Este layout está disponível numa biblioteca MATLAB open source e pode ser utilizadas para a sonificação de dados (Mercer-Taylor e Altosaar, 2015).

No caso do mapeamento dos movimentos dos peixes, o conjunto de peixes que se move na mesma direção produzem progressões diatônicas consonantes enquanto que mudanças de direção produzem mudanças harmônicas. Este sistema detecta apenas movimentos bruscos dos peixes, uma vez que, ao boiar na água, os peixes mantêm-se em constante movimento, que, quando traduzido para dados é considerado ruído (Mercer-Taylor e Altosaar, 2015).



**Figura 32.** Rede de pares de tons aplicada ao aquário (Mercer-Taylor e Altosaar, 2015).

#### 2.6.4. Automatic Soundtrack

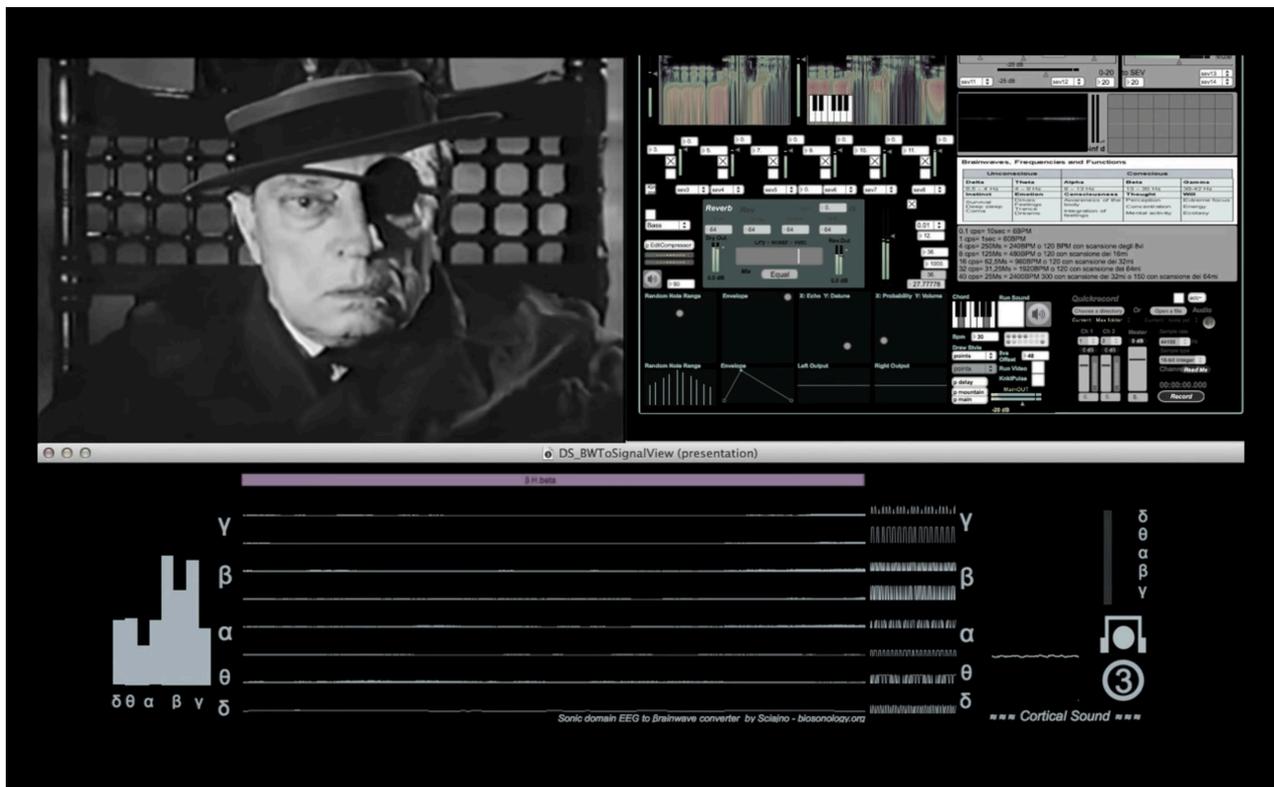
*Automatic Soundtrack* foi um projeto desenvolvido em 2012 por quatro estudantes da *Grand Canyon University*, Myles, Murphy, Maguire e Dick. Estes, desenvolveram um sistema automático de geração de banda sonora a partir de um vídeo utilizando Max/MSP/Jitter. O que o sistema faz é extrair informações do vídeo, por eles criado, de forma a gerar uma composição musical capaz de reforçar o conteúdo emocional do excerto. Neste caso, o estímulo emocional principal é a cor. Portanto, o sistema modifica a banda sonora de acordo com a intensidade de diferentes cores, a sua localização no vídeo e o equilíbrio total de brilho (Myles et al., 2013).

A banda sonora é gerada com base numa sequência de acordes em Dó maior cuja variação se baseia no conteúdo do filme através de numa combinação de processos estocásticos, relações fixas e aleatoriedade. Este sistema é então constituído por 3 sub-sistemas, onde o primeiro é quem faz a análise de vídeo e a extração de dados através do Jitter, o segundo é quem traduz esses dados em informação útil, com alguma conotação musical, e, por fim, o terceiro que é quem gera a música em Max/MSP (Myles et al., 2013).

### 2.6.5. Banda sonora gerada por ondas cerebrais

Este projeto, desenvolvido por Sciajno em 2016, faz uso de uma aplicação previamente desenvolvida, *Cortical Sound*<sup>23</sup>, e utiliza as diferentes categorias de ondas cerebrais (delta, theta, alfa, beta e gama) e de expressões faciais detectadas num trecho de filme para gerar som (Sciajno, 2016).

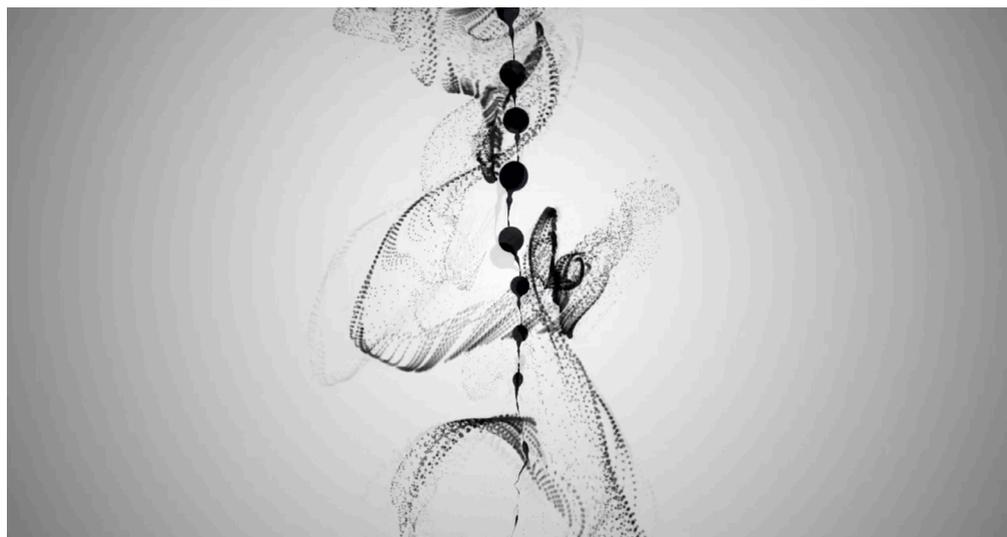
Após a criação do seu projeto *Cortical Sound* Sciajno viu o potencial de outras utilizações, entre elas a criação de bandas sonoras geradas em tempo real, sem qualquer *input* manual ou físico, mas sim *input* sensorial, medindo a reação direta e instantânea às imagens por parte do utilizador. Para isto, o utilizador terá de ser equipado com um sensor na sua testa, no lobo frontal esquerdo. Portanto, não só capta dados relacionados à atividade cerebral, mas também aos músculos que controlam as expressões faciais. Após a análise destes dados, o sistema do *Cortical Sound*, mapeia os dados de forma a criar uma sonificação com texturas sonoras complexas em tempo real. Assim, estão a ser mapeado as emoções diretas do espectador em resposta ao filme que está a ser observado. Entre as primeiras experiências desta aplicação está o filme mudo *Film* (1964), escrito por Samuel Beckett e dirigido por Alan Schneider (Figura 33) (Sciajno, 2016).



**Figura 33.** Aplicação do *Cortical Sound* no filme *Film* (Sciajno, 2016).

### 2.6.6. SuperCollider Shape

*SuperCollider Shape* é uma escultura audiovisual contínua minimalista de som e tinta preta imaginária que explora algoritmos de som generativos da Supercollider (Figura 34). Os sons de ruído principais utilizados neste projeto foram gravados num software personalizado, desenvolvido em Super Collider e Processing, utilizando uma interface EEG, fazendo análises de sinais cerebrais, com exceção ao piano, que foi gravado ao vivo (Moura, 2011).



**Figura 34.** *SuperCollider Shape* (Moura, 2011).

### 2.6.7. Climate Symphony

Cientistas e jornalistas procuram constantemente novas formas de comunicar ideias e expandir o seu impacto na sociedade. A visualização de informação é muitas vezes utilizada para isso mesmo e é já uma prática comum. *Climate Symphony* segue essa lei de ideias, no entanto inova ao usar a sonificação para demonstrar os impactos climático nos últimos anos (Makri, 2015).

Este projeto, desenvolvido por Katharine Round, Leah Borrromeo e Jamie Perera, pega em dados climáticos, de 1994 a 2013, e transforma-os em som e, assim, esperam encorajar as pessoas a questionar os seus sentimentos e as histórias por de trás dos dados e, assim, criar uma discussão em torno do tema. Ao usar a música, ao invés de algo visual, os autores deste projeto esperam criar uma resposta emocional a algo que, para muitos, pode já ser uma mensagem saturada (Makri, 2015).

Para além da discussão sobre as alterações climáticas que têm ocorrido, este projeto pretende também alargar a sonificação e criar uma ferramenta educacional que envolva e encoraje pessoas de todo o mundo a criar as suas próprias sinfonias (Makri, 2015).



### 3. Metodologia

—

A sonificação é um campo multidisciplinar. O alcance de dados possíveis de sonificar é vasto e também o resultado dessa sonificação o é — tanto podemos obter uma peça musical, como simples ruídos ou sons-chave representativos de um objeto, local, ou ação. Apesar de existirem vários projetos que poderão servir como base de estudo para as técnicas a utilizar, existe ainda uma falta de consolidação de métodos de sonificação. Como resultado, é seguida uma abordagem de investigação e exploração tentativa-erro até se alcançarem resultados satisfatórios.

A metodologia adotada nesta dissertação é *Design Science Research* (DSR). Esta metodologia baseia-se na pesquisa e enriquecimento de conhecimentos na área em questão, de forma a utilizar essa informação recolhida como resposta às questões colocadas e solução de problemas.



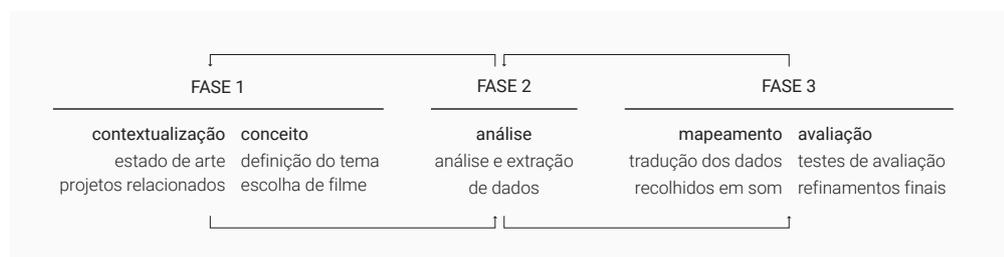
### 3.1. Objetivos

Esta dissertação surge como manifesto ao papel do som no cinema e na representação de dados e da sua relação com a imagem. Como tal, propõe-se a cumprir os seguintes objetivos:

1. Compreender o que é a sonificação — o que a define e como se destaca como ferramenta de representação de dados e como ferramenta artística;
2. Conhecer as principais técnicas utilizadas na sonificação;
3. Compreender o papel da imagem no cinema e as suas relações com o som, de forma a reconhecer os dados mais interessantes de extrair, assim como possíveis relações que poderão vir a ser criadas com o som;
4. Analisar as técnicas mais eficazes de extração de dados de um filme;
5. Adquirir algum conhecimento de teoria musical de forma a implementar um mapeamento o mais correto possível;
6. Construir uma sonificação eficaz, fluída e coerente que seja capaz de representar o vídeo que a origina da melhor forma alcançável.
7. Compreender onde se enquadra esta “sonificação” e qual o seu papel no cinema, na representação de dados e no meio artístico.

Assim, de uma forma mais sintética, pretende-se criar uma peça sonora capaz de trabalhar em conjunto com o vídeo que lhe deu origem, representando-o e incrementando a experiência audio-visual. Pretende-se também situar esta peça sonora entre o espectro da sonificação e da geração automática de banda sonora e compreender se esta poderá destacar o som como parte fulcral da submersão imagem-som a que chamamos cinema

### 3.2. Processo



**Figura 35.** Esquema representativo do processo de trabalho.

A primeira fase deste projeto foca-se na pesquisa e investigação sobre os temas que o influenciam. É feita uma pequena contextualização do que é o som, as suas características e perceções, e o seu papel e desenvolvimento ao longo da história do cinema. Com esta primeira pesquisa conseguimos compreender a forma como o som foi explorado nas várias fases da história cinematográfica — filme mudo, filme com som e o aparecimento dos sintetizadores — e o seu papel no impacto emocional nos espectadores e como reforço, e em alguns casos contradição, do que o filme ilustra. Nesta primeira fase é também explorada a sonificação, são

analisados os seus marcos ao longo da história, o seu papel na interpretação de dados e as técnicas existentes. De seguida são expostos alguns projetos de sonificação tangentes ao tema a ser explorado, desta forma, não só podemos analisar com mais detalhe projetos de sonificação já executados, como também tentar compreender quais as técnicas utilizadas na sua conceção. Por fim, é definido com maior detalhe o tema final da dissertação, assim como são definidas e justificadas as escolhas finais e o vídeo a sonificar.

A segunda fase deste projeto foca-se na análise dos dados e consequente extração. Aqui, são analisadas as melhores ferramentas de segmentação de vídeo, assim como as melhores abordagens de extração de dados visuais, mas também a possibilidade e análise de extração de informação textual a partir do guião do filme.

Por fim, a terceira fase foca-se na tradução dos dados em som, procura-se estabelecer analogias entre as características recolhidas e as características sonoras. Esta fase é essencialmente caracterizada pela tentativa/erro e consequentes ajustes, de forma a alcançar o melhor resultado possível.

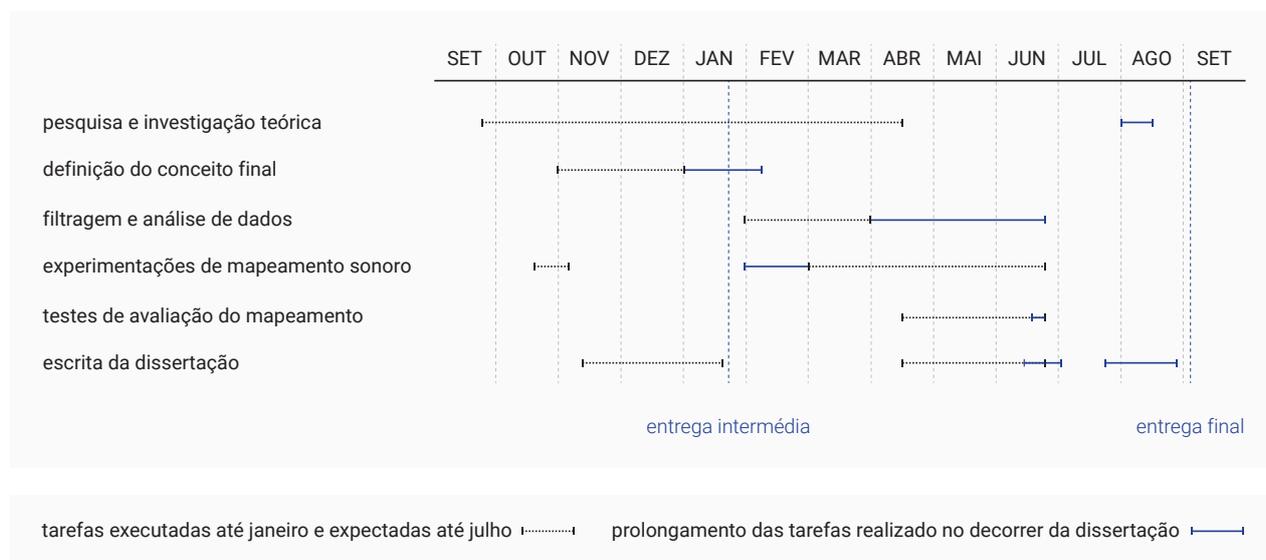
### 3.3. Desafios

A sonificação é uma área ainda pouco explorada e muitas vezes desvalorizada em relação à visualização de informação. Assim, os principais desafios que este projeto acarreta estão intrinsecamente ligados à sonificação em si e às questões que esta continua a colocar. Como forma de transmissão de dados, a sonificação é ainda questionada na sua eficácia uma vez que a audição, ao contrário da visão, não está tão desenvolvida e apresenta algumas limitações de distinção de sons semelhantes e/ou próximos a nível temporal. Outro desafio que a sonificação oferece é a criação de analogias entre dados e som eficientes, de forma a dar sentido à sonificação.

Apesar dos desafios em cima referidos, a sonificação tem se destacado da visualização de informação como ferramenta artística — sendo analisados exemplos deste tipo de aplicação no capítulo referente ao estado de arte. O uso da sonificação como mutação de dados para produção artística sonora tem vindo a crescer nos últimos anos e o *range* de possibilidades que esta oferece é alargado e ainda pouco explorado, abrindo espaço para a inovação nesta área.

Assim, de forma a tentar colmatar estes desafios tentar-se-á manter um equilíbrio entre os dados recolhidos e a complexidade sonora, dando prioridade à compreensão dos sons ao invés da complexidade. Uma abordagem metodológica estruturada, com espaço para a exploração e testes, deve também ser tomada de forma a procurar alcançar os melhores resultados possíveis.

### 3.4. Planeamento de tarefas



**Figura 36.** Esquema representativo do planeamento de tarefas.

O projeto iniciou-se, no primeiro semestre, com a pesquisa teórica e investigação do tema em questão. Esta foi uma fase bastante importante para o desenvolvimento do projeto final, pois permitiu alargar os conhecimentos na área da sonificação, na área do som e como este se comportou ao longo da história do cinema. Assim, não só conseguimos compreender que possíveis abordagens poderão ser tomadas no que toca à sonificação, mas também foi possível desenvolver uma maior compreensão da relação imagem-som e de como esta relação e interação pode incrementar a experiência do espectador. Também no primeiro semestre foram feitas algumas experimentações de mapeamento sonoro, de forma a ganhar uma maior compreensão das ferramentas existentes e das quais poderiam ser usadas. À medida que o conhecimento teórico foi sendo aprofundado, o conceito e objetivos finais da proposta começaram a ganhar forma. Por fim, deu-se início à escrita da dissertação para esta primeira fase e consequente extração de conclusões.

O segundo semestre foi marcado, acima de tudo, pelo desenvolvimento prático do projeto. No entanto, à medida que este se desenvolvia sentiu-se a necessidade de aprofundar estudos e ler matérias em áreas antes descartadas. Também as questões levantadas neste projeto, e as abordagens tomadas relativas ao mesmo, foram reformuladas após os comentários recebidos na defesa intermédia. Ao contrário do previsto em janeiro, a filtragem e análise de dados e as experimentações de mapeamento de dados foram executadas simultaneamente. À medida que novas abordagens eram pensadas, ambas as fases sofriam alterações. Esta fase de contínua experimentação e tentativa-erro foi uma das mais longas desta dissertação uma vez que, juntamente com a pesquisa teórica, é uma das fases fulcrais ao bom funcionamento do projeto. Na etapa final da recolha e mapeamento de dados deu-se início à avaliação do sistema

por pessoas externas ao projeto através de formulários de carácter anónimo. Apesar de, no planeamento de janeiro, esta fase de testes ter sido pensada para ocorrer numa etapa mais prematura das experimentações do mapeamento, apenas se sentiu necessidade de testar o sistema na sua fase final uma vez que a intencionalidade dos testes era compreender a eficácia das analogias criadas entre imagem e som.

Por fim, a escrita da dissertação deu-se ao longo destas duas fases, de forma a registar a evolução do trabalho e ir retirando conclusões sobre o mesmo. No entanto, uma vez que as questões a ser exploradas pelo projeto foram reformuladas, sentiu-se a necessidade de estender a escrita para setembro.





## **4. Mapeamento**

—

A criação de fortes analogias entre características visuais e parâmetros sonoros é o fator determinante para uma sonificação bem sucedida. Após um estudo aprofundado focado nestas relações imagem-som ao longo da história do cinema, foram criadas uma série de correspondências entre fatores como cor, movimento, composição e parâmetros musicais como timbre, tempo e modos harmônicos.

Este capítulo, não só explora algumas das abordagens tomadas na criação do mapeamento sonoro, como explica também as relações finais criadas entre imagem e som e a forma como estas interagem entre si, formando o sistema de sonificação final.



## 4.1. Parametrização

O mapeamento final é gerado através de duas etapas: o pré-processamento — onde são retirados dados após a análise do vídeo na sua plenitude — e a geração musical — onde os dados são simultaneamente retirados e transformados nos parâmetros musicais correspondentes, gerando o produto final sonoro.

Organizado em três secções principais — harmonia, melodia e composição visual — este mapeamento necessita do *input* inicial de uma série de dados recolhidos no pré-processamento — matiz, valores relativos e absolutos e secções. Com a matiz geral do vídeo é seleccionada uma das 8 notas possíveis da escala natural de Dó maior. De seguida, consoante a temperatura da matiz, é seleccionado o valor da oitava, sendo este maior entre cores quentes e menor entre cores frias. O modo em que a sonificação vai ser gerada é também definido pela temperatura geral do vídeo — a cores quentes correspondem modos maiores, a cores frias modos menores. Assim, através do uso da matiz predominante do vídeo, é definida a frequência da nota que servirá de tónica do acorde referente ao 1º grau do campo harmónico sobre a qual a sonificação será gerada.

### 4.1.1. Pré-processamento

Para cada sonificação existem valores que devem contemplar todas as instâncias do vídeo. Assim, um varrimento inicial é realizado, recolhendo três conjuntos de dados fulcrais à sonificação: matiz, máximos e mínimos relativos e absolutos, secções.

#### Matiz

Como Risk (2018) refere, o uso de uma boa paleta de cores é capaz de evocar disposições, guiar a narrativa de um filme ou ajudar a salientar um conceito inerente ao mesmo. Assim, a extração da paleta de cores de cada vídeo torna-se um elemento essencial para a criação da sua sonificação.

Depois de extraída a paleta de cores de um vídeo é analisado o valor de matiz predominante. Através desta variável, como referido anteriormente, é escolhida a escala sobre a qual a sonificação será criada, assim como os modos que esta irá usar. A cores quentes serão atribuídos modos maiores, enquanto que a cores frias serão atribuídos modos menores. Dentro de cada temperatura (quente ou frio) é escolhida a escala sobre a qual a sonificação será grada. Quanto mais “quente” a cor for considerada mais aguda a escala será, ou seja, mais próximo de Si ficará. Como contraste, quanto mais “fria” a cor for considerada, mais grave a escala será, ou seja, mais próximo de C estará (Figura 37).



**Figura 37.** Mapeamento dos valores de hue.

### Valores relativos e absolutos

Quando um mapeamento é realizado entre um intervalo de valores, tendo um valor máximo e mínimo que pode ocupar, devem ser considerados os valores reais desses extremos. Para cada vídeo são recolhidos os máximos e mínimos de cada variável a ser mapeada, certificando-nos assim, que todos os valores desse intervalo serão considerados. Valores absolutos que se mantêm maioritariamente constantes ao longo do vídeo devem ser descartados de forma a não restringir o mapeamento a esse valor e oferecer maior dinamicidade ao produto final — mapeamento sonoro.

Para a criação desta sonificação são recolhidos, entre outros, valores de brilho e saturação. Cada um desses parâmetros devolve um valor representado num intervalo de 0 a 255. No entanto, se estivermos perante um vídeo que, por exemplo, nos oferece um valor máximo de 180 e um valor mínimo de 100, ao mapearmos os valores tendo em conta o intervalo de 0 a 255 estaremos a descartar valores e, assim, a limitar o mapeamento. Quando o objeto de estudo deste projeto é a sonificação de cada e qualquer vídeo que a ele seja sujeito de forma individual, não faz sentido mantermos os máximos e mínimos globais.

Assim, de forma a garantir a possibilidade do uso de todos os valores oferecidos por estas variáveis, são, não só recolhidos os máximos e mínimos para o brilho e para a saturação, como também grandes intervalos (>50) sem ocorrências de valores.

Por fim, uma vez que o produto final pretende ser de carácter artístico sonoro, são retirados todos os valores de brilho e saturação que sejam devolvidos como máximos durante a maioria do vídeo de forma a garantir a diversidade de valores.

### Secções

Apesar deste pré-processamento, a sonificação em si irá ser gerada simultaneamente com a exibição e análise do vídeo. Assim, podemos comparar o sistema a um músico que, à semelhança do que se fazia nos primórdios do cinema, improvisa a música à medida que vai observando o que acontece nas projeções das salas de cinema. De forma a dinamizar a sonificação e criar o fator de improviso, é gerada uma probabilidade de uma nota ser tocada fora de tempo.

Esta probabilidade é calculada tendo em conta a dinamicidade de cores de cada vídeo. Desta forma, quanto mais variância de cores dentro de um vídeo existir, maior a probabilidade de uma nota ser tocada fora de tempo. O cálculo destes valores é obtido através de uma segmentação temporal do vídeo. Para cada secção é recolhida a cor predominante e calculada a variância de valores entre o segmento atual e o anterior. A cada secção é então atribuída uma probabilidade calculada através dessa variância.

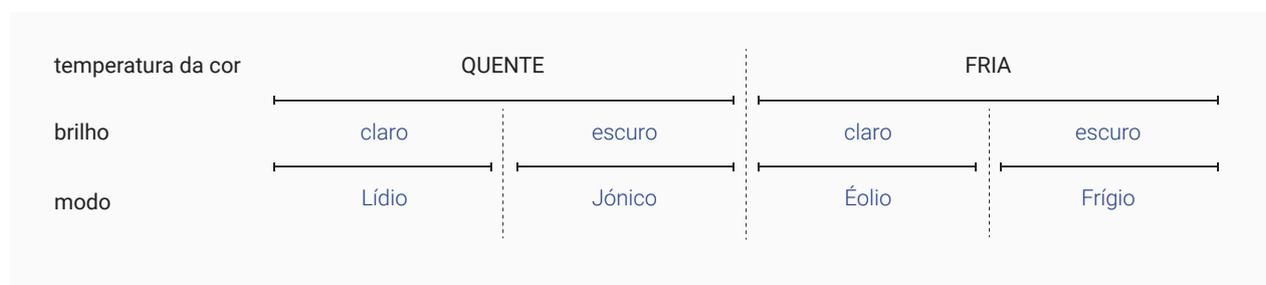
#### 4.1.2. Harmonia

A harmonia, através das suas progressões harmónicas e escalas definidas, é a principal fonte do contexto “emocional” de qualquer composição. No entanto, tratando-se de uma sonificação baseada apenas no conteúdo visual de um vídeo, nenhuma das melodias geradas representa assumidamente uma emoção concreta. Uma vez que a imagem não é capaz de nos fornecer informação referente à narrativa do vídeo em questão, devemos apenas deixar a sonificação tanger para um *mood*. Como Risk (2018) nos mostra, cores quentes são associadas a momentos alegres, de paixão, conforto, enquanto que cores frias nos remetem a solidão, tristeza, depressão.

#### Brilho

Como referido anteriormente, a cores quentes são associados modos maiores e a cores frias modos menores. Portanto, perante uma sonificação de um vídeo predominantemente quente, poderemos utilizar o modo Lídio ou o modo Jónico, perante um video predominantemente frio, os modos Éolio ou Frígio.

O brilho será a variável determinante na escolha entre os modos Lídio e Jónico e entre os modos Éolio e Frígio. A instâncias de vídeo mais claras irão corresponder o modo Lídio ou Éolio, instâncias mais escuras irão obter o modo Jónico ou Frígio (Figura 38).



**Figura 38.** Mapeamento do brilho e temperatura da cor para modo musical.

De forma a manter coerência com a melodia que mais tarde será criada, uma vez que os acordes que serão tocados estão diretamente relacionados com o modo que estiver selecionado em determinada instância, foi

criada uma associação entre escalas iguais em modos complementares (Figura 39). Assim, assumindo um vídeo com cores quentes, cuja escala inicialmente escolhida é Dó, quando perante uma instância de vídeo clara será tocado o acorde de Dó em Lídio, perante uma instância de vídeo escura será tocado o acorde de Sol em Jónico.

LÍDIO		JÓNICO		ÉOLIO		FRÍGIO	
Dó	Sol	Dó	Sol	Dó	Sol	Dó	Sol
Ré	Lá	Ré	Lá	Ré	Lá	Ré	Lá
Mi	Si	Mi	Si	Mi	Si	Mi	Si
Fá	Dó	Fá	Dó	Fá	Dó	Fá	Dó
Sol	Ré	Sol	Ré	Sol	Ré	Sol	Ré
Lá	Mi	Lá	Mi	Lá	Mi	Lá	Mi
Si	Fá#	Si	Fá#	Si	Fá#	Si	Fá#

**Figura 39.**  
Associação de escalas iguais em modos complementares

### Saturação

De forma a garantir uma maior diversidade de acordes possíveis é extraída informação relativa à saturação predominante a cada instância do vídeo. Desta forma, se estivermos perante um vídeo maioritariamente claro, ou escuro, mas que varie de saturação, irão existir alterações na melodia.

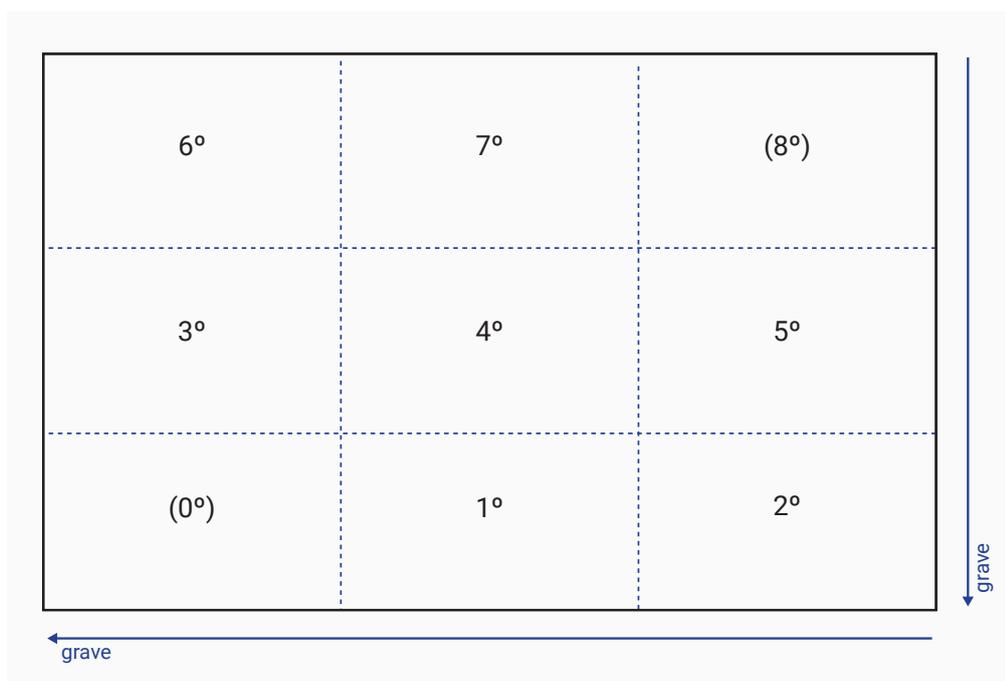
Os acordes fornecidos através da saturação são fruto da escala previamente selecionada, sendo gerados através do 1º, 3º ou 5º grau harmónico da mesma. De modo a evitar grandes oscilações sonoras, ao 5º grau harmónico é realizada uma segunda inversão<sup>24</sup>.

### 4.1.3. Melodia

A melodia dos objetos sonoros gerados é criada através dos movimentos presentes em cada filme.

Assim, foi definida uma divisão do ecrã em nove partes iguais às quais foram associadas as notas pertencentes à escala previamente definida. De forma a criar a ideia de movimento, as notas foram distribuídas pelas várias secções de maneira a que quanto mais à esquerda e inferiores as secções forem, mais graves as notas serão (Figura 40). Cada secção poderá ser ativada de acordo com o movimento presente no ecrã, isto é,

a secção onde existir maior movimento será ativada. De modo a salientar a ideia de movimento já criada pela disposição das notas no ecrã, serão utilizados canais monoaurais distintos (esquerdo e direito). Assim, quando um movimento for detetado nas secções à direita, o som será reproduzido pelo canal direito, quando um movimento for detetado nas secções à esquerda, pelo canal esquerdo, quando o movimento for detetado ao centro, o som será reproduzido por ambos os canais.



**Figura 40.**  
Mapeamento das notas sobre o ecrã

### Ritmo

De um filme animado, com grandes movimentos, é esperada uma representação sonora com ritmo mais apressado que a de um filme mais parado. O ritmo de cada objeto sonoro gerado é definido pela quantidade de movimento presente em cada instância do vídeo que o origina. As notas, ao invés de serem tocadas sempre que despoletadas pelo movimento no ecrã, são tocadas quando são despoletadas e se encontram dentro do tempo.

Os valores de ritmo que este mapeamento permite são finitos —Adagio, Andante, Allegro e Prestíssimo. Quanto maior o movimento presente no ecrã, mais apressado o ritmo do objeto sonoro será — Prestíssimo — e quanto menor o movimento, mais lento — Adagio. Como mencionado previamente, existe ainda um fator probabilístico associado ao despoletar das notas, o que pode levar a que uma nota seja acionada mesmo que se encontre fora de tempo.

#### **4.1.4. Composição visual**

Como Hall (2015) nos demonstra, a composição de uma imagem é um fator importante capaz, não só de centrar a atenção do espectador para um ponto em específico, como também de despoletar sensações. Assim, ao longo do vídeo é também recolhida a composição criada pelos elementos em movimento, assim como momentos de movimento em grande parte do ecrã.

##### **Simetria**

Imagens simétricas tendem a causar um efeito de equilíbrio e serenidade (Hall, 2015). Assim, através de um *reverb* no instrumento utilizado nas harmonias, é oferecida uma leve sensação de serenidade e harmonia sonora, análoga à visual.

##### **Regra dos Terços**

A regra dos terços ajuda a quebrar com a monotonia e tentação de centrar os elementos no ecrã, produzindo uma composição agradável e natural (Hall, 2015). Assim, quebrando também com a monotonia da harmonia sonora, quando os elementos em movimento se enquadram de acordo com esta regra, é acrescentado um novo instrumento tocado duas oitavas acima da harmonia sonora atual, gerada pelos valores de brilho e saturação, harmonizando com os mesmos.

##### **Grandes movimentos**

De forma a dinamizar o objeto sonoro e a transparecer momentos de grande impacto visual, é também adicionado um novo instrumento, leve e momentâneo. A inserção deste instrumento é também capaz de salientar possíveis mudanças de plano, passagem de grandes objetos, etc.

#### **4.1.5. Timbre**

Após mapeadas a melodia e harmonia, foram selecionados dois conjuntos de timbres base. O primeiro, pensado para objetos sonoros de cores quentes, o segundo para objetos sonoros de cores frias.

As técnicas utilizadas na conceção de cada um dos filmes analisados diferem entre si, conseqüentemente a diversidade visual é bastante alargada. Objetos visuais diferentes, pedem objetos sonoros diferentes, imagens texturadas requerem timbres texturados e complexos, imagens limpas e simplistas, pedem também no timbre simplicidade.

De forma a responder às necessidades individuais de cada filme, aos timbres base correspondentes a cada uma das possíveis temperaturas foram feitas alterações, criando um mapeamento sonoro mais coerente com os dados visuais que o originam.





## 4.2. Exploração

A metodologia adotada nesta dissertação é *Design Science Research* (DSR). Baseada na pesquisa, enriquecimento de conhecimentos e na experimentação tentativa-erro, esta metodologia privilegia a exploração de várias abordagens até alcançar um resultado satisfatório.

De forma a representar este processo e de demonstrar o percurso até à parametrização final, serão descritas de uma forma muito superficial as cinco fases principais, prévias ao resultado final. Denote-se ainda que, ao longo de cada uma destas diferentes abordagens, foram encontrados e corrigidos inúmeros erros, quer de código, quer na abordagem tomada. Assim, os capítulos que se seguem servem apenas para ilustrar o processo exploratório levado até ao resultado final, referindo apenas mudanças chave entre abordagens.

### 4.2.1. Abordagem 1

Nesta primeira abordagem de mapeamento sonoro era apenas gerada melodia. À medida que o filme ia sendo analisado, *frame a frame*, o valor máximo do brilho (de 0 a 255) era recolhido e mapeado para os valores MIDI de 0 a 127. A duração de cada nota era definida pela altura da mesma, quanto mais grave a nota fosse mais tempo esta se iria prolongar.

Desde cedo, denotou-se a existência de valores máximos absolutos, isto é, valores que se mantinham como máximos na grande maioria, se não na totalidade, do filme. Assim, iniciou-se uma análise manual de extração e descarte destes valores, de modo a permitir uma maior variância na melodia tocada.

### 4.2.2. Abordagem 2

Nesta segunda abordagem, o objeto sonoro permanecia composto unicamente por melodia. O brilho, à semelhança da abordagem anterior, definia a nota a ser tocada. No entanto, este valor era agora mapeado de Dó a Si, podendo obter 12 valores diferentes com esta variável, ao invés de 128. À semelhança do brilho, foram também extraídos os valores da saturação. Estes passavam agora a definir a oitava (de -1 a 9), quanto maior a saturação, mais alta a oitava seria.

Para além da recolha de valores diretamente ligados à análise dos *pixels* de uma imagem, nesta abordagem, foi pensada uma nova dimensão de recolha de informação — a composição. Como Hall (2015) refere, a composição de uma imagem é um fator de grande impacto no espectador. Assim, estudou-se a possibilidade de detetar enquadramentos simétricos e regra dos terços. Duas técnicas diferentes foram exploradas para a deteção de enquadramentos num vídeo: deteção de movimento e deteção de contornos.

Após o teste desta abordagem em diversos filmes, algumas conclusões foram retiradas. Com o uso de valores da saturação para definir a altura da oitava, denotou-se a incapacidade dos VSTs reproduzirem valores *MIDI* muito baixos. Apesar dos valores mais altos serem reproduzidos, a sua frequência era demasiado alta e, conseqüentemente, desagradável ao ouvido humano, assim também estes viriam a ser descartados. Uma vez que, ao contrário de uma imagem, um filme foca a atenção do espectador através do movimento, optou-se pela deteção de enquadramentos através da recolha de pontos em movimento, ao invés da recolha de contornos.

### 4.2.3. Abordagem 3

Solucionando a problemática associada ao mapeamento da saturação para valores de oitavas, a gama de valores à qual este mapeamento está associado é reduzida, passando agora o valor máximo da saturação (de 0 a 255) a ser mapeado para oitavas de valor entre 2 a 7.

Nesta terceira abordagem é agora introduzido o uso de harmonias, melodias e modos harmónicos, começando a assemelhar-se à parametrização final. Os valores recolhidos do brilho passam agora a ser mapeados para *drones* de acordes. Por fim, é nesta abordagem que vamos ser introduzida a segmentação do ecrã. No entanto, nesta fase, as notas presentes em cada uma das nove secções é alterada consoante a cor.

A cada instância do filme é recolhido o valor da matiz predominante, de seguida mapeado para um dos sete modos harmónicos ordenados pelo seu grau de felicidade: Lídio, Jónico, Mixolídio, Dorico, Éolio e Frígio. Quanto mais quente a matiz retirada for, maior o grau de felicidade considerado, isto é, mais próximo do modo Lídio estará. De seguida, as notas presentes em cada uma das secções seria alterada de acordo com o modo. Ou seja, se o modo presente fosse Lídio e o acorde do *drone* a ser tocado fosse um Dó, as notas atribuídas a cada segmento do ecrã pertenceriam à escala de Dó em Lídio.

Apesar de em alguns casos esta nova abordagem não apresentar problemas, existiam momentos onde o objeto sonoro gerado não soava bem devido à tensão causada entre as notas da harmonia e as notas da melodia.

### 4.2.4. Abordagem 4

Numa tentativa de romper com a tensão criada entre os *drones* e a melodia, foi retirada a 3ª nota harmónica de cada um dos acordes, uma vez serem estas quem define se o acorde é maior ou menor. O modo Frígio foi também removido do mapeamento pois, sendo o único modo que não é maior nem menor, mas sim diminuto, torna-se o mais problemático.

De forma a oferecer maior coerência musical ao objeto sonoro gerado, criou-se a primeira tentativa de adição rítmica ao mapeamento.

Nesta abordagem, quando uma nota acionada por movimento é igual à nota acionada anteriormente, apenas pode ser despoletada 2 segundos após a primeira. Quando se trata de uma nota diferente, pode ser despoletada 1 segundo após a nota anterior.

Uma grande problemática que acompanhou este projeto, foi o facto de, ao analisar as composições, existirem momentos em que uma *frame* analisada diferia das ao seu redor. Levando à paragem ou produção sonora de milissegundos. Assim, de forma a colmatar estes momentos de descontinuidade, foram descartados todos os valores que apenas ocorrem uma vez de forma isolada.

#### **4.2.5. Abordagem 5**

Apesar das tentativas da abordagem anterior em evitar momentos de tensão que resultavam num desconforto melódico, a remoção do modo Frígio e da 3ª harmónica dos acordes não foi o suficiente para solucionar o problema. É então que surge a abordagem utilizada no mapeamento final. O uso de apenas quatro modos, dois maiores e dois menores, que influenciavam os acordes, ao invés das notas presentes na segmentação do ecrã.

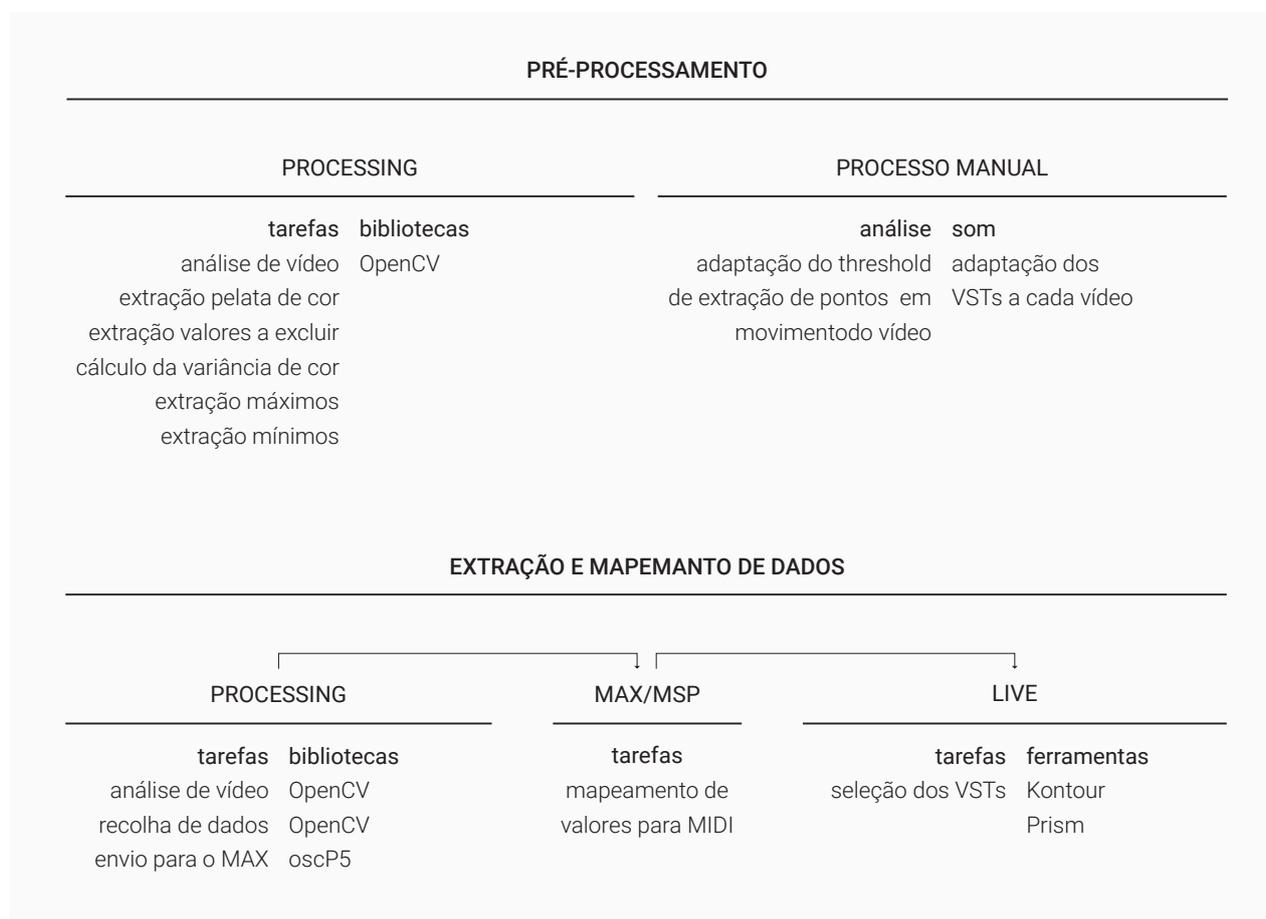
Por fim, é também nesta abordagem que são introduzidos os tempos — Adagio, Andante, Allegro e Prestíssimo — influenciados pela percentagem de movimento presente no ecrã. Removendo assim, a abordagem de mapeamento ineficiente utilizada anteriormente.



### 4.3. Sistema

O sistema implementado para a geração dos objetos sonoros em estudo nesta dissertação é composto por duas fases. A primeira, referida anteriormente, consiste no pré-processamento de dados e é realizada através do *software Processing*. A segunda fase consiste na extração e mapeamento de dados simultânea à geração sonora, através do uso do *Processing*, *Max/MSP* e *Ableton Live*.

Assim, os objetos em estudo são o produto da comunicação contínua de três programas: *Processing*, *Max/MSP* e *Ableton Live*. A comunicação entre estas ferramentas é exemplificada na Figura 41. Através do protocolo *Open Sound Control* são enviados os dados do *Processing* para o *Max* que, por sua vez, envia as notas *MIDI* para o *Ableton*.



**Figura 41.** Esquema representativo da comunicação entre as ferramentas utilizadas pelo sistema implementado e respectivas tarefas.

#### **Processing**

De forma a mapear video em som, é necessário realizar a análise de cada *frame* do filme em questão. É através de um *sketch* de *Processing* que os dados de cada filme são recolhidos e mapeados para a gama de valores que o módulo escrito em *Max* irá utilizar. A comunicação entre *Processing* e *Max* é realizada num só sentido. O *Processing*, perante uma atualização de uma das variáveis necessárias ao funciona-

mento do sistema, envia os valores devidamente rotulados para o *Max*. Ao enviar apenas os valores que diferem dos previamente enviados, evitamos sobrecarregar o *Max* com dados irrelevantes, possibilitando um bom fluxo de funcionamento.

A informação enviada para o *Max* está devidamente rotulada e é dividida em 6 mensagens diferentes, das quais duas enviam dois valores simultaneamente. Desta forma, somos também capazes de manter a informação organizada de forma a evitar trocas de valores ou outros erros desnecessários.

### ***Max/MSP***

O *Max* é uma linguagem de programação visual para música e multimédia, capaz de trabalhar com material sonoro em *MIDI*, módulos de sintetizador analógico e ainda sons já existentes. Assim, esta ferramenta torna-se ideal para a criação sonora deste projeto.

Ao receber os dados enviados pelo *Processing*, o *Max* gera acordes e notas de acordo com as mensagens recebidas. Enquanto que o *Processing* se limita a enviar mensagens isoladas despoletadas pela análise do vídeo, o *Max* faz o seu tratamento interligando todos os dados que se alteram e interagem entre si. Por fim, o módulo do *Max* comunica com o *Live*, enviando os valores *MIDI* das notas e acordes criados. Cada um destes valores é enviado através de um canal específico associado a um instrumento concreto no *Ableton Live*.

### ***Ableton Live***

O *Live* é o passo final do processo de geração destes objetos sonoros. É com esta ferramenta que os valores *MIDI*, previamente calculados e enviados, serão transformados em som.

Constituído por sete canais diferentes — harmonia, simetria, regra dos terços, melodia despoletada por secções centrais, melodia despoletada por secções à direita, melodia despoletada por secções à esquerda e momentos de grande movimento. A cada canal é atribuído um *VST* específico, adaptado à função dos dados que recebe, que pode variar de acordo com cada filme.





## 5. Estudo experimental

—

A construção de um bom sistema de sonificação de filme requer que este seja capaz de eficazmente transformar vídeo em som. Como tal, a escolha de filmes e excertos de filmes sobre os quais o sistema será desenvolvido, testado e representado deve ser ponderada. Estes devem ser capazes de demonstrar a resposta do sistema a diferentes constantes e variáveis de forma a que este seja preparado para conseguir dar resposta a todas elas.

Para além do teste e representação do sistema com filmes de diferentes técnicas e autorias, foi criada uma animação pensada com um único objetivo: ser capaz de contemplar todos os parâmetros representáveis pelo sistema num só filme.



## 5.1. Animações

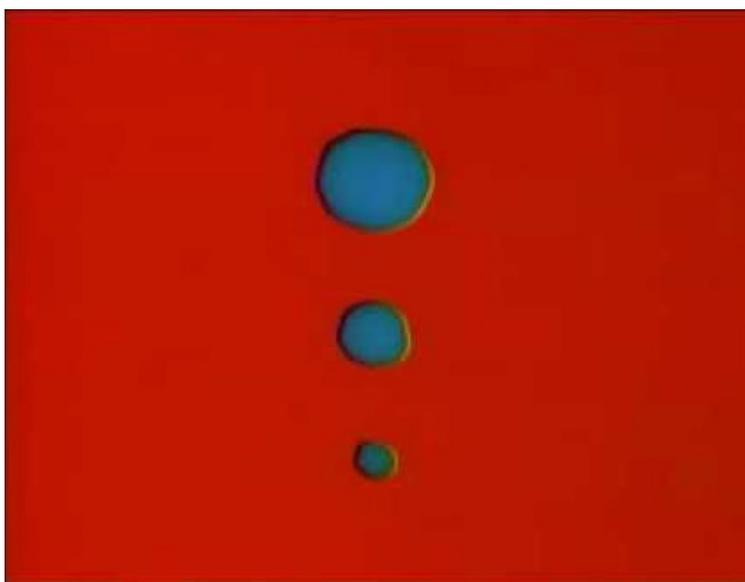
O universo das animações é bastante rico e diversificado. Assim, torna-se fácil encontrar aquelas que não se prendem a personagens nem às suas narrativas, mas sim a composições visuais formadas, por norma, por formas geométricas. Com imagens menos complexas que o *live-action*, sem movimentos de câmera e sem ruídos visuais, este tipo de animação torna-se o ideal, não só para o teste e aperfeiçoamento do sistema de sonificação, mas também como demonstração do mesmo.

De seguida são enumeradas as animação escolhidas para a demonstração do sistema. Estas apresentam uma grande diversidade de características entre si, quer a nível de traço, cores, ritmo, etc., tornando-os os sujeitos ideais para a ilustração do sistema. Também as suas técnicas de produção serão brevemente apresentadas, uma vez que muitos destes filmes são objeto de estudo experimental da sua época não só pelas suas composições visuais mas, em alguns casos, pela sua banda sonora.

Por fim, é também introduzida, *Shapes*, a animação criada para esta dissertação assim como uma breve explicação das suas componentes que a tornam o objeto de estudo ideal do sistema na sua totalidade.

### 5.1.1. *Dots* – Norman McLaren (1940)

Esta animação de Norman McLaren torna-se uma das eleitas para a experimentação e demonstração da sonificação graças à sua simplicidade visual. Composta por apenas duas cores sólidas, opostas no círculo cromático e com traço bem definido, é a animação com as condições ideais para deteção de movimento (Figura 47). Uma vez que este vídeo não apresenta ruído considerável, somos capazes de analisar o impacto, forma a forma, do vídeo traduzido em som.



**Figura 47.** Formas bem definidas de *Dots*, Norman McLaren.

Pintando não só a animação, mas também o som, diretamente na película de filme, McLaren conseguia produzir animações perfeitamente sincronizadas com o som (Figura 48). Este filme, produzido a pedido do *Museum of Non-Objective Painting*, hoje conhecido como *Guggenheim*, em Nova Iorque, é ainda hoje uma das obras mais conhecidas de McLaren.



**Figura 48.**  
McLaren pintando *Hen Hop* (1942) diretamente na película de filme, a mesma técnica utilizada em *Dots*<sup>25</sup>.

### 5.1.2. *Studie nr8* – Oskar Fischinger (1931)

À semelhança da animação anterior, também *Studie nr8*, de Fischinger, apresenta duas cores sólidas, com traço bem definido. No entanto, uma característica que destaca este vídeo dos restantes, é o uso do preto e branco como cores únicas. O facto das formas utilizadas neste filme serem simultaneamente distribuídas por grande parte do ecrã (Figura 42), destaca este vídeo do anterior, cujas formas eram distribuídas de forma mais sóbria e isolada.

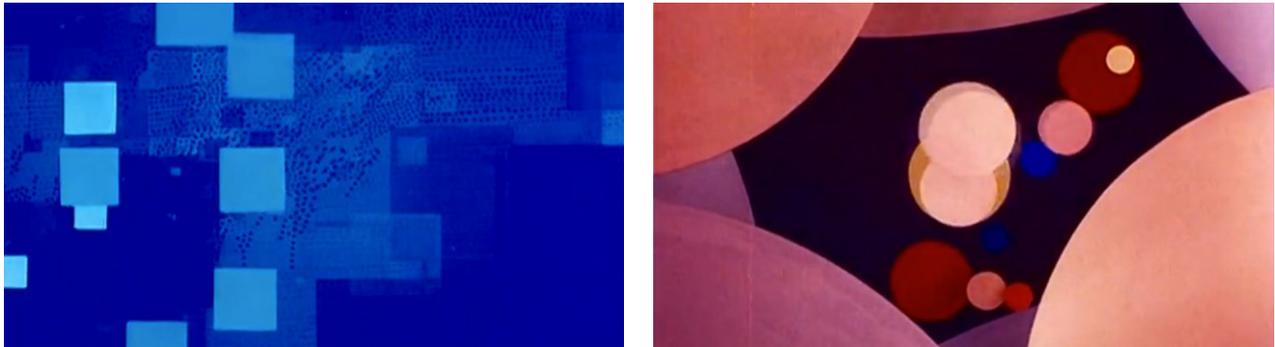


**Figura 42.** Sequência de frames de *Studie nr8*.

Desenhado em papel branco com tinta preta, *Studie nr8*, faz parte de uma série de 14 estudos de animações fortemente sincronizadas com a música, neste caso a música *Aprendiz de Feiticeiro*. Cada um destes estudos focava na resolução de um problema visual específico, sendo a multiplicidade de uma orquestra e a densidade de figuras o foco deste estudo. Assim, a densidade de elementos e o uso do preto e do branco, tornam-se objetos de estudo na geração sonora deste filme.

### 5.1.3. *An Optical Poem* – Oskar Fischinger (1938)

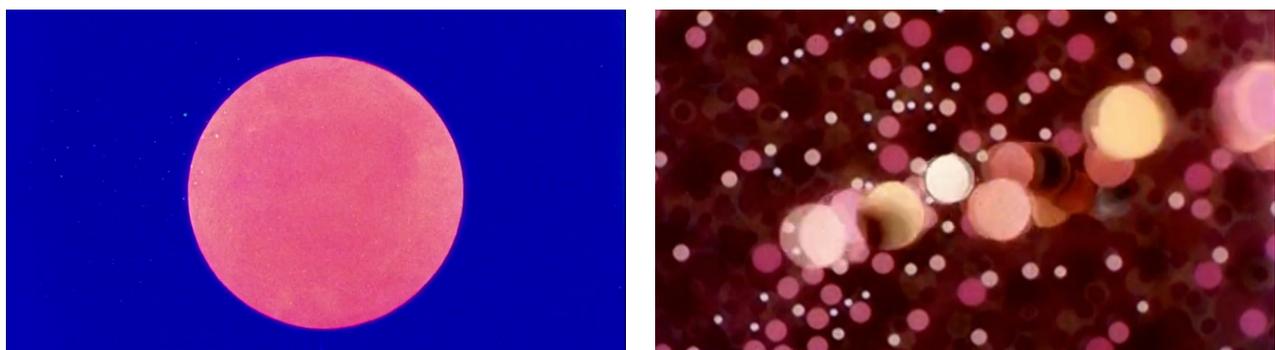
*An Optical Poem* é outra animação trazida por Oskar Fischinger que se torna apelativa como objeto de estudo deste sistema devido a uma série de fatores. Ao contrário dos filmes referidos anteriormente, esta animação apresenta não só uma grande variedade de cores dentro de uma mesma cena, como também uma grande variedade de cores entre cenas diferentes (Figuras 43 e 44).



**Figura 43 e 44.** Frames distintas de *An Optical Poem*, onde se destaca a variedade na paleta de cores.

Outra característica que destaca este vídeo dos anteriores é o facto de existir uma progressão, isto é, iniciando-se com um plano de fundo sem ruído e com o aparecimento de poucos elementos e terminando com um plano de fundo ruidoso e maior densidade de elementos (Figura 45 e 46).

Composta ao ritmo de *Hungarian Rhapsody No. 2*, de Franz Liszt, este filme utiliza um técnica bastante rudimentar e é até fascinante na construção deste filme tão complexo. Utilizando pequenos pedaços de papel e fio de pesca, Fischinger compôs e fotografou cada instância do filme.



**Figura 45 e 46.** Momentos distintos de *An Optical Poem*, com maior e menor densidade de elementos.

#### 5.1.4. *World* – Jordan Belson (1970)

*World*, de Jordan Belson, foi o último filme de animação eleito para o teste e demonstração do sistema. O uso de traço difuso e imagem predominantemente centrada (Figura 49) são as características que destacam esta animação como objeto de estudo.

Uma vez que todas as formas neste filme têm a sua origem no centro do qual se propagam uniformemente em todas as direções, será interessante explorar o comportamento da melodia produto da ativação por movimento de secções do ecrã.

Com foco na mente, no místico e na natureza, Belson desenvolveu uma série de filmes com a colaboração do compositor Henry Jacobs. Os seus filmes experimentais eram produto de projeções de luzes no *Morrison Planetarium*, compondo abstrações visuais em movimento ao som de música eletrónica.

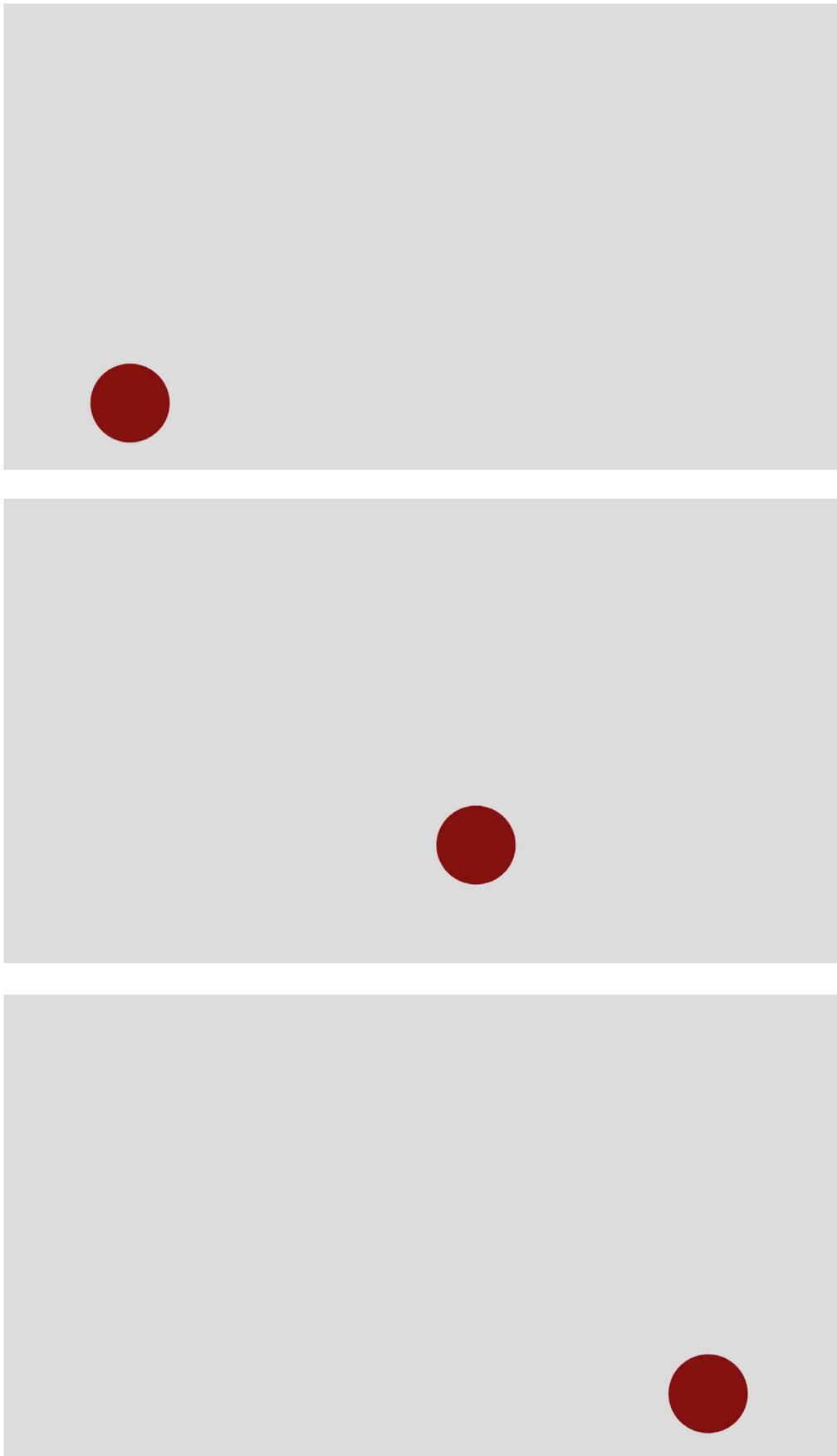


**Figura 49.**  
Instância  
de *World*,  
de Belson

#### 5.1.5. *Shapes* – Adriana Nunes (2018)

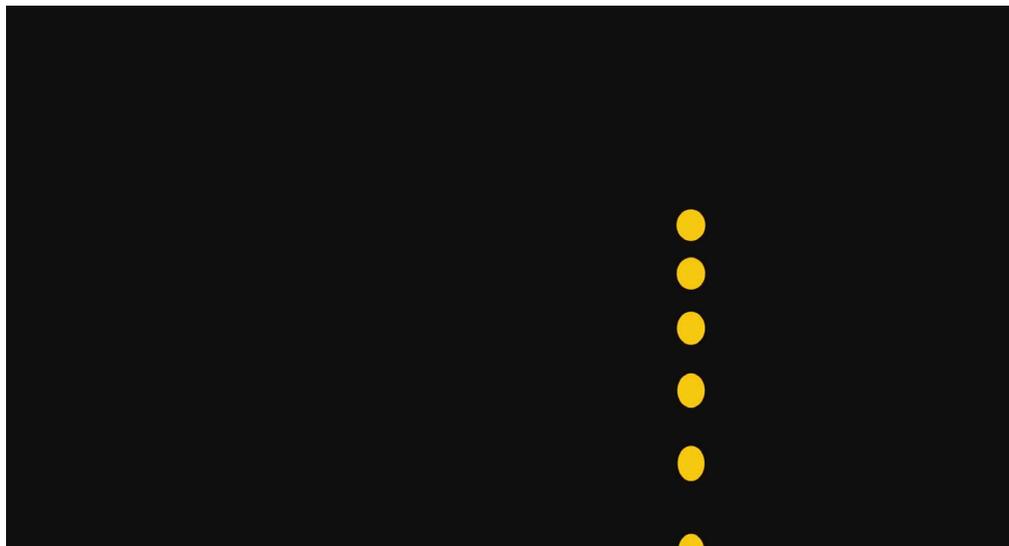
Esta animação de quatro minutos, projetada para esta dissertação, procura abranger todos os parâmetros e variáveis utilizados no mapeamento de filme em objetos sonoros, tentando com isto demonstrar as respostas do sistema na sua totalidade.

A animação é iniciada com o primeiro teste do sistema, através do uso de um movimento da esquerda para a direita (Figuras 50, 51 e 52).



**Figuras 50, 51 e 52.** Sequência de *frames* de *Shapes*, ilustrando movimento

À medida que avançamos no filme, deparamos-nos com uma sequência que avalia três parâmetros em simultâneo: enquadramento simétrico com objetos centrados; grande parte do ecrã ocupado por um elemento visual em movimento; mudança de uma cor clara, para uma cor escura. Seguindo o fluxo do filme, vemos outro enquadramento contemplado pelo sistema, a regra dos terços, ser testado (Figura 53).



**Figura 53.**  
Instância de *Shapes*, onde é possível testar o enquadramento da regra dos terços.

À semelhança de *An Optical Poem*, de Fischinger, também esta animação apresenta progressões de movimento. Conseguindo testar o sistema em momentos mais calmos e em momentos de grande densidade visual (Figuras 54 e 55).

Por fim, vemos a transição do nível de saturação de uma mesma cor, analisando a reação e deteção destas mudanças por parte do sistema.

Constituída por figuras geométricas básicas, esta animação expõe a metamorfose e dança dessas mesmas formas ao som da música que as próprias vão gerando. Estas mutações, quer de forma como cor, as suas interações e os seus movimentos são analisados por este sistema, traduzindo esta informação em som. *Shapes* torna-se num mapa sonoro, uma partitura visual, que se expõe como poesia visual e musical.



**Figura 54 e 55.**  
Instância de *Shapes*, onde é possível testar o enquadramento da regra dos terços.





## 5.2. *Live-action*

Os filmes *live-action* escolhidos divergem do tipo de animações analisadas previamente, não só a nível conceptual mas também a nível visual, denotando-se grandes mudanças. Fortemente caracterizados pelo uso de diferentes planos e movimentos de câmara, este tipo de filmes apresenta também imagens consideravelmente mais densas e ruidosas.

Estas características tornam os filmes *live-action* um objeto de estudo não adequado à construção e avaliação do sistema desenvolvido. Também a sua forte ligação às bandas sonoras personalizadas e, muitas vezes, memoráveis e caracterizáveis de um certo filme, podem dificultar a apreensão dos objetos sonoros gerados por parte dos espectadores.

No entanto, após desenvolvido e testado o sistema, foram eleitos três filmes/cenas de curta duração que servirão como objeto de estudo do sistema sobre este tipo de composição visual, assim como da sua apreensão e compreensão por parte dos espectadores.

### 5.2.1. *Junkopia* – Chris Marker (1981)

Filmado, produzido e com banda sonora de Marker, este documentário foca a beleza e estranheza dos detritos artísticos abandonados num penhasco da zona de São Francisco, conhecido como penhascos de Emeryville.

Apresentando pouco movimento e pouca variação de cores e saturação, esta curta metragem de Chris Marker, torna-se ideal para testar não só a possível monotonia da sonificação, como também o contraste entre a sonificação de um filme muito e pouco movimentado. A ausência de personagens e diálogos torna-o, também, o objeto de estudo ideal à sonificação, sendo que, à semelhança daquelas imagens, também a sonificação poderá ser capaz de contar a narrativa deste vídeo (Figura 56).



**Figura 56.**  
Instância do filme  
*Junkopia*, de Chris  
Marker.

### 5.2.2. *Trafic* – Jacques Tati (1971)

Seguindo Mr. Hulot (Jacques Tati), uma personagem ocorrente nos filmes de Tati, numa viagem entre Paris e Amesterdão presenciamos as frustrações perfeitamente coreografadas do trânsito parisiense. Para este projeto, foram recolhidas e editadas uma série de cenas deste filme, criando uma pequena montagem de 2 minutos.

À semelhança da curta metragem anterior, esta junção de cenas do filme *Trafic*, de Jacques Tati, apresenta uma paleta de cores dessaturada. No entanto, ao contrário do vídeo anterior, este é caracterizado pelo destaque de algumas cores com maior intensidade, sendo o amarelo e o vermelho as cores de destaque predominantes (Figura 57). Formada por uma junção de cenas de grande monotonia com cenas de carros em constante movimento, *Trafic*, à semelhança de *An Optical Poem* de Fischinger, oferece estes momentos como objeto de estudo.

Apesar de não ser apenas composto por planos de câmera fixa, como podemos observar em *Junkopia*, existe apenas um momento de locomoção de câmera. Característica benéfica na apresentação do sistema uma vez assim conseguirá analisar os elementos do filme sem perturbação das técnicas de filmagem.



**Figura 57.** Instância de *Trafic* onde é possível ver o destaque do vermelho e amarelo.



### 5.2.3. *Le mépris* – Jean-Luc Godard (1963)

**Figura 58.** Cena de *Le mépris*, onde é possível observar a predominância do vermelho.

Fruto da adaptação do romance *Il disprezzo* do italiano Alberto Moravia, *Le mépris*, foca a relação em declínio de Paul Javel, guionista, e Camille, a sua esposa. Com banda sonora de Georges Delerue, Godard, foca também o processo cinematográfico, onde o próprio filme relata a filmagem e processo criativo de uma adaptação cinematográfica da *Odisseia* de Homero.

O uso de cores vivas predominantemente quentes, com grande ênfase no vermelho, destaca-o dos filmes de *live-action* referidos anteriormente (Figura 58).

Apesar das variantes de cor destacarem esta cena dos filmes anteriores, são os seus planos filmados com movimentação de câmera que o tornam um bom objeto de estudo. Aparentemente pouco movimentado e sem grande ação entre os atores e objetos dentro de cena, através da sonificação poderemos esperar ver representada a técnica de filmagem utilizada neste filme, produzindo uma sonificação melodicamente mais rica que a de *Junkopia*. Também a natureza dramática desta narrativa será interessante de ver, ou não, representada — uma vez que o sistema apenas analisa características de baixo-nível, o que elimina um estudo semântico.



## 6. Avaliação

—

De forma a avaliar a eficácia das analogias criadas no mapeamento imagem-som, foram realizados questionários a um conjunto alargado de utilizadores. Através destes questionários, é possível compreender se a perceção que cada utilizador tem dos sons gerados coincide com as escolhas de mapeamento realizadas.

No total, foram realizados dois questionários adaptados às necessidades e capacidades do utilizador comum. Estes foram divulgados através das redes sociais, de forma a alcançar o máximo de utilizadores teste possíveis — 51 utilizadores na primeira fase, 29 na segunda. No início de cada questionário é recolhida alguma informação — idade e conhecimento musical — sobre o espectador que vai responder ao mesmo. Assim, poderá ser analisado se algum destes fatores se demonstra relevante no modo como percecionamos os sons criados e as suas relações com o filme que os geram.

Ambos os questionários foram construídos e divulgados na plataforma *Jotform*<sup>26,27</sup>, uma vez que esta nos permite a integração de *widgets* como o *Soundcloud* e *Youtube*, onde as composições sonoras e a sua junção aos filmes que as geram estão publicadas. Para além disso, esta plataforma oferece um *layout* claro e intuitivo que poderá facilitar a apreensão do questionário.



## 6.1. Fase 1

Na primeira fase de testes foi apresentado um questionário composto por 8 perguntas (Apêndice A, pp. 153). Estas pretendem aferir se as analogias criadas se aplicam à perceção da maioria dos utilizadores, podendo dividir o questionário em 4 partes distintas (Tabela 2).

SECÇÃO 1	
1 – deteção de movimento horizontal	escolha múltipla
2 – deteção de movimento vertical	escolha múltipla
3 – deteção de movimentodiagonal	escolha múltipla
SECÇÃO 2	
4 – composição e enquadramentos	escolha múltipla
SECÇÃO 3	
5 – variância de brilho	escolha múltipla
6 – variância de saturação	escolha múltipla
SECÇÃO 4	
7 – uso de modos menores	escolha múltipla
8 – uso de modos maiores	escolha múltipla

**Tabela 2.** Lista de perguntas do primeiro questionário, com os parâmetros que avaliam e respetivos formatos de resposta.

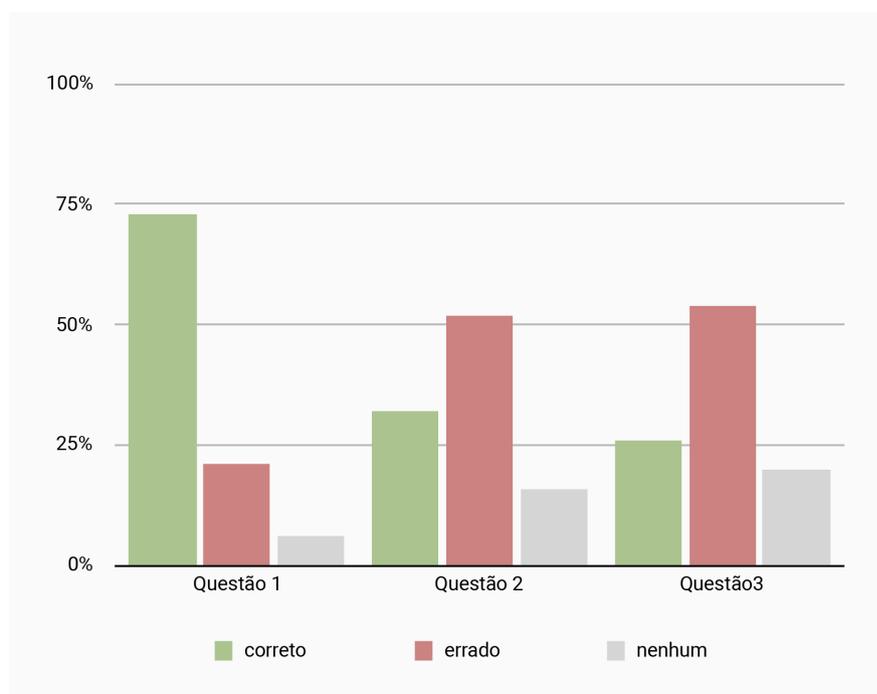
A primeira parte do questionário tem como foco a melodia. Nesta, é avaliado o mapeamento do ecrã que, após dividido em 9 pedaços iguais ativadas pelo movimento presente no filme, deverá ser capaz de transparecer a ideia de movimento. Como tal, foi testada a perceção de três movimentos com diferentes orientações: horizontal, vertical e diagonal. A segunda parte do questionário foca os enquadramentos detetados pelo sistema – simetria e regra dos terços – e também a ausência destes, procurando portanto perceber se os diferentes sons e distorções sonoras a eles associados fazem sentido aos ouvidos dos espectadores.

Na terceira parte questionário é avaliada a percepção de momentos com diferentes valores de brilho e saturação. Por fim, a quarta parte deste questionário afere se a atribuição de diferentes modos a diferentes paletas de cor é facilmente identificável.

Embora alguns dos resultados obtidos neste questionário sejam ilustrados neste capítulo, estes não serão expostos na sua totalidade. Assim, as respostas a este questionário podem ser consultadas na sua íntegra no anexo no apêndice B, pp. 165.

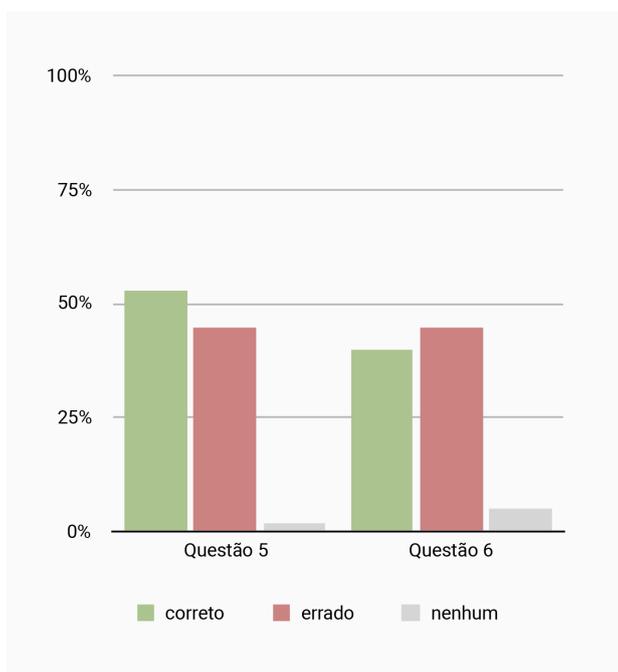
### 6.1.1. Resultados

Após uma análise detalhada aos 51 resultados obtidos nesta primeira ronda de testes, foi imediato perceber que a abordagem usada na avaliação do mapeamento não foi correta nem eficaz. A falta de uma contextualização ao projeto a ser avaliado e a sobrevalorização das capacidades musicais do espectador comum, foram os erros com maior impacto na realização deste questionário. Enquanto que a maioria dos participantes (73%) desta fase de testes consegue facilmente identificar o som produzido por um objeto em movimento horizontal, devido ao uso de canais *stereo*, quando é necessário que seja percecionada a subida ou descida da altura de uma nota, poucos são os que conseguem detetar esta variação corretamente (32% e 26%, respetivamente) (Figura 59).



**Figura 59.** Gráfico dos resultados relativos à primeira secção do questionário.

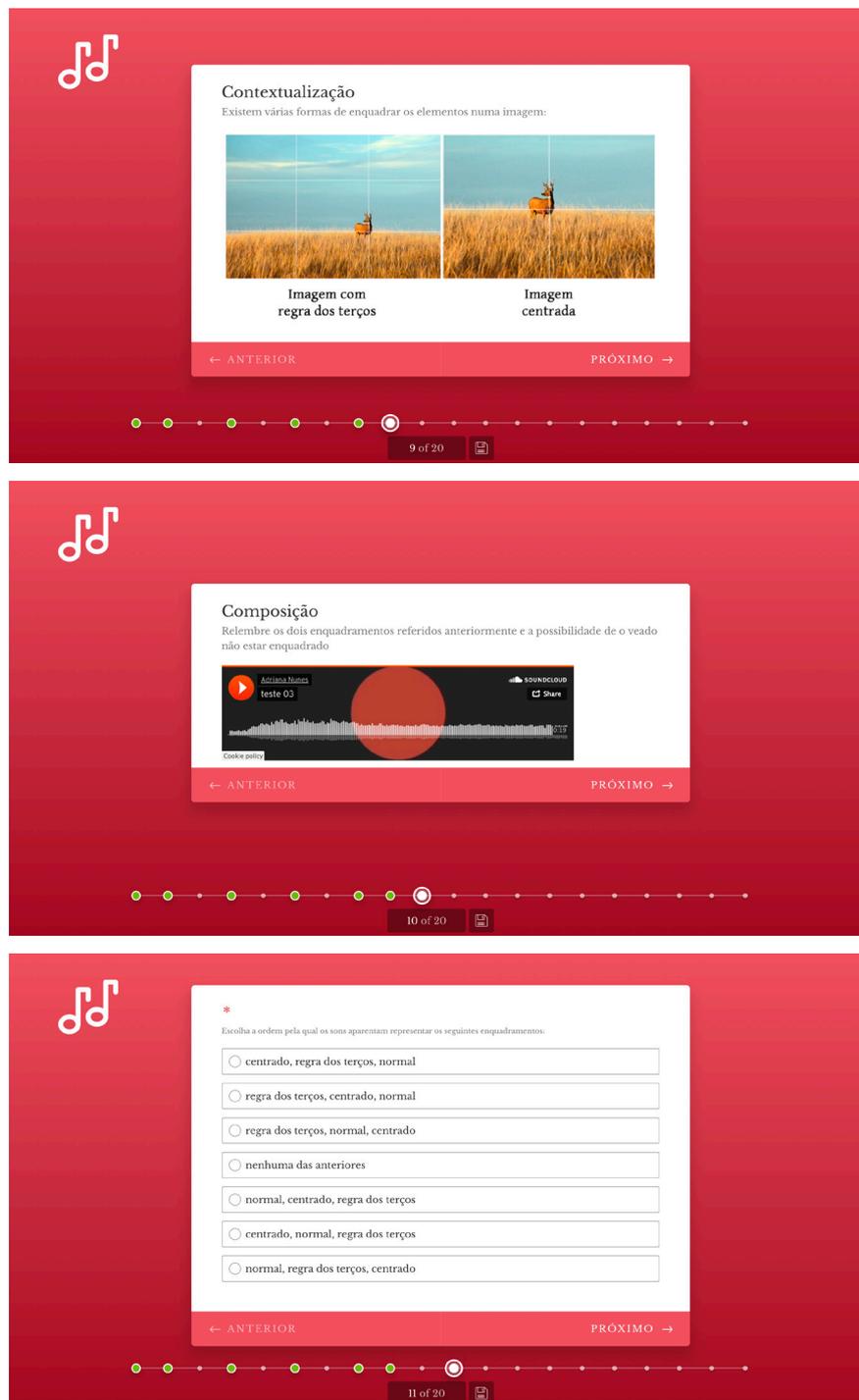
O mesmo problema foi encontrado na terceira secção do questionário, nas questões 5 e 6 (Figura 60).



**Figura 60.** Gráfico dos resultados relativos à terceira secção do questionário.

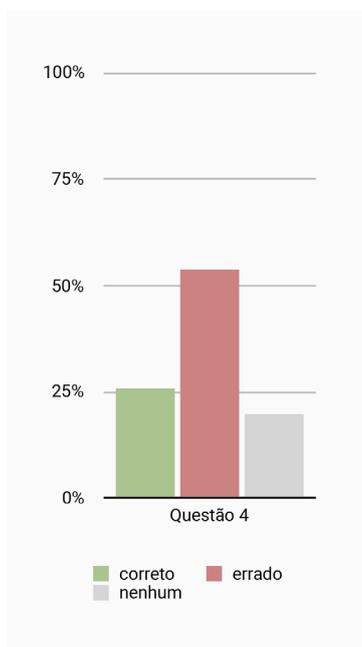
Apesar da questão 5 conseguir obter mais de 50% de respostas corretas, ambas as questões têm os valores de respostas corretas e erradas bastante próximos. Também após uma análise mais detalhada aos dados (disponíveis em anexo no apêndice B, pp. 165), foi possível perceber que um mesmo utilizador, muito frequentemente (mais de 50%), acerta numa das questões e erra na outra. Assim, permanecia a dúvida se estes resultados se deviam ao facto de esta ser, evidentemente, a percepção que os utilizadores tinham, ou se estes tinham dificuldades em denotar diferenças entre os sons. Após questionar alguns dos participantes neste questionário, denotou-se que o problema residia no facto de que, apesar de serem capazes de detetar variância na altura de uma nota, todos os utilizadores questionados afirmaram ser bastante complicado detetar com certeza se essa variação era causada pela subida, ou descida da mesma.

Após aferir a resposta às questões colocadas em cima, tentou-se também compreender outros possíveis problemas existentes neste formulário. Alguns utilizadores admitiram ter respondido ao questionário num computador fixo com colunas externas desalinhas, outros com as colunas de um telemóvel ou computador portátil. Assim, denota-se que muitos utilizadores realizaram o questionário fora das condições ideais. A complexidade das perguntas apresentadas foi outro fator apontado por vários utilizadores. Apesar de todos referirem a totalidade do questionário como problemática, a maioria destaca a pergunta 4 (Figuras 61, 62 e 63) como a mais complexa não só de responder, mas de compreender.



**Figuras 61, 62 e 63.**  
Layouts da quarta questão, da primeira fase de testes.

Este facto também se constatou após análise dos resultados das respostas a esta questão (Figura 64). Onde, não só a percentagem de respostas incorretas é bastante elevada (superior a 50%), como também o número de respostas neutras é bastante elevado, superando os 20%.



**Figura 64.** Gráfico dos resultados relativos à quarta questão do questionário.

Por fim, outra falha detetada na elaboração deste questionário está presente nas perguntas 7 e 8. Onde, apesar de desenhadas para compreender a associação sonora de cores frias e quentes aos modos menores e maiores, as opções oferecidas como possíveis respostas contemplavam emoções, ao invés de temperaturas, comprometendo as respostas a esta questão e sendo impossível retirar os resultados pretendidos.

### 6.1.2. Conclusões retiradas

Após a análise das respostas obtidas no questionário, juntamente com os comentários recebidos dos utilizadores submetidos ao mesmo, foi possível compreender as falhas cometidas não só na formulação das perguntas do questionário, mas também na contextualização da temática. Apesar de considerados inconclusivos no que toca à avaliação do mapeamento, este teste serviu para compreender como abordar e avaliar esta temática em questionários futuros. No entanto, é importante referir que, em geral, os utilizadores conseguiram compreender as mudanças sonoras e associá-las quando estas representam movimentos horizontais.

Os comentários recebidos dos utilizadores, não só auxiliou na deteção de falhas, como também salientou o entusiasmo e curiosidade pelo projeto, sendo que muitos destes utilizadores demonstraram interesse em saber mais sobre o funcionamento do sistema assim como de futuros avanços ou alterações ao mesmo.

Assim, surgiu a necessidade de se realizar uma nova fase de questionários com foco na relação imagem-som, ao invés da avaliação do som como objeto isolado. O formulário futuro servirá para colmatar as carências deste, oferecendo uma breve contextualização prévia, requisito do uso de auscultadores, de forma a responderem ao questionário sob condições ideais, e questões menos complexas e com maior foco na apreciação global do objeto sonoro e da sua relação com o filme que o gera.





## 6.2. Fase 2

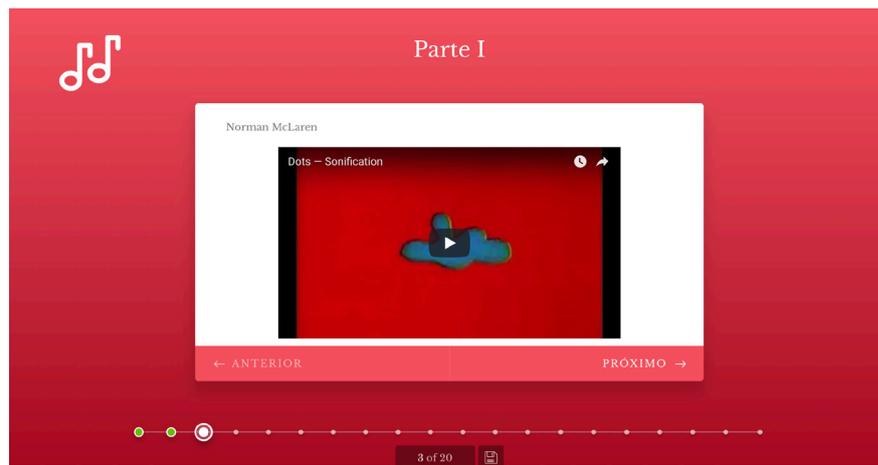
Na segunda fase de avaliação do mapeamento foi apresentado um questionário composto por 9 perguntas (Apêndice C, pp. 171). Mais uma vez, estas questões pretendem aferir se as analogias criadas se aplicam à percepção da maioria dos utilizadores e qual a sua avaliação global dos resultados obtidos. Estas 9 questões dividem-se pelo questionário em três secções com focos de avaliação distintos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Lista de perguntas do segundo questionário, com os parâmetros que avaliam e respetivos formatos de resposta dos resultados relativos à quarta questão do questionário.

SECÇÃO 1	
1 – composição com filme de animação com som gerado correspondente	avaliação
2 – composição com filme de <i>live-action</i> com som gerado correspondente	avaliação
3 – composição com filme de animação com som gerado correspondente	avaliação
4 – composição com filme de animação com som gerado não correspondente	avaliação
SECÇÃO 2	
5 – composição com 2 filmes de animação diferentes e som gerado correspondente a um dos dois	escolha múltipla
6 – composição com 2 filmes de animação diferentes e som gerado correspondente a um dos dois	escolha múltipla
7 – composição com 2 filmes de <i>live-action</i> diferentes e som gerado correspondente a um dos dois	escolha múltipla
SECÇÃO 3	
8 – composição com 2 filmes iguais com cores diferentes e som gerado correspondente a um dos dois	escolha múltipla
9 – composição com 2 filmes iguais com cores diferentes e som gerado correspondente a um dos dois	escolha múltipla

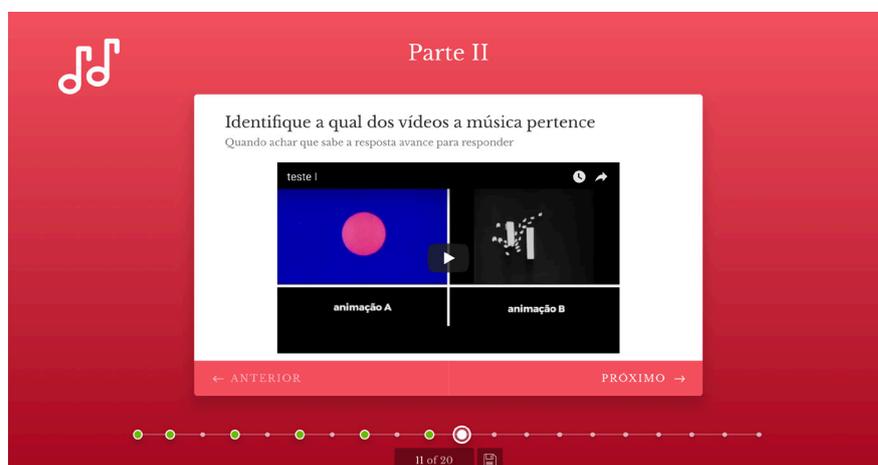
Na primeira secção, é pedido ao utilizador para assistir a quatro composições visuais e sonoras, e avaliar a correspondência entre imagem e som (Figuras 65 e 66). De modo a compreender se as avaliações são honestas e se um utilizador consegue fazer distinção entre um bom e mau mapeamento, uma das composições a ser avaliada contém um objeto sonoro que não corresponde ao filme com o qual foi composto. Na segunda secção, é pedido ao utilizador para assistir a três conjuntos de composições visuais e sonoras. Ao contrário das composições anteriores, onde um filme era acompanhado por um objeto sonoro, estas são compostas por dois excertos de filmes simultaneamente acompanhados por

um objeto sonoro gerado por um dos filmes exibidos. Assim, é pedido ao utilizador que identifique o filme ao qual pensa corresponder o objeto sonoro gerado (Figuras 67 e 68). A terceira secção deste questionário é bastante semelhante à anterior. No entanto, ao invés de termos dois filmes completamente distintos a ser exibidos simultaneamente ao objeto sonoro, os filmes exibidos são idênticos, mudando apenas a paleta de cores — entre cores quentes e frias (Figuras 69 e 70). Assim, pretende-se compreender se o mapeamento de modos maiores para cores quentes e menores para cores frias é apreendido pelos utilizadores.



**Figuras 65 e 66.**

Exemplo do layout da primeira secção do questionário (Questão 1).



**Figura 67.**

Exemplo do layout da segunda secção do questionário (Questão 5).



**Figura 68.** Exemplo do layout da segunda secção do questionário (Questão 5).

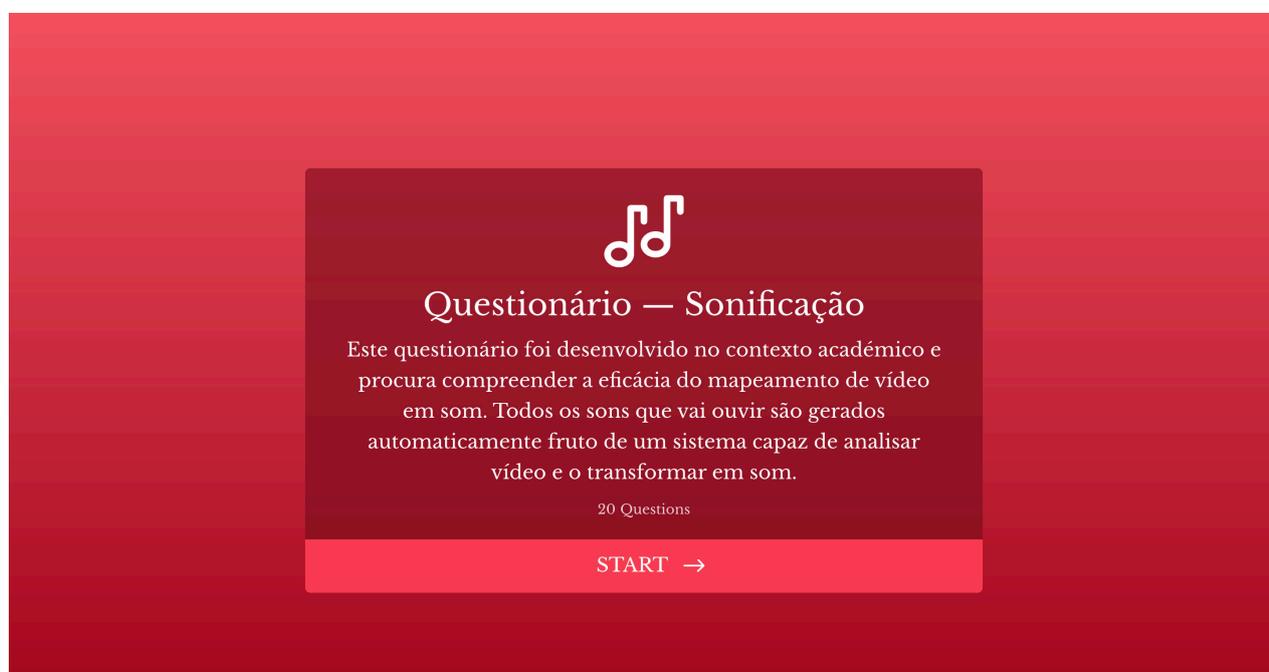


**Figuras 69 e 70.** Exemplo do layout da segunda secção do questionário (Questão 8).

Uma vez que, na fase de testes anterior, os utilizadores sentiram necessidade de entrar em contacto para dar sugestões ou acrescentar algo que não conseguiram exprimir com a resposta aos questionários, nesta fase, a cada questão foi adicionada uma secção de resposta livre onde cada utilizador pode oferecer algum *feedback* adicional. Este *feedback*, assim como as respostas a cada questão, podem ser consultadas na sua íntegra no apêndice D, pp. 183.

No início do questionário, juntamente com uma breve contextualização do projeto (Figura 71), é pedido ao utilizador que identifique a sua faixa

etária e que avalie o seu conhecimento musical, utilizando uma escala de 0 a 5, onde 0 representa nulo e 5 excelente. Com esta informação pretende-se compreender se algum destes fatores influencia a apreensão do objeto sonoro gerado por parte dos seus espectadores.

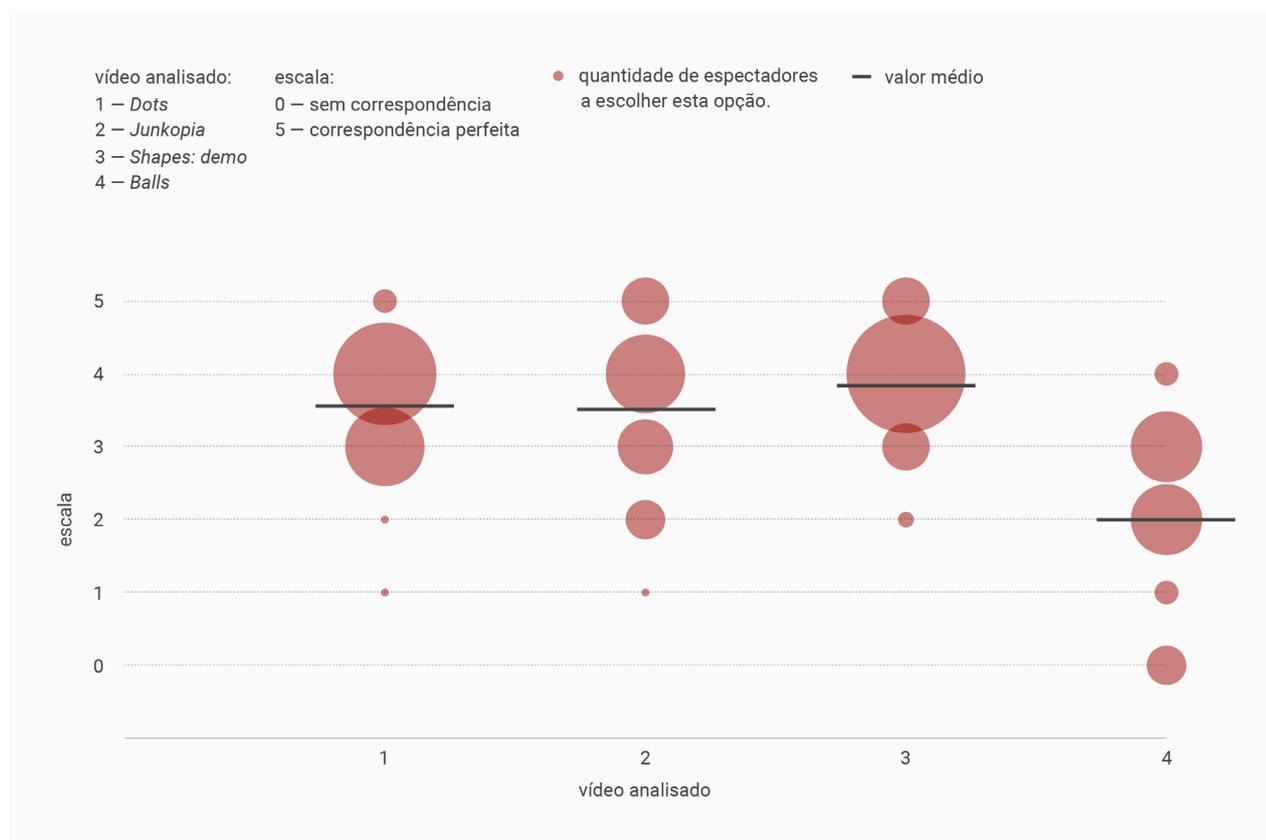


**Figura 71.** Breve contextualização fornecida no início do questionário.

### 6.2.1. Resultados

Após a complexidade do questionário anterior, a adesão a este novo formulário foi significativamente inferior, arrecadando apenas 29 utilizadores teste.

Na primeira secção do questionário, que pedia a cada utilizador que avaliasse quantitativamente a junção de um filme ao objeto sonoro por ele criado, obtiveram-se resultados bastante satisfatórios (Figura 72). Nas três primeiras questões todas as composições obtiveram um valor médio superior a 3.5 e o valor com maior ocorrência de 4. Podendo concluir que a grande maioria dos utilizadores consideram que os objetos sonoros correspondem aos vídeos que o geram. No entanto, na quarta questão, cujo objeto sonoro, intencionalmente, não corresponde ao filme, o valor médio atribuído, assim como o valor com maior ocorrência é 2.



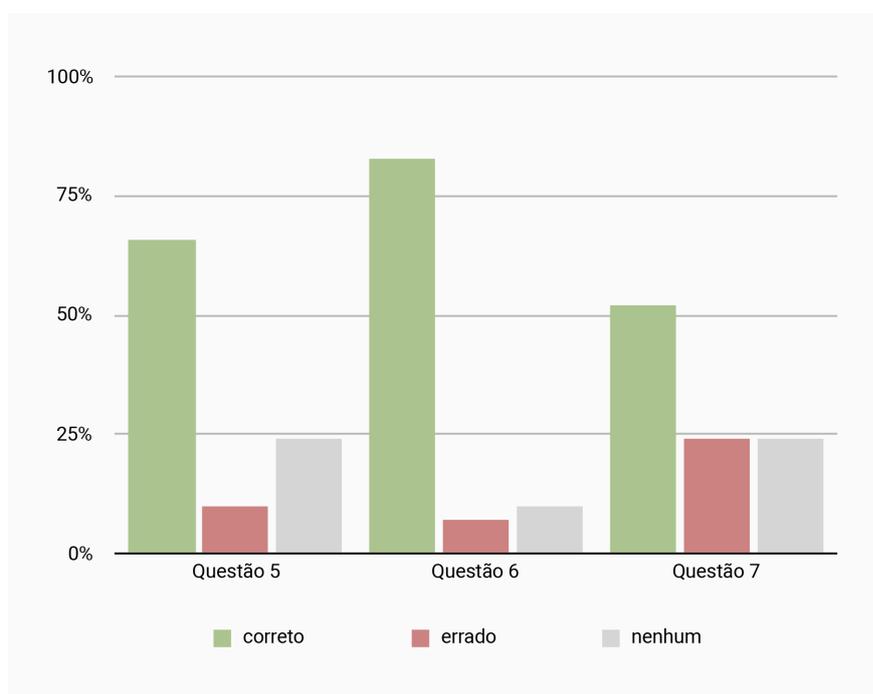
**Figura 72.** Gráfico dos resultados relativos à primeira secção do questionário.

A primeira e a terceira questão, *Dots* e *Shapes: demo*, são aquelas cuja avaliação se demonstra mais coesa, apresentando um pico notável no valor 4. No entanto, nos comentários de resposta aberta referentes ao *Dots*, muitos afirmam que à medida que o filme vai avançando o som produzido se vai tornando repetitivo e menos coerente com os efeitos visuais apresentados. Por outro lado, os comentários referentes ao *Shapes: demo* são de natureza mais positiva, onde alguns utilizadores afirmam que música acompanha a complexidade e movimentos presentes no filme, existindo ainda dois utilizadores que afirmam que esta composição consegue superar a de *Dots*.

A segunda e quarta questão, *Junkopia* e *Balls*, apresentam maior dispersão nos resultados. Apesar da composição de *Junkopia* apresentar o valor 4 com maior votação, a avaliação 2 tem também valores consideráveis e o número de utilizadores a avaliar esta composição com 3 e 5 está bastante próxima dos que a avaliam com 4. Apesar da inconsistência de resultados na avaliação quantitativa, nos comentários de resposta aberta denota-se grande apoio por parte dos utilizadores que avaliaram esta composição com 4 e 5, realçando as transições visuais acompanhadas por alguma mudança sonora e a natureza “calma” e “melancólica” do filme que também a música trespassa. Na questão 4, apesar dos valores se demonstrarem dispersos, com avaliações de 2 e 3 com maior número

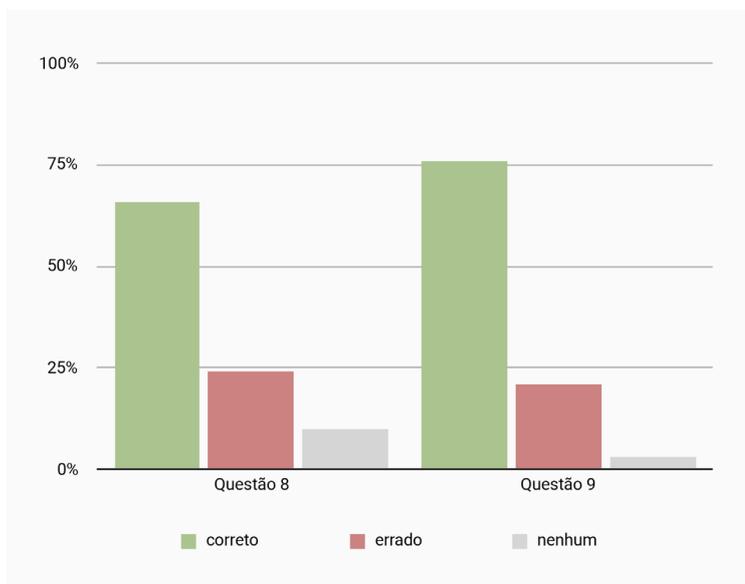
de votos e média de 2, os comentários de resposta aberta são todos negativos à exceção de 1. Apesar dos utilizadores atribuírem notas de 2 e 3 a esta composição, nos comentários afirmam que não conseguem encontrar qualquer relação entre imagem e som, algo que, quantitativamente, deveria ser expresso com um 0 ou 1.

A segunda secção do questionário oferece resultados bastante positivos. Mais de 50% dos utilizadores responderam corretamente às questões colocadas e o número de respostas incorretas nunca ultrapassa os 25% (Figura 73). No entanto, é possível observar-se que os resultados são ligeiramente melhores quando os filmes analisados são animação (Questão 5 e Questão 6), ao invés de quando são filmes *live-action* (Questão 7).



**Figura 73.** Gráfico dos resultados relativos à segunda secção do questionário.

Por fim, também a terceira secção obteve resultados bastante positivos e semelhantes à secção anterior. Mais de 65% dos utilizadores responderam corretamente às questões colocadas e o número de respostas incorretas também nunca ultrapassa os 25% (Figura 74). Para além do número de respostas corretas ser bastante elevado, também o número de respostas neutras é bastante reduzido, nunca ultrapassando os 10%, o que demonstra maior assertividade dos utilizadores na resposta a estas questões.



**Figura 74.** Gráfico dos resultados relativos à terceira secção do questionário.

### 6.2.2. Conclusões retiradas

Após analisar os resultados obtidos com este questionário, assim como algumas das sugestões e comentários oferecidos, foi possível perceber que, em geral, o mapeamento da imagem em som funciona como expectável.

A subjetividade inerente a este projeto, assim como o desconhecimento desta área por parte de alguns utilizadores, facilita o aparecimento de algumas sugestões e comentários referentes a parâmetros impossíveis de avaliar computacionalmente através da mera extração de informação visual (Tabela 4).

**Tabela 4.** Lista de alguns comentários submetidos no 2º questionário.

COMENTÁRIOS DE RESPOSTA ABERTA – EXEMPLOS	
"Excelente nas transições, pena que não consiga 'registar o vento', mas percebo que seja muito difícil"	questão 2
"(...)No momento em que a bola tem um efeito de deslize e não de queda, não ser dada uma nota única mas um "slide" entre duas notas."	questão 3
"A animação A já me é conhecida" – e por isso o utilizador escolhe a opção B parecendo não se lembrar de que os sons são gerados	questão 5

Como seria expectável, os filmes *live-action* tendem a obter piores resultados, quando comparados com os filmes de animação. Momentos de maior densidade visual, como no caso da porção final de *Dots*, tendem também a obter mais *feedback* negativo.

Apesar de o timbre não ter sido diretamente avaliado, através dos comentários de resposta aberta, foi possível compreender a sua aceitação como parâmetro do mapeamento. Sendo referido no filme *Junkopia* e na comparação de filmes entre *World* e *Shapes*, onde o timbre foi também referido como um fator chave na atribuição do objeto sonoro ao filme *World*.

Apesar de os resultados obtidos nesta fase de testes terem sido bastante animadores e positivos, nunca obtendo menos de 50% de respostas corretas e mantendo uma média de avaliação de 4 nas composições cujo objeto sonoro correspondia ao filme exibido e de 2 quando o objeto sonoro não correspondia ao filme em exibição, uma maior amostragem iria permitir compreender se, de facto, estes valores são reais e o sistema é capaz de produzir objetos sonoros capazes de transparecer o conteúdo visual, ou se estes resultados positivos são fruto de uma audiência interessada na temática e no projeto em si.

Embora o projeto não tenha sofrido alterações após esta fase de testes, o sistema esteve em constante avaliação durante o seu processo de desenvolvimento, por parte de 5 membros do Cognitive and Media Systems Group do Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra, até chegar à fase de testes a um público mais abrangente. Talvez pelo facto de os nossos cérebros tenderem a criar analogias semelhantes, independentemente das experiências pessoais de cada um, talvez pelo facto da mente humana procura padrões, mesmo quando eles não existem, ou talvez pelos dois, pode-se concluir que a apreensão do sistema foi positiva e que o mapeamento de imagem em som por ele produzido se demonstrou eficaz.





## 7. Conclusões e Perspetivas futuras

—

Com este projecto, propôs-se desenvolver um sistema capaz de mapear vídeo em som e, assim, explorar o papel da sonificação no cinema destacando o som neste meio e a sonificação na representação de dados.

A implementação deste sistema resultou na criação de oito composições visuais sonoras. Sete, fruto da apropriação de filmes existentes, e uma meticulosamente desenhada para este projeto e para este sistema.

Neste capítulo, são refletidos os resultados obtidos com cada uma destas composições, é realizada uma reflexão sobre o futuro deste projeto e contemplada uma análise e conclusão global do mesmo. Todas as composições encontram-se disponíveis em anexo no CD ou numa playlist do *YouTube*<sup>28</sup>.



## 7.1. Reflexão sobre os resultados

Cumprindo com os objetivos propostos, esta dissertação expõe como objetos de estudo e demonstração do sistema oito composições cuja componente sonora foi gerada automaticamente.

Excluindo questões culturais inerentes à geração musical, como o facto do mapeamento ser construído sobre as regras de música ocidental, cada composição tem as suas particularidades, os seus pontos fortes e fracos. Escolhidas de forma a oferecer diversidade visual ao sistema de sonificação, poderemos constatar que nem todas oferecem igual resposta.

### 7.1.1. *Dots* – Norman McLaren (1940)

O objeto sonoro gerado para este filme de animação torna-se bastante síncrono ao movimento, surgimento e desvanecimento de elementos visuais. O uso da segmentação do ecrã como método de mapeamento melódico e consequente produção de notas mais graves quanto mais inferior um elemento se apresenta no ecrã, oferece alguma semelhança às escolhas sonoras de McLaren.

Apesar de marcado por um grau de sincronia elevado, à medida que o filme se aproxima do seu fim e a densidade de elementos visuais aumenta, o sistema deixa de conseguir dar resposta à totalidade dos elementos visuais. No entanto, esta falha não quebra com a relação imagem-som e os sons gerados continuam a fazer sentido e a acompanhar o objeto visual.

Marcada pela sua simplicidade visual e pelo uso de apenas duas cores constantes — vermelho para o plano de fundo, azul para os elementos visuais — esta animação produz uma harmonia, também ela constante. Assim, apesar de conter uma curta duração de 1 minuto e 27 segundos, uma vez que o filme e objeto sonoro são monótonos, toda a composição audiovisual se torna também monótona.

### 7.1.2. *Studie nr8* – Oskar Fischinger (1931)

*Studie nr8*, um filme composto por elevada densidade visual e pelo uso único das cores preto e branco, apresenta um objeto sonoro problemático.

A extrema complexidade visual, marcada pelo movimento simultâneo de vários elementos distribuídos por todo o ecrã, resultam na produção de um objeto sonoro bastante repetitivo. Uma vez que o sistema foi desenhado de forma a detetar apenas a zona do ecrã com maior movimento e, em casos de empate, dar preferência à zona central, quando todo o ecrã é igualmente ocupado por elementos em movimento, a zona a ser despoletada será, tendencialmente, a mesma. Apesar de inicialmente o som gerado acompanhar com precisão o objeto visual, à medida que o filme avança e a complexidade visual aumenta, o grau de sincronia diminui e a melodia produzida não representa eficazmente o filme que pretende ilustrar.

Embora a harmonia represente eficazmente o objeto sonoro a ser analisado, torna-se bastante monótona. Resultado do uso do preto e do branco, não apresentando variações na saturação e obtendo um nível de luminosidade maioritariamente escuro, uma vez que o preto se mantém em grande parte do filme como cor predominante.

Assim, o que visualmente não aparentava ser uma composição monótona, devido à falta de diversidade de matiz e aos movimentos em massa, acabou por o ser.

### **7.1.3. *An Optical Poem* – Oskar Fischinger (1938)**

Iniciando-se com o movimento de bolas síncronas ao som gerado, nas primeiras instâncias do objeto sonoro, assistimos à deteção e consequente produção sonora de destaque do surgimento de bolas centrais ocupando grande parte do ecrã.

Apesar da cor predominante desta animação ser o azul, este filme é caracterizado por momentos cuja cor do plano de fundo é azul e outros, cuja cor do plano de fundo é rosa. Estes momentos são também representados pelo objeto sonoro aquando das mudanças de cor devido às suas diferenças na luminosidade.

À semelhança da harmonia, que eficazmente salientou as mudanças visuais apresentadas, também a melodia se provou competente na representação de momentos com maior e menor densidade visual. No entanto, o contraste reduzido entre plano de fundo e elementos visuais de destaque impediu a deteção por parte do sistema de alguns destes elementos. Assim, após alguns ajustes no limiar usado na deteção de objetos em movimento, alguns objetos permaneciam indetetáveis, causando falhas na melodia produzida.

Apesar destas pequenas falhas, o objeto sonoro enriquece e contribui para a experiência audiovisual desta composição, acompanhando as bolas nas suas danças e contribuindo para a “magia” criada pela animação de Fischinger.

### **7.1.4. *World* – Jordan Belson (1970)**

*World*, de Belson, foi uma animação que levantou algumas dúvidas relativas ao seu resultado sonoro uma vez que esta é caracterizada pelo aparecimento de círculos e formas simétricas centrais. No entanto, apesar das baixas expectativas, o resultado alcançado com esta composição audiovisual demonstrou-se bastante eficaz.

Não oferecendo uma relação tão óbvia entre a imagem e o som gerado como as composições anteriores, a harmonia criada, assim como a melodia, contribuem para a experiência audiovisual desta composição, criando uma representação sonora do filme bastante eficaz. A curta duração do filme (1 minuto e 9 segundos) poderá contribuir para eficácia desta composição, uma vez que, se fosse mais longo, talvez acabasse por se tornar monótono.

### 7.1.5. *Shapes* – Adriana Nunes (2018)

Desenhada para a demonstração e teste do sistema, esta animação provou ser ideal para o mesmo, gerando um objeto sonoro com praticamente perfeita sintonia ao filme.

A elevada qualidade gráfica da animação contribui para o eficaz reconhecimento dos elementos visuais por parte do sistema, impedindo falhas como as que pudemos observar no *An Optical Poem*. No entanto, pequenas falhas como as observadas em *Dots* são também detetadas, onde o número elevado de elementos visuais impede a representação sonora de todos eles.

Apesar dos seus 4 minutos, esta composição audiovisual não se torna monótona uma vez que, devido à dinâmica visual, também o som se torna bastante dinâmico quando comparado aos objetos sonoros de *Dots* e *Studie nr 8*. Esta dinamicidade é causada, acima de tudo, pelas mudanças de brilho e saturação existentes ao longo do filme assim como as composições visuais simétricas e enquadradas na regra dos terços.

Devido à grande variedade de cores utilizadas nesta animação, vemos a probabilidade de diversidade na melodia aumentar, atingindo o seu pico na parte final da animação. Também na melodia somos capazes de encontrar representados momentos com maior e menor densidade visual.

### 7.1.6. *Junkopia* – Chris Marker (1981)

*Junkopia*, de Chris Marker, é um dos primeiros filmes *live-action* que vemos expostos ao sistema criado. Devido à sua complexidade visual, inerente ao facto de se tratar de um filme *live-action*, causada pela ausência de um plano de fundo bem definido (ao contrário do que podemos observar com *Dots* ou *Shapes*), a relação imagem-som que esta composição nos oferece não é tão óbvia como nos casos estudados anteriormente, no entanto, torna-se tanto ou mais eficaz que as mesmas.

A monotonia e calma que o filme nos oferece são eficazmente representados pelo objeto sonoro, tornando esta composição audiovisual numa experiência agradável, cujos 6 minutos não apresentam qualquer afronta. Para além da monotonia visual representada no objeto sonoro, também os momentos finais com maior movimentação presente, são representados com um aumento da frequência rítmica sonora.

Este filme oferece também *feedback* de mudanças de plano mais acentuadas e destaque aos efeitos e instrumentos associados aos enquadramentos contemplados pelo sistema. Assim, apesar da natureza inerte do filme e consequente representação na melodia, a harmonia demonstra ser mais dinâmica, tornando o objeto sonoro gerado interessante.

### **7.1.7. *Trafic* – Jacques Tati (1971)**

Como o próprio nome pretende indicar, *Trafic*, retrata imensas cenas de trânsito. Com este filme, conseguimos mais uma vez observar a capacidade que o sistema de sonificação tem em adaptar o seu ritmo sonoro ao ritmo visual, sendo possível identificar as zonas com maior e menor movimento através do objeto sonoro.

Mantendo níveis de saturação baixos durante todo o filme e apresentando pequenas variações de matiz, denotam-se no entanto pequenas alterações na luminosidade presente nestas cenas, fruto da aproximação ou afastamento da câmara do sujeito. Estas pequenas alterações denotam-se no objeto sonoro através da harmonia.

Assim, o objeto sonoro gerado para este filme torna-se eficaz na tradução sonora do filme, no entanto, ao contrário de *Shapes* e *An Optical Poem*, nem sempre encontramos uma relação direta entre os sons gerados e os elementos visuais do filme. No entanto, a perceção dessa relação direta não influencia o efeito de causalidade que continuamos a obter — onde é visível que existe uma relação entre imagem e som e que este provém do filme.

### **7.1.8. *Le mépris* – Jean-Luc Godard (1963)**

*Le mépris*, de Godard, foi eleito objeto de estudo deste sistema devido à abundância de movimentos de câmara. Como era previsto, as mudanças melódicas de maior impacto existentes no objeto sonoro, produzido por uma cena deste filme, são causados precisamente pelos movimentos de câmara realizados na filmagem desta obra.

No entanto, este objeto sonoro revela-se bastante dinâmico do ponto de vista harmónico, fruto das composições visuais detetadas — simetria e regra dos terços. As mudanças de cena são também detetadas, no entanto, o instrumento reproduzido nestes momentos de deteção de grandes mudanças entre *frames* é também ouvido em alguns momentos sem causalidade aparente.

Apesar da sua riqueza harmónica, melodicamente o som gerado é repetitivo e desinteressante, tornando esta composição audiovisual uma das composições menos interessantes geradas pelo sistema.





## 7.2. Perspetivas futuras

Devido à complexidade das temáticas abordadas neste projeto, existe ainda uma série de questões que poderão ser aprofundadas de forma a alcançar um sistema aprimorado capaz de dar resposta às pequenas falhas que este projeto não conseguiu resolver, assim como expandir o alcance e o leque de possibilidades do sistema.

A nível da análise visual realizada, poderá ser implementada a deteção de múltiplos elementos visuais em movimento simultâneo. Esta deteção poderia ser colmatada com a introdução de um novo instrumento. Assim, não só estaríamos a quebrar com a monotonia presente em alguns dos objetos sonoros, como também seríamos capazes de oferecer uma melhor resposta a certos filmes, como por exemplo no caso de *Studie nr 3*, de Fischinger.

A implementação do sistema como ferramenta única, isto é, como aplicação capaz de trabalhar de forma independente, será outra possibilidade de aprimoramento deste projeto. Esta ideia torna-se, no entanto, complexa uma vez que requer a união de três ferramentas até agora utilizadas: *MAX/MSP*, *Live* e *Processing*. Sendo ainda um processo semi-automático, ter-se-á de compreender como realizar a escolha dos instrumentos utilizados e como realizar os ajustes de limiares de forma automatizada. Outra opção para este problema, será oferecer um leque finito de instrumentos à escolha e permitir manualmente ajustes de limiares dentro da aplicação.

Outra possibilidade de aprimoramento desta ferramenta será permitir a análise textual de guiões de filmes, de forma a gerar o objeto sonoro de acordo com o conteúdo conceptual do filme. Procedendo à análise e deteção de emoções, diferentes personagens, cenas, planos, etc.

A expansão da ferramenta para produção sonora ao vivo, isto é, sem a necessidade de pré-processamento, será outra opção de ampliação do alcance não só do sistema, como também do projeto. Algo que poderia permitir a criação de exposições interativas ou aplicações mobile capazes de beneficiar desta ferramenta.



### 7.3. Considerações finais

Este projeto pretendeu demonstrar o papel do som no cinema e a sua importância na experiência audiovisual que o define, assim como a potencialidade da sonificação, não só como ferramenta de representação de dados, mas principalmente como ferramenta artística sonora. O principal objetivo desta dissertação foi a implementação de um sistema capaz de gerar som através da análise de vídeo. Como tal, a parametrização e respetivo mapeamento de dados tornou-se fundamental na construção de um sistema eficaz, musicalmente correto e dinâmico.

Assim, este projeto focou-se não só na elaboração deste sistema, mas na sua função como veículo capaz de elevar a sonificação e a destacar no mundo artístico. Demonstrando a sua multidisciplinaridade e potencializando o seu uso nas mais diversas áreas, alargando assim o foco que se tem mantido na comunicação visual. A expansão da noção de cinema é outro ideal que se pretendeu alcançar, demonstrando que este é um universo tão sonoro quanto visual.

Resta ainda a questão de como poderemos classificar este projeto e onde ele se enquadra fora desta dissertação académica. Talvez destinado a manter-se numa linha paralela à sonificação e à geração automática de banda sonora — relembrando a definição de linha paralelas: sempre lado a lado, sem nunca se tocarem — para já, talvez se recate em tempos menos contemporâneos, onde sujeitos como Fischinger e Avraamov desenhavam sobre películas de filme, mais tarde cobertas por feixes de luz, por fim mapeadas em som.







## Notas

[1] Camille Saint-Saens escreveu a música para o filme *L'Assassinat du Duc de Guise*

[2] Jean-Paul Sartre, "Childhood Memories", reimpresso de *The Words* (New York: George Braziller, Inc., 1964) em Harry M. Geduld, ed., *Authors on Film* (Bloomington: Indiana University Press, 1972), pp 42-46

[3] O "socialismo num só país" foi uma ideologia desenvolvida por Nikolai Bukharin, em 1925, que sustentava a ideia de que, após a derrota de todas as revoluções comunistas na Europa, exceto na Rússia, a União Soviética deveria começar a reformar-se internamente.

[4] O objetivo era favorecer a educação política através dos filmes, ao contrário das produções comerciais.

[5] Classe ou estado dos proletários, dos trabalhadores.

[6] B. Balázs, *Iskusstvo kino* (Moscow: Goskinoizdat, 1945), 133.

[7] Prendergast, Roy M. *Film Music, A Neglected Art*. New York, NY: W.W. Norton & Co. 1977, 1992. Page 122.

[8] Termo utilizado para referir a filmes com som.

[9] Anteriormente a música eletrónica era utilizada apenas quando se pretendia criar sons assustadores ou de outro mundo

[10] Pontuação já era utilizada no teatro antes do aparecimento do cinema. Esta tinha vários modos: gestual, visual e rítmico

[11] Partícula elementar de energia luminosa, na teoria dos quanta — "fotões", in *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa* [em linha], 2008-2013, <https://www.priberam.pt/dlpo/%20fot%c3%b5es> [consultado em 22-08-2018].

[12] *Two Seconds to Better Photos: Try the Rule of Thirds*. (2014, February 27). Retrieved from <https://dailypost.wordpress.com/2014/02/27/rule-of-thirds/>

[13] <https://www.imdb.com/title/tt0000417/mediaviewer/rm1121528576>

[14] [https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02\\_programm\\_2015/02\\_Filmdatenblatt\\_2015\\_201520123.html#tab=filmStills](https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02_programm_2015/02_Filmdatenblatt_2015_201520123.html#tab=filmStills)

[15] [https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02\\_programm\\_2015/02\\_Filmdatenblatt\\_2015\\_201520120.html#tab=filmStills](https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02_programm_2015/02_Filmdatenblatt_2015_201520120.html#tab=filmStills)

- [1] Camille Saint-Saens escreveu a música para o filme L'Assassinat du Duc de Guise
- [2] Jean-Paul Sartre, "Childhood Memories", reimpresso de The Words (New York: George Braziller, Inc., 1964) em Harry M. Geduld, ed., Authors on Film (Bloomington: Indiana University Press, 1972), pp 42-46
- [3] O "socialismo num só país" foi uma ideologia desenvolvida por Nikolai Bukharin, em 1925, que sustentava a ideia de que, após a derrota de todas as revoluções comunistas na Europa, exceto na Rússia, a União Soviética deveria começar a reforçar-se internamente.
- [4] O objetivo era favorecer a educação política através dos filmes, ao contrário das produções comerciais.
- [5] Classe ou estado dos proletários, dos trabalhadores.
- [6] B. Balázs, *Iskusstvo kino* (Moscow: Goskinoizdat, 1945), 133.
- [7] Prendergast, Roy M. *Film Music, A Neglected Art*. New York, NY: W.W. Norton & Co. 1977, 1992. Page 122.
- [8] Termo utilizado para referir a filmes com som.
- [9] Anteriormente a música eletrônica era utilizada apenas quando se pretendia criar sons assustadores ou de outro mundo
- [10] Pontuação já era utilizada no teatro antes do aparecimento do cinema. Esta tinha vários modos: gestual, visual e rítmico
- [11] Partícula elementar de energia luminosa, na teoria dos quanta —“fotões”, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <https://www.priberam.pt/dlpo/%20fot%c3%b5es> [consultado em 22-08-2018].
- [12] Two Seconds to Better Photos: Try the Rule of Thirds. (2014, February 27). Retrieved from <https://dailypost.wordpress.com/2014/02/27/rule-of-thirds/>
- [13] <https://www.imdb.com/title/tt0000417/mediaviewer/rm1121528576>
- [14] [https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02\\_programm\\_2015/02\\_Filmdatenblatt\\_2015\\_201520123.html#tab=filmStills](https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02_programm_2015/02_Filmdatenblatt_2015_201520123.html#tab=filmStills)
- [15] [https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02\\_programm\\_2015/02\\_Filmdatenblatt\\_2015\\_201520120.html#tab=filmStills](https://www.berlinale.de/en/archiv/jahresarchive/2015/02_programm_2015/02_Filmdatenblatt_2015_201520120.html#tab=filmStills)
- [16] <http://ladobgrafica.com.br/cores-quentes-e-frias/>

[17] [https://www.boredpanda.com/the-truman-show-1998-dir-peter-weir/?gallery=0&utm\\_source=pinterest&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=organic](https://www.boredpanda.com/the-truman-show-1998-dir-peter-weir/?gallery=0&utm_source=pinterest&utm_medium=social&utm_campaign=organic)

[18] <https://bearworldmagazine.com/movie-monday-11-records-moonlight-broke-oscars/>

[19] [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20170405143521/http://www.makingthemodernworld.org.uk/icons\\_of\\_invention/medicine/1820-1880/IC.100/](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20170405143521/http://www.makingthemodernworld.org.uk/icons_of_invention/medicine/1820-1880/IC.100/)

[20] <http://55thand8th.blogspot.com/2012/03/duart-collaborates-with-new-york.html>

[21] Arma ficcional do universo de Star Wars.

[22] R. M. Schafer. The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World. Destiny Books, 1994(1977)

[23] EEG de domínio sonoro, para conversor de ondas cerebrais, desenvolvido para o Institute of Biosonology (biosonology.org)

[24] Diferente maneira de tocar um mesmo acorde, na segunda inversão, a nota mais grave é a passa a ser a quinta

[25] <http://yonah.org/channel/norman-mclaren>

[26] <https://form.jotformeu.com/81644770410352>

[27] <https://form.jotformeu.com/81747249184365>

[28] [https://www.youtube.com/playlist?list=PLHzIzImaIqR\\_HHLuMXy94RceiPzewTRn8](https://www.youtube.com/playlist?list=PLHzIzImaIqR_HHLuMXy94RceiPzewTRn8)



## Referências

Anderson, G. B. (1988). Music for silent films: 1894-1929 ; a guide. Retrieved October 28, 2017, from <https://www.loc.gov/resource/ihas.200033436.0/?sp=1>

Apron, M. D. (n.d.). Optical Poem. Retrieved from <http://www.emptykingdom.com/featured/optical-poem/>

Avogadro, A. (2017, December 01). The World of Watercolor: Color Temperature in Art. Retrieved June 5, 2018, from <https://www.craftsy.com/art/article/color-temperature-in-art/>

Botkin, I. (2015, June 16). Color Theory for Cinematographers. Retrieved June 5, 2018, from <http://isaacbotkin.com/2009/03/color-theory-for-cinematographers/>

Brazil, E., & Fernström, M. (2011). Auditory Icons. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 325-338). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Burk, P., Polansky, L., Repetto, D., Roberts, M., & Rockmore, D. (n.d.). Music and Computers: A Theoretical and Historical Approach. Retrieved November 04, 2017, from <http://music.columbia.edu/cmc/MusicAndComputers/>

Carlile, S. (2011). Psychoacoustics. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 41-61). Berlin, Germany: Logos Verlag

Carlile, S. (2011). Psychoacoustics. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 41-61). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Carroll, H. (2014). *Read this if you want to take great photographs*. London: Laurence King Pub.

Chion, M., & Steintrager, J. A. (2016). *Sound: an acoulogical treatise*. Durham ; London: Duke University Press.

Davies, K. (n.d.). Retrieved June 5, 2018, from <http://www.colorcube.com/articles/basics/basics.htm>

Davis, R. (2008). Complete guide to film scoring. Retrieved November 2, 2017, from [http://hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Davis-Complete\\_Guide\\_Film\\_Scoring.pdf](http://hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Davis-Complete_Guide_Film_Scoring.pdf)

Dayton, J. (2013). *Line color form: The language of art and design*. S.l.: S.n.

Dombois, F., & Eckel, G. (2011). Audi cation. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *Thee Sonification Handbook* (pp. 301-324). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Anderson, G. B. (1988). *Music for silent films: 1894-1929 ; a guide*. Retrieved October 28, 2017, from <https://www.loc.gov/resource/ihas.200033436.0/?sp=1>

Apron, M. D. (n.d.). *Optical Poem*. Retrieved from <http://www.emptykingdom.com/featured/optical-poem/>

Avogadro, A. (2017, December 01). *The World of Watercolor: Color Temperature in Art*. Retrieved June 5, 2018, from <https://www.craftsy.com/art/article/color-temperature-in-art/>

Botkin, I. (2015, June 16). *Color Theory for Cinematographers*. Retrieved June 5, 2018, from <http://isaacbotkin.com/2009/03/color-theory-for-cinematographers/>

Brazil, E., & Fernström, M. (2011). *Auditory Icons*. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 325-338). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Burk, P., Polansky, L., Repetto, D., Roberts, M., & Rockmore, D. (n.d.). *Music and Computers: A Theoretical and Historical Approach*. Retrieved November 04, 2017, from <http://music.columbia.edu/cmc/MusicAndComputers/>

Carlile, S. (2011). *Psychoacoustics*. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 41-61). Berlin, Germany: Logos Verlag

Carlile, S. (2011). *Psychoacoustics*. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 41-61). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Carroll, H. (2014). *Read this if you want to take great photographs*. London: Laurence King Pub.

Chion, M., & Steintrager, J. A. (2016). *Sound: an acoulogical treatise*. Durham ; London: Duke University Press.

Davies, K. (n.d.). Retrieved June 5, 2018, from <http://www.colorcube.com/articles/basics/basics.htm>

Davis, R. (2008). *Complete guide to film scoring*. Retrieved November 2, 2017, from [http://hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Davis-Complete\\_Guide\\_Film\\_Scoring.pdf](http://hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Davis-Complete_Guide_Film_Scoring.pdf)

Dayton, J. (2013). *Line color form: The language of art and design*. S.l.: S.n.

Dombois, F., & Eckel, G. (2011). *Audi cation*. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *Thee Sonification Handbook* (pp. 301-324). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Everett, W. (2012). *Questions of Colour in Cinema: From Paintbrush to Pixel*. Peter

Lang Publishing Group.

Everhart, S. (2013, June 19). Chris Marker's JUNKOPIA (Short Doc, 1981). Retrieved from <http://theseventhart.org/chris-markers-short-documentary-junkopia-1981/>

Grond, F., & Berger, J. (2011). Parameter Mapping Sonification. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuhoff (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 363-397). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Hall, B. (2015). *Understanding Cinematography*. Ramsbury, Marlborough: The Crowood Press.

Hall, P. (2011, November 15). Sonified: First consumer sonifying video camera translates images into music. Retrieved October 3, 2017, from <http://www.sonifiedsite.com/press.html>

Hermann, T. (2011). Model-Based Sonification. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuhoff (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 399-427). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Hermann, T., Hunt, A., & Neuhoff, J. G. (2011). Introduction. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuhoff (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 1-6). Berlin, Germany: Logos Verlag.

Hermann, T., Hunt, A., & Neuhoff, J. G. (2011). *The sonification handbook*. Berlin: Logos-Verl.

How to write a film on a piano: Norman McLaren's visual music | Sight & Sound. (n.d.). Retrieved from <https://www.bfi.org.uk/news-opinion/sight-sound-magazine/features/how-write-film-piano-norman-mclaren-s-visual-music>

IMDb, inc. *Meshes of the Afternoon* (1943). Retrieved January 20, 2018, from <http://www.imdb.com/title/tt0036154/>, [http://www.imdb.com/title/tt0036618/?ref\\_=tt\\_rec\\_tt](http://www.imdb.com/title/tt0036618/?ref_=tt_rec_tt), [http://www.imdb.com/title/tt0048980/?ref\\_=fn\\_al\\_tt\\_1](http://www.imdb.com/title/tt0048980/?ref_=fn_al_tt_1) e [http://www.imdb.com/title/tt0219964/?ref\\_=fn\\_al\\_tt\\_1](http://www.imdb.com/title/tt0219964/?ref_=fn_al_tt_1)

imgED. (n.d.). "Antique 1926 kinothek modern atmosphere music guiseppe becce sheet music piano" Retrieved January 21, 2018, from <https://i.imged.com/antique-1926-kinothek-modern-atmosphere-music-guiseppe-becce-sheet-music-piano.jpg>

In Animation, History | September 19th, 2014 2 Comments. (n.d.). *Optical Poems by Oskar Fischinger, the Avant-Garde Animator Hated by Hitler, Dissed by Disney*. Retrieved from <http://www.openculture.com/2014/09/optical-poems-by-oskar-fischinger.html>

Kaganovsky, L., & Salazkina, M. (2014). Sound, speech, music in Soviet and post-Soviet cinema. Bloomington, IN: Indiana University Press. Retrieved November 3, 2017, from <https://pt.scribd.com/read/209549231/Sound-Speech-Music-in-Soviet-and-Post-Soviet-Cinema>.

Keefer, C., & Moritz, W. (n.d.). Weinstein Gallery. Retrieved from <http://weinstein.com/exhibitions/oskar-fischinger-raumlichtkunst/>

Kennedy, E. D. (2018, January 29). Erik D. Kennedy. Retrieved June 5, 2018, from <https://learnui.design/blog/the-hsb-color-system-practicioners-primer.html>

Kirn, P. (2017, September 15). How magnetic oscillations of a comet became a new album of music. Retrieved October 14, 2017, from <http://cdm.link/2017/09/magnetic-oscillations-comet-became-new-album-music/>

Korossi, G. (2017, May 2). Maya Deren: seven films that guarantee her legend. Retrieved January 16, 2018, from <http://www.bfi.org.uk/news-opinion/news-bfi/features/maya-deren-meshes-of-the-afternoon>

Laskevitch, S. (2014). Photoshop CC and Lightroom: A photographers handbook. Santa Barbara, CA: Rocky Nook.

Lee, C. (2012, June 25). Original Creators: Oskar Fischinger, The Father Of Visual Music. Retrieved from [https://creators.vice.com/en\\_us/article/pgzn97/original-creators-oskar-fischinger-the-father-of-visual-music](https://creators.vice.com/en_us/article/pgzn97/original-creators-oskar-fischinger-the-father-of-visual-music)

Makri, A. (2015, November 6). Climate symphony turns data into sound. Retrieved October 3, 2017, from <https://www.scidev.net/global/data/multimedia/climate-symphony-data-sound.html>

Mandel, P. (2009, May 25). The Thief / Vor / Bop. Retrieved January 09, 2018, from <https://www.youtube.com/watch?v=6U4lRtjw9q0>

Manzo, V. J. (2016). Max/MSP/Jitter for music: a practical guide to developing interactive music systems for education and more. New York, NY: Oxford University Press.

Marvelly, P. (2016, March 12). Jordan Belson: Sentience in Celluloid - The Culturium -. Retrieved from <https://www.theculturium.com/jordan-belson-sentience-in-celluloid/>

May, K. T. (2017, April 06). How color helps a movie tell its story. Retrieved April 03, 2018, from <https://ideas.ted.com/how-color-helps-a-movie-tell-its-story/>

- McGee, R. (2013). VOSIS: a Multi-touch Image Sonification Interface [Scholarly project]. Retrieved October 2, 2017, from [http://www.lifeorange.com/writing/McGee\\_NIME\\_2013.pdf](http://www.lifeorange.com/writing/McGee_NIME_2013.pdf)
- McGookin, D., & Brewster, S. (2011). Earcons. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuhoff (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 339-361). Berlin, Germany: Logos Verlag.
- Mercer-Taylor, A., & Altosaar, J. (2015, May 31). Sonification of Fish Movement Using Pitch Mesh Pairs [Scholarly project]. Retrieved October 3, 2017, from [http://www.nime.org/proceedings/2015/nime2015\\_155.pdf](http://www.nime.org/proceedings/2015/nime2015_155.pdf)
- Morton, J. L. (1995 — 2018). Color Systems - RGB & CMYK. Retrieved June 5, 2018, from <https://www.colormatters.com/color-and-design/color-systems-rgb-and-cmyk>
- Moura, J. M. (2011, December 2). SuperCollider Shape - Joao Martinho Moura (2011) - Ars Electronica 2012. Retrieved October 3, 2017, from <https://vimeo.com/28275072>
- Myles, S., Murphy, M., Maguire, D., & Dick, A. (2013, April 27). Automatic Soundtrack (2012-2013). Retrieved October 3, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=AACGsNiBC6A>
- Neuhoff, J. G. (2011). Perception, Cognition and Action in Auditory Displays. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuho (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 63-85). Berlin, Germany: Logos Verlag.
- Peters, J. (n.d.). A History of Television. Retrieved January 10, 2018, from <http://www.gti.ssr.upm.es/~era/historiatv/>
- Risk, M. (2018, March 06). How to Use Color in Film: 50 Examples of Movie Color Palettes. Retrieved April 3, 2018, from <https://www.studiobinder.com/blog/how-to-use-color-in-film-50-examples-of-movie-color-palettes/>
- Rissler, A. (2014). *Photographic composition principles of image design*. Santa Barbara: Rocky Nook.
- Robb, B. J. (2007). *Silent cinema*. Herts: Kamera Books. Retrieved January 2, 2018, from <https://pt.scribd.com/read/353182238/Silent-Cinema>.
- Sciajno, D. (2016, February 29). Realtime live soundtrack through brainwaves sonification for Film by Samuel Becket (1964). Retrieved January 14, 2018, from [https://www.youtube.com/watch?v=PJ50dnmqA\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=PJ50dnmqA_w)
- Sonnenschein, D. (2002). *Sound Design: The Expressive Power of Music, Voice and Sound Effects in Cinema (MWP)*. Studio City, CA: Michael Wiese Productions.

- Straypixel (2013, April 11). 1930s Russian Drawn Sound: Nikolai Voinov's 'Paper Sound'. Retrieved January 09, 2018, from [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=38&v=Z7Zb4rso82M](https://www.youtube.com/watch?time_continue=38&v=Z7Zb4rso82M)
- Studie nr 8 | Sonore Visuel. (1970, January 01). Retrieved from <http://www.sonore-visuel.fr/oeuvre/studie-nr-8>
- Tekalp, A. M. (1995). Digital video processing. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR.
- The Criterion Collection. (n.d.). Chris Marker's Junkopia. Retrieved from <https://www.criterion.com/current/posts/2400-chris-marker-s-junkopia>
- Unknown. (2017, November 30). Giuseppe Becce (1877-1973). Retrieved January 21, 2018, from <https://lobmusiclibrary.wordpress.com/tag/music-for-silent-film/>
- White, P. (2003). Basic MIDI. London: SMT. Retrieved November 3, 2017, from <https://pt.scribd.com/read/347289727/Basic-Digital-Recording>.
- Williams, D. (1970, January 01). "Dots", Norman McLaren (1940). Retrieved from <http://animatorsbuffet.blogspot.com/2009/09/dots-norman-mclaren-1940.html>
- Wilms, L., & Oberfeld, D. (2016, November 3). Color and emotion: Effects of hue, saturation, and brightness. Retrieved April 3, 2018, from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00426-017-0880-8.pdf>
- Woods, J. W. (2012). Multidimensional signal, image, and video processing and coding. Waltham, MA: Academic Press. Retrieved December 18, 2017, from [ftp://nozdr.ru/biblio/kolxo3/Cs/CsIp/Woods%20J.W.%20Multidimensional%20signal,%20image,%20and%20video%20processing%20and%20coding%20\(2ed.,%20AP,%202011\)\(ISBN%200123814200\)\(O\)\(594s\)\\_CsIp\\_.pdf](ftp://nozdr.ru/biblio/kolxo3/Cs/CsIp/Woods%20J.W.%20Multidimensional%20signal,%20image,%20and%20video%20processing%20and%20coding%20(2ed.,%20AP,%202011)(ISBN%200123814200)(O)(594s)_CsIp_.pdf).





## **Apêndice A**

—

Questionário realizado na primeira fase  
de avaliação do sistema





## Bem-vindo

Este formulário procura compreender a eficácia de relações criadas entre vídeo e som. Tente responder de forma mais intuitiva possível às perguntas.

20 Questions

START →



### Idade\*

Indique o intervalo representativo da sua idade

< 18    
  18 a 25    
  26 a 35  
 > 35

PRÓXIMO →



### Conhecimento musical\*

Como classifica o seu conhecimento musical, sendo 0 nunca toquei qualquer instrumento e 5 sou músico profissional

0    
  1    
  2  
 3    
  4    
  5

← ANTERIOR     PRÓXIMO →

2 of 20 

## Teste

De seguida serão apresentadas uma série de questões antecedidas por um excerto musical e, em alguns casos, alguma contextualização prévia de conceitos visuais.

18 Questions

← ANTERIOR PRÓXIMO →



## Teste

### Direção



← ANTERIOR PRÓXIMO →

3 of 20



### Direção\*

Escolha a hipótese que aparenta representar o excerto de som apresentado anteriormente.

- Existe um movimento da esquerda para a direita
- Existe um movimento da direita para a esquerda
- Existe um movimento de cima para baixo
- Existe um movimento de baixo para cima
- Nenhuma das anteriores

← ANTERIOR PRÓXIMO →

4 of 20



### Direção



← ANTERIOR

PRÓXIMO →

5 of 20



### Direção\*

Escolha a hipótese que aparenta representar o excerto de som apresentado anteriormente.

- Existe um movimento da direita para a esquerda
- Nenhuma das anteriores
- Existe um movimento de cima para baixo
- Existe um movimento da esquerda para a direita
- Existe um movimento de baixo para cima

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

6 of 20



### Diagonais



← ANTERIOR

PRÓXIMO →

7 of 20



### Diagonais\*

Escolha a hipótese que aparenta representar o excerto de som apresentado anteriormente.

- Movimento do topo esquerdo para o fundo direito
- Movimento do topo direito para o fundo esquerdo
- Nenhuma das anteriores
- Movimento do fundo direito para o topo esquerdo
- Movimento do fundo esquerdo para o topo direito

← ANTERIOR PRÓXIMO →

8 of 20 



### Contextualização

Existem várias formas de enquadrar os elementos numa imagem:

**Imagem com regra dos terços**      **Imagem centrada**

← ANTERIOR PRÓXIMO →

9 of 20 



### Composição

Relembre os dois enquadramentos referidos anteriormente e a possibilidade de o veado não estar enquadrado

← ANTERIOR PRÓXIMO →

10 of 20 



**\***

Escolha a ordem pela qual os sons aparentam representar os seguintes enquadramentos:

- centrado, regra dos terços, normal
- regra dos terços, centrado, normal
- regra dos terços, normal, centrado
- nenhuma das anteriores
- normal, centrado, regra dos terços
- centrado, normal, regra dos terços
- normal, regra dos terços, centrado

← ANTERIOR PRÓXIMO →

11 of 20 



**Intensidade**



Adriana Nunes teste 05

SOUNDCLOUD Share

Cookie policy

← ANTERIOR PRÓXIMO →

12 of 20 



**Intensidade\***

Escolha a hipótese que aparenta representar o excerto de som apresentado anteriormente.

- Video mais escuro e de seguida mais claro
- Nenhuma das anteriores
- Video mais claro e de seguida mais escuro

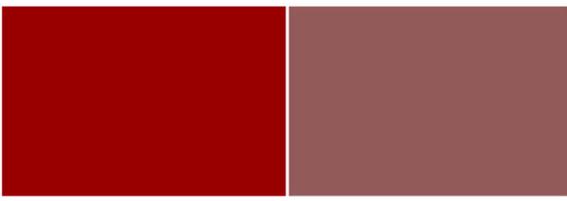
← ANTERIOR PRÓXIMO →

13 of 20 



### Contextualização

Uma mesma cor, com níveis de saturação diferentes:



vermelho com saturação de 100%      vermelho com saturação de 35%

← ANTERIOR      PRÓXIMO →

14 of 20

This slide shows a comparison of two red color swatches. The left swatch is a vibrant, saturated red, while the right swatch is a muted, desaturated red. The text above the swatches reads 'Contextualização' and 'Uma mesma cor, com níveis de saturação diferentes:'. Below the swatches, the text reads 'vermelho com saturação de 100%' and 'vermelho com saturação de 35%'. At the bottom, there are navigation buttons '← ANTERIOR' and 'PRÓXIMO →', and a progress indicator '14 of 20'.



### Saturação



← ANTERIOR      PRÓXIMO →

15 of 20

This slide shows a screenshot of a SoundCloud player. The player is displaying a red circle on a dark background. The text above the screenshot reads 'Saturação'. Below the screenshot, there are navigation buttons '← ANTERIOR' and 'PRÓXIMO →', and a progress indicator '15 of 20'.



### Saturação\*

Escolha a hipótese que aparenta representar o excerto de som apresentado anteriormente.

Cor menos saturado para mais saturado

Nenhuma das anteriores

Cor mais saturado para menos saturado

← ANTERIOR      PRÓXIMO →

16 of 20

This slide shows a multiple-choice question. The text above the question reads 'Saturação\*' and 'Escolha a hipótese que aparenta representar o excerto de som apresentado anteriormente.'. Below the question, there are three radio button options: 'Cor menos saturado para mais saturado', 'Nenhuma das anteriores', and 'Cor mais saturado para menos saturado'. At the bottom, there are navigation buttons '← ANTERIOR' and 'PRÓXIMO →', and a progress indicator '16 of 20'.



**Grau de felicidade**



Adriana Nunes  
teste 07

SOUNDCLOUD  
Share

Cookie policy

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

17 of 20



**Grau de felicidade\***

Classifique o grau de felicidade que parece corresponder ao excerto musical

Triste

Indiferente

Feliz

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

18 of 20



**Grau de felicidade**



Adriana Nunes  
teste 08

SOUNDCLOUD  
Share

Cookie policy

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

19 of 20





**Grau de felicidade\***  
Classifique o grau de felicidade que parece corresponder ao excerto musical

Triste  Indiferente  Feliz

← ANTERIOR ENVIAR

20 of 20 

  
**Thank You!**  
Your submission has been received!





## **Apêndice B**

—

Respostas ao questionário realizado na primeira fase de avaliação do sistema











## **Apêndice C**

—

Questionário realizado na segunda fase  
de avaliação do sistema





## Questionário — Sonificação

Este questionário foi desenvolvido no contexto académico e procura compreender a eficácia do mapeamento de vídeo em som. Todos os sons que vai ouvir são gerados automaticamente fruto de um sistema capaz de analisar vídeo e o transformar em som.

20 Questions

START →

## Importante

Antes de iniciar os testes certifique-se de que está a utilizar auscultadores.

2 Questions

PRÓXIMO →



## Importante

**Idade\***  
Indique o intervalo representativo da sua idade

< 18     18 a 25     26 a 35  
 > 35

PRÓXIMO →



### Conhecimento musical\*

Como classifica o seu conhecimento musical, sendo 0 muito mau e 5 excelente

<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2
<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

← ANTERIOR | PRÓXIMO →

2 of 20

### Parte I

De seguida serão apresentados 3 vídeos acompanhados de um excerto musical automaticamente gerado pelo sistema. Para cada vídeo vai ser pedida uma apreciação de 0 a 5 de quão bem o som representa o vídeo.

8 Questions

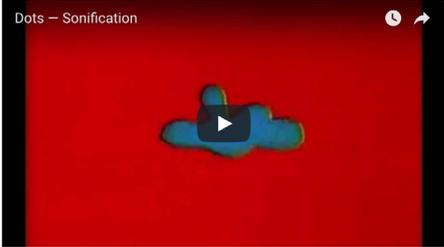
← ANTERIOR | PRÓXIMO →



### Parte I

Norman McLaren

Dots – Sonification



← ANTERIOR | PRÓXIMO →

3 of 20



**Quão bem acha que o som corresponde à imagem**  
 sendo 0 não corresponde de todo e 5 corresponde na perfeição

ex: 0

Inira a sua avaliação de 0 a 5

Observações que queira acrescentar

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

4 of 20



**Junkopia**  
 Chris Marker



← ANTERIOR

PRÓXIMO →

5 of 20



**Quão bem acha que o som corresponde à imagem**  
 sendo 0 não corresponde de todo e 5 corresponde na perfeição

ex: 0

Inira a sua avaliação de 0 a 5

Observações que queira acrescentar

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

6 of 20



### Shapes: Demo

Adriana Nunes

Shapes: demo – Sonification

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

7 of 20



### Quão bem acha que o som corresponde à imagem

sendo 0 não corresponde de todo e 5 corresponde na perfeição

ex: 0

Insira a sua avaliação de 0 a 5

Observações que queira acrescentar

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

8 of 20



### Balls

Adriana Nunes

Balls – Sonificação

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

9 of 20



Quão bem acha que o som corresponde à imagem  
sendo 0 não corresponde de todo e 5 corresponde na perfeição

Inira a sua avaliação de 0 a 5

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

10 of 20 

**Parte II**

Nesta secção serão apresentados excertos de dois vídeos diferentes com a mesma sonificação. Para cada conjunto deverá indicar a qual dos vídeos pensa corresponder o som.

6 Questions

← ANTERIOR

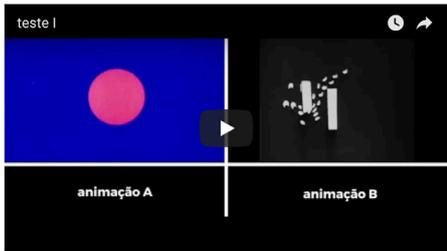
PRÓXIMO →



**Parte II**

Identifique a qual dos vídeos a música pertence  
Quando achar que sabe a resposta avance para responder

teste I



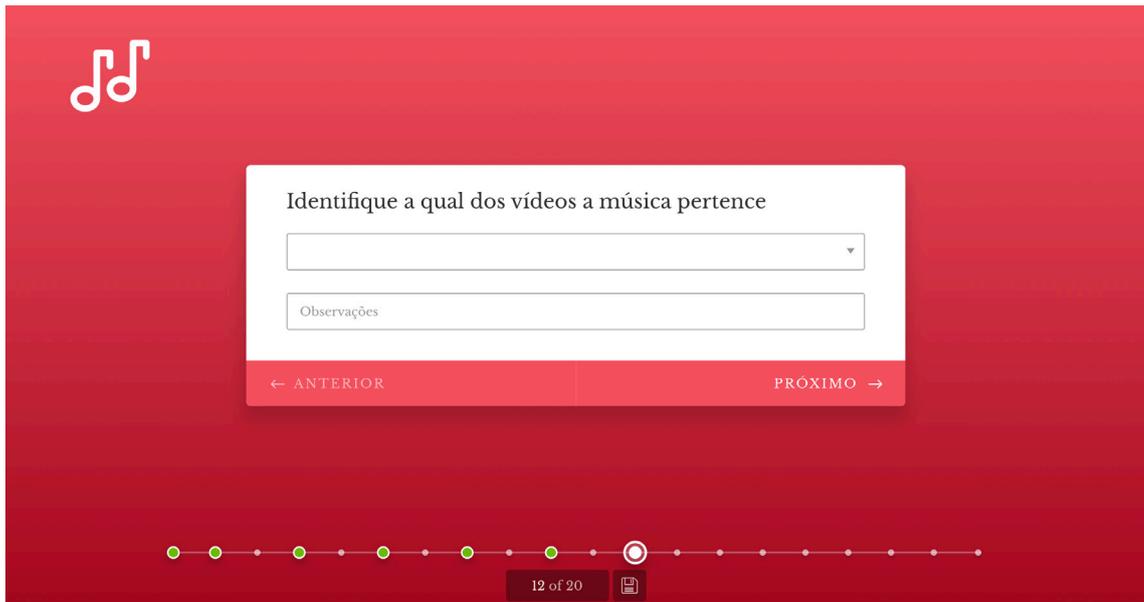
animação A

animação B

← ANTERIOR

PRÓXIMO →

11 of 20 



Identifique a qual dos vídeos a música pertence

Observações

← ANTERIOR PRÓXIMO →

12 of 20

This screenshot shows a quiz question on a red background. At the top left is a white musical note icon. The question text is "Identifique a qual dos vídeos a música pertence". Below it is a dropdown menu and a text input field labeled "Observações". At the bottom of the question box are two buttons: "← ANTERIOR" and "PRÓXIMO →". Below the question box is a progress indicator consisting of a horizontal line with 20 dots, the 12th of which is highlighted. Below the progress indicator is a small box containing "12 of 20" and a document icon.



Identifique a qual dos vídeos a música pertence

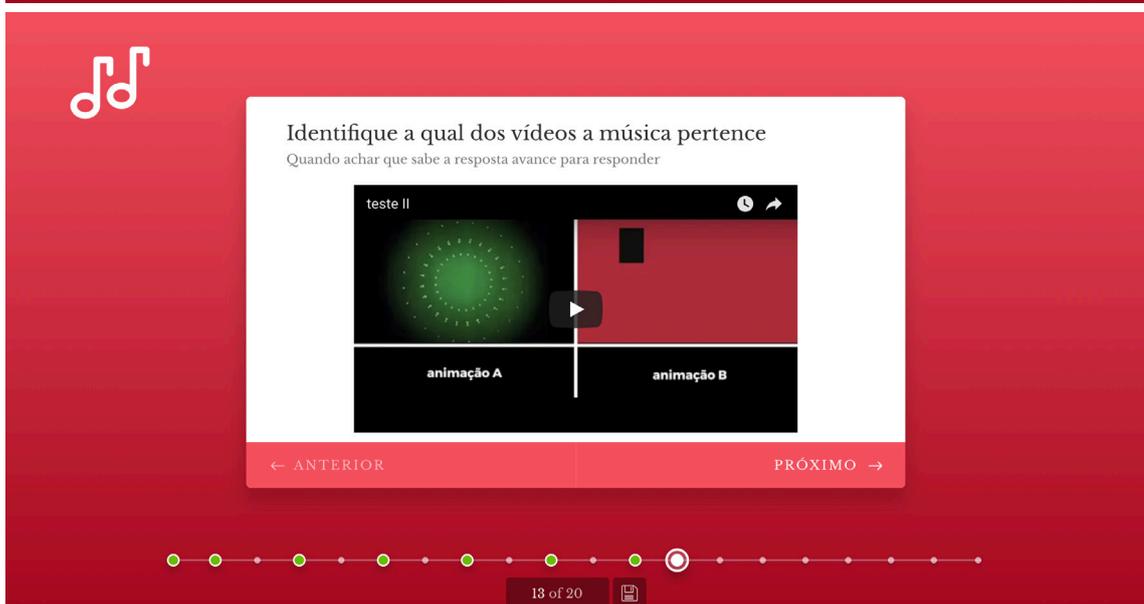
Animação A

Animação B

← Nenhuma das anteriores →

12 of 20

This screenshot shows the same quiz question as above, but with the dropdown menu open. The menu items are "Animação A", "Animação B", and "← Nenhuma das anteriores →". The rest of the interface, including the question text, observation field, and navigation buttons, remains the same.



Identifique a qual dos vídeos a música pertence

Quando achar que sabe a resposta avance para responder

teste II

animação A

animação B

← ANTERIOR PRÓXIMO →

13 of 20

This screenshot shows the quiz question with a video player embedded. The video player has a title "teste II" and a play button. The video content is split into two parts: "animação A" on the left and "animação B" on the right. The rest of the interface, including the question text, observation field, and navigation buttons, remains the same.



Identifique a qual dos vídeos a música pertence



← ANTERIOR PRÓXIMO →

14 of 20 



Identifique a qual dos vídeos a música pertence

Quando achar que sabe a resposta avance para responder

teste III

animação A      animação B

← ANTERIOR PRÓXIMO →

15 of 20 



Identifique a qual dos vídeos a música pertence



← ANTERIOR PRÓXIMO →

16 of 20 

### Parte III

Esta última parte será bastante semelhante à anterior. Neste caso, a paleta de cores é a única variável que difere um vídeo do outro. Assim, quando tentar identificar a qual dos vídeos o som corresponde, deverá analisar as paletas de cor e escolher a que lhe parece ser mais adequada ao som.

4 Questions

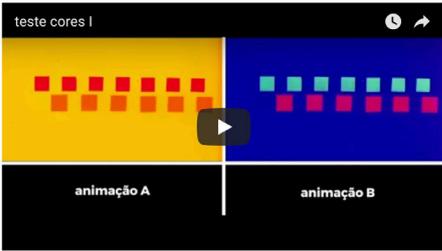
← ANTERIOR PRÓXIMO →



### Parte III

#### Identifique a qual dos vídeos a música pertence

Quando achar que sabe a resposta avance para responder



← ANTERIOR PRÓXIMO →

17 of 20 



#### Identifique a qual dos vídeos a música pertence

Observações

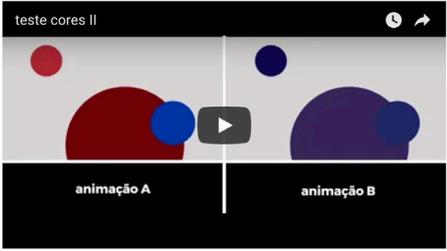
← ANTERIOR PRÓXIMO →

18 of 20 



Quando achar que sabe a resposta avance para responder  
Quando achar que sabe a resposta avance para responder

teste cores II



← ANTERIOR

PRÓXIMO →

19 of 20



Identifique a qual dos vídeos a música pertence

Observações

← ANTERIOR

ENVIAR

20 of 20



**Thank You!**  
Your submission has been received!



## **Apêndice D**

—

Respostas ao questionário realizado na segunda fase de avaliação do sistema



Idade	Conhecimento musical (0 a 5)	Questão 1 (avaliar de 0 a 5)	Questão 1 (observações)
26 a 35	1	5	
18 a 25	3	4	
18 a 25	2	4	
26 a 35	5	3	confuso se produz som quando chega ao fim do "buraco"
18 a 25	4	4	
18 a 25	3	4	
18 a 25	2	3	
18 a 25	4	4	pareceu me que por vezes são disparadas notas sem haver movimento correspondente no vídeo, por vezes também o contrário mas acho menos preocupante. mas no geral está bom. há uma ou outra que não é super consonante que podia, talvez, ser substituída
18 a 25	4	4	
18 a 25	3	3	os pontos no fim do vídeo tornam-se maiores e mais "explosivos", talvez pedisse uma intensificação do som
18 a 25	3	1	Esperava que o som tivesse mais ligado com o movimento da "bola"
18 a 25	2	4	
18 a 25	4	3	Começou bem, mas à medida que os padrões foram ficando mais complexos o som não acompanhou esse aumento de complexidade
26 a 35	2	5	
18 a 25	3	4	
18 a 25	3	3	Deveria existir mais sincronia
18 a 25	2	4	
18 a 25	1	3	
18 a 25	3	3	
18 a 25	3	4	
18 a 25	3	3	
18 a 25	2	3	
18 a 25	2	2	
26 a 35	4	3	Apesar de, inicialmente, corresponder bem, depois torna-se muito repetitivo, apesar da imagem se tornar um pouco mais complexa.
26 a 35	1	3	
18 a 25	3	4	
18 a 25	4	4	
18 a 25	3	4	Os primeiros 30s estão perfeitos, depois disso começa a falhar na representação dos "pontos". É uma falha particular neste vídeo porque o expectador, depois dos primeiros 30 segundos, é levado a antecipar uma correspondência exata com os "pontos", algo que o programa deixa de fazer quando estes se tornam mais elaborados. (Necessitava de múltiplas vezes)
18 a 25	3	5	

APÊNDICE D

Questão 2 (avalia de 0 a 5)	Questão 2 (observações)
3	
3	
4	
2	apenas esta a fazer musica ambiente
3	
4	
2	
3,5	Continua a chatear me que hajam notas disparadas sem razao aparente (sem movimento no video). nos 2m3s algo correu mal. no inicio nao me chateou as notas mais dissonantes porque o video é sombrio mas aqui foi imediatamente ao lado (1/2 tom ao lado), ainda para mais na mudança de acorde. o instrumento que esta a fazer a melodia ( a solar vá ) é muito berrante. devia ou estar mais baixo ou ser uma cena continua talvez, a complementar os acordes
4	
5	as transições de imagem correspondiam aos sons mais sonantes. tanto imagem como som me transmitiram melancolia
4	O som da um efeito de calma e acompanha bem as imagens
3	
5	Relação menos óbvia que no vídeo anterior, mas gostei bastante da forma como a música liga ao vídeo
2	
5	
2	
4	
4	
4	
3	
4	
1	
4	
5	Apesar de não ser uma correspondência directa como no primeiro exemplo, o som liga muito bem com o mood das imagens
2	
3	
3	
5	Excelente nas transições, pena que não consiga "registar o vento", mas percebo que seja muito difícil.
5	Acrescento que o video está um pouco comprido

Questão 3 (avaliar de 0 a 5)	Questão 3 (observações)
4	
5	
4	
4	ver: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VGfayDKveAs">https://www.youtube.com/watch?v=VGfayDKveAs</a>
4	
3	
3	
3,5	quando a bola se move mais rapido o programa nao consegue acompanhar
4	
5	o movimento do som foi descrito no movimento da bola
4	Melhor do que o primeiro, o inicio parece não estar completamente coordenado
4	
5	A música acompanhou a complexidade do vídeo, ao contrário do Dots
2	
3	
3	Deveria existir mais sincronia
5	
4	
3	
4	
4	
4	
4	
4	
4	Quando vemos mais círculos pequenos a aparecer gradualmente, estamos à espera de ouvir mais repetições do som em sim. Algo que podia ser melhorado seria o facto de movimentos diferentes das mesmas formas serem interpretados de forma diferente. No momento em que a bola tem um efeito de deslize e não de queda, não ser dada uma nota única mas um "slide" entre duas notas.
2	
3	
5	
4	
5	

APÊNDICE D

Questão 4 (avaliar de 0 a 5)	Questão 4 (observações)
2	
4	
3	
3	ver este também: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=_7wKjTF_Rli">https://www.youtube.com/watch?v=_7wKjTF_Rli</a>
0	
3	
2	
3	este parece aleatorio. ha zonas que nao ha nada no ecrã e continua a tocar como estava antes
3	
2	não consigo perceber a relação entre o som e o movimento na imagem
2	Não pareceu estar muito coordenado
3	
4	Ainda melhor que o Dots, mas não gostei como do anterior
3	
0	
0	Completamente descincronizado
3	
2	
2	
3	
2	
1	
1	
4	
1	
2	
0	
0	lol
2	As 'balls' de Adriana Nunes não parecem enquadrar muito bem no som

Questão 5 (observações)	Questão 5 (observações)	Questão 6 (escolha múltipla)	Questão 6 (observações)	Questão 7 (escolha múltipla)	Questão 7 (observações)
Animação A		Animação A		Animação B	
Animação A		Animação B		Animação B	
Animação A		Animação B		Animação A	
Animação A		Animação A	O estilo da musica identifica-se melhor com o video A	Animação B	o movimento "aleatorio" dos carros melhor parece os sons
Nenhuma das anteriores		Animação A		Nenhuma das anteriores	
Animação B		Animação A		Nenhuma das anteriores	
Animação A		Nenhuma das anteriores		Animação A	
Animação A	parece a A mas com o som dessincronizado	Animação A	talvez a A	Animação B	
Animação A		Animação A		Animação B	
Animação A		Animação A		Animação A	movimentos mais calmos e leves, como o som
Animação A		Animação A		Nenhuma das anteriores	Os dois excertos parecem de alegria e a música mais nostálgica
Nenhuma das anteriores		Animação A		Nenhuma das anteriores	
Animação A		Animação A		Animação A	
Nenhuma das anteriores	As imagens estão um pouco atrasadas e não "batem" certo com alguns acordes	Animação A		Animação B	
Animação A		Animação A		Animação A	
Animação B	A animação A já me é conhecida	Animação A	Sincronia e remete para a ideia de espectro tal como o som	Animação B	Sincronia
Animação A		Animação A		Animação B	
Animação A		Animação A		Animação B	
Nenhuma das anteriores		Nenhuma das anteriores		Animação B	
Animação A		Animação A		Animação B	
Nenhuma das anteriores		Animação A		Animação A	
Animação A		Animação A		Animação B	
Animação A		Animação A		Animação B	
Animação A		Animação A		Animação B	
Nenhuma das anteriores		Animação A		Nenhuma das anteriores	
Animação A		Animação A		Animação B	
Nenhuma das anteriores		Animação A		Nenhuma das anteriores	
Animação A		Nenhuma das anteriores		Nenhuma das anteriores	
Animação B		Animação A		Animação A	

APÊNDICE D

<b>Questão 8 (escolha múltipla)</b>	<b>Questão 8 (observações)</b>	<b>Questão 9 (escolha múltipla)</b>	<b>Questão 9 (observações)</b>
Animação A		Animação B	
Animação A		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B	Contraste ajuda a contar a historia melhor	Animação A	Paleta mais diversificada traduz-se em melhor entendimento visual
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação B	
Animação A		Animação A	
Animação A		Animação A	
Animação B	o som pareceu-me mais adequado a cores mais frias	Animação A	
Nenhuma das anteriores		Animação A	
Nenhuma das anteriores		Animação B	
Animação B		Animação A	
Animação B	Apesar de serem semelhantes	Animação A	A diferenciação das cores dá uma percepção melhor das notas
Animação A		Animação B	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação B		Animação A	
Animação A		Animação B	
Animação B		Animação A	
Animação A		Animação B	
Animação B		Animação A	
Nenhuma das anteriores		Animação A	
Animação B		Nenhuma das anteriores	
Animação B		Animação A	



