



A heterogeneidade na representação da informação musical: proposta de uma ontologia para a música

Maria João Albuquerque^a, H. Sofia Pinto^b, José Borbinha^b

^aINET-md/ Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa;

^bINESC-ID, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Resumo

O crescimento da Internet e o conseqüente aumento do volume de informação de conteúdo musical trouxe novos desafios ao problema da descrição, consulta e partilha deste tipo de informação. Verifica-se assim uma enorme heterogeneidade estrutural e semântica ao nível da representação da informação musical em catálogos de bibliotecas, arquivos e museus, em bases de dados de universidades e centros de I&D, e igualmente em bases de dados contendo informação musical digital, como é o caso de serviços de *streaming* de música digital. Esta heterogeneidade é uma barreira à partilha e reutilização dessa informação, o que pode ser intencional em casos de serviços comerciais (sendo uma forma de cada serviço se tentar diferenciar dos outros), mas certamente indesejado em contextos científicos, onde a colaboração deve ser desejada.

Partindo de um caso prático com motivação científica, no âmbito de uma recolha de informação sobre músicos (entidade) e respetiva obra, formação, carreira profissional e associações profissionais (relacionamentos), foi efetuado o levantamento dos esquemas de informação atuais potencialmente relevantes para este fim. Não tendo sido encontrado nenhum esquema que sirva para os objetivos deste projeto, esta recolha deverá agora suportar o processo de definição de uma ontologia que permita atingir os objetivos do projeto, em que se inclui ainda a interoperabilidade com outras bases de dados e catálogos.

Palavras-chave: Modelos conceituais para a informação musical, Música, Ontologia, Linked Open Data.

Introdução

O projeto FCT 02/SAICT/2017- 32624 visa estudar as condições materiais da atividade quotidiana da profissão de músico em Portugal desde o início do reinado de José I (1750) até à integração de Portugal na então CEE (1985). Pretende-se desta forma construir uma base de dados que reúna o resultado da pesquisa efetuada nos arquivos das sucessivas associações profissionais de músicos ativas em Lisboa desde meados do século XVIII: os arquivos históricos da Irmandade de Santa Cecília (ISC) e da sua sucessora, o *Montepio Philarmónico* (MP), e os arquivos do Sindicato dos Músicos (SM)ⁱ.

Um desafio deste projeto está na impossibilidade de se definir à partida um esquema fixo para a informação que se vai recolher e se pretende estruturar e registar, já que sendo um projeto de investigação, a definição desse esquema será parte da própria investigação a levar a cabo. Desta forma entende-se pertinente considerar uma solução tecnológica assente numa ontologia de modo a garantir uma gestão de forma flexível dos conceitos usados na representação deste domínio e das suas relações, e posteriormente permitir a sua partilha com outras bases. Ao contrário dos esquemas de informação que geralmente definem as estruturas das bases de dados relacionais, os sistemas de informação que utilizam ontologias na sua base de conhecimento podem ter mais flexibilidade, que é o que se pretende para este caso (as desvantagens por seu lado são a maior complexidade em gerir e explorar depois essa

informação, o que, no entanto, esperamos neste projeto seja compensado com a flexibilidade dessa forma garantida).

Nos últimos doze anos verificou-se um crescente interesse pelas ontologias musicais como forma de melhorar a partilha da informação musical heterogénea, quer em utilizações comerciais, quer para fins de divulgação cultural. Lúcia Café e Camila Barros (2017) realizaram um levantamento dos trabalhos sobre ontologias musicais presentes nas bases científicas LISA e Scopus e em trabalhos oriundos das conferências da *International Society for Musical Information Retrieval* (ISMIR), tendo recuperado 102 documentos sobre esta temática, produzidos entre 1996 e 2016, o que é revelador do interesse pelo uso desta tecnologia, principalmente a partir de 2006.

Neste artigo pretende-se apresentar as ontologias de música mais significativas, desenvolvidas recentemente, tendo em vista a sua possível reutilização para a criação de uma ontologia aplicada ao projeto em causa.

1. A Obra Musical e a sua representação

A natureza da Obra Musical em si é muito difícil de representar podendo coexistir para a mesma Obra um conjunto ilimitado de Expressões, como é o caso das Variações, Arranjos, Transcrições, Orquestrações, etc., que podem ser descritas de forma diversa. Há ainda o aspeto da performance, que pode dar lugar à construção de várias Expressões.ⁱⁱ

Por outro lado, a terminologia específica e, simultaneamente, os códigos escritos não linguísticos a que recorre a música não são contemplados pelos padrões de catalogação utilizados para a documentação bibliográfica.

O modelo conceptual dos *Functional Requirements for Bibliographic Records* (FRBR), resultante do trabalho realizado por um grupo de estudo da *International Federation of Library Associations and Institutions* (IFLA) entre os anos de 1992 e 1997 e publicado em 1998, veio trazer a abstração necessária à descrição da obra musical, utilizando o conceito entidade-relacionamento para o desenvolvimento de sistemas de informação, onde estão relacionadas as entidades Obra, Expressão, Manifestação e Item; Pessoa e Entidade Coletiva, sendo que cada uma possui diversos atributos.

A sua aplicação às normas de descrição bibliográfica deu origem a recentes desenvolvimentos nas regras de catalogação, com impacto nas práticas de catalogação de música, como é o caso das normas de catalogação RDA (*Resource Description and Access*), que em junho de 2018 conheceu uma nova versão e na qual estão consolidados os modelos conceituais FRBR, FRAD (*Functional Requirements for Authority Data*) e FRSAD (*Functional Requirements for Subject Authority Data*)ⁱⁱⁱ.

O projecto RISM (*Répertoire International des Sources Musicales*)^{iv}, pretende centralizar num catálogo único online todas fontes de música (manuscritos, impressos, libretos e obras teóricas), assente na aplicação Muscat – RISM's que utiliza o formato MARC21, ao qual anexou um campo para a introdução do *incipit* musical. Por não apresentar um modelo conceptual na sua base, este formato apresenta algumas fragilidades, nomeadamente a não distinção entre Expressão e Manifestação e a respetiva relação com o Item. Por outro lado, deixa de fora os registos sonoros e os registos em vídeo, impossibilitando a descrição de peças de música contemporânea.

Outra iniciativa partiu da Biblioteca do Congresso em 2012, o BIBFRAME, que pretende criar um novo formato de descrição bibliográfica, fundamentado em técnicas de *Linked Data*, que garanta a transição dos registos em formato MAR21, para um modelo baseado nos relacionamentos entre recursos (relações Obra-Obra; relações Obra-instância; relações Obra-criador), através da representação formal de entidades por meio de Classes RDF e a utilização de *Uniform Resource Identifier* (URI).

Paralelamente, assistimos ao desenvolvimento na internet de fontes de informação enciclopédicas de conteúdo livre sobre música, mantidas e alimentadas por uma comunidade, como é o caso da **MusicBrainz**^v, da MetaBrainz Foundation, na Califórnia, ou a **Wikipedia**^{vi}, da Fundação Wikimedia, na Califórnia, que desenvolveu um Portal Música^{vii} e que utilizam uma organização semântica dos dados recolhidos, diversa dos formatos usados nas normas de carácter bibliográfico referidas anteriormente.

Enquanto os organismos promotores de normas para a descrição bibliográfica de música, como é o caso da IFLA ou do RISM, ou ao IAML (International Association of Music Libraries, Archives and Documentation Centres) procuram encontrar soluções que garantam a homogeneidade na descrição da informação de conteúdo musical, o mesmo se pode dizer dos vários projetos que têm surgido, debaixo da designação de *Musical Information Retrieval* (MIR), e *Music Data Mining* (MDM), alguns divulgados através da *International Society Musical Information Retrieval*^{viii}, que procuram desenvolver ferramentas e aplicar técnicas automáticas de recuperação de informação musical.

A *Music Encoding Initiative* (MEI), sediada na Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Alemanha, tem desenvolvido esforços para definir um conjunto de regras para representar documentos e estruturas musicais, através da linguagem XML (*Extensible Markup Language*). Utilizando como modelo conceptual o modelo FRBR, esta iniciativa pretende alcançar um padrão normalizado de obtenção e registo de dados em catálogos, de forma a que, no longo prazo, seja desenvolvido um conjunto de metadados relativos à Obra (*work-related*) que possam ser facilmente comparados, consultados ou reutilizados.

Por seu turno o projeto *Single Interface for Music Score Searching and Analysis* (SIMSSA), é um fórum que reúne iniciativas que, utilizando as mais recentes tecnologias de reconhecimento ótico de música (OMR) e o formato IIF (*International Image Interoperability Framework*), conseguem, através da extração da informação semântica das partituras, criar ferramentas de pesquisa e análise em grandes coleções de música digital. Destas iniciativas destacam-se os projetos *Musiconn* *Notesuche* da Biblioteca Estatal da Baviera, Munique^{ix}, Alemanha, o *Verovio*^x, desenvolvido pela agência RISM da Suíça e o *Cantus Ultimus*^{xi}, coordenado pelo Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology (CIRMMT), McGill University, Canadá.

Simultaneamente, e numa perspetiva comercial, desenvolveram-se aplicações que gerem grandes coleções de informação áudio, na forma digital, disponibilizadas de modo generalizado na internet, através de serviços de *streaming*.

O **Spotify** é o serviço mais popular, e mais utilizado no mundo, de *streaming* de música, *podcast* e vídeo musical, desenvolvido pela empresa Spotify AB em Estocolmo, Suécia, desde 2008. Tem associado um conjunto de aplicações que permitem criar *playlists* e interagir com blogs, sites e perfis das redes sociais, entre outras. Dado o volume crescente de informação musical digital armazenada, o Spotify tem desenvolvido aplicações que permitem a recuperação e seleção da informação musical, como é o caso da *Spotify Web API*^{xii}.

Outros serviços concorrentes, e igualmente populares, como o **iTunes**^{xiii} ou o **Songbird**^{xiv}, apresentam aplicações idênticas, como a criação de *playlists* e a partilha das mesmas entre utilizadores, mas, embora contenham dados semelhantes estes serviços não interagem entre si.

Por último, existem ainda aplicações para *smartphone* que, usando o microfone do dispositivo, podem identificar músicas, filmes, publicidade e programas de televisão, com base na reprodução de uma pequena amostra áudio, como é o caso do Sound Hound^{xv} e do Shazam^{xvi}, entre outros.

O **Shazam**, fundado em 1999 por Chris Barton, Philip Inghelbrecht, Avery Wang e Dhiraj Mukherjee, é um aplicativo desenvolvido pela Shazam Entertainment Ltd. (UK), tendo sido comprada pela Apple

Inc., a 11 de dezembro de 2017. O software, que está disponível para Android e IOS, identifica músicas através da recolha de uma amostra áudio de 10 segundos, que é analisada, através de um gráfico de frequência temporal chamado espectrograma, para, posteriormente procurar uma correspondência num banco de dados de mais de 11 milhões de músicas:^{xvii} Existe alguma literatura sobre a forma como é efetuado o reconhecimento áudio, mas desconhecemos como é efetuada a descrição do conteúdo desta enorme base de informação áudio digital.

2. As ontologias de música

Vamos analisar o estado da arte referenciando algumas ontologias musicais, com vista à sua possível reutilização: Music Ontology Framework, DOREMUS, MusicNote Ontology e Performed Music Ontology.

2.1. Music Ontology Framework

O projecto **OMRAS**: Online Music Recognition And Searching (NSF/JISC Digital Libraries Initiative, 1999-2002) e o projecto **OMRAS2**: A Distributed Research Environment for Music Informatics and Computational Musicology (EPSRC grant EP/E017614/1, 2007-2010) desenvolvidos pelo *Centre for Digital Music* da Queen Mary University, London^{xviii}, Reino Unido, sob a direção do Prof Mark Sandler, têm produzido várias ontologias e ferramentas que permitem uma descrição semântica da música nas vertentes composição, interpretação, produção, descrição bibliográfica e descrição áudio. Este conjunto de ontologias constitui a **Music Ontology Framework**^{xix}, lançada em 2006, que reutiliza e acrescenta conceitos de quatro ontologias: (1) *Timeline*, (2) *Event*, (3) *FRBR*, (4) *Friend of a Friend* (FOAF).

As ontologias *Timeline* e *Event* permitem definir descrições gerais dos eventos musicais no domínio temporal, fazendo um mapeamento entre as diferentes linhas do tempo e a sua relação com os eventos e os agentes, passivos e ativos. A ontologia *FRBR*, já mencionada anteriormente, é usada para descrever as relações entre Criador e Obra; entre Obra e Expressões; entre Expressões e Manifestações. A ontologia *FOAF* permite a relação entre as descrições e os recursos WEB e as redes sociais.

A Music Ontology Framework apresenta ainda várias extensões: Temperamento, Notação simbólica, Acordes, Dispositivo, Tonalidade, Género, Recursos Áudio, Vamp Plug-ins.

A ontologia *Temperamento* trabalha com descrições relativas à afinação e aos temperamentos; a ontologia *Notação simbólica* é relativa ao solfejo e descreve os elementos da notação musical da música ocidental, que definem as alturas e as durações dos sons, como as notas as figuras, as claves, etc. A ontologia *Acordes*, como o nome indica, está relacionada com os conjuntos harmónicos de notas, os encadeamentos, modulação e a armação de clave. Outra extensão da Music Ontology é relativa ao *Dispositivo*, que utiliza uma taxonomia dos instrumentos extraída da *Musicbrainz Instrument Taxonomy*, que está descrita seguindo as instruções do *Simple Knowledge Organisation* (SKOS) (Miles, Brickley, 2005, cit. por Raimond, 2007). Foi ainda desenvolvida uma ontologia relativa à *Tonalidade* (*Key ontologie*) que permite a descrição das tonalidades utilizadas relativamente à performance e das transposições efetuadas e uma taxonomia para o *Género* (*Genre Taxonomy*), que foi efetuada utilizando a *dbpedia*^{xx}, para descrever os géneros musicais e as suas relações entre eles e com a performance. A ontologia sobre os *Recursos Áudio* fornece um conjunto de conceitos básicos e relações para descrever o *output* de um recurso áudio, que permita a sua troca entre sistemas (para o caso de trabalhos de *mushup* efetuados por DJ). Finalmente a ontologia *Vamp plug-ins* permite identificar as transformações de uma fonte áudio através de Vamp plug-ins^{xxi} (Raimond, Abdallah, Sandler, 2007).

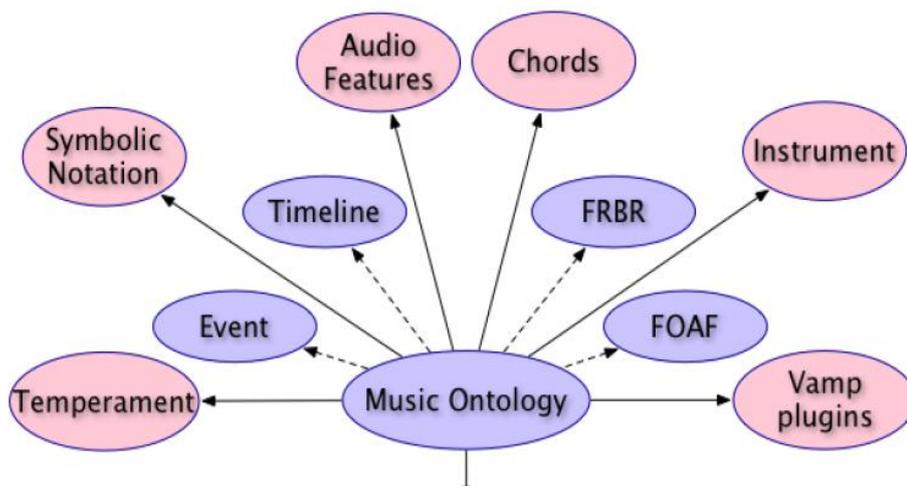


Figura 1: **Music Ontology Framework**. Retirado de Isophonics.net [consultado a 21 jun. 2018]

2.2. DOREMUS

Lançado em 2014, o projecto **DOREMUS** (financiado pela Agence Nationale de la Recherche, França) reuniu três grandes instituições culturais, a Biblioteca Nacional de França, a Philharmonie de Paris e a Radio France, laboratórios de investigação na área das Ciências e Tecnologias da Informação e da Comunicação, e uma instituição especializada na aplicação de tecnologias da web semântica ao domínio da música.

O objetivo do projeto é o de permitir às instituições culturais, aos editores e aos distribuidores, assim como à comunidade de interesse de dispor de modelos de descrição comuns (ontologias) e de referenciais partilhados multilíngues, bem como métodos de publicar e partilhar, conectar e enriquecer a descrição dos recursos musicais na web.

A ontologia DOREMUS baseia-se no modelo *FRBR-object oriented* (FRBRoo), o qual resulta da harmonização do modelo de referência FRBR e o *Conceptual Reference Model* (CIDOC-CMR), este último desenvolvido pelo International Council of Museums (ICOM), que fornece definições e uma estrutura formal para descrever os conceitos, implícitos e explícitos, e os relacionamentos usados na documentação relativa ao património cultural. O modelo FRBRoo é um modelo dinâmico que consegue descrever elementos que o modelo FRBR não consegue, como por exemplo os acontecimentos e a evolução dos objetos e das obras.

Por sua vez a ontologia DOREMUS pretende ser uma extensão do modelo FRBRoo, estando ligada aos dois modelos de referência: o FRBRoo e o CIDOC-CMR. É igualmente um modelo dinâmico, no qual a noção de *acontecimento* é central, permitindo descrever processos, mais do que resultados, adaptando-se, assim, à natureza da música. Como vimos anteriormente, uma Obra Musical pode ter diferentes expressões e diversas interpretações, estando sujeita a um conjunto de acontecimentos e atividades que podem intervir no processo criativo. Neste sentido, o *acontecimento* oferece uma flexibilidade maior para descrever toda esta complexidade.

Neste modelo dinâmico, a Obra não existe por si só, sendo sempre o resultado de um *acontecimento* ou de uma *atividade*. Os *acontecimentos* e as *atividades* estão presentes em todas as etapas do processo de modelação e permitem descrever o processo criativo e orgânico da Obra Musical. As *atividades* são realizadas por agentes (pessoas ou coletividades) num determinado momento e lugar e respondem a intenções ou influências que podem dar origem à criação de objetos, os quais podem ser utilizados noutras *atividades* e por outros agentes.

O modelo é composto pelos seguintes elementos base: Obra, Expressão, Acontecimento, Tipos, Denominações, Agentes.

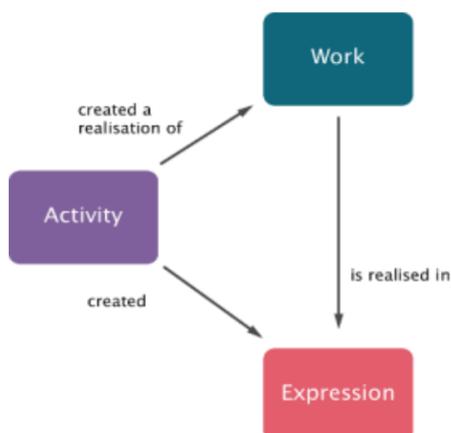


Figura 2: **Ontologia Doremus. Representação do processo de criação de uma expressão através de uma atividade.** Retirado de Choffé; Leresche, 2016

As relações base são expressas por três propriedades: *Identificação* (é identificado por), *Categorização* (é do tipo), *Descrição extensiva* (tem por nota). As outras propriedades fundamentais são: *Integra* (utilizado para indicar expressões que integram outras expressões), *utilizou o objeto específico* (este objeto pode ser uma ferramenta ou um conceito), *faz referência a* (noção alargada de referência para objetos ou atividades).

Para os conceitos de Obra e Expressão, a ontologia DOREMUS adota os conceitos do modelo FRBRoo, enquanto resultantes de uma atividade de criação, por oposição ao modelo FRBR que considera a Obra e a Expressão como entidades que existem por si ^{xxi}. Utiliza ainda o conceito de *Obra Complexa*, que é a classe que corresponde ao conceito Obra na FRBR. As várias Expressões de uma mesma Obra do mesmo compositor são agrupadas no seio de uma única Obra e os arranjos das Expressões por outros compositores podem também ser membros dessa *Obra Complexa*, pois utilizam a mesma Obra como o ponto de partida. Mas a citação de uma Obra noutra Obra já não a faz membro dessa *Obra Complexa*, pois esta última não toma a Obra citada como ponto de partida.

A ontologia DOREMUS, no entanto, faz um uso mínimo do conceito Obra e, em contrapartida, utiliza largamente os conceitos de Expressão da FRBRoo, agrupados em Obras Complexas. Deste modo, criou um conjunto de classes e propriedades para a descrição das obras musicais, através da sua Expressão, formando um Todo:

- a. Os títulos que podem ter diversos tipos de acordo com as propriedades (título principal, título traduzido, etc.).
- b. Números de catálogo e número de *Opus*.
- c. Número de Ordem, Tonalidade, Género, Dispositivo, Tempo de execução, Estilo, Agrupamentos musicais, Modo, Escala.

Esta ontologia apresenta ainda a descrição das relações entre as Expressões e a interpretação (a performance da Expressão), esta última é considerada igualmente uma Expressão que é tipificada conforme a escolha de uma edição particular da partitura (p.e. *Urtext*), o estilo de interpretação (p.e. interpretação da música antiga), a forma de representar (no caso das obras cénicas), etc. Faz ainda a descrição da gravação e da montagem e a descrição da edição de uma Expressão publicável.

Os referenciais, ou vocabulários controlados, utilizados pela DOREMUS foram extraídos do Musicbrainz, da Wikidata e da DBpedia, em conjunto com outros três referenciais complementares: o MIMO^{xxiii}, um thesaurus multilingue para os instrumentos de música ocidental, o AIBM^{xxiv}, para os repertórios de música vocal, e o RAMEAU^{xxv}, linguagem de indexação de assuntos utilizada em França, pela sua Biblioteca Nacional, bibliotecas universitárias, bibliotecas públicas e várias organizações privadas.

O projecto DOREMUS visa garantir a interoperabilidade dos dados das três instituições referidas. Para o efeito, foi criada esta ontologia que tomou o nome do projecto e a sua aplicação fez-se da seguinte forma: cada instituição manteve o seu conjunto de dados em RDF e os seus URI's, mas estes passaram a estar ligados uns aos outros através de um grafo pivot, atribuindo um URI «DOREMUS» aos recursos federados, através da relação *owl:sameAs*.

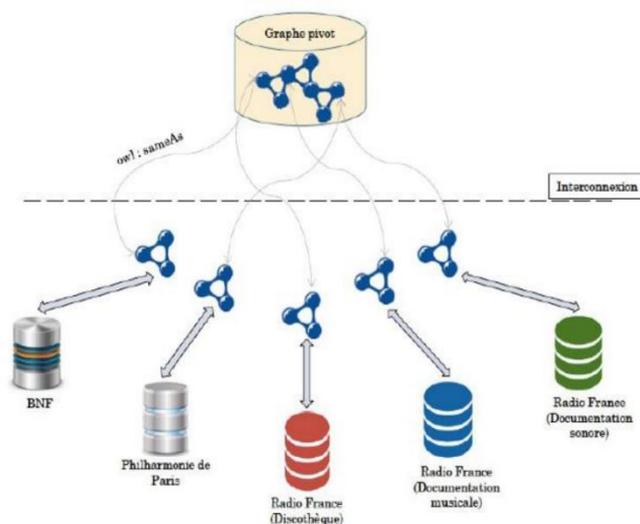


Figura 3: **Interconexão dos conjuntos de dados dos diferentes parceiros.** Retirado de Choffé; Leresche, 2016

Este projecto permitiu a interoperabilidade entre dados heterogêneos de música e colocou à disposição de outros utilizadores um conjunto de dados descritivos, ricos e confiáveis, produzidos por profissionais de documentação, para descrever Obras Musicais e os seus agentes criadores, que podem ser reutilizados em novas ferramentas.

2.3. MusicNote Ontology

Desenvolvida pelo *Centre d'études et de Recherche en Informatique et Communication* do *Conservatoire National des Arts et Metiers* (CEDRIC / CNAM)^{xxvi}, Paris, França, a **MusicNote Ontology** propõe uma análise semântica das partituras nado-digitais, criando um código semântico para a notação musical, que permita a análise musical automática em grandes coleções de partituras digitais. Com este modelo será possível pesquisar uma cadência específica, encadeamentos harmónicos, ou um segmento melódico num conjunto alargado de partituras ^{xxvii} (Cherfi et al, 2017).

Partindo do princípio que a grande maioria das partituras digitais são codificadas utilizando formatos baseados em XML, tais como o MusicXML^{xxviii}, MEI^{xxix}, ou MNX^{xxx}, e que cada nota pode ser descrita com atributos (altura, oitavas, alterações, durações, etc.), a ontologia MusicNote pretende capturar os conteúdos significativos da notação musical para os abstrair num código semântico.

Essencialmente, uma partitura é modelada de forma hierárquica, onde os nós extremos de mais baixa hierarquia são designados por *Voices* e os nós internos por *Parts* (ver Fig. 4). Uma *Voice* é uma sequência de eventos. *Evento* é uma classe que pode conter várias subclasses: *som* (*SoundEvent*), *texto*

ou sílabas para serem cantadas (*SyllEvent*), ou ainda qualquer indicação da partitura num determinado período (p.e. um sinal de intensidade). O *SoundEvent* pode ser ainda decomposto em *Nota* (que não se pode decompor), e *Acorde*, composto pelo menos por duas *Notas* com a mesma duração.

A classe *Part* pode ser refinada em: *grupo* (grupo de *parts*), que consiste num conjunto de *sub-parts*, p.e. o grupo de sopros e o grupo de cordas num concerto, e *parte* (a partitura de um único instrumento), a qual pode conter uma ou mais *Voices*.

Os compassos são representados ao nível da Classe *Part*, o que significa que as *Voices* de uma *Part* partilham a mesma extensão temporal de compassos.

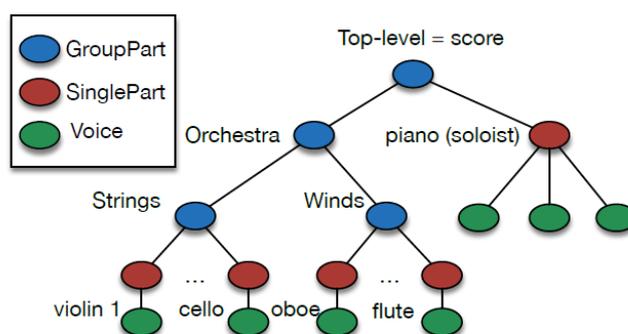


Figura 4: Estrutura hierárquica de uma partitura. (Cherfi et al, 2017)

Tal como na ontologia anterior, a MusicNote Ontology pretende capturar a essência dinâmica e orgânica da música, verificando-se que o elemento central é o acontecimento, através da classe *Evento*, no qual cada *Voice* é modelada como uma série de *Eventos* que se sucedem no tempo sem sobreposição.

2.4. Performed Music Ontology

Performed Music Ontology^{xxxi} é um projeto financiado pela Andrew W. Mellon Foundation para a Linked Data for Production (LD4P), liderado pelas bibliotecas da Universidade de Stanford, em colaboração com outras cinco bibliotecas: Columbia, Cornell, Harvard, Princeton e a Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos.

Neste projeto pretende-se criar uma extensão do BIBFRAME^{xxxii} para a descrição de registos áudio de performances, recomendando vocabulários de domínios específicos, relativos ao suporte físico em análise, que abrange os discos desde os primeiros fonogramas até às gravações digitais e à música em vídeo. Foram igualmente acrescentados identificadores para relacionar o registo áudio da performance com os catálogos temáticos dos compositores interpretados (Lorimer, 2017).

Foi ainda criada uma classe para representar a organização sonora utilizada na Obra gravada, não se limitando às organizações da música ocidental e permitindo a descrição de outros sistemas e notações musicais.

Outro aspeto desenvolvido foi a descrição do Meio de Performance (Medium of performance- MOP), que pretende identificar o dispositivo inicial da composição original e as variantes encontradas na performance, utilizando as designações *DeclaredMedium* (Obra original) e *PerformedMedium* (versão interpretada).

Uma vez que se trata de uma ontologia vocacionada para a descrição do registo sonoro de uma determinada performance, verifica-se a preocupação na descrição do Acontecimento relativamente à Obra em si, e simultaneamente a necessidade de identificação das características físicas do suporte físico

da gravação.

3. Conclusões

Da análise das quatro ontologias analisadas conclui-se:

- A (1) **Musical Ontology framework** utiliza as ontologias *Event* e *FRBR*, que poderão ser utilizadas para descrever a relação entre o Criador e a Obra.
- A BNF desenvolveu a ontologia (2) **DOREMUS**, baseada no modelo *FRBRoo* e no *CIDOC-CRM*, na qual a noção de *acontecimento* é central e onde o conceito de *Obra Complexa* é fundamental para a descrição dos vários agentes criadores da Obra musical.
- A (3) **MusicNote Ontology** utiliza uma organização hierárquica dos elementos constitutivos da partitura, propondo um modelo analítico das partituras digitais.
- Por último, a (4) **Performed Music Ontology** pretende ser uma extensão do modelo *BIBFRAME*, introduzindo o conceito de *Meio de Performance*, o qual distingue a Obra original da versão interpretada, dois conceitos fundamentais para definir os vários sujeitos criadores da Obra musical.

O próximo passo a traçar para a definição de uma solução tecnológica adaptada ao projeto FCT 02/SAICT/2017- 32624 será o de estudar a estratégia a tomar para a construção de uma ontologia que garanta uma gestão de forma flexível dos conceitos usados na representação deste domínio e das suas relações, que pode passar pela **reutilização**, ou seja, integrar por composição e/ou fusão as componentes relevantes das ontologias apresentadas ou outras, acrescentando os elementos em falta, ou o **desenvolvimento** de apenas de uma das ontologias estudadas, cujo âmbito seja o mais próximo do projeto. Outro aspeto a considerar é o de estudar a possível integração do modelo conceptual *Functional Requirements for Authority Data* (FRAD).

Referências bibliográficas

- CHERFI, Samira Si-said, et al (2017) – Ontology-Based Annotation of Music Scores. In *The Knowledge Capture Conference, Austin, TX, USA December 4–6, 2017* [em linha]. [Consult. 01 jun. 2018]. Disponível na Internet: URL:< https://www.researchgate.net/publication/321894687_Ontology-Based_Annotation_of_Music_Scores>. DOI: 10.1145/3148011.3148038
- CHOFFÉ Pierre.; LERESCHE, François (2016) – *DOREMUS : Connecting Sources, Enriching Catalogues and User Experience*. In *IFLA World Library and Information Congress, Columbus, OH, August 3-19, 2016*. [em linha]. Columbus: IFLA [Consult. 01 jan. 2018]. Disponível na Internet: URL: < <http://library.ifla.org/1322/1/093-choffe-fr.pdf>>
- DOVEY, Matthew J. (2004) – Overview of the OMRAS project: Online music retrieval and searching. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. ISSN:1532-2890. Vol.55, N. 12 (2004), p. 1100-1107
- FAZEKAS, György, et al. (2010) – An Overview of Semantic Web Activities in the OMRAS2 Project. *Journal of New Music Research* [em linha]. Vol. 39, N. 4 [Consult. 01 mai. 2018]. Disponível na Internet: URL: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09298215.2010.536555>>. DOI: 10.1080/09298215.2010.536555
- FUTORNICK, Michelle; LORIMER, Nancy. *Performed Music Ontology* . [Em linha]. LD4P. [Consult. 10 jul.2018] Disponível na Internet: URL: <<https://wiki.duraspace.org/display/LD4P/Performed+Music+Ontology>>
- ISOPHONICS.NET [Em linha]. Centre for Digital Music (C4DM; Queen Mary, University of London. [Consult. 21 jun. 2018]. Disponível na Internet: < <http://isophonics.net/content/studio-ontology>>
- LORIMER, Nancy (2017) – Linked Data for Performed Music : an extension to *BIBFRAME 2.0* for production & archival cataloging of sound recordings & music videos. In *ALA Midwinter 2017, Atlanta, 20-24*

jan. 2017 [em linha]. [Consult. 01 jun. 2018]. Disponível na Internet: URL:< <https://www.loc.gov/bibframe/news/source/an2016-nancy-linkeddata-update.pptx> linked data for music performance>

RAIMOND, Yves ; SANDLER, Mark (2012) – Evaluation of the Music Ontology Framework. In Simperl, Elena, et al, ed. lts. [e-book] – *The Semantic web : Research and Applications : 9th. Extended Semantic Web Conference, EWC, Herakion, Crte, Greece, May 27-31, 2012*. Heidelberg : Springer. ISBN 9783642302848

RAIMOND, Yves, et al. (2007) – The Music Ontology. *Austrian Computer Society (OCG)* [em linha] [Consult. 01 jun. 2018]. Disponível na Internet: URL:< <http://raimond.me.uk/pubs/Raimond-ISMIR2007-Submitted.pdf>>

USCHOLD, M., et al. (1997) – *The Enterprise Ontology*. Edinburgh : AIAI, The University of Edinburgh

ⁱ A documentação relativa aos sindicatos dos músicos está distribuída pelos arquivos da Associação de Classe dos Músicos Portugueses (ACMP), fundada em 1909, do Sindicato Nacional dos Músicos (SNM), que lhe sucedeu em 1933 no quadro da extinção dos sindicatos livres pela ditadura, e do Sindicato dos Músicos (SM), criado depois da revolução democrática de 1974.

ⁱⁱ Sobre a questão da natureza da Obra Musical ver, entre outros, Cook, N. (2013) *Beyond the Score: Music as Performance*. Oxford University Press; Adorno, T.W. (1966) Sobre el carácter fetichista en la música y la regresión del oído. In *Disonancias*. Madrid: Rialp; Ingarden, R. (1989) *Qu'est-ce qu'une oeuvre musicale ?* [Paris]: C. Bourgois; Dahlhaus, C. (1994). The Evaluation of Music. In: Alperson, P. (ed) *What is music? An introduction to the philosophy of music*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press

ⁱⁱⁱ <https://www.rdatoolkit.org/>

^{iv} O Projecto RISM, fundado em Paris em 1952, pretende recolher exaustivamente as fontes musicais que se conservam em todo o mundo. Essas fontes primárias são partituras manuscritas ou impressas, edições e documentos sobre teoria musical e libretos, pertencentes a bibliotecas, arquivos, mosteiros, escolas e coleções particulares. Esta recolha incide na música referente ao período cronológico entre 1600 e 1800. <http://www.rism.info/home/>

^v <http://musicbrainz.org/>

^{vi} <http://www.wikipedia.org/>

^{vii} <https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal:Música>

^{viii} A ISMIR, fundada no Canadá em 2008, é o principal fórum mundial de pesquisa sobre processamento, organização e acesso a dados de informação musical, que pretende promover o intercâmbio de ideias entre os membros cujas atividades, embora diversas, derivam de um interesse comum na recuperação da informação musical; estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a melhoria do ensino em todos os ramos da recuperação de informação musical; incentivar a publicação e distribuição de estudos teóricos, empíricos e aplicados; cooperar com representantes de outras organizações e disciplinas para o fomento da recuperação de informação musical.

^{ix} Ver https://openreview.net/pdf?id=H1ll_CVUQ7

^x <https://www.verovio.org/index.xhtml>

^{xi} <https://cantus.simssa.ca/>

^{xii} <https://labs.spotify.com/2015/03/09/understanding-spotify-web-api/>

^{xiii} <http://www.apple.com/itunes>

^{xiv} <https://getsongbird.net/>

^{xv} <https://soundhound.com/>

^{xvi} <https://www.shazam.com/pt>

^{xvii} Para compreender melhor como funciona o Shazam consultar <https://www.quora.com/How-do-music-identification-applications-like-Shazam-SoundHound-and-musiXmatch-acoustic-fingerprinting-work>. A chave consiste em compactar a base de dados de música num gráfico de intensidade de frequência no tempo a partir do qual apenas os picos são extraídos. Cada canção é, portanto, convertida num mapa de constelação essencialmente, das frequências mais elevadas no tempo.

^{xviii} <http://c4dm.eecs.qmul.ac.uk/>

^{xix} musicontology.com

^{xx} <https://wiki.dbpedia.org/>

^{xxi} Vamp plug-ins são pequenas células musicais, como ostinatos, que se acrescentam à peça musical original. Usado por DJ's.

^{xxii} Enquanto o modelo FRBR define Obra como uma criação intelectual ou artística determinada, considerando-a uma entidade abstrata, o

modelo FRBRoo considera a Obra como o produto de um processo intelectual ligado a uma ou várias pessoas com uma intenção particular. Esta conceção dá lugar a vários tipos de Obras: Obra individual, Obra publicável, Obra performativa. Convém notar que a FRBRoo prevê um acontecimento relativo à Obra, que é a Conceção da Obra, que marca o início da criação da Obra, como por exemplo uma ideia original, ou pequenos rascunhos iniciais que registam fisicamente o pensamento do seu criador. No entanto, o modelo DOREMUS não utiliza este elemento, por considerar que nunca conheceremos o processo de criação em si mesmo e este raramente está documentado nos dados existentes. Por outro lado, a Expressão é definida pela FRBR como uma realização intelectual ou artística de uma Obra, como uma entidade abstracta distinta do suporte físico. Para a FRBRoo as expressões não podem existir sem suporte físico e distingue diferentes tipos de expressão: Expressão publicável realizada, Plano de execução de uma Obra performativa, etc. Por exemplo as diferentes interpretações da mesma Sinfonia de Bruckner são a consequência de múltiplas atividades de Criação de Expressão, formando um todo que realiza uma Obra Individual.

xxiii <https://www.huma-num.fr/sites/default/files/rodolphe-bailly-27-11-13.pdf>

xxiv Sobre os repertórios AIBM ver <http://bbf.enssib.fr/consulte/bbf-2002-02-0081-012>

xxv <http://rameau.bnf.fr/informations/rameauebref.htm>

xxvi <https://cedric.cnam.fr/>

xxvii <http://cedric.cnam.fr/isid/ontologies/files/MusicNote.html>

xxviii <https://www.musicxml.com/>

xxix <http://music-encoding.org/>

xxx <https://w3c.github.io/mnx/>

xxxi <https://github.com/LD4P/PerformedMusicOntology/blob/master/ontologies/PerformedMusicOntology.owl>

xxxii <https://www.loc.gov/bibframe/>