

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE COMUNICAÇÕES E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

LAÍS DE OLIVEIRA

**Fundamentos teóricos e metodológicos para elaboração de um sistema
de informação para técnicas arqueométricas.**

São Paulo

2021

LAÍS DE OLIVEIRA

**Fundamentos teóricos e metodológicos para elaboração de um sistema
de informação para técnicas arqueométricas.**

Versão Corrigida (versão original disponível na Biblioteca da ECA/USP)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Cultura e Informação. Linha de pesquisa: Organização da informação e do conhecimento.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Nair Yumiko Kobashi

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo
Dados inseridos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Laís de
Fundamentos teóricos e metodológicos para elaboração de um sistema de
informação para técnicas arqueométricas. / Laís de Oliveira ; orientadora,
Nair Yumiko Kobashi. -- São Paulo, 2021.
155 p.: il.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação -
Escola de Comunicações e Artes / Universidade de São Paulo.
Bibliografia
Versão corrigida.

1. Organização do Conhecimento 2. Metadados 3. Repositórios Digitais 4.
Imagem 5. Gestão de Dados de Pesquisa I.
Kobashi, Nair Yumiko II. Título.

CDD 21.ed. - 020

Dissertação de autoria de Laís de Oliveira, sob o título **Fundamentos teóricos e metodológicos para elaboração de um sistema de informação para técnicas arqueométricas**, apresentada à Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Informação, na área de concentração: Cultura e Informação.

Em ____ de _____ de ____ pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. Instituição: _____
Presidente

Prof. Dr. Instituição: _____

Prof. Dr. Instituição: _____

Prof. Dr. Instituição: _____

Aos meus pais.

Agradecimento

A Prof(a). Dr(a). Nair Kobashi, minha orientadora, que nos anos de convivência, muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual e me apoiou constantemente ao longo desse percurso.

A Prof(a). Dr(a). Márcia Rizzutto, pela atenção e apoio, responsável por apresentar este desafio que pode se transformar nesta dissertação de mestrado.

Aos Prof(s). Dr(s). Marcelo dos Santos e Asa Fujino, pela atenção e apoio, sempre solícitos para conversar.

A Dr(a). Mery P. Zamudio Igami, Chefe da Unidade de Informação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, pela atenção sempre solícita para conversar.

As minhas amigas Mariana Crivelente e Lígia Mosolino de Carvalho, pela força e apoio durante todo esse percurso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado para a realização desta pesquisa.

“ter acesso ao que se quer, é ter informação sobre informação.”

Peter Burke (2012, p.175)

Resumo

OLIVEIRA, Laís de. **Fundamentos teóricos e metodológicos de tratamento informacional de documentação técnico-científica de objetos do patrimônio cultural**. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Informação) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Apresentação dos fundamentos teóricos, metodológicos e técnicos de elaboração de uma proposta de sistema de informação para a organização, armazenamento e recuperação da documentação proveniente de análises físico-químicas aplicadas a objetos do patrimônio cultural. Esta documentação, composta de textos, imagens e gráficos, encontra-se dispersa em dossiês de museus e em textos acadêmicos. Procurou-se, neste estudo: a) apresentar um panorama das teorias de análise de imagem para subsidiar a representação temática e formal dessa documentação; b) propor os parâmetros de um repositório para abrigar a documentação das análises físico-químicas aplicadas ao patrimônio cultural; c) contribuir para aumentar a visibilidade das pesquisas realizadas em acervos de museus. Os resultados da pesquisa podem ser assim resumidos: apresentação de uma proposta de sistema de informação para gestão de dados arqueométricos, uma possível estrutura de metadados e a indicação de alternativas de padronização de dados e aplicativos utilizáveis em sistemas de informação de imagens científicas geradas em pesquisas arqueométricas sobre o patrimônio cultural.

Palavras-Chave: Organização do Conhecimento; Metadados; Repositórios Digitais; Imagens Científicas de Análise Arqueométrica; Gestão de Dados de Pesquisa.

Abstract

OLIVEIRA, Laís de. **Theoretical and methodological foundations for information system elaboration for archaeometric techniques**. 2019. 72 f. Qualification Exam Report (Master's degree) – School of Communications and Arts, University of San Paulo, San Paulo, 2019.

Presentation of theoretical foundations, methods and techniques for the elaboration of a proposal for an information system for the organization, storage and retrieval of documentation from physical-chemical analyzes applied to cultural heritage objects. This documentation is made up of texts, images and graphics, and is found in museum files and academic texts. In this study, we sought to: a) present an overview of image analysis theories to support the thematic and formal representation of this documentation; b) propose the parameters of a repository to house the documentation of physical-chemical analyzes applied to cultural heritage; c) contribute to increasing the visibility of research carried out in museum collections. The search results can be summarized in: presentation of an information system proposal for archeometric data management, a possible metadata structure and indication of alternatives for data standardization and applications that can be used in information systems of scientific images generated in archeometric research on cultural heritage.

Keywords: Knowledge Organization; Metadata; Digital Repositories; Scientific Images of Archeometric Analysis; Research Data Management.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Ciência aplicada ao patrimônio cultural no cruzamento de várias profissões e disciplinas diferentes.	24
Figura 2 - Diferentes bandas do espectro eletromagnético, desde os raios cósmicos com os menores comprimentos de ondas conhecidos pela ciência até ondas longas.	27
Figura 3 - Frequências e comprimentos de onda de diferentes bandas do espectro eletromagnético, com os processos ativam no nível atômico.	28
Figura 4 - As técnicas mais utilizadas na Arqueometria, com base nos tipos de informações que fornecem.	29
Figura 5 - À esquerda: imagem da execução da técnica de luz visível, Foto de Jade Zendron. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.	31
Figura 6 - Fotografia de luz visível de a Advinha (1924) de Achille Funi(1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.....	31
Figura 7 - À esquerda: imagem da execução da técnica de luz rasante, Foto de Jade Zendron. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.	32
Figura 8 - Fotografia de luz rasante de a Advinha (1924) de Achille Funi(1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.....	33
Figura 9 - Diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.	34
Figura 10 - Fotografia de luz rasante de a Advinha (1924) de Achille Funi (1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya..	34
Figura 11 - À esquerda: imagem da execução da técnica de reflectografia de infravermelho. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.	35
Figura 12 - Fotografia de infravermelho de a Advinha (1924) de Achille Funi (1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya..	36
Figura 13 - Diagrama explicativo da interação da fonte de radiação com a obra de arte.	37
Figura 14 - Fotografia de raio X de a Advinha (1924) de Achille Funi(1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.....	37
Figura 15 - Imagem de grão de pólen em MEV.	40

Figura 16 - Sistema de três coordenadas do CIELAB para definir Cor.....	42
Figura 17 - À esquerda: aparelhos de emissão de radiação e detecção. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de radiação com a obra de arte.	43
Figura 18 - Espectro obtido da análise com EDXRF em uma obra de arte X-ray Fluorescence in the IAEA and its Member States.....	44
Figura 19 - Espectro obtido da análise com XRF em uma obra de arte.	45
Figura 20 - Espectro obtido da análise com PIXE em uma obra de arte.	46
Figura 21 - Espectro obtido da análise com PIXE em um rubi presente uma obra de arte comparando com amostras de jazidas. Coleção pertencente ao Museu do Louvre.	47
Figura 22 - Configuração dos equipamentos para uma medição simultânea de PIXE-PIGE-RBS no laboratório LABEC em Florença.....	49
Figura 23 - Espectro de espalhamento Raman do açafrão (C ₂₀ H ₂₄ O ₄), um pigmento amarelo orgânico extraído do estigma da flor de açafrão amplamente usado na antiguidade.	50
Figura 24 - Espectro de FTIR de cola de pele de coelho.....	51
Figura 25 - Ponte Golden Gate.	58
Figura 26 - Ciclo de vida do Dado na Ciência de Dados.....	69
Figura 27 - Exemplo de tipos de aplicação de licenças Creative Commons.....	81
Figura 28 - Ciclo de vida do Dado na Curadoria Digital.	87
Figura 29 - Exemplo de relação entre entidades.....	89
Figura 30 - Representação gráfica de um Modelo de Entidade Relacional (MER).....	89
Figura 31 - Representação de modelos conceitual e modelo lógico relacional.....	90
Figura 32 - Home page do RCSB	96
Figura 33 - Home page do Figshare.....	97
Figura 34 - Home page do Dryad	98
Figura 35 - DSpace Demo Repository	101
Figura 36 - IBICT Dataverse.....	103
Figura 37 - Canadian Archival Information Network.....	106
Figura 38 - Coleção do Instituto de Geociências da USP.....	108
Figura 39 - Imagem ilustrativa das amostras da cromatografia gasosa recolhidas nos cilindros. Foto da Professora Celina L. Duarte.	110
Figura 40 - Imagem do cromatógrafo a gás associado ao espectrômetro de massa utilizado para processar as amostras. Foto da Professora Celina L. Duarte.....	111

Figura 41 - Mapa indicativo das localidades de onde foram retiradas as amostras.....	111
Figura 42 - Imagem da cerimônia do dia da abertura da urna, em frente ao Príncipe D. Bertrand de Orleans e Bragança.....	111
Figura 43 - Exemplo de um dos 6 gráficos gerados pela análise de cromatografia gasosa. Gráfico fornecido pela Professora Celina L. Duarte.	112
Figura 44 - Imagens das amostras da análise fúngica e mapa dos locais coletados.	112
Figura 45 - Imagens das amostras de fungos cultivados em placas de Petri. Foto da Dra. Adriana A. R. Menezes.	113
Figura 46 - Resultado da análise fúngica. Relatório da Dra. Adriana A. R. Menezes.	113
Figura 47 - Equipamento portátil utilizado na análise de ED-XRF. Foto de Dra. Márcia Almeida Rizzutto.	114
Figura 48 - Imagem dos bastidores da realização da Tomografia de D. Leopoldina realizada no Dep. de Radiologia FMUSP. Foto do Dr. Edson Amaro Junior e equipe.....	114
Figura 49 - Resultados obtidos na Tomografia realizada no Departamento de radiologia da FMUSP. Foto Dr. Edson Amaro Junior.	115
Figura 50 - Imagem do manto obtida com técnica de análise de Reflectância de Infravermelho (IR). Foto de E. M. Kajiya.....	116
Figura 51 - Imagem do resultado da técnica de M.E.V. realizada no manto de D. Leopoldina.	116
Figura 52 - Material de Apoio: Tela de Simplício de Sá de 1826, que ilustra o traje da Imperatriz D. Leopoldina, o mesmo com que ela foi sepultada.	117
Figura 53 - Fotos dos despojos de D. Pedro realizados. Foto: Valter D. Muniz.	118
Figura 54 - Foto dos bastidores com os cartões encontrados na urna. Foto: Valter D. Muniz.	119
Figura 55 - Resultados obtidos na tomografia do corpo de D. Amélia realizada no Departamento de radiologia da FMUSP. Foto Dr. Edson Amaro Junior.	120
Figura 56 - As duas tipologias de análise arqueométrica.....	123
Figura 57 - Três esferas de relações entre os dados.	124
Figura 58 - As relações entre as esferas de dados.	124
Figura 59 - Proposta de Modelo de Artioli.	125
Figura 60 - Estrutura dos dados segundo o modelo de Artioli.....	125
Figura 61 - As categorias de análise.	127

Figura 62 - O modelo proposto por Gilliland.....	128
Figura 63 - Estrutura dos dados segundo o modelo de Gilliland.	129
Figura 64 – Exemplo de um registro adaptado ao MARC21.	131
Figura 65 - Exemplo de aplicação do metadado identifier.....	133
Figura 66 - Exemplo de aplicação de valor ao metadado references.	134
Figura 67 - Exemplo de um registro em DC.	135

Sumário

1. Introdução	16
1.2 Metodologia	19
2. A institucionalização da pesquisa arqueométrica.	21
2.2 Técnicas de análises arqueométricas	27
2.3 Detalhes técnicos de análise visuais	29
2.3.1. Fotografia com luz visível	30
2.3.2. Fotografia com Luz Tangencial	32
2.3.3. Fotografia visível da Fluorescência de ultravioleta (UV)	33
2.3.4. Fotografia de reflectografia de infravermelho (IR)	34
2.3.5. Radiografia de Raio-X	36
2.3.6. Neutrografia	38
2.3.7. Tomografia Computadorizada (TC)	38
2.3.8. Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET)	39
2.3.9. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	39
2.4. Técnicas de análise elementar e composicional	40
2.4.1. Colorimetria	41
2.4.2. Fluorescência de raios X (EDXRF)	43
2.4.3. Emissão Induzida de Radiação X por partículas (PIXE)	45
2.4.4. Emissão Induzida de Radiação Gama por partículas (PIGE)	47
2.4.5. Espalhamento Rutherford em ângulos traseiros (RBS)	48
2.4.6. Raman	49
2.4.7. Espectroscopia de Infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)	51
2.4.8. Datação	52
2.5. Necessidades e uso futuro dos dados	52
3. Teoria de Análise e Representação de Informação: imagens e gráficos	54
3.1. Compreensão da natureza do objeto	54
3.2. Teoria de análise de imagens: parâmetros para a sua leitura	55
3.2.1 Análise iconológica da imagem	57
3.2.2 Análise fenomenológica da imagem	58
3.2.3 Análise pragmática da imagem	60
3.2.4 Análise semiótica da imagem	62
4. Gestão de Dados de Pesquisa	65
4.1. Ciência e Dados de Pesquisa	65
4.2. Comunicação Científica	71
4.3. Definição conceitual e técnica: dados, objetos digitais e bases de dados	75
4.4. Acesso e Segurança dos Dados de Pesquisa Científica	77
4.5. Plano de Gestão de Dados de Pesquisa (PGD)	83
4.6. Ciclo de Vida dos Dados	85
4.7. Representação da informação e Modelagem de dados	87
4.8. Repositórios Digitais	95
4.8.1. Breve análise do DSpace	100
4.8.2. Breve análise do Dataverse	103
4.8.3. Breve análise do AtoM e Archivematica	105
4.8.4. Breve análise do Tainacan	107

5. Amostragem das análises e seus produtos: estudando um caso	109
6. Resultados e Discussões	122
7. Considerações finais	137
Referências	140
Apêndice A - Levantamento preliminar de termos para uma proposta de vocabulário controlado	147
Apêndice B - Dicionário de dados	151
Apêndice C - Panorama de dados arqueométricos	151

1. Introdução

A presente pesquisa tem como objeto a proposição de parâmetros para o delineamento de um sistema de informação para armazenar e tornar disponíveis os conhecimentos gerados em projetos de análises físico-química aplicadas a acervos do patrimônio cultural. Essas técnicas são empregadas em museus da Europa, desde o século XVIII, porém, tornaram-se mais comuns a partir do século XX (ARTIOLI, 2010). No Brasil, são bastante recentes as pesquisas nessa área. Um importante centro de pesquisas sobre o tema, no país, é o Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico - NAP-FAEPAH, que foi criado em 2012, especificamente para o estudo do patrimônio cultural dos museus da Universidade de São Paulo.

Atualmente, a documentação gerada nesses experimentos recebe, na literatura, as seguintes denominações: análises físico-químicas ou técnicas de análise arqueométrica. No âmbito deste estudo, essas informações serão denominadas de informações arqueométricas, constituídas de relatórios, artigos e trabalhos acadêmicos. Essas informações encontram-se dispersas em diversos bancos de dados locais, sendo de difícil acesso para a realização de novas pesquisas, para compartilhamento entre instituições e mesmo para a difusão para públicos amplos. Tal situação ocorre porque os dados e resultados produzidos durante as pesquisas não estão armazenados em sistemas de informação específicos que possam dar conta dessas várias funções, o que preocupa a comunidade científica, preocupação que se estende às agências de fomento nacionais e internacionais.

Constatou-se, ao fim das buscas realizadas em repositórios informacionais, que não existem, ao menos na literatura brasileira, estudos sobre um sistema de informação consistente para a gestão de dados arqueométricos. É necessário, portanto, investir na criação de parâmetros que possam incorporar todo o processo de gestão das pesquisas arqueométricas, sendo desejável que tais sistemas sejam seguros e permitam realizar as seguintes operações: organizar, armazenar, atualizar, recuperar, disseminar e, simultaneamente, ser um instrumento de apoio à pesquisa arqueométrica. De fato, a documentação arqueométrica é constituída de uma miríade de dados, tais como: textos, imagens, tabelas e gráficos, documentos audiovisuais e informações sobre a localização dos objetos analisados.

Diante desse quadro, foram levantadas as seguintes indagações: como realizar a gestão eficiente desses dados para cumprir as diferentes funções acima indicadas? Esta questão geral pode ser, em uma primeira abordagem, desdobrada nos seguintes aspectos específicos: como organizar e representar essa documentação para armazená-la em um sistema de recuperação de informação? Como relacionar a documentação gerada pelos experimentos com os objetos analisados? Quais características e atributos dessa documentação devem ser descritos de forma sistemática e padronizadas? Como viabilizar um processo cooperativo de gestão de dados? Quais segmentos podem participar desse esforço?

Partimos das seguintes respostas provisórias (hipóteses de trabalho) aos problemas levantados:

a) a gestão de informações arqueométricas requer a criação de um sistema de informação específico que possa garantir o registro dos dados de pesquisa para reuso em novas pesquisas, o compartilhamento desses conhecimentos entre pesquisadores e instituições, como também para a sua difusão para públicos amplos;

b) tal sistema de informação deverá garantir o vínculo entre o objeto analisado e informações geradas, salvaguardar as informações sobre todas as operações de análise realizadas, de modo sistemático e padronizado.

c) um sistema de informação arqueométrica deve ser concebido de forma a ser uma ferramenta utilizada desde o início até a finalização de uma dada pesquisa, estabelecendo-se filtros para a gestão do acesso às informações;

d) os princípios de organização e recuperação de informações, propostos pela Arquivística e pela Biblioteconomia/Ciência da informação poderão contribuir para representar de forma consistente a documentação arqueométrica e subsidiar os diversos subprocessos de gestão de dados em pesquisas desta natureza.

O percurso da pesquisa, os procedimentos adotados e os resultados obtidos estão organizados como segue: neste item – Introdução - são apresentados os problemas de pesquisa, os argumentos que justificam o desenvolvimento deste empreendimento, as hipóteses de trabalho para dar solução ao problema. São também apresentados, com base nas hipóteses de trabalho, os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

No item 2 caracterizamos o campo denominado Arqueometria, a institucionalização desse campo no contexto brasileiro, as principais técnicas utilizadas, os lugares em que tais pesquisas são realizadas (laboratórios), os equipamentos utilizados, a composição das equipes

de trabalho, que são multidisciplinares, os produtos gerados e as formas de uso dos dados. Esta abordagem fenomenológica é fundamental para se pensar e propor os parâmetros de um sistema de informação arqueométrico eficaz. A pesquisa arqueométrica apresenta processos e técnicas variadas, altamente complexas, baseadas em teorias, métodos e técnicas advindas das ciências da natureza (Física e Química) das ciências humanas e sociais (História, Geografia, Antropologia, Arqueologia, entre outros). Esse conjunto de teorias, métodos, técnicas, tanto quanto os resultados obtidos, devem ser descritos de modo específico e expressos em terminologia própria das áreas envolvidas nas pesquisas da área.

No item 3 apresentamos o referencial teórico que permite caracterizar os produtos das análises realizadas, com destaque para as teorias que vêm sendo majoritariamente na área da Ciência da informação para, a partir dos dados empíricos, delinear o objeto teórico a ser explorado na proposição de um sistema de informação. Os produtos das análises são textos e imagens, porém, nesta pesquisa concentramo-nos nas questões sobre a análise de imagens, que são os principais produtos das pesquisas arqueométrica de objetos do patrimônio cultural.

No item 4, apresentamos as questões relativas à gestão de dados de pesquisa, com destaque para os dados arqueométricos, de forma a propor modos de preservá-los e disponibilizá-los em sistemas de informação. A gestão de dados de pesquisa é uma exigência para evidenciar as boas práticas científicas usadas nos projetos, tanto quanto o gerenciamento das formas de acesso aos dados produzidos. O item é dedicado, portanto, ao estudo de alternativas de modelagem de sistemas de informação de dados de pesquisa, no qual são sugeridos padrões de descrição de dados, a estrutura de metadados desejável e os softwares que podem dar suporte ao sistema de informação.

O item 5 é dedicado à análise de um projeto de pesquisa arqueométrica concreto, apresentado em uma dissertação. A referida dissertação, que apresenta de forma detalhada as principais operações realizadas em um projeto de pesquisa arqueométrica, constituindo-se, portanto, em uma fonte importante de dados para propor e testar a estrutura de metadados do sistema de informação aqui proposto.

O item 6 foi dedicado à discussão dos principais resultados obtidos. Nas considerações finais são apontados o percurso da pesquisa, as hipóteses de trabalho que puderam ser confirmadas e os limites desta pesquisa, que aponta as questões a serem desenvolvidas em projetos futuros.

1.1 Objetivo geral.

Desenvolver um conjunto de parâmetros de um sistema de informação para gestão de informações arqueométricas com base na interface Biblioteconomia, Arquivística, Museologia e Informática.

Objetivos específicos:

Estudar os aspectos teóricos e metodológicos que permitam abordar as especificidades da documentação arqueométrica, de modo a garantir o vínculo entre objeto e informação gerada, salvaguardar as informações de todas as análises aplicadas ao objeto, de modo sistemático e padronizado.

Analisar os softwares utilizados na gestão de dados para verificar as potencialidades dos mesmos para utilização em um sistema de informação arqueométrica.

1.2 Metodologia

Esta pesquisa é de natureza exploratória, baseada em pesquisa documental. Para dar início à pesquisa, foi feita, inicialmente, uma busca em bases de dados bibliográficos para conhecer experiências já realizadas sobre sistemas de informação arqueométrica de objetos do patrimônio cultural. As pesquisas foram realizadas nas bases de dados gerais como a Web of Science¹, bases da Ciência da Informação como a Brapci² e Benancib³ e específica da área nuclear, o INIS Repository⁴, com o objetivo de discutir as experiências já realizadas sobre o tema.

Em face da ausência de estudos anteriores específicos sobre o tema desta pesquisa, ao menos nas bases de dados consultadas, indicou a necessidade de, primeiramente, estudar fenomenologicamente as características dos procedimentos arqueométricos, suas técnicas, e a terminologia própria da área.

¹ Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>

² Disponível em: <https://www.brapci.inf.br/>

³ Disponível em: <http://repositorios.questoesemrede.uff.br/repositorios/handle/123456789/2>

⁴ Disponível em: <https://inis.iaea.org/search/>

Reconhecido o objeto empírico, foi necessário recorrer aos estudos filosóficos que pudessem embasar a construção do objeto teórico da pesquisa, especialmente sobre a análise de imagens. Nesse sentido, foram analisadas as teorias semiológica, pragmática, iconológica e a fenomenológica, teorias que procuram elucidar as questões sobre a imagem enquanto objeto cultural e científico. As reflexões e ponderações sobre o objeto teórico estão expostas no item 3.

Um outro aspecto explorado refere-se à sistematização de conhecimentos sobre a organização e representação da informação e tratamento formal e temático de imagens científicas. Os dados presentes no item 2, permitiram pensar nas formas de organização de dados gerados em pesquisas arqueométricas e nas formas de representá-los documentalmente para fins de armazenamento e recuperação.

A gestão de dados de pesquisa foi outro tema estudado, tendo em vista a modelagem de um sistema de informação, que inclui a padronização descritiva de dados, a estrutura de metadados do sistema e os aspectos propriamente administrativos das pesquisas arqueométricas, tanto quanto os softwares que podem ser utilizados. Estas questões estão descritas e discutidas no item 4 desta dissertação.

Um aspecto que considero importante, na metodologia, refere-se à análise de um estudo que expõe a análise arqueométrica de um objeto do patrimônio cultural de um museu brasileiro. Os dados constantes desse estudo foram exaustivamente identificados e analisados, com a finalidade de testar os parâmetros do sistema de informação aqui proposto, que consta do Item 5 desta dissertação.

2. A institucionalização da pesquisa arqueométrica.

A aplicação de princípios e métodos científicos para a caracterização de materiais relacionados ao patrimônio cultural surgiu como disciplina na segunda metade do século XX, sendo chamada de Arqueometria. O termo foi utilizado desde a fundação da revista *Archaeometry*, em Oxford, em 1958. Christopher Hawkes também sugeriu o termo Ciência Arqueológica (ARTIOLI, 2010) e, atualmente, ambos os termos são aceitos pela comunidade científica. A Arqueometria não é uma ciência de natureza especulativa, pois, o conhecimento é gerado por pesquisa empírica voltada para a solução de problemas, sendo considerada, portanto, uma Ciência Aplicada.

As técnicas de análise arqueométrica produzem, na investigação de objetos do patrimônio cultural, um conjunto de dados e resultados que, se socializados, permitem subsidiar novas pesquisas. A compreensão deste universo científico será abordada neste capítulo do ponto de vista das informações necessárias para a elaboração de um Plano de Gestão de Dados de Pesquisa (PGD). Adotamos como ponto de partida o modelo proposto pelas Bibliotecas da Universidade de Purdue e pela Escola de Pós-Graduação em Biblioteconomia e Ciência da Informação da Universidade de Illinois (Urbana-Champaign), apresentado no capítulo 4.

Algumas técnicas de pesquisa de materiais são conhecidas desde o século XVIII, quando Friedrich Klaproth analisou a composição de moedas de metal. Nos anos subsequentes, outros cientistas utilizaram técnicas físico-químicas para analisar objetos arqueológicos e obras de arte, até que, em 1888, reconhecido o potencial de aplicação dos métodos científicos, foi instalado, no Museu Royal de Berlin, o primeiro laboratório químico para realizar a análise das obras. No início do século XX, o emprego das análises físico-químicas ao patrimônio cultural começou a se difundir pelos museus da Europa e Estados Unidos. No Brasil, o uso dessas técnicas foi tardio, tendo sido adotadas na década de 1990. O pioneiro em aplicação dessas técnicas foi o Laboratório de Física Nuclear Aplicada, da Universidade Estadual de Londrina (LFNA/UEL)⁵, especializado em técnicas de fluorescência de raios X (EDXRF) e Raman.

⁵ LFNA disponível em: <http://www.uel.br/grupos/gfna/>. Acessado em 17 maio 2017.

O Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) conta com diversos laboratórios de pesquisa de materiais, como o Laboratório de Dosimetria, do Instituto de Física da USP (DNF/IFUSP)⁶, especializado em pesquisas de dosimetria das radiações, efeitos biológicos das radiações e defeitos em materiais isolantes. Este laboratório possui um sistema digital de radiografia. Em 1992, foi criado, no IFUSP, o Laboratório de Análise de Materiais por Feixes Iônicos (LAMFI)⁷, que recebeu um investimento de U\$1,5 milhões do BID, RUSP e FAPESP para a construção de um acelerador eletrostático do tipo *Pelletron-Tandem*, com o objetivo de desenvolver, aplicar e oferecer métodos de física nuclear para a:

[...] análise de materiais e filmes finos, materiais semicondutores, materiais magnéticos, metais, amostras de poluições ambientais, materiais de interesse biológico e biomédico, sangue, pinturas, objetos de arte, artefatos arqueológicos. (LAMFI, 2009, p. 01)

Há, ainda, o Laboratório de Cristais Iônicos, Filmes Finos e Datação, também do IFUSP (LACIFID)⁸, capaz de realizar datações arqueológicas e geológicas. Desde 2003, o grupo de Física Aplicada com Acelerador (GFAA)⁹, do IFUSP, atua no estudo de objetos do patrimônio cultural utilizando o acelerador do LAMFI, em pesquisas com feixes externos (RIZZUTTO et al., 2005).

Em 2012, foi criado o Núcleo de Apoio à pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH¹⁰ - especialmente concebido para estudar objetos artísticos e históricos em conjunto com os museus. Utiliza técnicas de fluorescência de raios X (EDXRF), espectroscopia Raman, de luz visível, luz rasante ou tangencial, fluorescência visível com radiação de ultravioleta (UV), reflectografia de infravermelho (IR). Dentro da USP, foi criado, em 2017, o Laboratório de Caracterização de Bens Culturais, da Escola Politécnica da USP, (LABENS)¹¹, especializado na técnica de fluorescência de raios X.

⁶ DNF disponível em: <http://www.dfn.if.usp.br/pesq/dosimetria/>. Acessado em 17 maio 2017.

⁷ LAMI disponível em: www.if.usp.br/lamfi. Acessado em 17 maio 2017.

⁸ LACIFID disponível em: <http://www.dfn.if.usp.br/pagina-dfn/pesquisa/lacifid/>. Acessado em 17 maio 2017.

⁹ Não foi encontrado o site do laboratório, mas do Grupo de Física Aplicada com Aceleradores - GFAA, disponível em: <http://web.if.usp.br/gfaa/>. Acessado em 17 maio 2017.

¹⁰ Veja mais em <https://portal.if.usp.br/faepah/>

¹¹ LABENS disponível em: <http://sites.poli.usp.br/p/augusto.neiva/labens.htm>. Acessado em 17 maio 2017.

2.1 Pesquisa arqueométrica: equipes, infra-estrutura, equipamentos e produtos gerados.

Há um grande espectro de técnicas de análise disponíveis para investigação do patrimônio cultural, cada uma com suas vantagens e limitações, que geram diferentes resultados e informações. Um mesmo objeto pode ser submetido a diferentes técnicas, fontes de energia, escala e resolução. Ressalta-se que os métodos são classificados em: a) não destrutivos, por não fazerem nenhuma intervenção nos objetos analisados (MEYERS; SCOTT, 1992), ou por conservar a amostra; b) micro destrutivos, por causarem danos invisíveis a olho nu (micrométricos) e c) destrutivos, pois sacrificam a amostra estudada (mesmo que micrométrica).

No início, muitos dos equipamentos utilizados para a realização das análises físico-químicas eram enormes e dependiam de uma grande infraestrutura para o seu funcionamento. Atualmente, os equipamentos vêm sendo aperfeiçoados e se tornaram menores, podendo ser usados no próprio local em que está a obra, em qualquer tipo de material, tamanho e formato, sendo de execução bastante rápida (RIZZUTTO et al., 2015). Porém, são equipamentos caros, o que faz com que os laboratórios, por não possuírem todos os instrumentos, se especializem em algumas das técnicas. Portanto, um projeto de pesquisa desta área, que envolva vários tipos de análises, deverá recorrer a diversos laboratórios.

A comunidade de usuários dos Dados de Pesquisas Arqueométrica é bastante diversificada. São equipes de formação multidisciplinar, pertencentes a diferentes áreas do conhecimento. A aplicação de métodos científicos ao estudo de objetos culturais exige uma grande interação entre especialistas que lidam com os diferentes aspectos materiais desses objetos. Envolve, portanto, vários tipos de profissionais em torno de um problema, como pode ser observado na figura abaixo, elaborada por Artioli (2010). Arqueólogos, curadores, cientistas conservacionistas, historiadores da arte e artistas trabalham em conjunto com cientistas de diversas áreas para coletar os dados e interpretá-los.

Figura 1 - Ciência aplicada ao patrimônio cultural no cruzamento de várias profissões e disciplinas diferentes.



Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 208)

Um banco de dados de pesquisas arqueométricas tem, desse modo, potencial para ser um repositório coletivo temático, que reúne dados de diferentes laboratórios, de diferentes instituições nacionais e internacionais. A gestão dos dados é necessária para garantir a preservação e a troca de informação entre os diversos laboratórios e manter o histórico das análises realizadas, ao longo do tempo.

Segundo Artioli (2010), é sempre útil avaliar antecipadamente o conteúdo informativo derivado das possíveis soluções analíticas antes de tomar uma decisão sobre a escolha das técnicas a serem empregadas na resolução de um problema. Ter acesso aos dados anteriores é importante porque ajudaria o pesquisador a prosseguir na elaboração de novas pesquisas. Porém, em que momento da pesquisa seriam compartilhados os dados? Antes da publicação dos resultados? Imediatamente após a conclusão do projeto? É importante que o banco de dados tenha a funcionalidade de receber e armazenar dados brutos, em segurança, de forma privada, mas que permita também a comunicação entre pesquisadores. Portanto, o sistema deve ter flexibilidade de acesso e capacidade de compartilhar os dados entre pesquisadores autorizados, de modo privado. Além disso, o autor de uma determinada pesquisa deve ter opções sobre o momento mais apropriado para publicar os resultados.

Do que foi exposto, pode-se afirmar que a análise de materiais do patrimônio cultural é extremamente desafiadora, pois requer protocolos especialmente desenvolvidos para atuar em um campo em que há muitas variáveis, muitas vezes não conhecidas com antecedência,

com contextos desconhecidos e em ambientes que nem sempre podem ser controlados (ARTIOLI, 2010).

Os materiais do patrimônio cultural são obrigatoriamente objetos físicos, não importando seu tamanho ou complexidade e necessariamente relacionados à atividade humana. De modo geral, as análises arqueométricas empregam métodos de caracterização físico-química da matéria de objetos de arte e arqueológicos para entender sua natureza e as mudanças ocorridas no tempo (ARTIOLI, 2010), baseados em “processos de interação da radiação eletromagnética” (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d.).

No caso de objetos arqueológicos, são empregadas técnicas para entender a história do objeto e da humanidade, a fim de definir os tipos de materiais, os processos de fabricação e as rotas comerciais, além dos pedidos óbvios e quase obsessivos, de datação dos materiais de escavação (ARTIOLI, 2010).

Em objetos artísticos, são empregadas técnicas para diagnosticar seu estado de conservação, auxiliar na restauração, investigar questões de autenticação, “Caracterizando os materiais utilizados pelo artista, período ou escola, bem como as técnicas de execução, criação, desenhos subjacentes, intervenções de restauro e autenticidade da obra” (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d.).

Os conservadores e catalogadores, por sua vez, utilizam a arqueometria na identificação do material das obras, o que permite identificar melhor os objetos, descrevê-los com maior acurácia, aprimorar a recuperação de informações nos bancos de dados e, conseqüentemente, o trabalho de conservação; auxilia também na escolha de materiais nas técnicas de conservação e intervenção e no monitoramento de processos de degradação.

Porém, as técnicas arqueométricas não devem ser confundidas com o termo Ciência da Conservação embora as aplicações da Arqueometria em materiais tenham ajudado os profissionais dessa área. “Os limites da arqueometria e da ciência da conservação, portanto, do ponto de vista das análises científicas, são muitas vezes confusas e intimamente misturadas”¹² (ARTIOLI, 2010, p. 18, tradução própria).

Apesar da ampliação das técnicas arqueométricas nos estudos dos objetos culturais, Artioli (2010) atenta para um problema frequente que é o emprego dos dados científicos em

¹² Veja citação em língua original: “The boundaries of archaeometry and conservation science therefore, from the point of view of the scientific analyses, are often blurred and intimately mixed.” (ARTIOLI, 2010, p. 18)

artigos somente para dar uma imagem mais científica ao estudo. É causada, em parte, pela grande dificuldade de contextualizar as observações científicas para interpretar os dados e propor discussões abrangentes e conclusivas.

Para evitar o uso inadequado dos dados, ou falsas interpretações, um sistema de informação deste tipo de documentação deve garantir a descrição do contexto de produção da análise e orientações quanto ao uso dos resultados obtidos, tais como licenças de uso.

Atualmente, o acesso a esses dados é feito por consulta a publicações (artigos, relatórios e teses). Estas produções são depositadas em diferentes repositórios, ficando, portanto, altamente dispersas e fornecem apenas dados já interpretados. É possível encontrar produções científicas que contêm dados arqueométricos em repositórios institucionais de universidades que contam com laboratórios especializados, em revistas científicas e no repositório da área de ciência e tecnologia nucleares - *International Nuclear Information System* (INIS)¹³. Este último repositório aceita várias extensões de documentos e também pode ser empregado para o depósito de dados de pesquisa.

Artioli (2010) sustenta que as análises arqueométricas devem ser feitas com base em projetos, nos quais são definidos: a) questões a serem trabalhadas; b) objetivos; c) a energia a ser empregada; d) amostragem; e) escolha da técnica e métodos analíticos mais adequados para responder às questões; f) tempo e custos das análises; g) manuseio e interpretação dos dados.

Estas questões levantadas por Artioli (2010) são essenciais para descrever os dados coletados e permitir atribuir os devidos créditos aos responsáveis pela produção dos dados, às instituições participantes e aos agentes financiadores.

Dentro de um sistema de informação, a descrição dos dados deve ser feita de forma padronizada e normalizada, preferencialmente de modo interoperável. Não se deve esquecer que os dados científicos são de propriedade do seu produtor, porém instituições públicas, ou financiadas por agências de fomento têm se conscientizado, cada vez mais, do seu papel em relação à sociedade, que tem demandado o acesso aberto à pesquisa.

Nesse sentido, um fator importante a ser destacado na elaboração de um Plano de Gestão de Dados de Pesquisa (PGD) é a questão terminológica, isto é, a gestão da linguagem de descrição e de acessos aos dados, para que os conteúdos armazenados possam ser

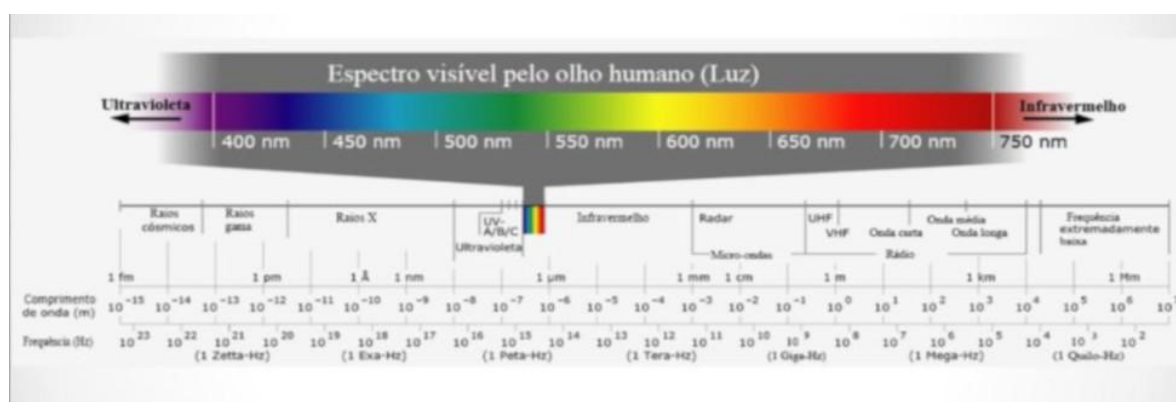
¹³ Acesse o repositório pelo endereço de web: <https://inis.iaea.org/search/>

consultados por diferentes tipos de usuários. Com efeito, cada área de conhecimento cria sistemas conceituais específicos nem sempre conhecidos pelos usuários.

2.2 Técnicas de análises arqueométricas

A principal característica das análises arqueométricas é a utilização de ondas eletromagnéticas como sonda para investigar a matéria, em seus diferentes estados: gasoso, líquido ou sólido. Neste caso, a onda é um feixe de radiação eletromagnética que interage com a matéria. Os feixes possuem diferentes comprimentos de onda, com quantidades diferentes de energia, que interagem com níveis diferentes de energia quântica da matéria.

Figura 2 - Diferentes bandas do espectro eletromagnético, desde os raios cósmicos com os menores comprimentos de ondas conhecidos pela ciência até ondas longas.



Fonte: Aula 1 da Disciplina física aplicada ao estudo de objetos do patrimônio cultural: métodos e técnicas da Prof(a) Dr(a) Márcia Rizzutto em 2018. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia.

Por exemplo, as bandas de radiação de alta energia, como os raios gama e raios X, têm comprimentos de onda curtos e alta frequência. Os raios X são capazes de interagir com os elétrons dos átomos orbitais próximos ao núcleo (elétrons centrais) (ARTIOLI, 2010). As bandas de radiação de energia média (Ultravioleta e Visível) interagem com os elétrons localizados nos orbitais mais externos dos átomos (elétrons de valência) (ARTIOLI, 2010). As bandas de radiação de baixa energia (microondas e ondas de rádio) têm longos comprimentos de onda e baixas frequências (ARTIOLI, 2010).

Figura 3 - Frequências e comprimentos de onda de diferentes bandas do espectro eletromagnético, com os processos ativam no nível atômico.

Electromagnetic band	Frequency (Hertz)	Wavelength (m)	Energy levels excited
γ -rays (gamma-rays)	$>10^{20}$	$<10^{-12}$	nuclear levels
X-rays	$10^{20}-10^{17}$	$10^{-12}-10^{-9}$	core electrons (inner e^-)
UV, ultraviolet	$10^{17}-7.5 \times 10^{14}$	$10^{-9}-4.0 \times 10^{-7}$	valence electrons (outer e^-)
Vis, visible	$7.5 \times 10^{14}-4.0 \times 10^{14}$	$4.0 \times 10^{-7}-7.5 \times 10^{-7}$	molecular vibrations
NIR, near-infrared	$4.0 \times 10^{14}-1.2 \times 10^{14}$	$7.5 \times 10^{-7}-2.5 \times 10^{-6}$	
IR, infrared	$1.2 \times 10^{14}-1.2 \times 10^{13}$	$2.5 \times 10^{-6}-2.5 \times 10^{-5}$	
Microwaves	$1.2 \times 10^{13}-3.0 \times 10^{11}$	$2.5 \times 10^{-5}-10^{-3}$	molecular rotations, librations, phonons
Radio waves	$3.0 \times 10^{11}>$	$<10^{-3}$	nuclear resonance, diffusion

Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 19)

As análises arqueométricas podem ser classificadas em três grandes categorias: a) por processo de espalhamento (particularmente por difração), quando não ocorre troca de energia entre o feixe e o material; neste caso, a radiação é definida como sendo espalhada elasticamente (isto é, interferência de onda) (ARTIOLI, 2010); b) por processo de excitação, quando há troca quantificada de energia entre a radiação eletromagnética (ou partículas) com os átomos do material analisado, ou seja, há uma absorção e reemissão de radiação em frequências definidas (ARTIOLI, 2010); c) processo vibracional, uma técnica capaz de sondar as vibrações de pares ou grupos de átomos em aglomerados ou moléculas (ARTIOLI, 2010).

O processo de excitação, a radiação reemitida, pode ser chamado de fluorescência ou fosforescência, segundo o mecanismo físico utilizado. Na Fluorescência, a reemissão da radiação é praticamente simultânea à incidência da radiação, sem etapas intermediárias, seguindo um processo de decaimento exponencial para o estado fundamental (ARTIOLI, 2010). Quando a fluorescência emitida está dentro do espectro visível é chamada de luminescência. A Fosforescência é um processo em que o relaxamento é retardado por estados intermediários não radiativos e o estado excitado é mantido por mais tempos (ARTIOLI, 2010).

Independentemente dos tipos de processos descritos acima, o produto final do diagnóstico são documentos iconográficos que resultam de: a) exames visuais, que geram imagens; b) técnicas de análise elementar e composicional de materiais, que geram espectros em forma de gráficos, que são específicos para cada estudo espectroscópico.

Figura 4 - As técnicas mais utilizadas na Arqueometria, com base nos tipos de informações que fornecem.

Information	Spectroscopy	Diffraction	Imaging
Chemical	XRF, IR, RS, XPS, PIXE, AAS, OES, NAA, NMR, UV, Vis AES, XPS, XAS, EELS		SEM-EDS
Physical			radiography, tomography, reflectography, SEM optical microscopy
Mineralogical Age	IR, RS MS, TL, OSL, EPR	XRD, ND, ED	

X Ray Fluorescence (XRF); Infrared (IR); Raman Spectroscopy (RS); X Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS); Particle Included X Ray Emission (PIXE); Atomic absorption spectroscopy (AAS); Optical Emission Spectroscopy (OES); Neutron Activation Analysis (NAA); Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR); Ultraviolet (UV); Visible (Vis); Atomic Emission Spectroscopy (AES); X Ray Absorption Spectroscopy (XAS); Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS); X Ray Diffraction (XRD); Neutron Diffraction (ND); Electron Diffraction (ED); Mass Spectroscopy (MS), Thermoluminescence (TL); Optically Stimulated Luminescence (OSL); Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy (EPR).

Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 24).

A informação de natureza (a) química do material fornece informações químicas qualitativas e quantitativas da amostra; (b) o estado físico do material, fornece a medida dos parâmetros físicos, textuais e específicos do objeto que podem ser úteis para interpretar a sua utilização, fabrico, propriedades físicas e integridade; (c) a natureza mineralógica, isto é, o estado de agregação dos elementos químicos em fases cristalinas ou amorfas (informação crucial para entender a história do objeto, os componentes brutos, seus processos de fabricação e seu estado de alteração). (d) a idade: técnicas de datação fornecem valores relativos ou absolutos da idade da amostra (ARTIOLI, 2010, p. 24)

2.3 Detalhes técnicos de análise visuais

Os exames visuais “baseiam-se em processos de interação da radiação eletromagnética com a matéria pictórica” (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d). Para realizá-los, o pesquisador se dirige com o equipamento necessário ao local onde se encontra a obra, ou recebe a obra em seu laboratório. Os resultados observados durante o processo são captados por uma câmera fotográfica, ou outro equipamento específico, para serem documentados.

O dado capturado tem formato de imagem (de extensão tiff, jpg ou bmp) e podem ou não necessitar de algum tipo de tratamento do dado, podendo ser inserido em um banco de dados logo após a captura. Geralmente, essas análises fazem parte de um projeto de pesquisa que pode ser de grande porte, envolvendo vários profissionais. Por esta razão, deve haver um campo de descrição para indicar o responsável pela técnica executada e para o projeto de pesquisa ao qual ele está vinculado. Esta distinção é importante para fins de créditos de citações, ou seja, para que o dado possa ser adequadamente citado em publicações derivadas do projeto de pesquisa ou em outras pesquisas.

Esses tipos de documentos iconográficos têm desempenhado uma função importante, tanto para examinar como para documentar o estado de conservação da obra de arte (RIZZUTTO et al., 2015). As técnicas de imageamento empregadas são: a) de fotografia de luz visível e luz rasante, b) fotografias da fluorescência visível com radiação de ultravioleta (UV), reflectografia de infravermelho (IRR) e c) Radiografia de Raio-X.

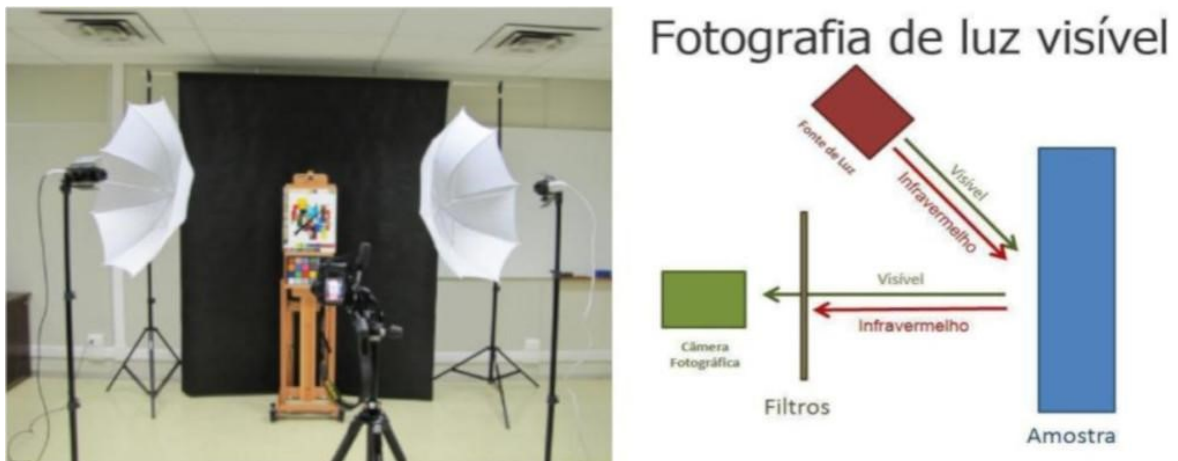
Cada técnica apresenta, individualmente, dados particulares capazes de levantar informações específicas sobre a obra. Com a combinação de todas estas técnicas de imageamento “podem-se obter informações correlacionadas que permitem melhor caracterizar o objeto em estudo” (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d) e aumentar o conhecimento sobre ela. Para isso, é necessário organizar sistematicamente os dados a fim de preservar a informação produzida e garantir sua disponibilidade para consultas. Abaixo, são descritas as técnicas de análise visual realizadas pelo Núcleo de Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico - NAP-FAEPAH.

2.3.1. Fotografia com luz visível

Como pode ser observado na Figura 3, no subitem 3.1, apenas uma pequena faixa do espectro eletromagnético, compreendido entre 380 nm e 780 nm, pode ser recebido pelos olhos humanos. A técnica de Imagem com Luz Visível (VIS) consiste em iluminar a obra com luz visível, utilizando lâmpadas de halogênio ou de tungstênio, juntamente com uma tabela de cor. Isso permite obter um registro preciso da cor e do estado aparente de conservação da obra (RIZZUTTO et al., 2015), possibilitando a reprodução fotográfica fiel da obra. O resultado

gerado pode ser registrado por uma câmera fotográfica digital com sensor CCD, e filtros acoplados à lente.

Figura 5 - À esquerda: imagem da execução da técnica de luz visível, Foto de Jade Zendon. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico - NAP-FAEPAH (s/d)

Os dados a serem observados nesta técnica, para fins de registro, são: a) tipo e características da fonte de luz utilizada; b) data de realização da análise; c) responsável, indicando o laboratório ou técnico; d) dados do equipamento do registro, como o modelo da câmera, ISO, tempo de exposição, lâmpadas utilizadas. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

Figura 6 - Fotografia de luz visível de a Advinha (1924) de Achille Funi(1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH (s/d).

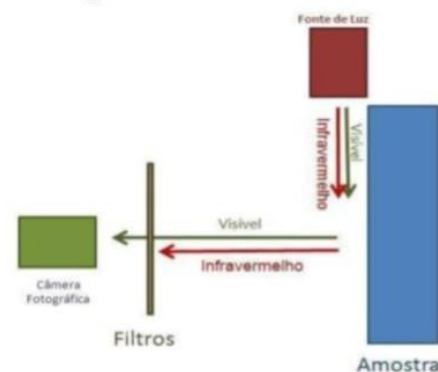
2.3.2. Fotografia com Luz Tangencial

Fotografia com luz tangencial, também conhecida como Fotografia com Luz rasante, ou oblíqua, é uma técnica que consiste em iluminar a obra com uma de fonte luz que incide de forma tangencial em relação à superfície da pintura. Isso “permite observar irregularidades e movimentos do suporte e da camada cromática” (NAP-FAEPAH) que não poderiam ser vistos a olho nu, como a presença de fungos, craquelamento e fissuras na policromia e áreas retocadas (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d). Bem como, realçar as pinceladas e regiões de maior ou menor concentração de pigmento.

Figura 7 - À esquerda: imagem da execução da técnica de luz rasante, Foto de Jade Zendron. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.



Fotografia com luz rasante



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

Os dados a serem observados nesta técnica são semelhantes aos da técnica anterior, quanto aos itens: a, b, c, e d. Esta técnica revela informações sobre o suporte e sobre o material cromático, levando à necessidade de um campo (e) para a descrição dessas informações. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

Figura 8 - Fotografia de luz rasante de a Advinha (1924) de Achille Funi(1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

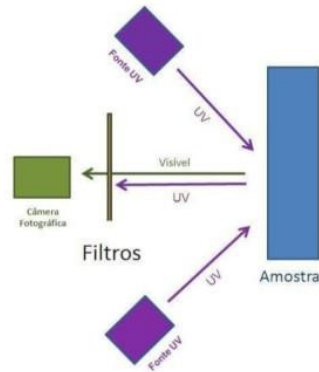
2.3.3. Fotografia visível da Fluorescência de ultravioleta (UV)

Esta técnica consiste em utilizar uma fonte de iluminação de radiação ultravioleta entre os comprimentos de onda de 340 a 400nm (RIZZUTTO et al., 2015). A radiação UV incide na obra e excita o material que emite uma radiação fluorescente do material existente na obra, que se manifesta na forma de luz visível, e pode ser capturada pelo equipamento fotográfico. Esta técnica pode auxiliar na caracterização de certos materiais e pigmentos, identificar áreas com intervenções ou restauros sofridos anteriormente. Desse modo, permite registrar o estado de conservação atual da obra.

Os dados observados nessa técnica são iguais aos da técnica de fotografia de luz tangencial. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

Figura 9 - Diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.

Fluorescência com UV



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

Figura 10 - Fotografia de luz rasante de *Advinha* (1924) de Achille Funi (1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

2.3.4. Fotografia de reflectografia de infravermelho (IR)

Esta técnica consiste em iluminar a obra com duas lâmpadas de halogênio de 3200 K de 1.000 W, que possuem comprimento de onda entre 400 a 900 nm, e ângulo de incidência de 45°.

As imagens observadas resultam da conjunção dos fenômenos de reflexão, absorção e transmissão da camada superficial, revelando peculiaridades escondidas. A visualização dos desenhos depende de dois aspectos: contraste

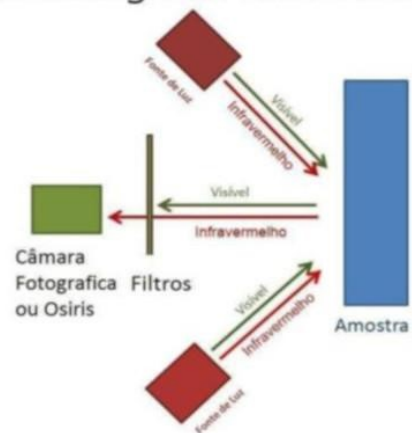
e transparência. O contraste está relacionado ao material utilizado no desenho subjacente e à refletividade com a base de preparação. A transparência está relacionada com a camada pictórica e depende da composição dos pigmentos. Quando o meio para desenhar é à base de carbono, a absorção do IR é alta e aumenta a diferença da refletividade com a base de preparação. Neste caso é possível que o desenho seja bem visível, mesmo que a capa pictórica seja pouco transparente. (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d.)

O resultado do processo de reflectância de luz infravermelha com o material composto de carbono ou grafite deve ser registrado com uma câmera digital de alta resolução operando entre a faixa do espectro de IR. Com esta técnica é possível observar os primeiros traços do artista feitos a carvão ou grafite, áreas que sofreram intervenções e alterações, informações que não poderiam ser vistas a olho nu.

Figura 11 - À esquerda: imagem da execução da técnica de reflectografia de infravermelho. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de luz com a obra de arte e câmera fotográfica.



Reflectografia Infravermelho



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

Figura 12 - Fotografia de infravermelho de a Advinha (1924) de Achille Funi (1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

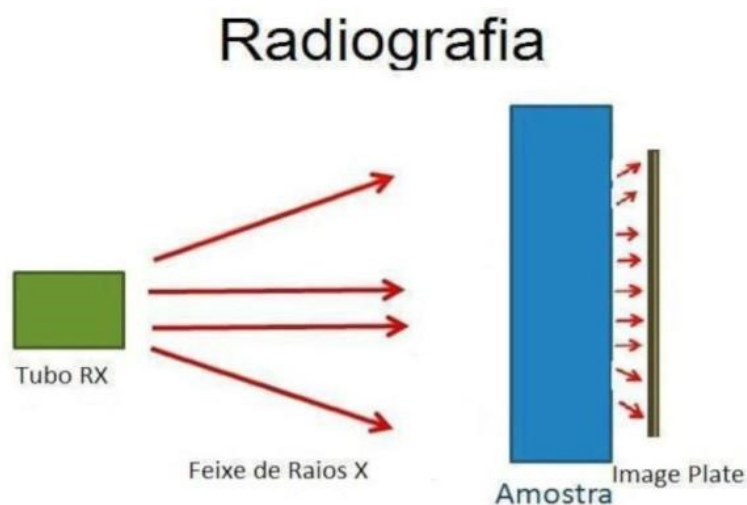
Os dados observados nesta técnica são iguais à técnica de fotografia de luz tangencial. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

2.3.5. Radiografia de Raio-X

A técnica de radiografia de Raio-X é utilizada desde 1895. Desde a sua descoberta, teve várias aplicações científicas, especialmente na medicina, devido à possibilidade de realizar imagens do interior do corpo humano.

Esta técnica consiste em irradiar a obra com feixes de Raio-X. Os materiais, ao serem atravessados pela radiação X se comportam de forma diferente, apresentando diferentes graus de opacidade que variam de acordo com a espessura, massa específica do material e sua natureza química. O resultado é uma imagem em tons de cinza registrada digitalmente por um detector do tipo Image Plate, que capta a imagem gerada por meio de um scanner especial que a converte em sinal digital.

Figura 13 - Diagrama explicativo da interação da fonte de radiação com a obra de arte.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

Este diagnóstico auxilia a avaliar o estado de conservação da obra, revelando características como: “estrutura do objeto, pinturas subjacentes, alterações e danos (emendas, recortes, etc.), localização de pregos, cravos e em alguns casos identificação do processo de montagem da obra” (NAP-FAEPAH).

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte, tensão, corrente do tubo de raio X; b) data de realização da análise; c) dados do equipamento do registro; e) descrição das informações reveladas f) número de imagens reveladas. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

Figura 14 - Fotografia de raio X de a Advinha (1924) de Achille Funi(1890-1972). Óleo sobre madeira. Coleção Francisco Matarazzo Sobrinho - MAC USP. Fotos: Elizabeth Kajiya.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico – NAP-FAEPAH.

2.3.6. Neutrografia

Técnica semelhante à Radiografia de Raio-X, porém, utiliza como fonte um feixe de nêutrons. Os nêutrons são atenuados por alguns materiais leves (isto é, H, B, Li) enquanto penetram os materiais pesados devido à baixa seção (ARTIOLI, 2010). Esta técnica pode ser utilizada de forma complementar à Radiografia de Raio-X no estudo de objetos do patrimônio cultural, ajudando a avaliar o estado de conservação da obra e revelando informações sobre a obra analisada que não poderiam ser obtidas a olho nu.

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte; b) data de realização da análise; c) técnico responsável; d) dados do equipamento do registro; e) descrição das informações reveladas. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

2.3.7. Tomografia Computadorizada (TC)

A tomografia computadorizada (TC) é um método para obter a imagem interna de um objeto (ARTIOLI, 2010) por meio de um tratamento matemático em que se reconstitui uma imagem em 3D a partir de várias projeções de imagens 2D. Pode-se utilizar raios-X, raios gama ou nêutrons para a realização de uma TC.

A TC pode ser utilizada para entender a natureza e a distribuição interna dos materiais dentro dos objetos, auxiliar a na escolha de áreas de amostragem apropriadas para análises subsequentes e como diagnóstico em conservação (ARTIOLI, 2010).

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte; b) data de realização da análise; c) técnico responsável; d) dados do equipamento do registro; e) descrição das informações reveladas. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

2.3.8. Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET)

Microscópios são instrumentos que foram desenvolvidos para obter imagens da matéria em alta ampliação. Os microscópios eletrônicos utilizam elétrons acelerados no lugar da luz alcançando uma ampliação muito maior do que os microscópios ópticos. Eles utilizam lentes eletrostáticas e eletromagnéticas para controlar a direção e a divergência do feixe de elétrons, da mesma maneira que as lentes de vidro são usadas em microscópios ópticos para definir a imagem no plano focal.

Os microscópios eletrônicos de transmissão (MET) empregam feixes de elétrons acelerados na faixa de 10^4 a 10^5 eV, correspondendo a comprimentos de onda de 12,2 a 3,7 pm e atingem fatores de amplificação de mais de 10^7 (ARTIOLI, 2010). Os melhores instrumentos têm um poder de resolução suficiente para discriminar átomos.

A preparação de amostras para análise em MET é um pouco trabalhosa, pois requer um preparo de camadas muito finas produzidas por moagem ou diluição de íons, depositados sobre redes de cobre / grafite (ARTIOLI, 2010). As amostras têm que ser medidas no vácuo, pois as moléculas de ar (N_2 , O_2 , H_2O , Ar, CO_2) dispersam e absorvem os elétrons.

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte; b) característica da fonte; c) data de análise; d) técnico responsável, ou laboratório; e) material adjacente. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

2.3.9. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é semelhante ao MET, a diferença está na energia do feixe e na geometria de operação.

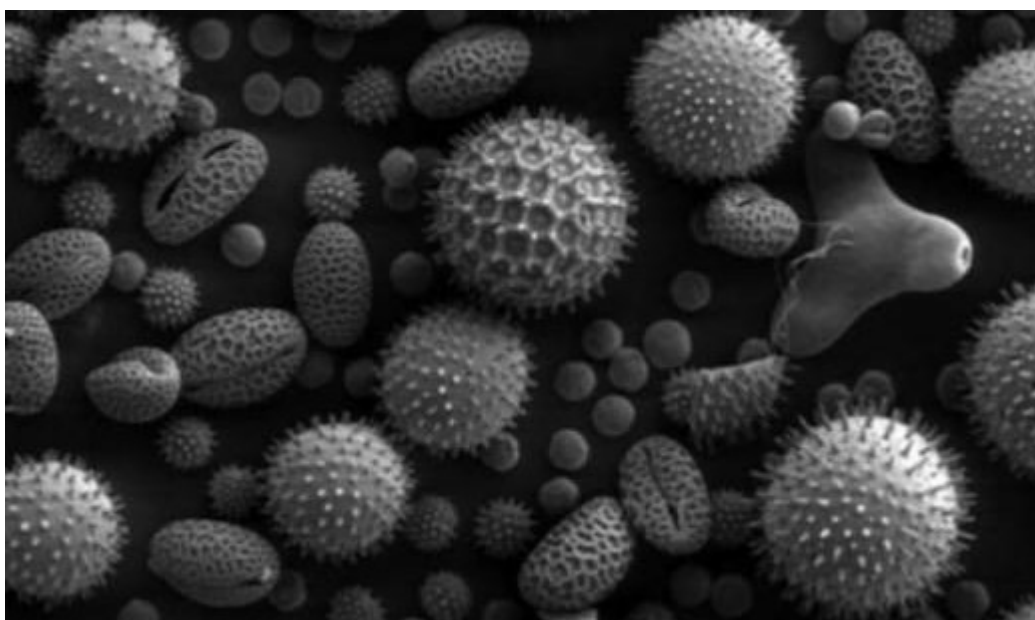
No MEV se empregam feixes de elétrons acelerados na faixa de 10^2 a 10^4 eV, correspondendo a comprimentos de onda da ordem de 0.123–0.012 pm, podendo atingir ampliações acima de 100.000 vezes (ARTIOLI, 2010). No microscópio de varredura, o feixe de elétrons atinge a superfície da amostra em uma varredura e o detector (posicionado acima) é

sincronizado com o feixe e coleta o sinal resultante de cada ponto o sinal gerando uma imagem (formada por elétrons retroespalhados) (ARTIOLI, 2010).

Também é necessário preparar as amostras para MEV por meio de revestimento de metal (para geração de imagens) ou um revestimento de grafite (para análise química) e, assim como no MET, as amostras têm que ser medidas no vácuo.

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte; b) característica da fonte; c) data de análise; d) técnico responsável, ou laboratório; e) detector; f) ângulo de orientação do detector, em graus; g) material adjacente. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

Figura 15 - Imagem de grão de pólen em MEV.



Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 67)

2.4. Técnicas de análise elementar e composicional

As técnicas de análise elementar e composicional de materiais, empregadas para identificar os elementos químicos e a composição de materiais orgânicos e inorgânicos que compõem, ou estejam presentes na obra. São elas: fluorescência de raios X por dispersão de

energia (EDXRF); Emissão Induzida de Radiação X por partículas (PIXE)¹⁴; Emissão Induzida de Radiação gama por partículas (PIGE)¹⁵ e Espalhamento Rutherford em ângulos traseiros (RBS)¹⁶. Existem ainda as técnicas para caracterização das composições como Fourier Transformed InfraRed (FTIR) e Raman Spectroscopy (RS), ambas as técnicas utilizam feixes de infravermelho ou lasers (respectivamente) para vibrar as moléculas do material a ser estudado.

2.4.1. Colorimetria

A cor é fenômeno causado pela absorção seletiva ou reemissão de luz e pode ser medida por métodos espectroscópicos (ARTIOLI, 2010). As cores que os seres humanos podem reconhecer são geradas pela combinação das três cores primárias: o vermelho (R, red, 700 nm), verde (G, green, 546,1 nm) e Azul (B, blue, 435,8 nm). Para medir a cor a Comissão Internacional de Iluminação (CIE, Commission Internationale de l'Éclairage), padronizou os comprimentos de onda das cores primárias e propôs um sistema de três coordenadas para definir as cores, são elas:

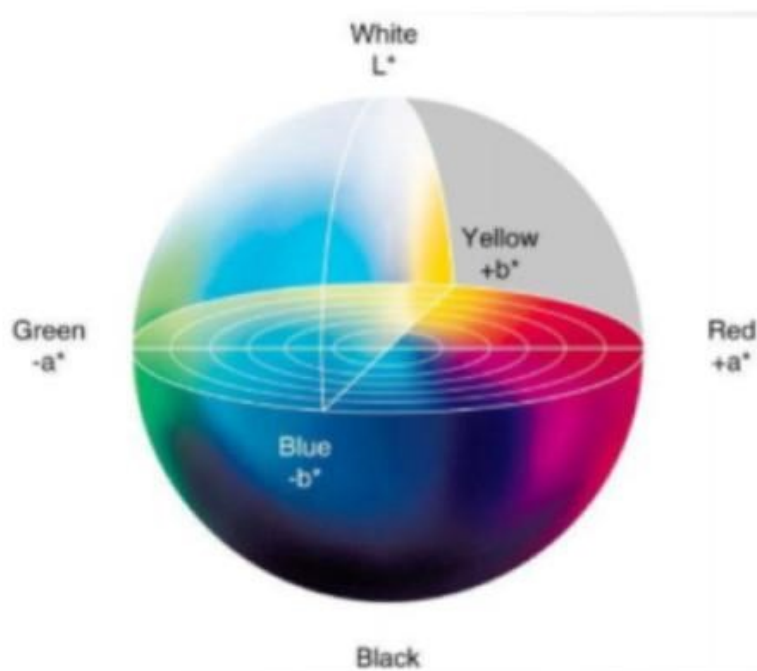
- L = luminosidade da cor (L = 0 é preto e L = 100 é o índigo branco);
- a = posição entre o vermelho/magenta e verde (valores negativos indicam o verde enquanto os valores positivos indicam o magenta);
- b = posição entre o amarelo e o azul (os valores negativos indicam o azul e valores positivos indicam o amarelo).

¹⁴ Do termo em inglês: Particle Induced X-Ray Emission. Fonte: RIZZUTTO, 2008, 177.

¹⁵ Do termo em inglês: Particle Induced γ -Ray Emission. Fonte: RIZZUTTO, 2008, 177.

¹⁶ Do termo em inglês: Rutherford Back-Scattering. Fonte: RIZZUTTO, 2008, 177.

Figura 16 - Sistema de três coordenadas do CIELAB para definir Cor.



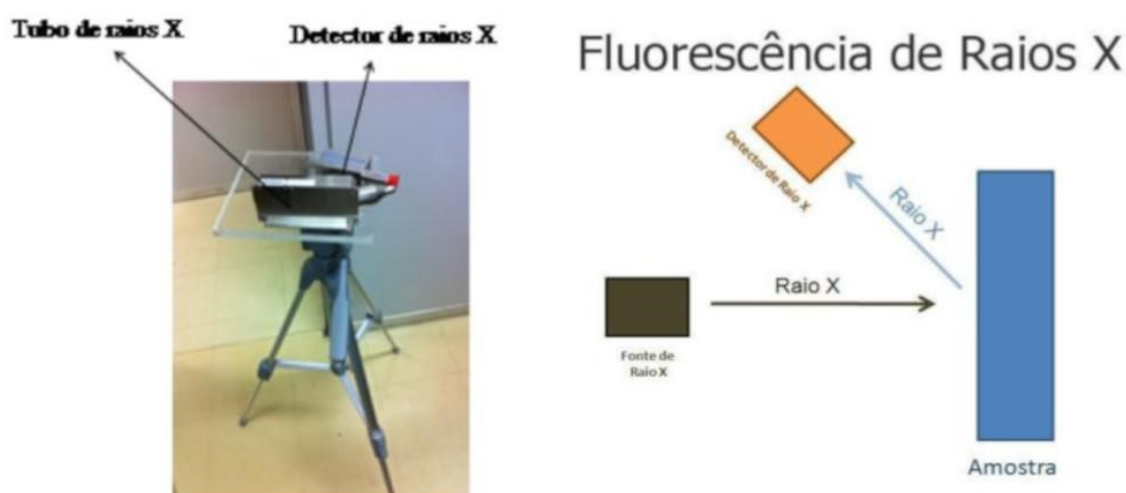
Fonte: Aula 1 da Disciplina física aplicada ao estudo de objetos do patrimônio cultural: métodos e técnicas da Prof(a) Dr(a) Márcia Rizzutto em 2018. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia.

A Cor pode ser medida com um espectrofotômetro, por exemplo, do tipo Konica-Minolta, modelo CM-2500d; de luz com fibra óptica, modelo Ocean Optics, que permite a leitura para determinados intervalos espectrais. Os resultados podem ser em forma de gráfico ou código alfanumérico.

Os dados a serem observados são: a) data de análise; b) técnico responsável, ou laboratório; c) tipo de detector utilizado; d) material adjacente e) descrição alfanumérica. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

2.4.2. Fluorescência de raios X (EDXRF)

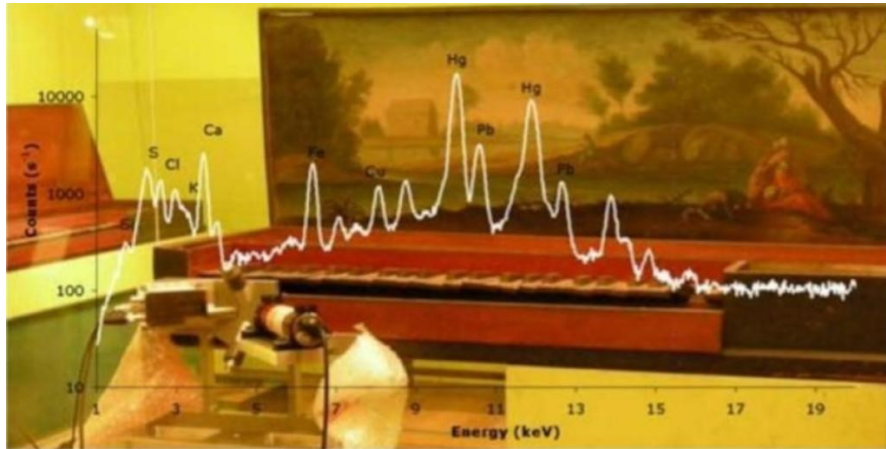
Figura 17 - À esquerda: aparelhos de emissão de radiação e detecção. À direita: diagrama explicativo da interação da fonte de radiação com a obra de arte.



Fonte: Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico - NAP-FAEPAH.

Esta técnica consiste em irradiar uma obra com uma fonte de raio-X, ou de raio gama, posicionado bem próximo à obra, mas sem a necessidade de tocá-la. A radiação irá interagir com os elétrons orbitais dos átomos do material analisado excitando o átomo e no decaimento o átomo emite raios X característicos do material existente no objeto estudado (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d.) e este raio X é capturado por um detector. Os resultados obtidos pelo software do equipamento geram dois arquivos, um considerado bruto em formato de tabela com duas colunas, uma para contagem, outra para energia (de extensão txt) e um preparado em forma de gráfico bidimensional onde o eixo vertical temos contagens e no eixo horizontal temos energia (de extensão imagem), em que se pode identificar os elementos químicos constituintes presentes na amostra (RIZZUTTO; KAJIYA; CAMPOS, s/d.). Os elementos químicos encontrados também podem ser representados pelos símbolos químicos.

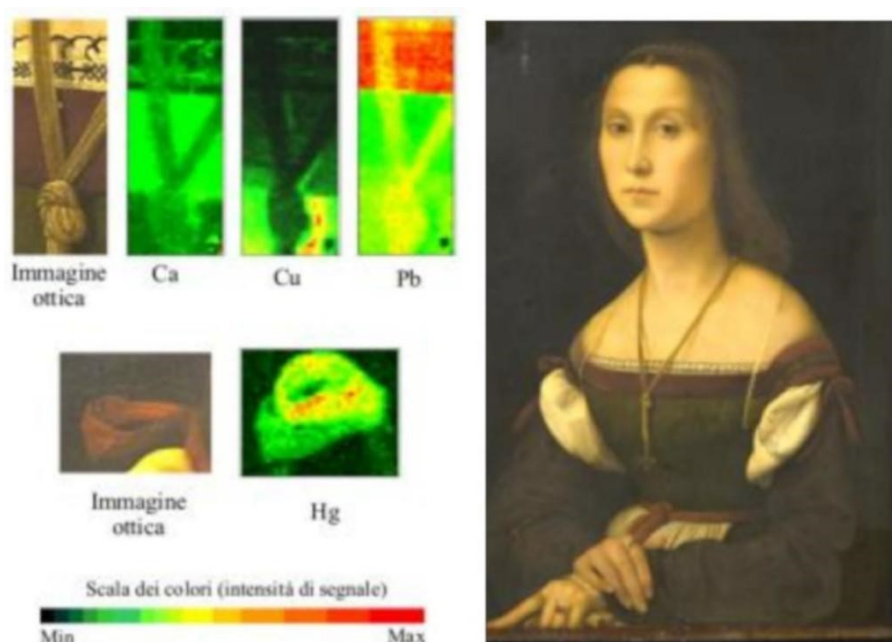
Figura 18 - Espectro obtido da análise com EDXRF em uma obra de arte X-ray Fluorescence in the IAEA and its Member States.



Fonte: XRF newsletter, No. 15, July 2008.

Os dados a serem observados são: a) o tipo de fonte e suas características; b) data de realização da análise; c) características do detector; d) descrição das informações reveladas; e) espectro do ponto medido com os elementos químicos identificados. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#). Neste caso, o resultado da análise é pontual e onde o ponto foi medido deve ser indicado, tendo uma imagem do objeto estudado com os pontos. Há a possibilidade de analisar uma obra de maneira a mapeá-la em 2D. Para isto é feito um escaneamento com o tudo de raios X e o detector de modo contínuo e depois do processamento dos dados é possível ter mapas 2D da distribuição dos elementos químicos, como mostrado na figura abaixo:

Figura 19 - Espectro obtido da análise com XRF em uma obra de arte.

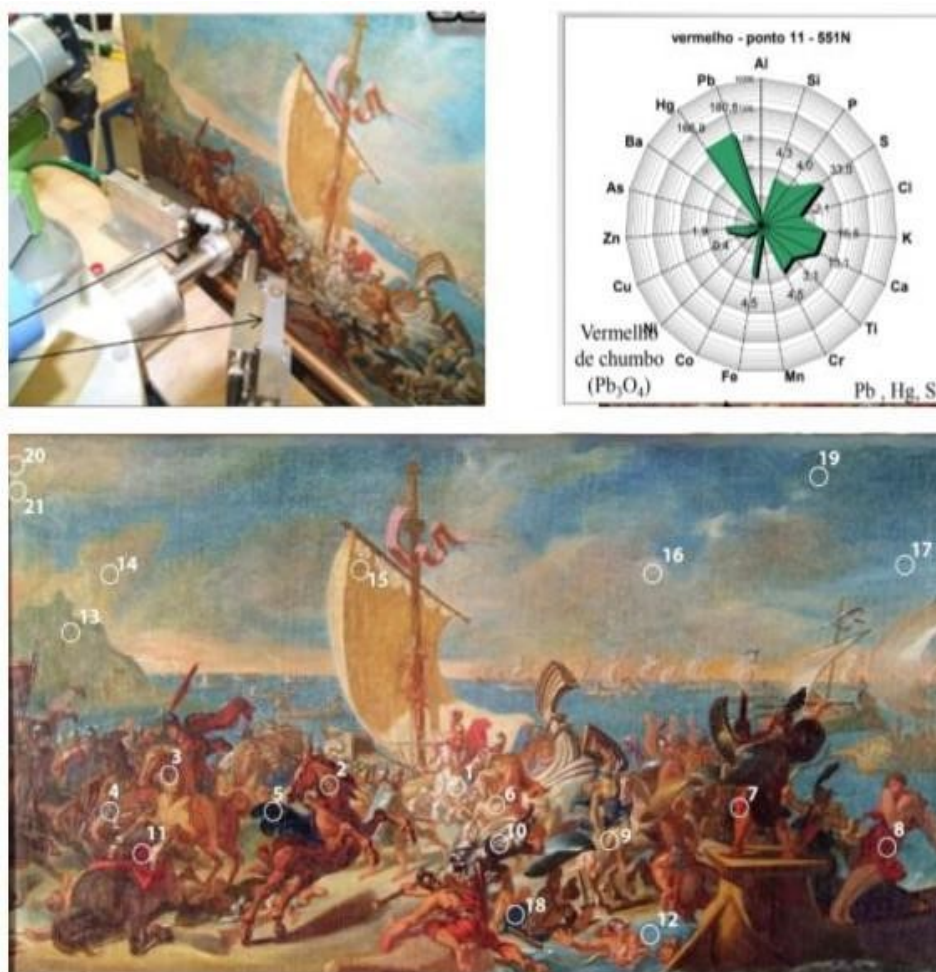


Fonte: Aula 4 da Disciplina física aplicada ao estudo de objetos do patrimônio cultural: métodos e técnicas da Prof(a) Dr(a) Márcia Rizzutto em 2018. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia.

2.4.3. Emissão Induzida de Radiação X por partículas (PIXE)

Este método consiste em irradiar uma amostra com um feixe de íons capaz de atingir camadas eletrônicas internas dos átomos da superfície do material analisado (TABACNIKS, s/d., p. 9), o que acaba emitindo raio X com energia característica e a detecção desse raio X característico permite identificar a composição atômica do alvo (RIZZUTTO, 2008). Com esta técnica é possível “detectar com boa precisão grande parte dos elementos que compõem a amostra irradiada sem destruí-la” (MOLEIRO; PASCHOLATI; RIZZUTTO, 2006, p. 1) e examinar “pigmentos de pinturas devido ao baixo nível de fundo (background) produzido pelos componentes orgânicos presentes na tela” (RIZZUTTO, 2008, p. 213)

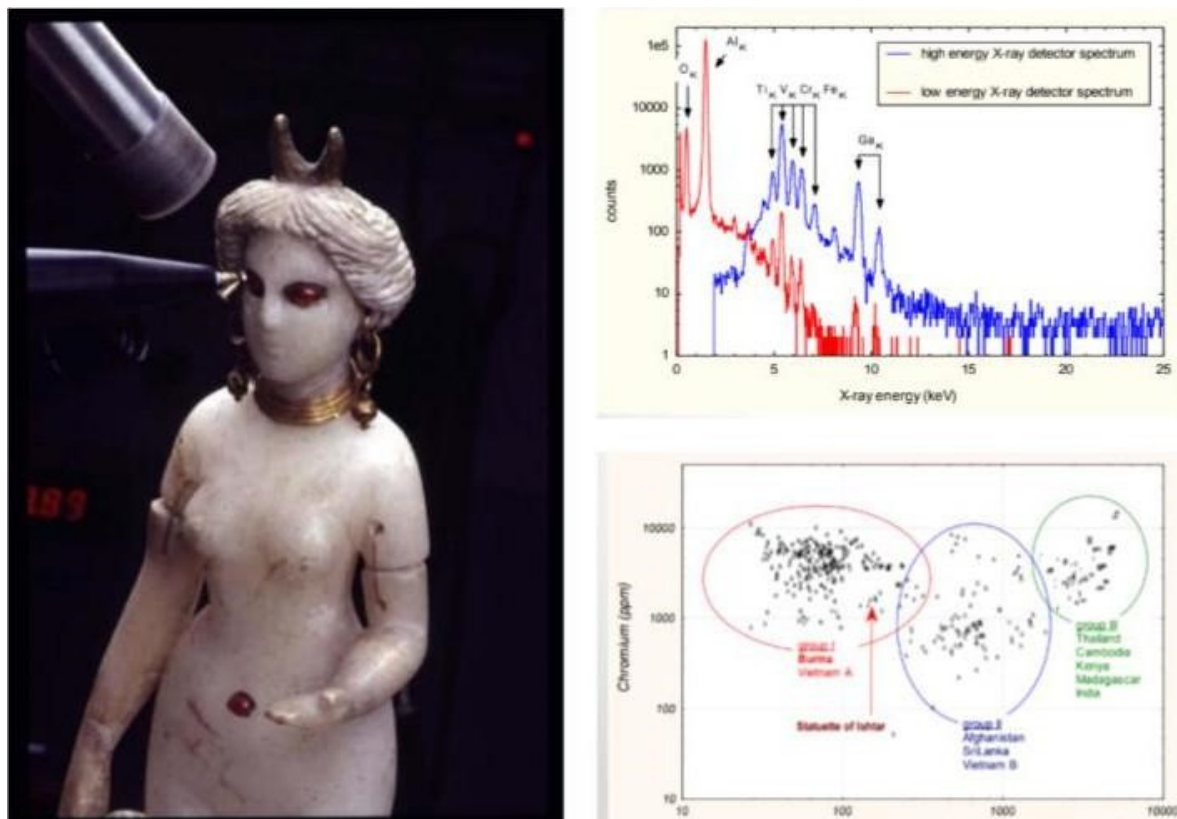
Figura 20 - Espectro obtido da análise com PIXE em uma obra de arte.



Fonte: Aula 4 da Disciplina física aplicada ao estudo de objetos do patrimônio cultural: métodos e técnicas da Prof(a) Dr(a) Márcia Rizzutto em 2018. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia.

Com a identificação dos elementos químicos que compõem a obra é possível compará-las com outros objetos ou amostras conhecidas e assim definir a origem de um artefato arqueológico, por exemplo, ao realizar uma análise PIXE em um mineral encontrado em um artefato. Comparando com dados de outros minerais de várias jazidas de regiões conhecidas é possível encontrar a origem do mineral presente no artefato.

Figura 21 - Espectro obtido da análise com PIXE em um rubi presente uma obra de arte comparando com amostras de jazidas. Coleção pertencente ao Museu do Louvre.



Fonte: T. Calligaro. The Origin of Ancient Gemstones Unveiled by PIXE, PIGE and μ -Raman Spectrometry. In: _____. X-Ray for Archaeology. London: Springer; Dordrecht, 2005. DOI: 10.1007/1-4020-3581-0_5. Apud Aula 4 da Disciplina física aplicada ao estudo de objetos do patrimônio cultural: métodos e técnicas da Prof(a) Dr(a) Márcia Rizzutto em 2018. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia.

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte e suas características; b) data de realização da análise; c) características do detector; d) descrição das informações reveladas; e) o arquivo bruto (de extensão txt, mca, etc.); f) arquivo de gráfico; g) mapa indicativo dos pontos analisados; g) possíveis materiais adjacentes. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice B](#).

2.4.4. Emissão Induzida de Radiação Gama por partículas (PIGE)

“A espectroscopia por emissão raios γ , PIGE (Proton Induced Gamma Ray Emission) genericamente também denominada, NRA (Nuclear Reaction Analysis)” (LAMFI, 2009), consiste em irradiar com um feixe de íons um objeto fazendo com que o núcleo dos átomos

se excite por meio de reações nucleares, emitindo raios γ característicos (RIZZUTTO, 2008). Esse método é utilizado para detectar elementos químicos (LAMFI, 2009), analisar corrosões e “deste modo possibilitar aos restauradores o melhor procedimento para a conservação e restauração das peças em estudo” (RIZZUTTO, 2008, p. 213). Esta técnica é utilizada para detectar elementos químicos leves que dificilmente são mensuráveis com o PIXE (ARTIOLI, 2010), desde modo as técnicas são utilizadas de forma complementar.

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte e suas características; b) data de realização da análise; c) características do detector; d) descrição das informações reveladas; e) o arquivo bruto (de extensão txt, mca, etc.); f) arquivo de gráfico; g) mapa indicativo dos pontos analisados; g) possíveis materiais adjacentes. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice B](#).

2.4.5. Espalhamento Rutherford em ângulos traseiros (RBS)

Esta técnica baseia-se em detectar as partículas do feixe espalhadas pela amostra, após realizar uma colisão elástica (LAMFI, 2009). Na perda de energia da partícula é possível obter informações de espessura e de perfil de profundidade do material analisado (LAMFI, 2009), resultando em um gráfico de intensidade (taxa de contagens) em função da energia das partículas detectadas (TABACNIKS, s/d., p. 6). A detecção dos prótons retroespalhados fornece informações sobre a espessura e a composição da amostra (ARTIOLI, 2010).

Tanto as técnicas PIXE e PIGE quanto a RBS podem ser realizadas simultaneamente, utilizando um mesmo feixe de íons com os diferentes detectores instalados, como visto na figura 22.

Figura 22 - Configuração dos equipamentos para uma medição simultânea de PIXE-PIGE-RBS no laboratório LABEC em Florença.



Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 314)

Os dados a serem observados são: a) tipo de fonte e suas características; b) data de realização da análise; c) características do detector; d) descrição das informações reveladas; e) o arquivo bruto (de extensão txt, mca, rbs, spe, etc.); f) arquivo de gráfico; g) possíveis materiais adjacentes.

2.4.6. Raman

É uma técnica que se baseia na detecção de luz espalhada, emitida por uma fonte monocromática de luz (geralmente laser de comprimento de onda específico) que “ao atingir um objeto, é espalhada por ele, gerando luz de mesma energia ou de energia diferente da incidente”¹⁷, ou seja, “na medida em que a radiação incidente deforma a carga atômica e induz um momento dipolar instantâneo na molécula” (ARTIOLI, 2010). Isso fornece uma ferramenta espectroscopia para “analisar os componentes moleculares dos materiais”¹⁸. “No

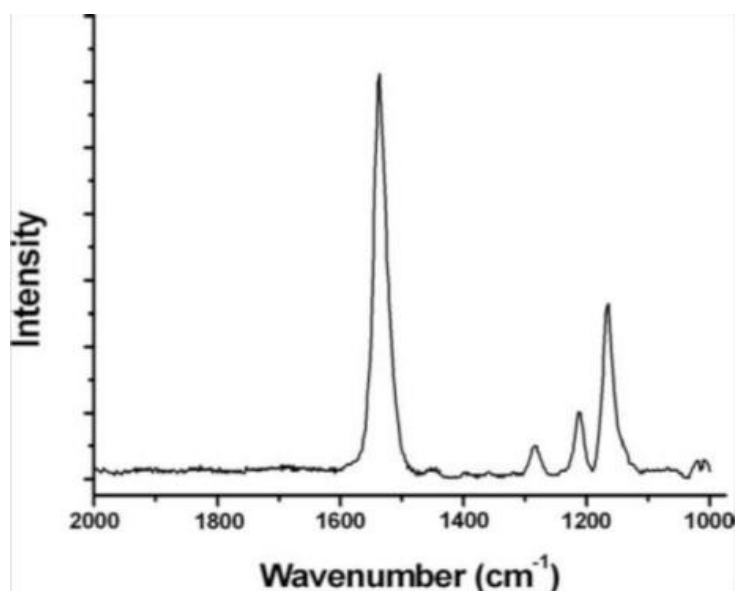
¹⁷ Aula 6 da Disciplina física aplicada ao estudo de objetos do patrimônio cultural: métodos e técnicas da Prof(a) Dr(a) Márcia Rizzutto em 2018. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia.

¹⁸ idem nota 11.

espalhamento não-elástico entre o fóton incidente e a moléculas há mudança nos níveis das energias vibracionais e ou rotacionais por um incremento (DE), e é possível obter muitas informações importantes sobre a composição química do objeto a partir dessa variação de energia¹⁹.

Não é uma técnica para descobrir um único elemento (átomo), mas a composição da molécula inteira, orgânica ou inorgânica, muito útil na análise de pigmentos, monitoramento do avanço das reações químicas, estudos de processos de hidratação, pode ser usado como técnica para datação.

Figura 23 - Espectro de espalhamento Raman do açafão ($C_{20}H_{24}O_4$), um pigmento amarelo orgânico extraído do estigma da flor de açafão amplamente usado na antiguidade.



Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 43)

Os dados a serem observados nesta técnica são: a) tipo de fonte, b) suas características; c) data de realização da análise; d) técnico que realizou o experimento; e) detector; f) descrição das informações reveladas; g) arquivo bruto. A técnica pode ser realizada na obra em si ou em uma amostra, neste caso terá h) material adjacente. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

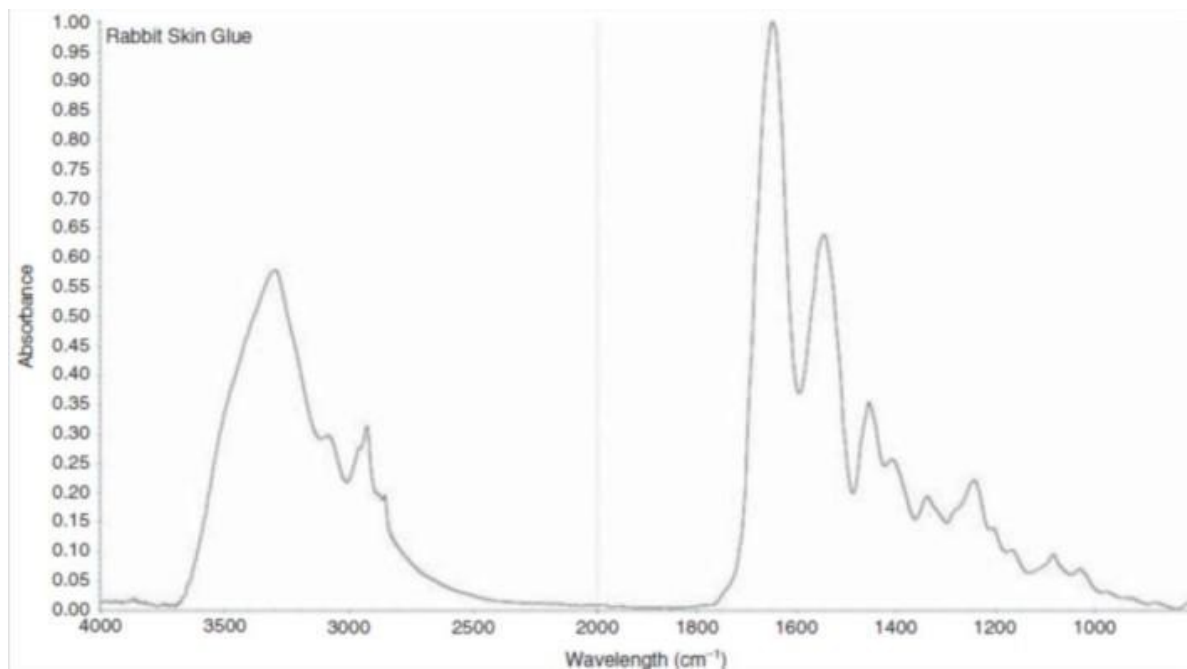
¹⁹ idem nota 11

2.4.7. Espectroscopia de Infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

Esta técnica é semelhante ao Raman, porém no lugar do monocromador há um interferômetro de Michelson, onde o feixe da fonte é dividido em dois, antes de passar pela amostra, e metade do feixe é transmitido e a outra metade, refletido (ARTIOLI, 2010).

Os dois feixes são refletidos de volta por dois espelhos perpendiculares e depois focados no detector. Caso não haja amostra, um padrão de onda cosseno de interferência construtiva e destrutiva ocorre no sinal; se houver uma amostra, o padrão de interferência é modulado pela absorbância na amostra (ARTIOLI, 2010) e que por meio da aplicação de uma transformada de Fourier é possível realizar a reconstrução do padrão de absorbância. Os dados a serem observados para esta técnica são semelhantes a técnica Raman. Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

Figura 24 - Espectro de FTIR de cola de pele de coelho.



Fonte: (ARTIOLI, 2010, p. 43)

2.4.8. Datação

Uma das principais necessidades das pesquisas é situar o objeto de estudo no tempo. Isso ocorre em várias disciplinas, por ser informação importante para a reconstrução do passado.

As técnicas de datação são baseadas em processos físicos e possuem limites específicos de exatidão e precisão. Cada método de datação é, portanto, baseado em uma técnica analítica específica e, devido às limitações físicas, pode ser aplicado somente a um intervalo de tempo bem definido (ARTIOLI, 2010). Cada elemento químico possui um tempo definido de decaimento (meia vida) e por meio dele pode-se calcular a idade do artefato.

As técnicas radioativas mais utilizadas em datação são: a) medição da radioatividade efetiva da amostra por espectrometria; b) contagem direta das presentes abundâncias isotópicas das espécies mãe e filha por espectrometria de massa; c) medição indireta dos núclídeos radiogênicos e núclídeos filhos por radioatividade induzida (ativação de nêutrons) ou contagem de trilhas de partículas (trilha de fusão e datação de pista de recuo).

Os diferentes métodos variam em função da quantidade da amostra, o limite de detecção dos radionuclídeos e a precisão e exatidão dos resultados. A natureza e química da amostra irá determinar o tipo de radionuclídeos incorporados no material.

Os dados a serem observados para datação são: a) técnica utilizada; b) tipo de fonte; c) técnico que realizou o experimento; d) detector; f) descrição das informações reveladas; h) material adjacente (amostra). Um estudo geral do levantamento dos dados está representado no [Apêndice C](#).

2.5. Necessidades e uso futuro dos dados

O objetivo principal da presente pesquisa é propor a organização do conjunto de dados de pesquisa produzidos pelo NAP-FAEPAH de modo que ele possa permitir acesso aos pesquisadores. Uma preocupação importante é a escolha do software que possa garantir a citação destes dados em suas e outras publicações para conferir ao núcleo de estudo os

devidos créditos intelectuais e de produtividade acadêmica; a outra preocupação de ordem prática: a possibilidade de personalização do acesso aos registros, seja pela pesquisa encontrar-se em andamento, ou estar aguardando algum tipo de autorização, ou mesmo por apresentar informações sensíveis que possam restringir o seu acesso.

A utilização de um software para a gestão destes dados permitirá realizar estudos métricos para conhecer o público de usuários e explorar novas possibilidades de aplicação desses dados. Nesse sentido, é interessante que o software forneça dados como:

- Estatísticas de uso;
- Acesso por buscadores aos conjuntos de dados (por exemplo, Google);
- Ter controle de versão, documentação de alteração feita ao conjunto de dados ao longo do tempo;
- Capacidade de auditar o conjunto de dados para garantir sua integridade estrutural ao longo do tempo.

3. Teoria de Análise e Representação de Informação: imagens e gráficos

Uma das questões que se encontrou no presente trabalho, seguindo a problemática clássica da Análise Documentária mencionada por CUNHA (1989), é como representar as características de um conjunto de documentos para inserção em um sistema de informação visando à recuperação da informação. Dentro dessa perspectiva, o primeiro procedimento é realizar a leitura da documentação.

3.1. *Compreensão da natureza do objeto*

Os resultados das pesquisas que utilizam técnicas arqueométricas são, na sua parte principal, compostos por imagens e gráficos, que podem ser caracterizados como documentos iconográficos, também chamados de documentos visuais, que carregam informação iconográfica, visual (BACA, 2002). Possuem a característica de representar algo num plano em duas dimensões ou em três, reproduzidas graficamente e que não são acompanhados de som (FARIA; PERICÃO, 2008).

Na Biblioteconomia, o código de catalogação Anglo-Americano - AACR2 (2005) – considera documento iconográfico todo material gráfico, abrangendo documentos originais, ou reproduções, projetáveis ou não. Na Arquivologia, é todo aquele que possui “imagens fixas, impressas, desenhadas ou fotografadas, como fotografias e gravuras.” (ARQUIVO NACIONAL, 2005, p. 76). Os autores Guinchat e Menou (1994) acrescentam aos documentos iconográficos os mapas, plantas, gráficos, tabelas, cartazes; Baca (2002) acrescenta os slides e arquivos digitais.

Portanto, o objeto de estudo da pesquisa, do ponto de vista da Ciência da Informação se enquadra na categoria dos documentos iconográficos.

3.2. Teoria de análise de imagens: parâmetros para a sua leitura

A Análise documentária e a elaboração de sistemas de informação podem ser aplicadas a qualquer tipo de documentação, porém as particularidades de cada documento requerem orientações específicas. Os métodos para análise textuais não são aplicáveis à análise de imagens, por exemplo. É necessário, portanto, definir as operações a serem feitas, com base em teorias e técnicas específicas.

Os campos dentro de um sistema de informação e a busca são normalmente preenchidos por meio de um código verbal, ou seja, as imagens e gráficos são 'traduzidos' e representados por meio de palavras.

Para que o acesso ao documento seja possível é necessário dispor de métodos e ferramentas de análise e descrição adequados para estruturar dados e metadados. A padronização e a normalização das descrições são igualmente importantes para garantir a consistência do sistema de informação e recuperação eficiente.

Segundo Smit (2000), a imagem carrega um poder testemunhal, uma ligação íntima com o referente. Porém, essa característica depende da "disponibilidade de informações que permitirão entender a imagem" (SMIT, 2000, p. 75), sendo elas expressas por meio de dados e palavras. Portanto, para tratar imagens é necessário 'traduzi-las' do código não verbal para o código verbal (BACA, 2002).

Uma boa análise se define, em primeiro lugar, por seus objetivos. Definir o objetivo de uma análise é indispensável para a escolha das ferramentas, lembrando-se que elas determinam grande parte do objeto da análise e suas conclusões. [...] Deve servir a um projeto, e é este que vai dar sua orientação, assim como permitirá elaborar sua metodologia. (JOLY, 2012, p. 49-50)

Segundo Joly (2012), há vários tipos de imagens que representam as coisas do mundo real, tais como fotografias de lugares, pessoas, animais, etc.; imagens científicas, que capturam um instante de um dado fenômeno em estudo; imagens mentais, que se formam na mente remetendo ao mundo real, ou seja, uma "lembrança visual e a impressão de uma completa semelhança com a realidade" (SMIT, 2000, p. 20); ou imagens virtuais, que são produzidas a partir de dados, como uma maquete de relevo, um mapa climatológico, etc. Há as imagens em si ou as que são substitutos da obra original, ou ainda uma série de imagens,

fragmentos de uma única obra, como por exemplo, várias fotografias de uma estátua em ângulos diferentes.

Portanto, há diversas formas de entender a imagem e o modelo de tratamento que deve direcionar o processo de identificação e extração de informações desses objetos. Deve-se observar que a aplicação direta das normas destinadas ao tratamento de documentos textuais nem sempre é adequada para descrever documentos imagéticos:

A imagem fotográfica, como afirma Smit (1996, p. 29), difere do texto em seu estatuto e pela sua forma de utilização. Entretanto, qualquer profissional que trabalhe com organização de imagens depara-se, frequentemente, com a necessidade de tratar a informação de natureza visual de acordo com princípios criados para a organização de textos escritos, que não respondem às questões levantadas pela imagem [...] (MACAMBYRA; FILHO, 2008, p. 3)

Realizar análises, de uma forma geral, não é uma tarefa fácil, mas a análise de imagens costuma ser mais complexa porque deve-se segmentá-la de modo específico para descrevê-la (JOLY, 2012). Mesmo sendo muito comum o contato com a imagem, em todos os contextos históricos e culturais, isso não significa que as pessoas dominem a linguagem visual e possam compreendê-la (JOLY, 2012).

A confusão se dá entre o processo de percepção e o de interpretação, e é para este aspecto que se deve chamar a atenção. Ao realizar uma análise deve-se ser capaz de identificar tanto o contexto de produção, quanto o de recepção, ser capaz de “decifrar as significações que a ‘naturalidade’ aparente das mensagens visuais implicam” (JOLY, 2012, p. 43).

Identificar estes contextos não significa reconstituir as condições em que ela foi criada e nem saber de fato o que o artista quis comunicar ao público. Assim, deve:

levar em conta a função dessa mensagem, seu horizonte de expectativas e seus diversos tipos de contexto. Desse modo, terá definido o contexto no qual relativizar suas ferramentas intrínsecas e irá se apegar a distingui-las entre si. Com a imagem a análise assumirá seu lugar entre expressão e comunicação. (JOLY, 2012, p. 68)

Portanto, é necessário ter um referencial teórico que forneça os instrumentos para a análise de imagens, que no contexto desta pesquisa, deve permitir compreender o contexto de produção e recepção das imagens científicas e dos gráficos gerados pelas técnicas de análises físicas e químicas. No campo das Artes e da Ciência da Informação há quatro teorias conhecidas para orientar a análise de imagens: a semiótica, a iconologia, a pragmática e a

fenomenologia. Cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens para uso na análise de documentos arqueométricos, que serão abordadas de forma breve.

3.2.1 Análise iconológica da imagem

A Iconologia é uma teoria de análise da imagem elaborada por Erwin Panofsky em sua obra *Estudos em Iconologia*, de 1939. Esta teoria propõe uma forma de análise da imagem em três níveis de descrição: pré-iconográfica, iconográfica e iconológica.

Na descrição pré-iconográfica (1º nível) são apontados os elementos no âmbito genérico, enquanto a descrição iconográfica (2º nível) identifica, ou especifica os elementos. Segundo Baca (2002), nomes próprios, mitológicos, religiosos, históricos, ou conteúdo não narrativo em forma de pessoa, lugar ou coisa, são considerados do nível iconológico (3º nível). Por exemplo:

O gesto em questão que, num nível 'pré-iconográfico' é identificado como a 'movimentação do chapéu', só será interpretado como um cumprimento no nível iconográfico de análise. (BOHNSACK, 2007, p. 291)

O nível iconológico atinge a interpretação, a significação simbólica, ou o *habitus*:

Por intermédio da interpretação iconológica dos gestos, adquirimos "a impressão de que estes contêm modos específicos de existência [...] *Habitus* enquanto conceito pode referir-se tanto a fenômenos individuais quanto a fenômenos coletivos relativos ao meio social (milieu), por exemplo, o *habitus* proletário ou burguês [...] também exprimir um determinado período histórico ou uma geração. (BOHNSACK, 2007, p. 291-292)

Seguindo esta teoria, é possível identificar os elementos de uma imagem nos seus vários níveis, podendo-se utilizar descritores genéricos e específicos. A imagem abaixo poderá ser indexada com o descritor 'ponte', no seu nível pré-iconográfico; como 'Ponte Golden Gate', no nível iconográfico; e como 'símbolo de São Francisco', no nível iconológico.

Figura 25 - Ponte Golden Gate.



Fonte: Highsmith, Carol M. Golden Gate Bridge, San Francisco, California. 2012. *Library of Congress*.

A teoria de Panofsky é bastante empregada para analisar obra de arte e realizar o seu tratamento temático. No caso da presente pesquisa, pode-se usá-la para as informações reveladas pelas técnicas de infravermelho e radiografia de raio-X, principalmente no terceiro nível. As outras técnicas de análise físico-química como as de investigação elementar, por gerarem gráficos, revelam informações de outras naturezas que não se enquadram dentro dessa teoria.

3.2.2 *Análise fenomenológica da imagem*

O filósofo prussiano Immanuel Kant (1724 - 1804) em seus estudos sobre a metafísica, influenciou vários filósofos modernos, entre eles Hegel e Husserl. Eles exploram suas ideias de experiência, conhecimento e, principalmente, a consciência, desenvolvendo a fenomenologia que, segundo (DARTIGUES, 1992), pode ser resumidamente definida como o estudo ou a ciência dos fenômenos:

na fenomenologia hegeliana, o fenômeno é reabsorvido num conhecimento sistemático do ser, a fenomenologia husserliana se propõe como fazendo ela própria, às vezes, de ontologia pois, segundo Husserl, o sentido do ser e o do fenômeno não podem ser dissociados. (DARTIGUES, 1992, p. 5, versão digital)

Edmund Husserl (1859-1938), filósofo e matemático, criticava o naturalismo colocado por essas ciências:

não tendo destacado a especificidade de seu objeto e tratando-o como se tratasse de um objeto físico, confundem a descoberta das causas exteriores de um fenômeno com a natureza própria deste fenômeno. (DARTIGUES, 1992, p. 8, versão digital)

Seu ponto de vista era que a lógica e a matemática possuíam leis bastante precisas que podiam ser conhecidas sem necessariamente precisar da experiência, diferentemente das ciências empíricas, que possuíam leis “ainda imprecisas” (DARTIGUES, 1992). A ideia central de Husserl é que nós compreendemos os fenômenos por intermédio dos sentidos, que são captados e interpretados pela consciência, sendo ela responsável por reconhecer a si e ao mundo (DARTIGUES, 1992). Nesta análise, o mundo não é uma existência, mas um fenômeno.

Esta teoria influenciou inúmeros filósofos no início do século XX, principalmente, o filósofo francês Maurice Merleau-Ponty (1908 - 1961), que se aprofundou nestas questões sob o viés da percepção.

Tudo o que conheço do mundo, mesmo através da ciência, eu sei com base em uma visão que é minha, ou uma experiência do mundo sem a qual os símbolos da ciência não terão sentido (MERLEAU-PONTY; BANNAN, 1956, p. 60, tradução livre)

Seu pensamento vincula-se à elucidação do conceito do homem, de sua consciência, e do vínculo indissociável do homem com o espaço e o tempo. Nessa medida, “O homem está antes dele no mundo e é no mundo que ele conhece a si mesmo” (MERLEAU-PONTY; BANNAN, 1956, p. 62, tradução livre). Por sua vez, “o mundo está sempre ‘lá’ como uma presença inalienável que precede a reflexão” (MERLEAU-PONTY; BANNAN, 1956, p. 59, tradução livre), não como um conjunto de coisas e fatos, mas um lugar constituído de dimensões e de qualidades a serem percebidas pelo homem.

O mundo que eu me distingo como uma soma de coisas ou de processos causalmente conectados é redescoberto “em mim” como o horizonte permanente de todo o meu pensamento e como uma dimensão em relação à qual eu nunca deixo de me situar. (MERLEAU-PONTY; BANNAN, 1956, p. 59, tradução livre)

Assim, Merleau-Ponty e Bannan (1956) definem a fenomenologia como “o estudo das essências e, conseqüentemente, o tratamento de cada problema é uma tentativa para definir uma essência, a essência da percepção ou a essência da consciência” (MERLEAU-PONTY; BANNAN, 1956, p. 59, tradução livre). E completa que “a fenomenologia também é uma filosofia que substitui essências na existência e não acredita que o homem e o mundo possam ser entendidos com base em seu estado de fato” (MERLEAU-PONTY; BANNAN, 1956, p. 59, tradução livre)

A princípio, considerou-se a hipótese de que as imagens produzidas pelas técnicas artemétricas pudessem ser compreendidas como fenômenos. O breve estudo sobre esta teoria levantou questões interessantes acerca da contemporaneidade, do indivíduo e seu contexto, porém ela não apresentou subsídios para a sua aplicação prática na descrição dos elementos da documentação estudada, para fins de armazenamento e recuperação da informação.

3.2.3 Análise pragmática da imagem

O pragmatismo é uma concepção filosófica trabalhada por muitos filósofos, o que gerou diferentes versões (JAPIASSÚ, 2006). O termo foi empregado pela primeira vez em 1898, por William James (1842 - 1910) referindo-se à teoria filosófica exposta em um ensaio, em 1878, por Charles S. Peirce (1839-1914) (ABBAGNANO, 2007), que

declarava ter inventado o nome Pragmatismo para a teoria segundo a qual ‘uma concepção, ou seja, o significado racional de uma palavra ou de outra expressão, consiste exclusivamente em seu alcance concebível sobre a conduta da vida’ (ABBAGNANO, 2007, p. 784)

Há, portanto, duas versões distintas do pragmatismo: um metodológico e um metafísico. O pragmatismo metodológico, também entendido como científico ou experimental, “valoriza a prática mais do que a teoria e considera que devemos dar mais importância às conseqüências e efeitos da ação do que a seus princípios e pressupostos” (JAPIASSÚ, 2006, p. 71). Nessa mesma linha, há o pragmatismo de John Dewey (1859-1952), que emprega os termos instrumentalismo e experimentalismo para designar suas concepções

pragmáticas, referindo-se a elas como “a essência do instrumentalismo pragmático” (ABBAGNANO, 2007, p. 784). Desse modo, o conhecimento e a prática são “meios para tornar seguros, na experiência, os bens, que são as coisas excelentes de qualquer espécie” (ABBAGNANO, 2007, p. 784). Em um outro momento ele se refere ao pensamento “como um modo de agir sobre as coisas, funcionando como um instrumento constituidor de nossas experiências, por vezes, também conhecido como experimentalismo” (JAPIASSÚ, 2006, p. 48).

John Dewey filósofo e educador norte-americano, um grande crítico do sistema tradicional de ensino, fundou a chamada escola ativa, em que formulou uma “concepção pedagógica segundo a qual a educação deve ser “uma preparação para a vida adulta”, seus fins não devendo ser autoritariamente fixados do exterior nem tampouco estáticos” (JAPIASSÚ, 2006, p. 24). Toda sua construção pedagógica era baseada na experiência, que para ele não era um ‘conteúdo objetivo’, mas “um objeto ou evento é sempre uma parte, um momento ou um aspecto especial de um mundo ambiental experimentado, isto é, de uma situação” (ABBAGNANO, 2007, p. 784), atribuindo as seguintes características:

1) a Experiência não é consciência, logo não pode ser reduzida à intuição (Experience and Nature, 1925, cap. I); 2) a Experiência não é somente conhecimento, embora inclua o conhecimento, mas compreende tudo o que, a qualquer título, pode ser experimentado pelo homem (essa extensão já fora feita por Peirce, que entendera por Experiência ‘o curso da vida’ [Coll. Pap., 3, 435] ou ‘a história pessoal’ [Ibid., 4,911]; 3) a Experiência é o campo de toda pesquisa possível e da projeção racional do futuro: nela, por isso, ‘a razão tem necessariamente função construtiva’ (PM. and Civilization, 1931, pp. 24-25). (ABBAGNANO, 2007, p. 413)

Dewey (2010) discute a importância da arte para a filosofia e apresenta as concepções pragmáticas de análise da obra de arte. Para ele “não há teste que revele com tanta segurança a parcialidade de uma filosofia quanto sua abordagem da arte e da experiência estética” (DEWEY, 2010, p. 10).

A criação artística advém do pensamento do artista, pois “o artista tem seus problemas e pensa enquanto trabalha” (DEWEY, 2010, p. 16) e a obra de arte são suas ideias transformando-se em “significados coletivos dos objetos” (DEWEY, 2010, p. 16). Ele enfatiza a necessidade do contexto, repudiando a ideia da obra como objeto retirado de qualquer ligação com a experiência concreta, isolada ou desvinculada de outras modalidades do experimentar (DEWEY, 2010). Assim, “a arte é produto da interação contínua e cumulativa de um eu orgânico com o mundo” (KAPLAN *apud* DEWEY, 2010, p. 18).

Dewey aborda a questão das obras derivadas como, por exemplo, um poema lido por diferentes pessoas, ou uma música interpretada por diferentes intérpretes, ou apresentada em diferentes espetáculos, mas afirma não se interessar pela distinção entre o produto artístico e a obra de arte. Seu foco é a experiência proporcionada pelo produto artístico (DEWEY, 2010):

É provável que o autor de um poema seja mais poeta do que o leitor. O contexto em que surge sua obra de arte é mais próximo do contexto ideal, provavelmente, que o da maioria dos respondentes. Mas não define o contexto ideal. A intenção do artista não é decisiva. O que importa é como sua intenção se realiza no produto artístico. (KAPLAN *apud* DEWEY, 2010, p. 42)

As imagens geradas como resultados de técnicas de análises físicas e químicas revelam informações sobre a obra de arte que vão além da experiência sensível, proporcionando outros tipos de experiências. Podem contribuir para entender e reconstruir o contexto de produção do produto artístico, porém a questão sobre diferenciar o que seriam as imagens originais e imagens derivadas é crucial para o tratamento dos documentos abordados nesta pesquisa, e nesse aspecto, a teoria pragmática não fornece o necessário apoio teórico.

3.2.4 Análise semiótica da imagem

Segundo Santaella (1983), a semiótica se aplica a todas as formas de linguagens, desde a verbal até a desenhos, danças, músicas, cerimoniais, jogos, arquitetura, linguagens binárias de máquinas e, até mesmo à linguagem da natureza e aos sistemas biológicos, podendo ser definida como:

ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido. (SANTAELLA, 1983, p. 2)

A Semiótica teve três origens quase simultâneas, segundo Santaella (1983): norte-americana, cronologicamente a primeira, elaborada por Charles Sanders Peirce (1839-1914), cujo foco é o conhecimento; a europeia, conhecida como Semiologia, criada por Ferdinand de Saussure (1857-1913), cujo foco é a linguagem; e a soviética, elaborada por Alexander N.

Viesselovski (1838-1906) e Alexander A. Potiebniá (1835-1891), que foi a raiz do estruturalismo linguístico soviético de análise da significação.

uma fotografia (significante) que apresenta um grupo alegre de pessoas (referente) pode significar, de acordo com o contexto, 'foto de família' ou, em uma publicidade, 'alegria' ou 'convívio' (significados). (JOLY, 2012, p. 34)

O raciocínio de Peirce (2015) é baseado em tríades, tais como afirmação-negação-incerteza; nome-proposição-inferência; dedução-indução-abdução. Sua proposta organiza a Semiótica em três categorias fundamentais: primeiridade, secundidade e terceiridade.

A primeiridade seria “a consciência que pode ser compreendida como um instante do tempo, consciência passiva da qualidade, sem reconhecimento ou análise” (PEIRCE, 2015, p. 14), também denominada de oriência ou originalidade que, “tal como aquele ser é independentemente de qualquer outra coisa.” (PEIRCE, 2015, p. 27). A segunda, a secundidade, refere-se à “consciência de um fato externo ou outra coisa” (PEIRCE, 2015, p. 14), como se houvesse um “elemento que é a força bruta.” (PEIRCE, 2015, p. 23). que “consiste na ausência de qualquer razão, regularidade ou norma que poderia tomar parte na ação como elemento terceiro ou mediador.” (PEIRCE, 2015, p. 23). Também é denominada binariedade ou ‘obsistência’. A terceiridade, ou ‘transuasão’, é a “consciência sintética, que reúne tempo, sentido de aprendizado, pensamento.” (PEIRCE, 2015, p. 14), portanto, uma ação intelectual que requer mediação, da qual nasce o conceito de signo.

Um signo é tudo aquilo que está relacionado com uma segunda coisa, seu Objeto, com respeito a uma qualidade, de modo tal a trazer uma terceira coisa, seu Interpretante, para uma relação com aquele Objeto. (PEIRCE, 2015, p. 28)

O signo, por sua vez, se caracteriza como Símbolo, Índice e Ícone. Os signos podem sofrer degenerações. Um signo que passa por uma degeneração é denominado “signo Obsistente, ou Índice” (PEIRCE, 2015, p. 28), que tem uma relação genuína com o seu objeto. Ao passar por uma segunda e última degeneração, ele se reduz à sua qualidade, passando a ser denominado de signo originaliano, ou Ícone (PEIRCE, 2015).

A imagem como um todo pode ser um signo, ela representa algo que não está ali. Neste caso, o ícone “corresponde à classe de signos cujo significante mantém uma relação de analogia com o que representa, isto é, com o seu referente.” (JOLY, 2012, p. 35). O signo está

“ali, presente, para designar ou significar outra coisa, ausente, concreta ou abstrata.” (JOLY, 2012, p. 33). Nesse sentido, a pintura de uma árvore, por exemplo, representa uma árvore em âmbito genérico.

O índice “corresponde à classe dos signos que mantêm uma relação casual de continuidade física com o que representam.” (JOLY, 2012, p. 35), tal como a fumaça, por exemplo, indica fogo. As relações estabelecidas são naturais e dedutíveis.

O símbolo, por sua vez, “corresponde à classe dos signos que mantêm uma relação de convenção com o seu referente.” (JOLY, 2012, p. 36). Seu significado é dado por convenção, por exemplo, uma pomba branca pode ser um símbolo da paz.

Para Santaella (1983), as imagens provenientes de máquinas como fotografias, cinema e televisão seriam signos híbridos formados de hipoícones (imagens) e de índices. Seriam considerados índices pois, as máquinas registram o efeito de radiações partidas do objeto criando uma conexão física. Este índice, por sua vez, seria altamente informativo (SANTAELLA, 1983).

Para Peirce (2015), os dados de pressão baixa e ar úmido em um barômetro também são índices, pois “supomos que as forças da natureza estabelecem uma conexão provável entre o barômetro que marca pressão baixa com ar úmido e a chuva iminente.” (PEIRCE, 2015, p. 67). Com este exemplo, podemos considerar que os resultados em forma de gráficos, gerados pelas técnicas de análise elementar e composicional (RIZZUTTO et al., 2015), também se enquadram na categoria dos índices

Seguindo este raciocínio, as imagens e gráficos produzidos pelas técnicas de análise arqueométrica, se enquadram nesse tipo de signo, pois são os resultados dos efeitos das radiações eletromagnéticas ao interagirem com a matéria.

Portanto, entre as teorias analisadas, a que melhor se adequa às necessidades da pesquisa é a Teoria da Semiótica Peirciana, em que cada imagem, ou gráfico, se comporta como índice. Ou seja, as imagens e os gráficos mantêm uma relação genuína com a obra, independente da relação com o interpretante (PEIRCE, 2015).

4. Gestão de Dados de Pesquisa

4.1. *Ciência e Dados de Pesquisa*

Popularmente, a ciência é considerada objetiva, um conhecimento provado, confiável baseado em fatos concretos obtidos por meio de dados adquiridos em experimento e observações (CHALMERS, 1993), visão que se formou no século XVII, “durante e como consequência da Revolução Científica” (CHALMERS, 1993, p. 24). Em uma definição clássica, “a ciência é um saber metódico e rigoroso, isto é, um conjunto de conhecimentos metodicamente adquiridos, mais ou menos sistematicamente organizados, e suscetíveis de serem transmitidos por um processo pedagógico de ensino” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006, p. 209).

As definições acima indicam que a “ideia de que o conhecimento confiável do mundo deve basear-se em observação sistemática, objetiva, de fatos que levarão qualquer um que os estudar a chegar às mesmas conclusões” (JOHNSON, 1997, p. 158). Estas definições conferem aos dados de pesquisa um caráter neutro, ou seja, um conjunto de dados representam um determinado fenômeno, em um determinado tempo de tal modo que será sempre assim compreendido.

Porém, contemporaneamente, reconhece-se que as observações e os experimentos não são procedimentos totalmente neutros e imutáveis, pois, a experiência e a observação por meio dos sentidos dependem “em parte de sua experiência passada, de seu conhecimento e de suas expectativas” (CHALMERS, 1993, p. 50). A ciência, portanto, é uma “modalidade de saber constituída por um conjunto de aquisições intelectuais que tem por finalidade propor uma explicação racional e objetiva da realidade” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006, p. 209). A ciência é, portanto, um saber que nasce da relação entre sujeito e objeto, e, como tal, envolve subjetividade.

Segundo Fichte, “uma C. [Ciência] deve ser uma unidade, um todo [...] As proporções isoladas geralmente não são C, mas tornam-se C. só no todo, graças a seu lugar no todo, à sua relação com o todo” (ABBAGNANO, 2007, p.137). Dewey ainda coloca que na ciência os “significados são determinados com base em sua relação recíproca como significados, as

relações tornam-se os objetos da indagação e diminui bastante a importância das qualidades, que só têm função na medida em que ajudem a estabelecer relações” (ABBAGNANO, 2007, p.139).

Seguindo o sentido atual de ciência, os dados coletados de experimentos e observações não são neutros e dependem de um conjunto de informações que permitam a sua compreensão, ao longo do tempo. Em alguns casos, é necessário aprender a ler os dados observados, como, por exemplo, ao se fazer um diagnóstico de exame de raio X:

Pense num estudante de medicina fazendo um curso de diagnósticos de doenças pulmonares por raios X. Ele vê, numa sala escura, traços sombreados sobre uma tela fluorescente colocada contra o peito de um paciente [...] Primeiramente, o estudante fica completamente intrigado. Pois ele consegue ver no quadro de raios X de um peito apenas as sombras do coração e das costelas, com umas poucas nódulos entre elas. [...] ele não consegue ver nada do que estão falando. Então, conforme continua ouvindo durante algumas semanas, olhando cuidadosamente os quadros sempre novos de casos diferentes, uma certa compreensão vai ocorrendo; ele vai gradualmente esquecendo as costelas e começando a ver os pulmões. E, eventualmente, se perseverar com inteligência, um rico panorama de detalhes significativos lhe será revelado: de variações fisiológicas e mudanças patológicas, de cicatrizes, de infecções crônicas e sinais de moléstia aguda. (POLANYI *apud* CHALMERS, 1993, p. 51-52)

Conforme visto, as observações e experimentos para fazerem sentido sempre serão feitas à luz de alguma teoria, portadora de uma linguagem e um conjunto de conceitos, e “apenas aquelas observações consideradas relevantes devem ser registradas” (CHALMERS, 1993, p. 60). Cria-se, assim, um ciclo que se retro-alimenta. As teorias, estão em processos constantes de desenvolvimento, orientam a coleta de dados que trazem mais informações que podem modificar a teoria, às vezes pela confirmação positiva, muitas vezes pela negação:

é essencial compreender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico. A avaliação da teoria está intimamente ligada às circunstâncias nas quais surge. (CHALMERS, 1993, p. 61)

Portanto, para a compreensão de um conjunto de dados adquiridos por meio de observações ou experimentos, é necessário preservar o seu contexto de produção de modo que seja possível interpretá-lo, recriá-lo, ou detectar fatores não previstos pela teoria, ou até mesmo por erros que possam levar a resultados enganosos. Desse modo, os dados coletados poderão ser reutilizados por gerações futuras.

Os dados de pesquisa, Segundo Costa e Leite (2017) ainda não possuem uma definição bem sedimentada dentro da comunidade científica, porém Guibault e Wiebe (2013) “utilizam uma definição genérica que os consideram como aqueles dados que foram produzidos no decorrer da pesquisa” (COSTA; LEITE, 2017, p. 88).

Por outro lado, a Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2007) e Padilla Navarro et al. (2013) enfatizam que os dados podem ser reutilizados como fonte primária em uma pesquisa, e não necessariamente produzidos pela pesquisa. A concepção de Ribeiro et al. (2010) amplia o escopo e compreende que dados de pesquisa são aqueles que de algum modo foram utilizados na realização da pesquisa. (COSTA; LEITE, 2017, p. 88-89)

Na presente pesquisa é adotada a mesma perspectiva sugerida por Costa e Leite (2017), “na qual dados de pesquisa são os dados produzidos e/ou utilizados para o desenvolvimento de uma pesquisa” (COSTA; LEITE, 2017, p. 88-89). Acrescenta-se, ainda, que os dados de pesquisa são dotados de valor, segundo Sayão e Sales (2012), porque estão relacionados à possibilidade de reprodutibilidade de experimentos, como também de economia dos custos de pesquisas. Portanto, seu arquivamento é importante para possibilitar o reuso. Isso explica a preocupação das agências de financiamento de pesquisa em preservá-los.

Como colocado por Costa e Leite (2017), os dados de pesquisa podem ser de diferentes tipos, variando desde dados digitais e estruturados, produzidos pelo próprio equipamento de medição, como amostras físicas; imagens; vídeos; notas escritas, ou de áudio; etc. Sendo assim, o que se deve preservar, e como é possível divulgá-los?

A ciência de dados, termo que surgiu em meados da década de 1980, mas só se popularizou com desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TICs), é uma disciplina que “incorpora elementos variados e se baseia em técnicas e teorias oriundas de muitos campos básicos em engenharia e ciências básicas” (PORTO; ZIVIANI, s/d., p. 01). A interdisciplinaridade e o vínculo com a estatística são responsáveis por muitas críticas à caracterização como ciência.

Porto e Ziviani (s/d) acreditam que há três linhas de pesquisa que contribuem para o amadurecimento desta ciência: gerência de dados, análise e análise de redes complexas. Para Amaral (2016), a ciência de dados pode ser considerada uma ciência, indo além da sua relação com a estatística, pois ela estuda o dado durante todo o seu ciclo de vida, desde a sua produção até o descarte.

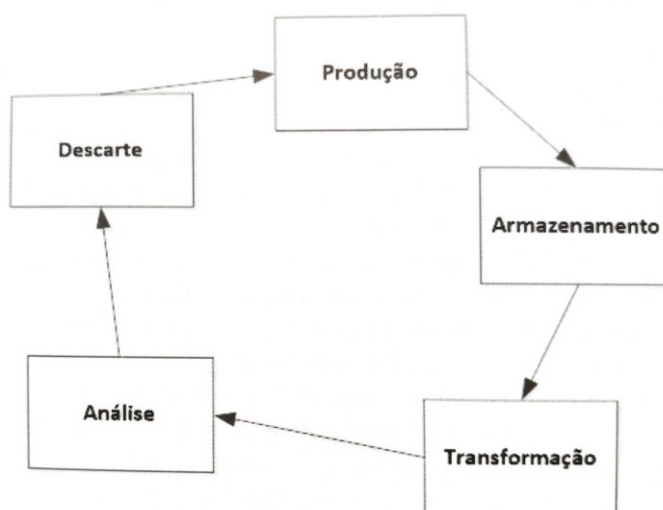
Dentro do campo da ciência de dados, um dado, por exemplo um valor quantitativo recolhido por um sensor em automóvel, é armazenado dentro de um dispositivo eletrônico para utilização futura com uma estrutura que permita sua compreensão (como por exemplo em XML), é conservado e poderá passar por transformações futuras para ser consumido (como por exemplo ser convertido para CSV), ou seja os “dados produzidos, armazenados e transformados estão, agora, prontos para serem analisados” (AMARAL, 2016, p.05).

Também há elementos associados a questões de segurança, privacidade e qualidade que também devem acompanhar os dados durante todo seu ciclo de vida (AMARAL, 2016). No campo da ciência de dados exposto por Amaral (2016), o ciclo do dado compreende: produção; armazenamento; transformação; análise e descarte.

O dado (digital) nasce ao ser registrado em um dispositivo eletrônico, volátil (por exemplo a memória RAM) ou não volátil (por exemplo um HD). Então ele segue para a próxima etapa do ciclo, o armazenamento, no qual o dado pode ser acessado por um usuário, sem a necessidade de transformação ou análise. Na próxima etapa do ciclo ocorre a transformação, quando o dado é “replicado, mas em um formato físico e lógico distinto, otimizado para análise e produção de informação” (AMARAL, 2016, p.18).

Na etapa de análise, aplicam-se processos exploratórios, implícitos ou explícitos aos dados a fim de obter informação e conhecimento, podendo ser gerados mais dados. Estas operações podem ocorrer por meio da aplicação de um filtro, ordenação de registros, geração de gráficos visuais (médias, dispersão, histogramas, normal, nuvem de palavras, etc.), cálculos e algoritmos complexos (AMARAL, 2016). Por fim, o dado segue para a última etapa do ciclo em que poderá ser descartado ou não.

Figura 26 - Ciclo de vida do Dado na Ciência de Dados



Fonte: AMARAL, 2016, p.06

A gestão, preservação e reutilização de dados também é conhecida como Curadoria de Dados. O termo surgiu em 1993, no relatório do Departamento de Energia dos EUA, referente ao desempenho dos bancos de dados no projeto do genoma humano (ERKIMBAEV et al., 2019). Kouper (2016) descreve a curadoria de dados como uma forma de buscar uma coleção organizada e amigável para que as partes interessadas possam acessar e reutilizar os dados para novas pesquisas.

Porém, esse termo foi englobado pelo termo Curadoria Digital, originalmente no inglês Digital Curation, que surgiu em 2001 no seminário Digital Curation: Digital Archives, Libraries and e-Science. Este termo designa uma nova disciplina que se preocupa com o gerenciamento ativo, a longo prazo, de recursos digitais (SABHARWAL, 2015; KOUPER, 2016; RAY, 2017).

O termo curadoria (*curation*) significa tutela, seleção, organização e cuidado com os itens de (uma coleção ou exibição). A comunidade museológica define-a como "A prática de gerenciar coleções de artefatos historicamente valiosos" (SABHARWAL, 2015, p.12). Nas décadas de 1960 e 1970, a comunidade científica empregou o termo "curadoria" para expressar o "cuidado sistemático das amostras" (SABHARWAL, 2015, p.13). O significado contemporâneo do termo curadoria é:

A atividade de gerenciar e promover o uso de dados, a partir de seu ponto de criação, para garantir que sejam adequados ao objetivo contemporâneo e disponíveis para descoberta e reutilização. Para conjuntos de dados dinâmicos, isso pode significar enriquecimento ou atualização contínua para

mantê-lo adequado ao objetivo. (LORD; MACDONALD, 2003 *apud* SABHARWAL, 2015, p.12)

Já a Curadoria Digital, é um “processo de gestão ativa de dados ou informação que agrega valor ao objeto digital em todo o seu ciclo de vida” (MACHADO; VIANNA; CÂNDIDO, 2018, p. 279). Segundo Beagrie (2006 *apud* RAY, 2017), implica a preservação e manutenção de uma coleção, ou banco de dados, de modo a agregar valor, em algum grau, ao conhecimento.

Segundo Kouper (2016), a curadoria digital é uma atividade associada à manutenção dos recursos digitais de forma ampla e de seu valor a longo prazo, com ênfase na continuidade do acesso, considerando as mudanças nos contextos interpretativos e tecnológicos da criação e acesso aos recursos digitais. Assim, a curadoria digital fornece confiança, ao disponibilizar dados acompanhados pelos seus metadados, preservando o significado, a integridade, a precisão e a autenticidade (SALES; SAYÃO, 2012).

Dentro da museologia, é compreendida como o planejamento e o gerenciamento de ativos digitais durante toda a sua vida útil, da conceituação ao uso e apresentação dos ativos, até a preservação a longo prazo, em um repositório, para reutilização futura (Universidade Johns Hopkins, 2016 *apud* RAY, 2017), ou ainda como uma “gestão ativa da informação digital em todo o seu ciclo de vida, tanto para uso atual e futuro” (PENNOCK, 2007 *apud* MACHADO; VIANNA; CÂNDIDO, 2018, p. 279). A principal fonte de informação é o *Data Curation Centre* (DCC)²⁰, que define o termo como o gerenciamento ativo dos dados de pesquisa para manter, preservar e agregar valor aos dados de pesquisa durante todo o seu ciclo de vida, para reduzir as ameaças ao seu valor de pesquisa a longo prazo, o risco da obsolescência digital e a duplicação de esforços na criação de dados de pesquisa²¹. Esta definição será adotada nesta presente pesquisa.

O objetivo da Curadoria Digital é ampliar a capacidade de recuperação dos dados, do controle e autenticação (HIGGINS, 2011 *apud* MACHADO; VIANNA; CÂNDIDO, 2018) para manter o documento íntegro e acessível para possibilitar a criação de novos conhecimentos, preservar a memória e evitar que se refaçam pesquisas desnecessariamente (YAMAOKA, 2012 *apud* MACHADO; VIANNA; CÂNDIDO, 2018); “envolve ainda o compartilhamento e

²⁰ O Data Curation Centre (DCC) pode ser acessado pelo endereço eletrônico: <http://www.dcc.ac.uk/>.

²¹ O termo foi traduzido do site do DCC: <http://www.dcc.ac.uk/digital-curation/what-digital-curation>.

interoperabilidade entre sistemas, o reuso da informação digital e a agregação de valor aos documentos digitais” (YAMAOKA, 2012 *apud* MACHADO; VIANNA; CÂNDIDO, 2018, p. 279). Trata-se, portanto, da “administração responsável pela reprodutibilidade e reutilização de dados digitais autênticos e outros ativos digitais” (LEE; TIBBO, 2007 *apud* SABHARWAL, 2015, p.14).

Ela se ocupa da coleta, seleção e preservação de informações digitais (incluindo os metadados relacionados) e de sua exibição digital, garantindo que não sejam manipulados ou alterados sem documentação, porém se sobrepõe aos domínios da preservação digital e do arquivamento (KOUPEL, 2016). Ou seja, realiza ações para manter os dados de pesquisa digital durante todo o seu ciclo de vida, para as gerações futuras, por meio de arquivamento e preservação digital (BEAGRIE, 2004 *apud* SABHARWAL, 2015).

O ciclo de vida de um dado na curadoria de digital, proposta pelo DCC, é composto dos seguintes estágios: Conceituar, Criar e Receber, Avaliar e Selecionar, Capturar, Preservar, Armazenar, Acessar, Transformar, Eliminar, Reavaliar, Migrar (SALES; SAYÃO, 2012, p. 127-128). As etapas do ciclo de vida do dado são abordadas em mais detalhes no capítulo 4.

Para isso, os dados de pesquisa devem ser armazenados em repositórios confiáveis para futuro acesso e reuso, porém, como lembram Sayão e Sales (2012), esses dados devem ser conectados às produções científicas e publicações e normalizados para serem devidamente citados em publicações.

Ao observar os modelos de ciclo de vida dos dados, propostos pela Ciência de Dados e pela Curadoria Digital, optou-se por prosseguir com o modelo da Curadoria Digital, por apresentar etapas mais detalhadas principalmente em relação à preservação digital a longo prazo.

4.2. *Comunicação Científica*

As teorias científicas e os resultados das pesquisas científicas são divulgados por diferentes meios e formas. Um termo geral que abarca esses conhecimentos é ‘comunicação científica’, que foi criado por John Bernal na década de 1930, para designar “o processo específico de produção, consumo e transferência da informação no campo científico” (SALES;

SAYÃO, 2012, p. 120). “A maneira como o cientista transmite informação depende do veículo empregado, da natureza das informações e do público-alvo.” (MEADOWS, 1999, p. 01). Meadows (1999) acrescenta que “A pesquisa científica pode ser comunicada de várias formas, sendo que as duas mais importantes são a fala e a escrita” (MEADOWS, 1999, p. 03).

Como dito anteriormente, as formas de comunicação científica podem ser divididas em formal e informal. “Uma comunicação informal é em geral efêmera, sendo posta à disposição apenas de um público limitado” (MEADOWS, 1999, p. 07). Exemplos de comunicação escrita informal são as cartas que circulavam de forma particular, de cientista para cientista, ou em uma comunidade de cientistas para as sociedades e associações e vice-versa.

“Ao contrário, uma comunicação formal encontra-se disponível por longos períodos de tempo para um público amplo” (MEADOWS, 1999, p.07). Inicialmente, a comunicação científica formal se dá por meio de manuscritos que, para serem multiplicados, eram copiados à mão. Com o advento da imprensa, a produção aumentou e permitiu uma maior e mais rápida difusão da comunicação científica por meio de livros e periódicos. Portanto, pela escrita, criam-se registros da informação em suporte adequado para que o conhecimento possa ser transmitido ao longo do tempo e do espaço. Esta ação gerou o conceito de documento adotado no campo da Biblioteconomia e Ciência da Informação.

Uma forma particular de veiculação de resultados de pesquisas é feita por meio de periódicos. “Os periódicos científicos surgiram na segunda metade do século XVII devido a várias razões” (MEADOWS, 1999, p. 07). A principal razão, segundo Larivière, Haustein e Mongeon (2015), era evitar a duplicação de resultados, desnecessariamente, e estabelecer a revisão por pares.

A forma estrutural dos periódicos é fruto da evolução gradual das tecnologias e das necessidades da comunidade científica (MEADOWS, 1999). Até o século XIX, ainda havia muitos problemas quanto à normalização bibliográfica de artigos de periódicos. Aos poucos, a forma que conhecemos hoje foi se consolidando:

Em primeiro lugar vem o título, seguido pelo nome do autor e seu endereço. Aí ou em outro lugar é provável que se encontre uma data que mostre quando o artigo foi recebido pela revista, talvez junto com uma segunda data que informa quando foi apresentada uma versão corrigida do texto. Em seguida, vem um resumo que descreve sucintamente o conteúdo do artigo. O corpo principal do artigo vem depois, apresentando-se em geral conforme um modelo padrão (por exemplo, introdução, metodologia, resultados do

experimento, conclusão). O artigo termina com uma lista de referência de outras publicações citadas no texto. (MEADOWS, 1999, p. 11)²²

A forma de comunicação científica por meio do artigo científico tornou-se, a partir do século XIX, na maneira mais rápida e conveniente de divulgar novos resultados de pesquisa e, desde então, o número de publicações cresceu exponencialmente (LARIVIÈRE; HAUSTEIN; MONGEON, 2015). Durante o século XX, já estava consolidado como a principal mídia para difundir a pesquisa em todas as áreas, que gerou um problema conhecido como sobrecarga de informação.

Para solucionar esse problema foram criados instrumentos para facilitar o acesso à informação, tais como índices, resumos e referências normalizadas. No fim do século XIX, havia periódicos especializados em divulgar os conteúdos de outros periódicos, ou resumos de artigos com o intuito de substituí-los²³.

O processo de publicação é mediado, atualmente, em larga medida, por editoras, como exposto por Meadows (1999):

Quando chega um manuscrito, ele é primeiramente examinado pelo editor, que decide sobre qual o tratamento que lhe será dado. Uma das opções é recusá-lo de pronto. Um periódico de grande prestígio, que recebe muito mais artigos do que pode publicar, recusa, nessa etapa inicial, um número significativo dos originais que lhe são enviados. (MEADOWS, 1999, p. 182)

Depois de passar pelo crivo do editor, o artigo segue para os avaliadores, que são “pesquisadores competentes, atualizados no assunto a que corresponde o artigo encaminhado para apreciação” (MEADOWS, 1999, p. 182). Porém as instruções para avaliação nem sempre são específicas; em geral, é solicitado que avaliem “três pontos básicos:

²² A estrutura de um artigo, segundo a norma NBR 6022 - Informação e Documentação - organiza-se em: (a) Elementos pré-textuais; (b) Elementos textuais; (c) Elementos pós-textuais. Os Elementos da categoria (1) são: a) título, subtítulo na língua do texto, nome(s) do(s) autor(es), resumo na língua do texto e palavras-chave.; os da categoria (2) são: introdução, desenvolvimento e conclusão. Por fim, os elementos da categoria (3) são: título, subtítulo em língua estrangeira; resumo em língua estrangeira; palavras-chave em língua estrangeira; nota(s) explicativa(s), referências, glossário, apêndice(s) e anexo(s).

²³ No Brasil, a referência é padronizada pela norma NBR 6023 - Informação e documentação: Referências - Elaboração. Ela dispõe as diretrizes para apresentar as referências bibliográficas, que definem campos de informação descritivos essenciais para identificação e recuperação da obra citada. Especificamente para os artigos, a norma NBR 6023 indica a ordem a ser seguida: “autor(es), título da parte, artigo ou matéria, título da publicação, local de publicação, numeração correspondente ao volume e/ou ano, fascículo ou número, paginação inicial e final, quando se tratar de artigo ou matéria, data ou intervalo de publicação” (ABNT, 2002).

originalidade, correção e importância de pesquisa relatada" (MEADOWS, 1999, p. 183). Após passar pela avaliação por pares, a pesquisa pode retornar para revisão, o que pode ocorrer mais de uma vez, até ser aceito para publicação ou recusado.

Embora este processo possa demorar muitos meses, o que em algumas áreas do conhecimento pode tornar a informação obsoleta antes de ser publicada, a forma do periódico acadêmico não foi alterada mesmo com a transformação do impresso para o digital. Segundo Meadows (1999), este processo ainda apresentava outros problemas: resistência aos processos de inovação na avaliação por pares; viés na avaliação, seja por gênero, ou por nacionalidade; mas o principal problema a ser destacado é quanto ao tratamento incorreto dos dados de pesquisa, que pode não ser detectado pelos avaliadores, principalmente se estes dados não forem fornecidos.

Atualmente, com uma completa migração dos periódicos impressos para o formato digital, receber os dados de pesquisa para confirmação passou a ser uma opção possível. Isso amplia as fontes da comunicação científica, que passa a considerar toda a esfera de produção da ciência. "Neste escopo ampliado, a comunicação dos dados de pesquisa é apontada como uma das condições para avaliação dos resultados da pesquisa e para o desenvolvimento mais rápido, colaborativo e eficaz da ciência como um todo." (COSTA; LEITE, 2017, p. 88).

No mundo todo, o Estado é o maior agente financiador de pesquisas científicas. No sistema de comunicação científica tradicional, observado por Kuramoto (2006 *apud* MONTEIRO; LUCAS, 2019), a sociedade precisa pagar aos grupos editoriais para ter acesso à produção científica que foi produzida com o financiamento do Estado. Soma-se a isso os constantes aumentos nas taxas anuais de assinaturas. Como observam Larivière, Haustein e Mongeon (2015), nos últimos 40 anos, as grandes editoras comerciais aumentaram seu controle sobre o sistema científico.

No início do século XXI, a comunidade científica começou a reagir e a protestar contra a exploração das editoras com fins lucrativos. Abriu-se um novo contexto para a pesquisa, que "visa ao acesso aberto à informação científica" (COSTA; LEITE, 2017, p. 88), fenômeno que ficou conhecido como ciência aberta ou *e-science* (MONTEIRO; LUCAS, 2019). Construindo um caminho alternativo à via tradicional (ou via dourada), surge a via verde, um movimento que deu força para a criação de repositórios digitais de acesso aberto aos artigos científicos. Recentemente, passou a fornecer acesso aberto também aos dados de pesquisa. Incentivou

também a criação dos repositórios digitais institucionais para salvaguardar a produção da instituição.

Dentro deste contexto, pode-se observar que os dados de pesquisa estão migrando de um canal de comunicação informal, que eram restritos aos pesquisadores do próprio laboratório, para passarem para o canal de comunicação formal, armazenados e disponíveis em repositórios, que levou ao surgimento de inúmeros repositórios de dados de pesquisa, nacionais e internacionais.

Em curto ou médio prazo, as universidades e centros de pesquisa precisarão estar preparados para atender às exigências dos órgãos de fomento, criando planos de gestão de dados de pesquisa para apresentação já na submissão dos projetos que pretendem obter financiamento (MONTEIRO; LUCAS, 2019, p. 14).

As revistas também estão solicitando os dados de pesquisa com recomendações específicas sobre onde depositar os dados (SILVA, 2016). As instituições, portanto, também devem considerar que os dados de pesquisa compõem o seu patrimônio intelectual.

4.3. Definição conceitual e técnica: dados, objetos digitais e bases de dados

Os dados são definidos por Amaral (2016) como fatos coletados e armazenados. Para Lóscio e Burle (2017), os dados podem ser definidos como fatos gravados em diversas distribuições com significados implícitos.

As distribuições referidas por Lóscio e Burle (2017) são o que Amaral (2016) define como o formato em que o dado é registrado, podendo ser não eletrônico, analógico ou digital.

O dado não eletrônico é o dado, em formato físico, registrado em papel, argila, pedra, microfilme, etc. Um livro é um exemplo de armazenamento de dados não eletrônico. O dado analógico é aquele que é transmitido por ondas mecânicas ou eletromagnéticas, como o telégrafo e disco de vinil. Por fim, o dado digital é aquele transmitido em pacotes de *bits*, codificado em formato binário de 0 e 1 (AMARAL, 2016); ou “aqueles compostos por um único arquivo, identificador e metadados” (SALES; SAYÃO, 2012, p. 126).

Os dados podem ainda ser classificados em estruturados, não estruturados e semiestruturados. Os dados estruturados “são aqueles que possuem uma estrutura rígida”

(AMARAL, 2016, p. 33), organizados em linhas e colunas, como as tabelas. Os dados não estruturados não possuem uma estrutura formal definida, do ponto de vista do processo de análise, como textos, imagens, vídeos e áudios (AMARAL, 2016).

Os dados semi-estruturados apresentam formatos variados (AMARAL, 2016). São exemplos os: Extensible Markup Language (XML); JavaScript Object Notation (JSON); Resource Description Framework (RDF); Web Ontology Language (OWL).

Os objetos digitais são entidades abstratas que possuem um identificador persistente e exclusivo, que pode apontar para uma coisa física, virtual ou abstrata (HEDBERG et al, 2017). Machado, Vianna e Cândido (2018) os caracterizam como recursos de informação, representados por uma sequência binária digital ou digitalizada.

Cada informação armazenada nos vários repositórios é considerada um objeto digital (HEDBERG et al, 2017). Ou podem ser combinados formando uma unidade discreta (SALES; SAYÃO, 2012), como, por exemplo, uma página na web.

Considerando esta heterogeneidade e o fato de que os publicadores e consumidores de dados possam não se conhecer, faz-se necessário o fornecimento de algumas informações sobre os conjuntos de dados e distribuições, de forma a promover a confiabilidade e a reutilização, tais como: metadados estruturais, metadados descritivos, informações de acesso, informações de qualidade de dados, informações de procedência, informações de licença e informações de uso. (LÓSCIO; BURLE, 2017, s/página)

Um banco de dados, ou uma base de dados “é uma coleção de dados ou informações relacionadas entre si. [...] Eles representam aspectos do mundo real, com significado próprio, e que desejamos armazenar para uso futuro” (GUIMARÃES, 2003, p. 19); ou, ainda, “coleções estruturadas de registros ou de dados armazenados em sistemas de computadores” (SAYÃO; SALES, 2012, p. 185), podendo ser dados numéricos, imagens, gráficos, multimídias, etc.

Conceitualmente, os bancos de dados devem atender a quatro características básicas (GUIMARÃES, 2003): a) atomicidade, realizar certas operações sobre os dados de forma conjunta e indivisível; b) consistência; c) isolamento; d) durabilidade, capacidade de se recuperar de uma falha, ou queda de energia, sem perda dos dados.

A criação e a manutenção de bancos de dados necessitam de um conjunto de programas e aplicações complexas chamada Sistema Gerenciador de Base de Dados - SGBD (GUIMARÃES, 2003). O SGBD possui funcionalidades para gerenciar uma base de dados; armazenar metadados; permitir acesso autorizado a áreas específicas; permitir a edição e

exclusão dos dados; manipular o seu conteúdo em consultas e gerar relatórios (GUIMARÃES, 2003).

4.4. Acesso e Segurança dos Dados de Pesquisa Científica

Em 2003, foi publicada A Declaração de Berlim sobre o Acesso Aberto ao Conhecimento em Ciências e Humanidades. Em 2004, a *Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD)* se reuniu em Paris, ocasião em que reconheceu a importância do acesso aberto aos dados de pesquisa, principalmente daquelas financiadas com dinheiro público. Reconheceu-se a necessidade de acesso aos dados tanto para o avanço científico, como para o desenvolvimento social e econômico. O Human Genome Project é um exemplo de como os dados científicos originados em esforços de pesquisa global, em larga escala, têm sido usados por pesquisadores do mundo, com diferentes propósitos e em diferentes contextos (OECD, 2007).

No Brasil, foi aprovado o Decreto que institui o Plano de Ação Nacional sobre Governo Aberto, em 2011, fruto do *Open Government Partnership (OGP)*. Atualmente, o OGP tem a adesão de mais de 70 países. O decreto visa “promover ações e medidas que visem ao incremento da transparência e do acesso à informação pública” (BRASIL, 2011 [Decreto]).

Ainda no mesmo ano, foi aprovada a Lei 12.527 de Acesso à Informação (LAI) que reforça os direitos do cidadão, previstos pela Constituição federal de 1988, garantindo o acesso à informação de órgãos públicos, autarquias, fundações públicas, empresas públicas e sociedades de economia mista. Estas medidas fazem parte do conceito de Governo aberto, uma nova forma de Administração Pública, voltada ao aumento da transparência, da participação social e contra a corrupção (OGP, 2018).

Porém, a Lei de Acesso à Informação não inclui a pesquisa científica dentro deste formato de transparência de acesso, pois compreende as especificidades do processo de pesquisa, bem como a possibilidade de produção de patentes.

O acesso à informação previsto no caput não compreende as informações referentes a projetos de pesquisa e desenvolvimento científicos ou tecnológicos cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado. (BRASIL, 2011[Lei nº 12.527])

A patenteação de criações é uma das formas de garantir a propriedade intelectual, que permite a exploração comercial por parte do titular, neste caso, chamada de Propriedade Industrial. Dentro deste contexto, os dados de pesquisa podem ser de extrema importância, devendo estar sob sigilo até a saída da patente.

Outros dados de pesquisa que envolvem assuntos de interesse da segurança nacional, informações sexuais privadas, informações financeiras ou médicas, psicológicas ou outros dados sensíveis sobre seres humanos podem se enquadrar nessa categoria (KING, 2007).

Em 2014, A União Europeia (UE) lançou o Horizonte 2020²⁴, o maior programa de financiamento para desenvolvimento de pesquisa e inovação, no valor de cerca de 80 bilhões de euros. Este posicionamento estratégico da UE vê na pesquisa e inovação um meio de crescimento inteligente, sustentável e inclusivo para o crescimento da indústria (HORIZON 2020, 2014).

Algumas das mais importantes invenções da atualidade resultam da nossa curiosidade natural sobre o mundo e o modo como ele funciona. Se bem que este tipo de investigação impulsionado pela curiosidade e nas margens do conhecimento raramente seja orientado para o sucesso comercial, o facto é que as descobertas que daí resultam se traduzem num sem fim de inovações. No entanto, a investigação de 'fronteira' é não raro a primeira área a sofrer cortes em períodos de dificuldade econômica, motivo por que a UE está, através do CEI, a aumentar o nível de investimento neste tipo de investigação. A excelência é o único critério aplicável ao financiamento da UE, que é concedido a investigadores individuais ou a equipes de investigação. (HORIZON 2020, 2014, p. 7)

O Horizon 2020 concentra-se no financiamento de projetos com desafios bem definidos, que buscam desenvolver novos conhecimentos ou tecnologias, cujo único critério é a excelência científica, em qualquer área do conhecimento. Para tanto, deve-se assegurar o livre acesso às publicações científicas e aos resultados produzidos por meio dos financiamentos.

Com isso, muitas agências financiadoras, em todo o mundo, têm solicitado que os pesquisadores compartilhem, com a menor restrição possível os resultados da pesquisa para obter a confiança do público na pesquisa, a validação de resultados, a reutilização de dados e impulsionar a inovação científica e tecnológica.

²⁴ O programa Horizon 2020 está disponível em: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/what-horizon-2020>

No Brasil, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) foi uma das primeiras a impor como condição para obtenção de financiamento a apresentação de um Plano de Gestão de Dados, em 2017, que deverá ser submetido como anexo do projeto. Em 6 de dezembro de 2019, lançou uma plataforma que agrega os repositórios das instituições participantes²⁵, de modo a garantir o acesso e aumentar a visibilidade dos dados de pesquisa.

A plataforma reúne somente os repositórios de dados de pesquisa das instituições participantes, ou seja, cada instituição deve possuir e alimentar o seu próprio repositório. Porém, pelos registros disponibilizados até o momento pela plataforma, observa-se que os dados de pesquisa são caracterizados como produto finalizado publicável após o término da pesquisa.

Em 2018, o 4º Plano de Ação Nacional em Governo Aberto passou a incluir o compromisso com a Ciência Aberta, buscando “Estabelecer mecanismo de governança de dados científicos para o avanço da ciência aberta no Brasil” (OGP, 2018, p. 26). Uma Ciência Aberta (Open Science), segundo a definição do portal de *e-learning* Foster²⁶, é um movimento para tornar a pesquisa científica e sua disseminação acessível a todos (FOSTER, 2018). Ela não é diferente da ciência tradicional, somente possui uma preocupação maior com a transparência e a colaboração (FOSTER, 2018).

Segundo Ivo Grigorov (*apud* FOSTER, 2018), a Ciência Aberta vai muito além do acesso aberto à publicação em periódicos, pois ela propõe o compartilhamento: a) dos dados de pesquisa subjacentes às publicações; b) do código de análise ou visualização dos dados utilizados; c) do próprio fluxo de trabalho, das etapas de captura, processamento e análise dos dados.

O Acesso aberto, também chamado Acesso livre, é um movimento de disponibilização direta e imediata, *online*, sem restrições de acesso, da literatura acadêmica ou científica²⁷. Pode ser realizada pela Via Dourada, disseminação de artigos de periódicos (*postprint*) de

²⁵ A Rede de Repositórios de Dados Científicos do Estado de São Paulo, conta com a participação das Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Universidade Federal do ABC (UFABC) e Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a Embrapa Informática Agropecuária (CNPTIA/Embrapa). Fonte: ZIEGLER, 2019.

²⁶ O portal FOSTER está disponível em: <https://www.fosteropenscience.eu/>.

²⁷ Termo Acesso Aberto – Open Access do Glossário de Ciência Aberta, disponível em: <https://www.ciencia-aberta.pt/glossario>.

acesso livre, sem restrições de acesso ou uso²⁸, ou pela Via verde, disseminação da produção científica, tanto de *preprints*, quanto de *postprints*²⁹.

Os Dados abertos (*Open Data*), referem-se à disponibilização *online* dos arquivos, de modo a serem redistribuídos e em formato modificável, portanto, reutilizáveis e integrados a outros conjuntos de dados, seguindo os princípios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, and Re-usable*).

Os princípios FAIR foram idealizados por um grupo diversificado que reúne interesses da academia, indústria, agências de financiamento e editores acadêmicos, que enfatizam a capacidade das máquinas para encontrar e utilizar informação (WILKINSON et al., 2016).

Os quatro pilares de sustentação são: Localização, Acessibilidade, Interoperabilidade e Reutilização devem ser aplicadas aos dados convencionais, aos algoritmos, ferramentas e fluxos de trabalho (WILKINSON et al., 2016). Buscando reconstruir, ao máximo, todo o contexto da pesquisa, de modo a garantir, a longo prazo, a transparência, reprodutibilidade da pesquisa e reutilização dos dados em novas pesquisas.

Estes princípios são orientadores e não sugerem nenhuma tecnologia, padrão ou solução de implementação específica; são um guia para ajudar a avaliar as opções de implementação e gestão dos dados de pesquisa (WILKINSON et al., 2016). Os princípios FAIR não são, por si mesmos, um padrão ou uma especificação. Cada princípio do FAIR é detalhado abaixo (WILKINSON et al., 2016, p. 04)³⁰:

- a) Localizável: garantir que o registro receba um identificador persistente e globalmente exclusivo; que os dados sejam descritos com metadados avançados; que sejam registrados ou indexados em um recurso pesquisável.

²⁸ Termo Via Dourada – Gold OA do Glossário de Ciência Aberta, disponível em: <https://www.ciencia-aberta.pt/glossario>.

²⁹ Termo Via Verde – Green OA do Glossário de Ciência Aberta, disponível em: <https://www.ciencia-aberta.pt/glossario>.

³⁰ Ver texto na língua original:

To be Findable: F1. (meta)data are assigned a globally unique and persistent identifier F2. data are described with rich metadata (defined by R1 below) F3. metadata clearly and explicitly include the identifier of the data it describes F4. (meta)data are registered or indexed in a searchable resource.

To be Accessible: A1. (meta)data are retrievable by their identifier using a standardized communications protocol A1.1 the protocol is open, free, and universally implementable A1.2 the protocol allows for an authentication and authorization procedure, where necessary A2. metadata are accessible, even when the data are no longer available.

To be Interoperable: I1. (meta)data use a formal, accessible, shared, and broadly applicable language for knowledge representation. I2. (meta)data use vocabularies that follow FAIR principles I3. (meta)data include qualified references to other (meta)data.

To be Reusable: R1. meta(data) are richly described with a plurality of accurate and relevant attributes R1.1. (meta)data are released with a clear and accessible data usage license R1.2. (meta)data are associated with detailed provenance R1.3. (meta)data meet domain-relevant community standards.

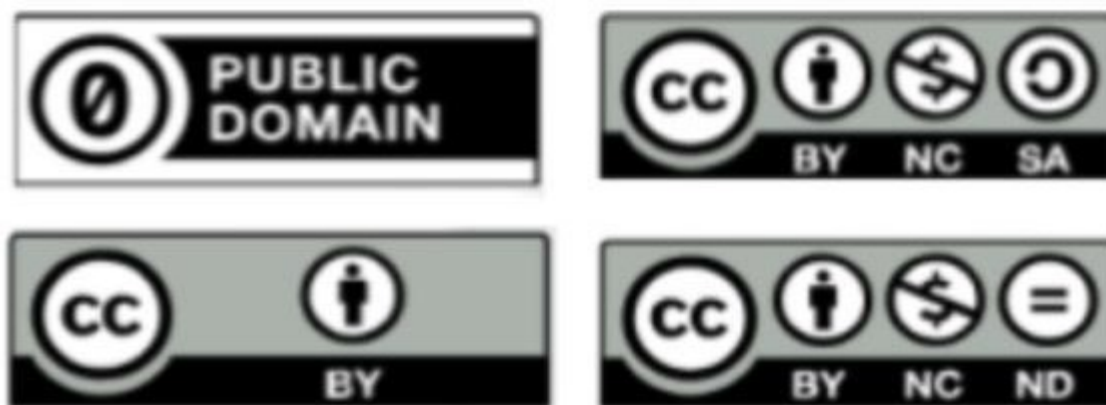
- b) Acessível: garantir que os dados sejam recuperáveis pelo seu identificador usando um protocolo de comunicação padronizado, aberto, gratuito e universalmente implementável.
- c) Interoperável: utilizar uma linguagem formal, acessível, compartilhada e amplamente aplicável para representação do conhecimento; referências qualificadas para outros metadados; e permitir que eles possam ser integrados a outros dados.
- d) Reutilizável: utilizar metadados ricamente descritos com uma pluralidade de atributos precisos e relevantes e que atenda aos padrões da comunidade relevantes para o domínio; descrever a licença de uso de dados, de forma clara e acessível; associar os dados a uma proveniência detalhada.

De acordo com os princípios FAIR, o ideal é que o repositório dos dados de pesquisa se encaixe em uma lógica de ferramenta para a pesquisa, de modo a estar presente em todos os processos da pesquisa, não sendo apenas um local de armazenamento dos dados como produto.

Deve-se lembrar que algumas pesquisas podem possuir dados sensíveis e dados pessoais que, segundo Foster (2018), são razões que podem levar a restringir o acesso aos dados. No Brasil, foi aprovada a Lei Nº 13.709 de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), em 2018. A lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais “com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural” (BRASIL, 2018 [LEI Nº 13.709]). Sendo assim, deve-se buscar um equilíbrio entre o acesso e os aspectos éticos e legais da pesquisa.

Para garantir tanto a propriedade intelectual, comercial e de segurança, deve-se aplicar as licenças, uma forma legal que especifica as condições e direitos para reutilizar e redistribuir o material licenciado (BEZJAK *et al*, 2018).

Figura 27 - Exemplo de tipos de aplicação de licenças Creative Commons



Formas padronizadas para atribuir autorizações de direito de autor e de direitos conexos para que possam ser adicionados em repositório de conteúdos e assim garantindo as possibilidades de serem copiados, distribuídos, editados, remixados e utilizados. Todas as especificações técnicas para escolha da licença podem ser encontradas no site da Creative Commons.

Fonte: CREATIVE COMMONS BRASIL, s/d.

Os Princípios FAIR convergem com a Declaração dos princípios de citação de dados (*Data Citation Principles*³¹), em que as comunidades científicas e acadêmicas buscam tornar os dados citáveis tanto para a sua reutilização como para a sua contabilização na produção científica do pesquisador. Ou seja, os dados de pesquisa também podem ser objetos dos processos de mensuração e avaliação da ciência.

A *eScience* tem trazido mudanças ao paradigma da comunicação científica, demandando novas metodologias, instrumentos, softwares (SAYÃO; SALES, 2016). Para preservar os dados científicos para uso em pesquisas futuras, é necessário mais do que soluções tecnológicas de armazenamento, sendo essencial que as comunidades de pesquisa (usuários e produtores de dados), serviços de informática (gerenciadores de tecnologias nas organizações) e bibliotecas (peritas na criação e preservação de dados em repositórios) trabalhem juntas (LYON, 2007) desde o momento da criação destes valiosos recursos digitais (DOORN, TJALSMA, 2007).

Além da coleta, anotação e arquivamento adequados, a administração de dados inclui a noção de 'cuidado de longo prazo' de ativos digitais valiosos, com o objetivo de que eles sejam descobertos e reutilizados em investigações posteriores, isoladamente ou em combinação com os dados gerados anteriormente (WILKINSON *et al.*, 2016). O que vem a ser um 'bom gerenciamento de dados' é, no entanto, amplamente indefinido, sendo, em geral, uma decisão a ser tomada pelo proprietário dos dados ou repositório (WILKINSON *et al.*, 2016).

Há vários métodos de gestão de dados propostos por organismos internacionais, reunidos sob a denominação 'curadoria digital' para enfrentar os problemas acima expostos. Dois modelos foram analisados e constatou-se que o DCC³², oferece uma gestão de problemas mais específico do que o DAMA International³³, mais voltado para negócios. Os elementos

³¹ Data Citation Synthesis Group: Joint Declaration of Data Citation Principles. Martone M. (ed.) San Diego CA: FORCE11; 2014 <https://doi.org/10.25490/a97f-egyk>

³² Digital Curation Center (DCC) disponível em: <http://www.dcc.ac.uk/>

³³ A DAMA International é uma associação global, sem fins lucrativos dedicada ao avanço dos conceitos e práticas de gerenciamento de informações e dados. Disponível em: <https://dama.org/>

chaves do DCC abrangem dados, objetos digitais e bases de dados (SALES; SAYÃO, 2012), que são mais adequados às necessidades desta pesquisa.

4.5. *Plano de Gestão de Dados de Pesquisa (PGD)*

Um Plano de Gestão de Dados de Pesquisa, ou um Plano de Curadoria Digital (PCD), como preferimos chamar no presente trabalho, é uma ferramenta auxiliar que fornece uma base fundamental de informações sobre um conjunto específico de dados (CARLSON, 2010). O PCD deverá conter informações sobre as necessidades do pesquisador, incluindo o como, quando e para quem os dados devem ser acessíveis; são necessários, ainda, a documentação, a descrição dos dados e os detalhes sobre a preservação dos dados.

Para a elaboração do PCD do presente trabalho, será utilizada a proposta desenvolvida pelas Bibliotecas da Universidade de Purdue e pela Escola de Pós-Graduação em Biblioteconomia e Ciência da Informação da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign³⁴. Este modelo fornece subsídios para auxiliar o profissional de informação e o pesquisador a levantar os requisitos em relação aos dados “primários” gerados, ou usados, e ampliar as suas perspectivas presentes e futuras em relação a eles (CARLSON, 2010). Abaixo, seguem, de forma resumida e de própria tradução, os itens e perguntas sugeridos por Carlson (2010)³⁵:

- A. Breve descrição dos dados;
- B. Enumere as fases do processo de pesquisa como uma série de etapas que consistem em atividades em torno dos dados;
- C. Para cada fase descrita anteriormente, enumere a quantidade de arquivos de dados que existem nesta fase, seu formato, tamanho aproximado e unidade de medida (kb, MB, GB etc.).
- D. Para cada fase, quem está envolvido (técnicos de laboratório, estudantes de graduação, etc.).
- E. Quem você imagina que estaria interessado nesses dados?

³⁴ Mais informações sobre o Projeto estão disponíveis em <http://datacurationprofiles.org>, bem como a disponibilidade da coleção *Data Curation Toolkits from 2010*.

³⁵ Para visualizar o questionário original na íntegra acesse: <https://docs.lib.purdue.edu/dcptoolkit/3/>.

- F. Você gostaria de compartilhar seus dados com outros pesquisadores de seu campo, ou fora de seu campo?
- G. Quando compartilhar? imediatamente após a publicação dos resultados, 6 meses após a conclusão do projeto, as condições para o compartilhamento, restrições, etc.
- H. Como você imagina que esses dados serão usados pelos grupos/pessoas que você listou na pergunta anterior? Qual o valor que os dados teriam para esses grupos/pessoas?
- I. Algum desses dados já foram depositados em um repositório de dados? Se sim, quais dados e em qual repositório?
- J. É necessário fazer modificações nos dados antes de depositá-los em um repositório ou transferi-los para fora do seu controle direto, para fins de curadoria?
- K. É necessário algum tipo de descrição? Há alguma forma padronizada de descrição ou metadado para eles? Essa quantidade de organização e descrição é suficiente para que outra pessoa com experiência semelhante seja capaz de entender e usar adequadamente os dados?
- L. Como você imagina que as pessoas encontrariam seu conjunto de dados? (Descreva de forma breve e livremente)
- M. Quem é o proprietário dos dados? Existem outras partes interessadas associadas a esses dados? Há fontes de financiamento?
- N. Alguma fonte de financiamento exige que você elabore um plano de gerenciamento de dados como condição de financiamento, tais como: compartilhamento dos dados com outros; publicação e/ou depósito de seus dados em um repositório de; preserve seus dados além da vida útil do financiamento?
- O. Quais ferramentas - software ou hardware - são usadas na geração dos dados?
- P. Quais ferramentas - software ou hardware - são necessárias para utilizar os dados?
- Q. É necessário tomar alguma medida de segurança para proteger seus dados?
- R. Há publicações resultantes desses dados? É necessário preparar seus dados para submissão?
- S. Há algum arquivo, descrição ou organização adicional para alguém com experiência semelhante entender e usar seus dados?
- T. Existem serviços, em particular, que você deseja que o repositório forneça? Estatísticas de uso e outras medidas ou análises que você gostaria de aplicar aos seus dados, como:

- a. capacidade de citar esse conjunto de dados;
- b. capacidade de restringir o acesso ao conjunto de dados a indivíduos não autorizados;
- c. os conjuntos de dados são facilmente encontráveis por buscadores (por exemplo, Google);
- d. capacidade de conectar o conjunto de dados a ferramentas de visualização ou analíticas;
- e. permitir que outras pessoas façam comentários ou notas ao conjunto de dados;
- f. capacidade de conectar seus dados com publicações ou outras saídas;
- g. capacidade de suportar o uso de APIs de serviços da web;
- h. capacidade de conectar ou mesclar seus dados com outros conjuntos de dados;
- i. ter controle de versão, documentação de alteração feita ao conjunto de dados, ao longo do tempo;
- j. capacidade de auditar o conjunto de dados para garantir sua integridade estrutural ao longo do tempo;
- k. capacidade de migrar conjuntos de dados para novos formatos, ao longo do tempo

Com o levantamento inicial destas informações é possível compreender o contexto em que os dados se inserem e assim estruturar o seu ciclo de vida. Segundo o DAMA, o ciclo de vida do dado é parte integrante do gerenciamento de dados, que também se ocupa do desenvolvimento, execução e supervisão dos planos sobre os dados.

4.6. *Ciclo de Vida dos Dados*

Segundo Hedberg *et al.* (2017), não é incomum as organizações armazenarem dados diferentes em locais diferentes durante o seu ciclo de vida, pessoas diferentes utilizarem os dados de maneiras diferentes e em contextos diferentes. O problema é que o gerenciamento pouco eficiente, ou o não gerenciamento, faz as pessoas se afogarem em dados, mas continuam carentes de informações (HEDBERG *et al.*, 2017).

Para preservar a informação e entender os dados posteriormente, o ciclo de vida dos dados requer informações sobre a proveniência dos dados, semântica de recursos e atividades em um fluxo de trabalho organizacional controlado (HEDBERG *et al*, 2017).

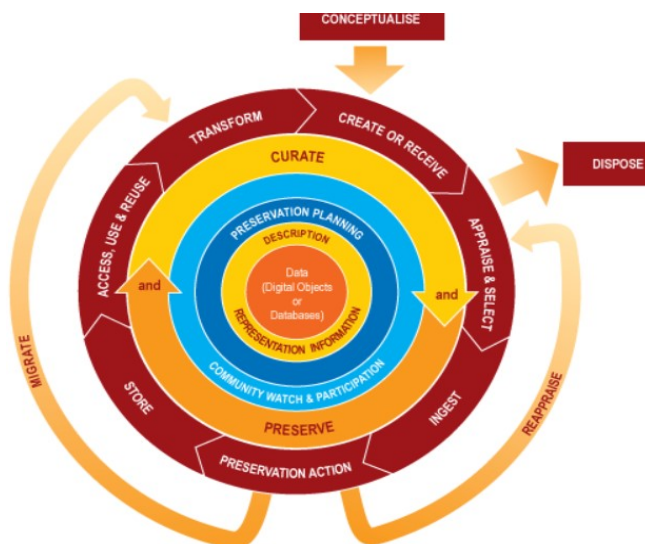
O planejamento do ciclo de vida dos dados é uma ferramenta importante para começar a delinear a infraestrutura que o pesquisador deseja oferecer. Cada etapa do ciclo de vida requer diferentes níveis de organização [...] (SILVA, 2016, p. 405).

Além de planejar o ciclo de vida, deve-se definir também um plano de preservação, manutenção do monitoramento das atividades das comunidades envolvidas (SALES; SAYÃO, 2012). O DCC possui uma sequência das etapas para o ciclo de vida da curadoria digital, cuja tradução utilizada no presente trabalho é de autoria de Sales e Sayão (2012, p. 185-187):

- a) Conceituar – conceber e planejar a criação do dado, incluindo os métodos de captura e as opções de armazenamento;
- b) Criar e receber – criar o dado incluindo o elenco de metadados necessários à sua gestão e compreensão, ou seja, metadados administrativos, descritivos, estruturais e técnicos; os metadados de preservação podem ser também incluídos no momento da criação do dado;
- c) Ação de preservação – promover ações para assegurar a preservação de longo prazo e a retenção do dado de natureza oficial; as ações de preservação devem assegurar que o dado permaneça autêntico, confiável e capaz de ser usado enquanto mantém sua integridade. Essas ações de preservação incluem: a limpeza do dado e a sua validação, a adição de metadados de preservação; adição de informação de representação e a garantia de estruturas de dados ou formatos de arquivos aceitáveis;
- d) Avaliar e selecionar – avaliar o dado e selecionar o que será objeto dos processos de curadoria e de preservação por longo prazo; manter-se aderente às práticas, às políticas pertinentes e às exigências legais;
- e) Capturar – transferir o dado para um arquivo, repositório, centro de dados ou outro custodiante apropriado;
- f) Armazenar – armazenar o dado de forma segura, mantendo a aderência aos padrões relevantes;
- g) Acessar, usar e reusar – assegurar que o dado pode ser cotidianamente acessado tanto pela sua comunidade alvo quanto pelos demais usuários interessados no reuso do dado; isso pode ser realizado na forma de informação publicada disponível publicamente; controle de acesso robusto e procedimento de autenticação podem ser aplicados;
- h) Eliminar – eliminar o dado que não foi selecionado para curadoria e preservação de longo prazo de acordo com políticas documentadas, diretrizes e exigências legais;
- i) Reavaliar – retornar ao dado cujos procedimentos de avaliação foram falhos para nova avaliação e possível seleção;
- j) Migrar – migrar os dados para um formato diferente; isso pode ser feito no sentido de compatibilizá-lo com o ambiente de armazenamento ou para assegurar a imunidade do dado em relação à obsolescência de hardware e de software.

- k) Transformar – criar novos dados a partir do original [...] derivando novos resultados que podem ser publicados;

Figura 28 - Ciclo de vida do Dado na Curadoria Digital.



Fonte: DCC, disponível em: <http://www.dcc.ac.uk/resources/curation-lifecycle-model>

Como não se pode deixar de observar, como adverte Hedberg *et al.* (2017), existem requisitos diferentes para cada fase do ciclo vida dos dados, que entram e saem, podendo-se contradizer ou competir entre si, o que gera desafios ao gerenciamento e execução de um sistema de informação para obrigá-los.

4.7 Representação da informação e Modelagem de dados

Gerenciar dados de pesquisa é um desafio pois trata-se de representar em um sistema de informação a dinâmica da pesquisa, o contexto de produção dos dados e de como se pretende usá-los no futuro. É a arquitetura de dados que equilibra as necessidades estratégicas e as operacionais, buscando compreender e representar os dados em diferentes níveis de abstração, de modo a permitir sua análise e reutilização (DAMA, s/d.). Para isso é necessário definir conceitos, fluxos e modelar os dados.

A modelagem de dados é o processo de análise realizado para definir os requisitos do sistema de curadoria, que opera como uma ‘planta de construção’ dos dados (DAMA, s/d.).

Permite conferir uma visão unificada sobre os dados, que são “uma abstração do mundo real contendo o conjunto de informações sobre o mesmo que julgamos importante armazenar e manipular.” (GUIMARÃES, 2003, p. 31)

Todos os dados, incluindo os seus metadados, devidamente documentados, inicia-se com o estudo de como eles se relacionam. Ou seja, deve-se descrever todos os dados utilizados, como eles são entendidos e como se deseja utilizá-los e representá-los graficamente. Esta documentação, resultante do processo de modelagem, chama-se modelo de dados (DAMA, s/d.). Dá, portanto, as diretrizes para o banco de dados, bem como de todo o sistema de informação.

O modelo de dados se inicia com um levantamento dos requisitos dos usuários finais e da visão que eles têm sobre os dados, as relações com interfaces externas e os procedimentos funcionais para operar com os dados (GUIMARÃES, 2003). Após o levantamento preliminar, deve-se modelar conceitualmente os dados, detalhando os tipos de dados e os seus inter-relacionamentos, conhecido como modelo entidade-relacional (GUIMARÃES, 2003).

“Uma entidade é um objeto ou ente do mundo real que possui existência própria e cujas características ou propriedades desejamos registrar” (GUIMARÃES, 2003, p.33). A entidade possui propriedades importantes que se deseja registrar, que são chamadas de atributos, identificados por um nome e um valor (GUIMARÃES, 2003).

Segundo DAMA (s/d.), a entidade pode ser pensada em termos de: Quem? O que? Quando? Onde? Por quê? Como? Ou seja, atributos que qualificam ou quantificam uma entidade; por exemplo, a entidade Obra pode ter os seguintes atributos: Autor, Título, Data.

As várias entidades interagem entre si, estabelecem relações, que podem ser feitas de diversas maneiras, que chamamos de cardinalidade. Por exemplo, a entidade Obra se relaciona com a entidade Editora, que por sua vez possui seus próprios atributos (Nome e Local). A cardinalidade indica quantas ocorrências de uma entidade (instâncias de entidade) podem se relacionar com outras instâncias de outras entidades. Seguindo com o exemplo, uma Editora pode publicar várias obras e ao mesmo tempo uma obra pode ser publicada por mais de uma editora.

Figura 29 - Exemplo de relação entre entidades.



Fonte: próprio autor

Os dois livros acima são chamados de instâncias, em um banco de dados. A instância 1 é a obra *A República de Platão* publicada pela *LeBooks* e a instância 2 é a obra *A República de Platão* publicada pela *Nova Fronteira*. A instância 3 do banco de dados pode ser o livro *A Retórica de Aristóteles* publicado pela *LeBooks*. Graficamente, costuma-se representar entidades, atributos, relações e cardinalidades entre ela, como a figura a seguir:

Figura 30 - Representação gráfica de um Modelo de Entidade Relacional (MER)



Relacionamento N:N (muitos para muitos).

Fonte: próprio autor.

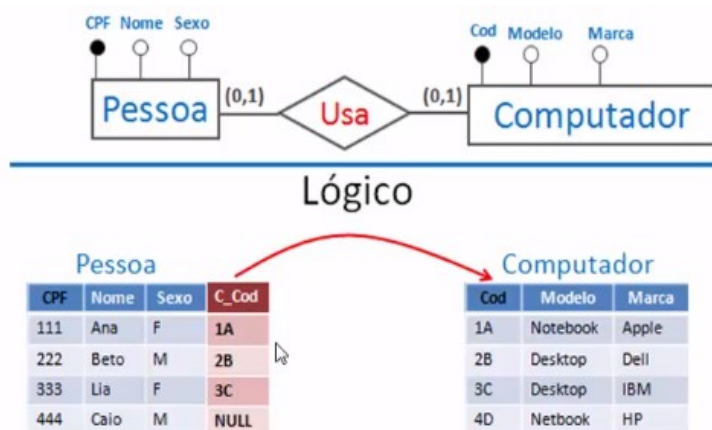
A escolha de termos para as entidades, atributos e relações devem ser feitas, segundo Guimarães (2003), de forma a expressar o significado dos objetos e das funções a serem representadas, sendo sempre aconselhável que sejam acompanhados de uma descrição textual. O objetivo de realizar um Modelo de Entidade Relacional (MER) é estabelecer um

meio de comunicação entre o cliente e o projetista, para que se possa elaborar um sistema consistente às necessidades do projeto.

O modelo lógico descreve a organização e armazenamento das entidades e suas relações. Há alguns tipos de modelos lógicos como, 1) o modelo de redes, 2) o modelo hierárquico 3) o relacional e o 4) orientado a objetos.

O modelo (1) se caracteriza por estabelecer relacionamentos binários de 1:N (do tipo *owner-membro*), utilizando registros lógicos e *links* (GUIMARÃES, 2003). O modelo (2) “organiza os dados como uma coleção de hierarquias do tipo árvore” (GUIMARÃES, 2003, p. 51-52). Este modelo se caracteriza pela relação tipo pai-filho, em que a entidade filha herda os atributos da entidade pai e “impede que um registro filho tenha mais que um pai” (GUIMARÃES, 2003, p. 52). O modelo (3) utiliza uma coleção não necessariamente ordenada de ocorrências (linhas) com valores correspondentes aos atributos de uma entidade (colunas), configurando um formato de tabela. “Uma base de dados relacional é um conjunto de tabelas ou relações [...]” (GUIMARÃES, 2003, p. 53).

Figura 31 - Representação de modelos conceitual e modelo lógico relacional



Fonte: Victorino, Marcio. Curso de Modelagem de Dados em Banco de Dados Relacional na Udemy.

O modelo (4), se caracteriza pela diferença na forma de armazenar o objeto, que não deixa de existir após o encerramento do sistema, o que permite a existência de objetos persistentes, e suporte a versões. Os modelos 3 e 4 são os mais utilizados atualmente por serem mais avançados que os modelos 1 e 2.

Os estudos das relações das entidades, no universo bibliográfico, surgiram em 1876, com Charles Ami Cutter, que descreve 369 regras em sua obra *Rules for a Dictionary Catalog*

para elaborar um catálogo. Atualmente, a catalogação é o processo técnico para a representação descritiva do documento, baseado em um conjunto de normas, que gera um catálogo como produto. “A catalogação consolida e ordena, de maneira lógica, os dados de identificação e codificação, representando-os numa lista de nomes ou códigos que estão associados a informações com dada finalidade” (FUSCO, 2010, p. 30).

Porém o catálogo não se limita à simples descrição da obra. Sua elaboração visa a atender às necessidades informacionais dos usuários. Ou seja, ele representa informações que são, em princípio, relevantes para os sujeitos que buscam informação. Procura-se, portanto, selecionar um conjunto de dados que mediante a ação do usuário resulte em informação (SENRA, 1994 *apud* FUSCO, 2010). Por essa razão, os códigos e manuais devem ser tomados como orientadores passíveis de serem adequados às necessidades informacionais de uma comunidade.

Em 1961, em Paris, a Conferência Internacional sobre Princípios de Catalogação criou um padrão internacional de descrição bibliográfica denominado *International Standard Bibliographic Description* – ISBD. É uma norma regularizadora da descrição bibliográfica do conteúdo e da forma, em escala mundial (FUSCO, 2010), que se desdobra em vários ISBDs. Trata-se de um modelo conceitual de padronização da descrição, que leva em conta a tipologia documental e foi elaborada à medida que foram surgindo os diferentes tipos de suportes. Na década de 1980, todos os ISBDs passaram por revisão e foram reunidos em uma única norma, conhecida como ISBD Consolidada.

Dela derivaram os códigos de catalogação, que são regras que determinam como elaborar catálogos. O mais famoso, internacionalmente aplicado, é o Código de Catalogação Anglo-Americano - AACR2, utilizado para representação bibliográfica, caracterizado pelo formalismo estrutural, que permite expressar relações semânticas entre os elementos descritos (FUSCO, 2010).

O modelo conceitual da ISBD, o AACR2 propõe a descrição por tipo de suporte físico, dividida em duas partes: a descritiva e os pontos de acesso. A primeira parte é dividida em 13 capítulos, correspondentes às formas dos materiais. O objeto de estudo da presente pesquisa corresponde ao capítulo 8, Materiais Gráficos.

Segundo a AACR2 (2005), os itens descritivos básicos aplicados aos materiais gráficos abrange os campos de a) título, que quando não está explícito na obra deve ser indicado ou atribuído; b) indicação de responsabilidade: campo relativo à pessoa ou entidade responsável

pela criação da obra; se necessário, sugere-se explicitar a sua responsabilidade como, por exemplo, diretor, produtor, artista, ilustrador, etc; c) edição: indica a existência de edições anteriores, podendo ser compreendido também como versões; d) área de publicação: que abrange os campos de data, localização e responsável pela publicação da obra; e) designação do material, destinado a especificar o tipo de material como, por exemplo, cartão postal, cartaz, fotografia, gravura, original de arte, radiografia, etc., podendo ser precedido da quantidade em número, cor, dimensão, especificação de materiais como, aquarela, óleo, etc., bem como a indicação da existência de materiais adicionais; f) série: campo para agrupar os itens de uma dada coleção, por meio do título da série; g) notas: para informações importantes de descrição como, por exemplo, natureza ou forma artística; língua; variação do título; histórico; resumo; etc.

Seguindo esta mesma linha lógica, surgiu o formato *Machine Readable Cataloging* - MARC - que organiza os dados bibliográficos, de autoridades e de classificação, que abrange, portanto, todos os campos previstos no AACR2. Um “formato legível por computador, de tal modo que seus registros [da LC] pudessem ser formatados para atender a qualquer objetivo imaginável” (ROWLEY, 1994, p.77 *apud* MORENO; BRASCHER, 2007, p. 14). Além de acrescentar campos destinados à descrição e manutenção do próprio sistema, como os campos 001 (número de controle), 003 (identificador do número de controle) e 005 (data e hora da última atualização do registro), por exemplo.

O surgimento do MARC, posteriormente revisado e chamado de MARC21, permite que diferentes sistemas possam identificar e processar os elementos do registro sem a necessidade de conversão de dados, funcionando na prática como um padrão de metadados, embora não possa ser considerado um padrão propriamente dito. O formato MARC permitiu criar os catálogos automatizados e a interoperabilidade entre diferentes sistemas.

O formato MARC foi criado em uma época anterior à Internet, como já mencionado, seguindo a estrutura do código AACR2, que por sua vez segue o modelo conceitual da ISBD. Este modelo se baseia na materialidade da obra, ou seja, na tipologia do documento. Seu modo de organização é por tipo de recurso, como livros, materiais cartográficos, manuscritos, gravações de sons, filmes, materiais gráficos, recursos eletrônicos, artefatos tridimensionais, entre outros, não fazendo menção ao conteúdo.

O modelo conceitual dos Requisitos Funcionais para Registros Bibliográficos (*Functional Requirements for Bibliographic Records* - FRBR), desenvolvido em um momento

de crescimento de publicações, novos formatos e novos métodos de acesso, leva em consideração a diversidade de materiais e formatos, bem como de usuários (MORENO; ARELLANO, 2005). É um modelo de entidade-relacional, em que a entidade é um objeto, concreto ou abstrato do mundo “que pode ser identificada de forma unívoca em relação a todos os outros objetos” (MORENO; ARELLANO, 2005, p.26), podendo ser relacionadas entre si. As entidades, possuem características, ou propriedades, chamadas de atributos. O modelo FRBR é composto por 10 entidades: obra, expressão, manifestação e item, pessoa ou entidade coletiva, conceito, objeto, evento e lugar.

Deste modo, segundo Moreno e Brascher (2007), o modelo FRBR está mais próximo das tarefas dos usuários (*user tasks*), ampliando as relações entre os documentos. Por exemplo, “uma obra é realizada através da expressão, e pode tê-lo em mais de uma, [...] No entanto, uma expressão é a realização de uma e apenas uma obra.” (MORENO; ARELLANO, 2005, p.30). A expressão “pode ser materializada em uma ou mais de uma manifestação” (MORENO; ARELLANO, 2005, p.30) e uma “manifestação, por sua vez, pode ser exemplificada por um ou mais de um item; porém um item pode exemplificar uma e apenas uma manifestação” (MORENO; ARELLANO, 2005, p.30).

A grande diferença entre o modelo FRBR e o ISBD é que o primeiro faz distinção do conteúdo em relação à forma física (MORENO; ARELLANO, 2005), permitindo usar maneiras mais abrangentes de se elaborar um catálogo. Este modelo não é usado para a produção de um banco de dados e sim para a sua modelagem e adota como formato a *eXtensible Markup Language* (XML), em analogia ao formato MARC.

A principal característica da linguagem XML é que suas marcações não são fixas, podendo ser criadas de acordo com a necessidade de campos no banco de dados. Foi criada para descrever conteúdos livre da relação com o software (MORENO; BRASCHER, 2007).

4.7.1 Metadados

Os sistemas de informação mais modernos estruturam os dados por meio de metadados, que são dados descritivos que têm a finalidade de facilitar o acesso dos usuários aos documentos, sendo necessárias informações representativas que permitam discriminar a sua relevância (GONZALES *apud* RODRIGUEZ, 2002). “São os elementos ou estruturas de organização da informação que, atribuídos a cada objeto de informação eletrônica, os

classificam, caracterizam ou descrevem” (RODRIGUEZ, 2002, p.21), a fim de possibilitar a pesquisa e a recuperação (Gilliland, 2016).

Segundo Gilliland (2016) os metadados são dados sobre dados; “informação do documento no lugar do documento” (W3C *apud* RODRIGUEZ, 2002, p.31), podendo também ser “inteligível por computador sobre recursos web” (BERNERS-LEE, 1997 *apud* RODRIGUEZ, 2002, p.41). Ou seja, os metadados possuem as funções, segundo Rodriguez (2002) de: a) identificação e descrição da informação; b) busca e recuperação; c) localização e formas de acesso; d) atualização da informação; e) preservação e conservação; f) limitação de uso; g) valorização do conteúdo; h) visibilidade da informação; i) acessibilidade ao conteúdo.

Burnett, Bor Ng e Park (1999 *apud* RODRIGUEZ, 2002) separam em dois os grupos de metadados: os intrínsecos e os extrínsecos. O primeiro apresenta as características inerentes ao objeto de informação como título, autor, etc., e, o segundo, as características vinculadas ao sistema como, modo de acesso, controle, etc. Prothman (2000 *apud* RODRIGUEZ, 2002) divide os metadados em cinco categorias: 1) Metadados de acesso; 2) Metadados semânticos; 3) Metadados de qualidade (informação que permitem análises qualitativas dos dados); 4) Metadados de transferência (informam como os dados podem ser transferidos entre aplicações); 5) Metadados de armazenamento.

Gilliand (2016) também propõe cinco categorias de metadados para a construção de banco de dados em artes, que chama de: 1) administrativos: cujos metadados gerenciam os objetos de informação como, por exemplo, informação de aquisição, protocolos legais, protocolos de acesso, localização, etc.; 2) descritivos, que descrevem os objetos de informação tanto com dados do sistema, como pelos dados catalográficos e outras informações da instituição como informações curatoriais, anotações, emendas, etc.; 3) de preservação, que se ocupam da gestão de preservação indicando condição física, ações de preservação físicas e digitais (atualização e migração de dados); 4) técnicos, composto de metadados sobre o funcionamento do sistema (hardware e software), onde entram também as informações de digitalização técnica (por exemplo, formatos, relações de compressão, rotinas de escala), de autenticação e segurança (senhas); 5) de uso, dados que especificam os níveis e tipos de uso dos objetos de informação como, por exemplo, registros de circulação, uso de usuários, etc.

O modelo proposto por Gilliland (2016) foi desenvolvido em estudos para o sistema de informação da Fundação Getty, que lida com artefatos arqueológicos e obras de arte, obras

semelhantes aos desta pesquisa. Portanto, ele se adequa às necessidades da documentação iconográfica gerada pelas técnicas de análise arqueométrica e pode-se tê-lo como referência inicial para o estudo de um sistema de informação sobre objetos do patrimônio cultural.

No que tange ao estudo dos dados necessários aos usuários, as normas de documentação fornecem indicações sobre a citação e a referenciação de documentos textuais. No caso da norma técnica NBR 6023, Informação e documentação: Referências: Elaboração, os elementos essenciais de uma referência de documentos iconográficos são: autor, título, data e especificação do suporte. Caso não haja um título, a norma recomenda que se deve atribuir uma denominação ou a indicação de 'Sem título', entre colchetes. Além dos elementos essenciais, podem ser acrescentados elementos complementares, como dimensões, coleções ou projetos a que pertencem, tipo de arquivo, tamanho de arquivo, etc.

No caso da documentação tratada nesta pesquisa, todas são objetos natos em meio digital, sendo seu suporte considerado digital. Os dados que podem ser considerados como os elementos essenciais seriam: autor do experimento, título para o produto, data do experimento, para compor a referência; e os dados de: título da pesquisa, agência de fomento e número DOI podem ser acrescentados como elementos complementares.

4.8. Repositórios Digitais

Há vários tipos de repositórios que podem acomodar os dados de pesquisa. Silva (2016) observa que o processo de escolha de um repositório deve considerar a área de conhecimento na qual se inserem os dados, tema de pesquisa, políticas de acesso e políticas de preservação. Sayão et al. (2009) propõem o uso de repositórios institucionais que tenham uma plataforma adequada e versátil que atenda às necessidades atuais e futuras de gestão de atividades de pesquisa. A pesquisa Rede de Dados de Pesquisa, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e Universidade Federal do Rio Grande - FURG, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP - e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT, indicam a escolha de repositórios pelas suas funcionalidades, segundo as necessidades dos dados de pesquisa que se deseja gerir.

Existem repositórios temáticos, pertencentes a instituições, sociedades ou organizações que permitem o depósito de dados de terceiros. Estes repositórios podem apresentar ferramentas analíticas específicas e metadados especializados úteis ao pesquisador, dar visibilidade à pesquisa e conferir aos dados uma “maior revisão e validação por especialistas na área” (SILVA, 2016, p. 397-398). Segundo Rocha *et al.* (2018), também são chamados de repositórios disciplinares, ou multidisciplinares.

Porém, nem todas as disciplinas dispõem de repositórios temáticos, ou as de uso do repositório podem não ser compatíveis com as necessidades do pesquisador. A maioria dos repositórios temáticos é usada para disponibilização de dados tratados que podem ser disponibilizados publicamente. Não são, portanto, adequados para uso em pesquisas que requerem privacidade, ou seja, cujos dados não podem, em certas fases, ficar disponíveis ao público. Um exemplo de repositório temático é o *Protein Data Bank da Research Collaboratory for Structural Bioinformatics (RCSB)*, para formas em 3D de proteínas, ácidos nucleicos e conjuntos complexos.

Figura 32 - Home page do RCSB

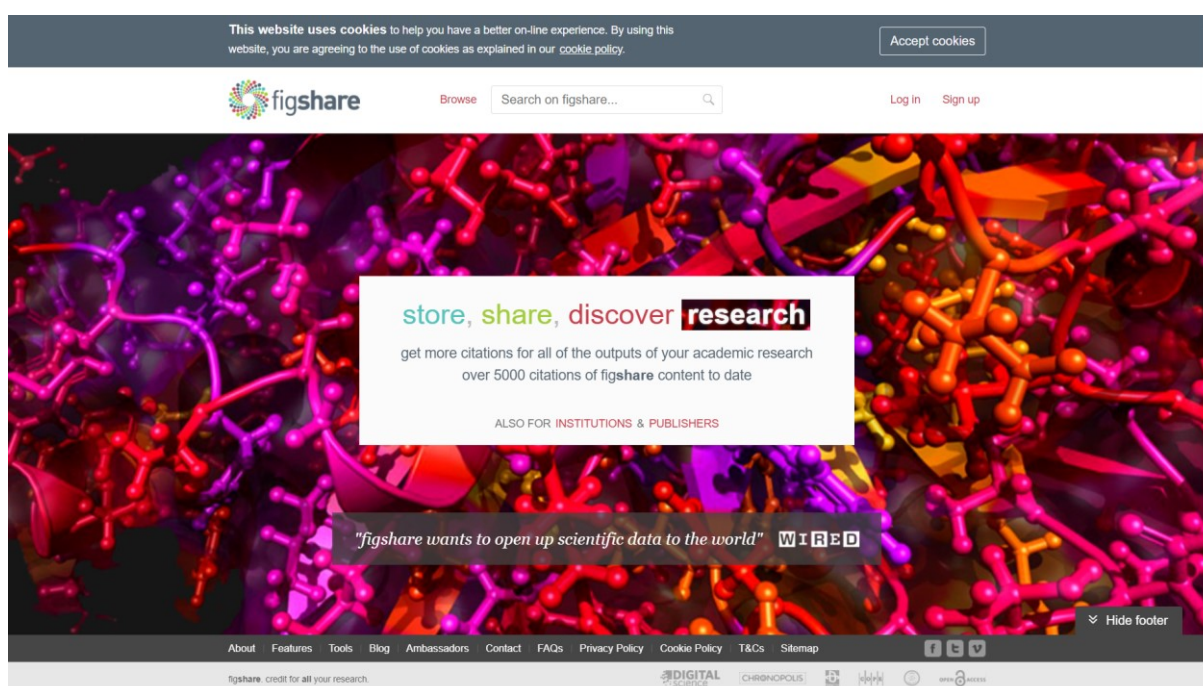
The screenshot shows the RCSB PDB website home page. At the top, there is a navigation bar with links for Deposit, Search, Visualize, Analyze, Download, Learn, and More. Below this is the RCSB PDB logo and a search bar. The main content area is divided into several sections: a 'Welcome' sidebar, a central article titled 'A Structural View of Biology', a 'March Molecule of the Month' section featuring 'Voltage-gated Sodium Channels', and a 'COVID-19 CORONAVIRUS Resources' banner. The footer contains sections for 'Latest Entries', 'Features & Highlights', and 'News'.

Portal online desenvolvido pela Fundação Nacional de Ciência, Departamento de Energia dos EUA, Instituto Nacional do Câncer, Instituto Nacional de Alergia e Doenças Infecciosas e Instituto Nacional de Ciências Médicas Gerais da Institutos de Saúde para promover a exploração da pesquisa e educação em biologia e medicina, destinado a professores, alunos e o público em geral, disponíveis gratuitamente.

Fonte: <https://www.rcsb.org/>

Há os Repositórios de Uso Geral, que “qualquer pesquisador pode usar, independentemente da sua filiação institucional, para preservar qualquer tipo de produção acadêmica” (SILVA, 2016, p. 399). Estes repositórios se assemelham aos de uso temático, possuem políticas próprias, e algumas ferramentas que podem ser interessantes ao pesquisador, porém às vezes as políticas de uso, ou as ferramentas não são as mais adequadas às necessidades de determinada pesquisa. Plataformas como Figshare, Zenodo, Re3data e ICPSR são exemplos de repositórios de uso geral.

Figura 33 - Home page do Figshare.

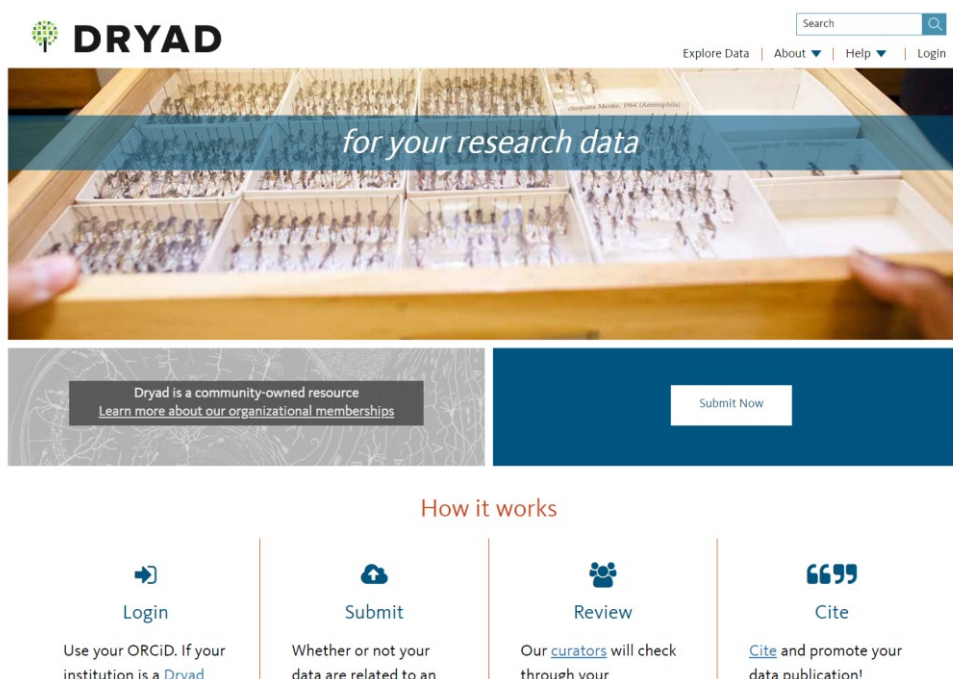


Plataforma de propriedade da Digital Science, pertencente ao Holtzbrinck Publishing Group. Busca ajudar os pesquisadores a organizar sua pesquisa e obter o máximo de impacto possível, de forma gratuita. Permite carregar qualquer formato de arquivo de até 5 GB e oferece até 20 GB de espaço privado. Permite obter DOI para o trabalho.

Fonte: <https://figshare.com/>

Algumas editoras também fornecem o serviço de Repositórios Editoriais para o depósito de dados de pesquisa. Muitas exigem o depósito dos dados citados nos artigos aprovados para publicação em seus repositórios. Porém, neste caso, a produção da instituição pode ficar dispersa em repositórios editoriais e correr o risco de dissociação da sua coleção com a descontinuidade dos serviços.

Figura 34 - Home page do Dryad



A Plataforma Dryad foi lançada em 2009, desenvolvida com base no software de repositório de código aberto DSpace. Em 2019, fundiu-se ao Dash, um serviço de publicação de dados desenvolvido no Centro de Curadoria da Universidade da Califórnia (UC3), um programa da California Digital Library (CDL).

Fonte: <https://datadryad.org/stash>

Para conseguir formas personalizadas de políticas de submissão, tipos de materiais e formas de organização, as instituições podem recorrer aos repositórios institucionais, que são como uma “biblioteca digital destinada a guardar, preservar e garantir livre acesso, via internet, à produção científica no âmbito de uma dada instituição” (MARCONDES; SAYÃO, 2009, p. 09). É o meio de materializar a gestão dos dados de pesquisa, permitir seu armazenamento “durante a pesquisa, como dados a serem preservados após o seu término” (ROCHA *et al.*, 2018, p. 07), acesso a longo prazo, o tratamento quantitativo e “permitir o gerenciamento de versões de dados decorrentes” (ROCHA *et al.*, 2018, p. 07).

Nas últimas décadas, as instituições passaram a implementar seus repositórios para o depósito sistemático de sua produção e disponibilização *online*. Para tanto, só dependem de uma ferramenta tecnológica que viabilize a publicação *online*. Há muitos softwares no mercado, muitos deles gratuitos, de acesso aberto e interoperáveis, como por exemplo o DSpace³⁶, um software de código-fonte aberto para gerenciamento de acervos digitais.

³⁶ Veja mais em <https://duraspace.org/dspace/>

Suporta uma grande variedade de tipos de documentos, tais como: textos, fotografias, filmes, áudio e outros.

O Dataverse³⁷ é outro aplicativo da web de código aberto que permite armazenar, preservar, compartilhar, citar, explorar e analisar dados de pesquisa. Outra aplicação que demonstrou ser de grande potencial para a pesquisa é o software AtoM³⁸, também de código-fonte aberto, porém para descrição e arquivamento de dados da área arquivística. O mais recente, o software *open access* Tainacan³⁹ para a gestão de coleções digitais, permite também a divulgação em publicação *online* e vem sendo adotado pelos museus nacionais.

Segundo Sayão *et al.* (2009) a escolha do software deve ser adequada às necessidades da instituição, “com capacidade de expansão e de integração a outros programas que possam apoiar o atendimento às demandas atuais e futuras” (SAYÃO *et al.*, 2009, p. 24-25). Para avaliar uma aplicação, Sayão *et al.* (2009) propõem um conjunto de critérios para a organização da informação e interação com os usuários, listados abaixo (SAYÃO *et al.*, 2009, p. 29-30):

- A. Escalabilidade: avalia a capacidade de crescimento do sistema por meio de adição de mais recursos (CPU, RAM etc.) [...];
- B. Extensibilidade: mede a capacidade do programa de integrar ferramentas externas no sentido de estender as funcionalidades do repositório;
- C. Facilidade de implantação: avalia o grau de simplicidade no processo de instalação e de configuração [...];
- D. Plataforma computacional: identifica os componentes necessários ao sistema: sistema operacional (por exemplo: Windows, Unix/Linux etc.), servidores Web (por exemplo: Apache), software gerenciador de banco de dados (por exemplo: MySQL, Postgres, Oracle, SQL Server etc.) [...];
- E. Implantações de sucesso: estima o número de usuários e organizações satisfeitos com o programa; analisa o histórico de implementações e a vitalidade e a sustentabilidade do pacote;
- F. Suporte do sistema: avalia a capacidade de resposta dos desenvolvedores e/ou da comunidade de usuários (para software livre) a problemas técnicos ou de outra natureza colocados;
- G. Base de conhecimento das comunidades envolvidas: estima a base de conhecimento e o nível de atividade das comunidades envolvidas no desenvolvimento e uso do programa; avalia a qualidade e a completeza das informações presentes no site do produtor e dos canais de comunicação – e-mail, fóruns, eventos, newsletters etc.;
- H. Estabilidade da organização de desenvolvimento: estima o grau de confiança na organização responsável pelo desenvolvimento do programa: histórico,

³⁷ Veja mais em <https://dataverse.org/>

³⁸ Veja mais em <https://www.accesstomemory.org/pt-br/>

³⁹ Veja mais em <https://tainacan.org/>

tradição, tempo de existência, sustentabilidade econômica; inserção e relacionamentos com outras organizações etc.;

- I. Perspectivas para o futuro: avalia a capacidade de evolução e de incorporação de inovações;
- J. Limites do sistema: avalia os limites do programa: volume de dados, número de coleções, de registros, de bases de dados etc. que o software consegue gerenciar;
- K. Documentação disponível/cursos/publicações – estima a qualidade e o volume de informações sobre o pacote elaborado pela instituição produtora; estima as informações disponíveis sobre o pacote provenientes de outras fontes – livros comerciais, tutoriais, cursos, artigos etc.

Enquanto os critérios de Sayão *et al.* (2009) estão mais associados com a implementação e suporte, Rocha *et al.* (2018) abordam a funcionalidade e a confiabilidade para a preservação a longo prazo. Seus critérios são (ROCHA et al., 2018, p. 12):

- Modelo de Referência OAIS
- Princípios FAIR
- Princípios de Citação
- Critérios para Construção de Repositórios Confiáveis
- Representação com Ambiente Linked Data/Web Semântica
- Relações com Sistemas de Informação da Pesquisa
- Desenvolvimento e uso de Software

Como visto, os repositórios temáticos ou editoriais, possuem exigências e limitações das instituições mantenedoras, o que não exclui a publicação de dados de pesquisa neles. Porém o uso de repositórios institucionais confere maior liberdade, controle e personalização à gestão dos dados de pesquisa. Alguns softwares, já reconhecidos e bastante utilizados, serão analisados segundo os critérios apresentados por Sayão *et al.* (2009) e Rocha *et al.* (2018), para encontrar uma opção aplicável ao de estudo de caso.

4.8.1. Breve análise do DSpace

O Dspace foi desenvolvido em uma parceria entre a Biblioteca do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) e a Hewlett-Packard (HP), nos Estados Unidos, com o objetivo específico de organizar, gerir, armazenar, preservar e dar acesso à produção acadêmica. Atualmente mantido pela LYRASIS, uma organização sem fins lucrativos que abriga mais de 1.000 bibliotecas acadêmicas e públicas, museus, arquivos e outras organizações de coleções

localizadas em 28 países. Em 2019, ela se fundiu com a DuraSpace, fusão que reuniu as duas comunidades, formando uma equipe global de mais de 50 especialistas e profissionais.

Figura 35 - DSpace Demo Repository

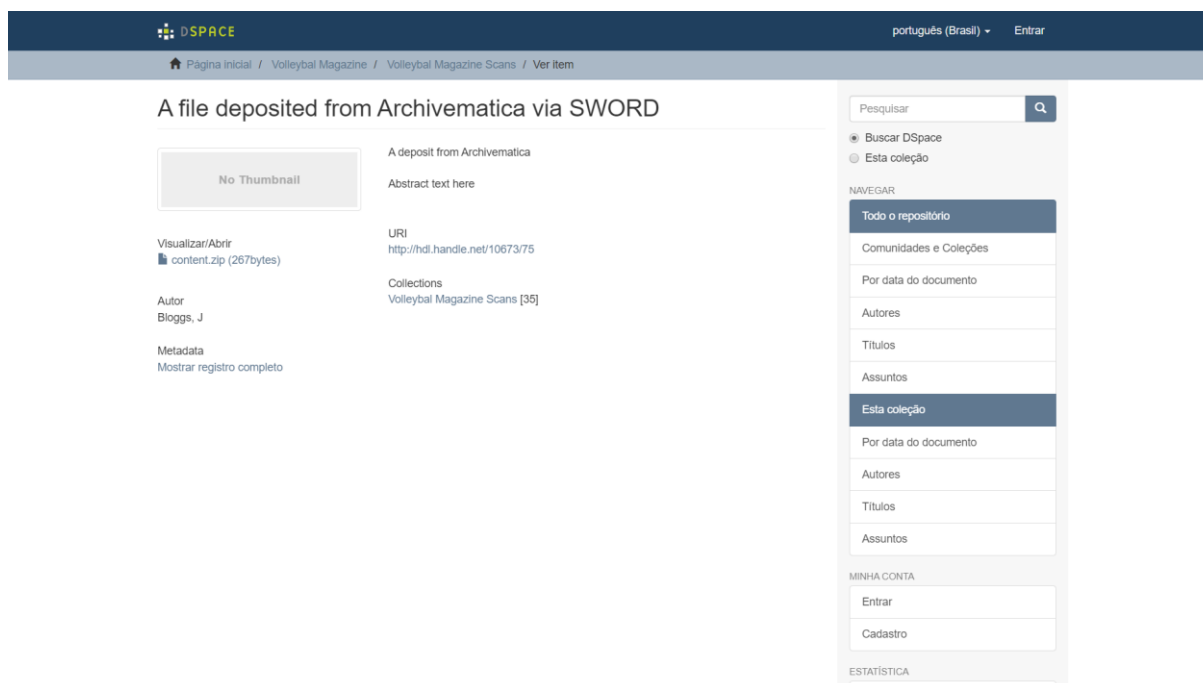


Imagem ilustrativa da interface de um registro de documento no DSpace Demo Repository.

Fonte: <http://demo.dspace.org/xmlui/handle/10673/75>

Sua documentação completa, em inglês, está disponível online⁴⁰. No Brasil é um dos softwares apoiado pelo Instituto Brasileiro de Informação e Ciências e Tecnologia (IBICT). Possui uma comunidade bastante ativa, com blogs, fóruns de discussão, além do suporte oferecido pela LYRISIS. Por ser um software muito utilizado, segundo dados do *Registry of Open Access Repository (ROAR)* (SHINTAKU; MEIRELLES, 2010) possui uma boa literatura a respeito, em língua portuguesa.

O DSpace é uma aplicação leve, requer *hardware* mínimo de 200GB com 8GB de memória RAM (ROCHA *et al.*, 2018), é de fácil instalação, gratuito, de código aberto, o que permite a sua customização. Compatível tanto em servidores Linux/Unix, como Windows, permite utilizar interfaces JSPI (Java Server Pages User Interface) ou XMLUI (*eXtented Mark Language User Interface*). O DSpace opera em vários níveis como um *servlet* Java e operações sob demanda, permite ajustar o desempenho da memória otimizando a sua performance.

⁴⁰ A documentação completa pode ser acessada em <https://wiki.lyrasis.org/display/DSPACE/Home>

Por padrão, o DSpace possui um conjunto principal de funcionalidades que podem ser estendidas ou integradas a serviços e ferramentas complementares: também possui vários aplicativos da web que interagem com o modelo de dados subjacente do DSpace. Além do seu sistema próprio de buscas simples ou avançadas, por meio de diferentes entradas, como coleções, título, autor, assunto, etc, permite a instalação de extensões que o torna compatível com buscadores como o Google, podendo ser facilmente encontrado na internet. Aceita vários formatos de arquivos como txt, pdf, csv, jpg, tiff, vmpeg e wave.

A estrutura informacional do DSpace é hierárquica, composta de entidades organizacionais, divididas em grupos, comunidades e coleções (ROCHA *et al.*, 2018). Não há limitações de quantidade de registros (SHINTAKU; MEIRELLES, 2010). “Essa estrutura não apenas permite a organização do acervo, mas também, facilita a recuperação dos objetos digitais depositados” (SHINTAKU; MEIRELLES, 2010, p. 22).

Seu esquema de metadados padrão é o Dublin Core, permite importar metadados via protocolo OAI-PMH no formato RDF, METS, MODS e MARC (ROCHA *et al.*, 2018), convertendo-os em RDF/XML. Além dos metadados padrão, permite adicionar outros esquemas de metadados, e permite “inclusive, a coexistência de vários esquemas de metadados em um mesmo repositório” (SHINTAKU; MEIRELLES, 2010, p. 59).

Possibilita versão multilingue e o auto arquivamento, mediante a criação de conta de usuário. Uma vez autorizado a depositar o arquivo no repositório é possível customizar os metadados, aplicar licença e adicionar vários formatos de arquivo. Também é possível definir um fluxo para a submissão de trabalhos que, após a inserção do item, permite submetê-los a revisão antes da publicação.

O DSpace não foi desenvolvido para dados de pesquisa, entretanto, comunidades podem ser usadas para representar instituições produtoras ou custodiadoras de conjuntos de dados, e/ou grupos de pesquisa. (ROCHA *et al.*, 2018, p. 24)

Ele contém recursos que podem ser implementados nas comunidades e coleções para criar políticas de funcionamento diferentes (ROCHA *et al.*, 2018), permite autenticação de usuários e níveis de acesso diferentes para cada usuário, tanto para executar tarefas como para a visualização dos registros. Possibilita “a criação de políticas descentralizadas” (ROCHA *et al.*, 2018, p. 25), dando autonomia “para criar e definir políticas de acesso e submissão,

assim como criação e gerenciamento de subcomunidades e coleções” (ROCHA *et al.*, 2018, p. 25).

Também possui recursos que permitem estabelecer fluxos de trabalho para submissão e aplicações para controlar o versionamento de registros. A cada atualização de um item, replica os registros de metadados criando uma nova versão. Porém, por padrão, ele não possui recursos para a preservação, mas pode ser integrado ao Archivematica para a preservação a longo prazo.

4.8.2. Breve análise do Dataverse

O Dataverse é mantido pela OpenScholar, um projeto de pesquisa do Instituto de Ciências Sociais Quantitativas de Harvard (IQSS), criado em 2009, para tornar mais fácil o desenvolvimento de sites para faculdade, reduzindo os custos crescentes de desenvolvimento da Web e suporte de TI no campus. Em 2017, a equipe de pesquisa do OpenScholar saiu da Universidade de Harvard e se tornou a OpenScholar LLC.

Figura 36 - IBICT Dataverse.

The screenshot displays the Dataverse interface for a specific dataset. At the top, the Dataverse logo and navigation links (Q, Sobre, Guias, Suporte, Acesso, Entrar) are visible. The breadcrumb trail indicates the location: 3.2.b. Publicados (periódicos/analís de eventos) Dataverse (ibict) > IBICT Dataverse > Projeto Saberes do Cotidiano > IBICT Dataverse > URBANIZAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS EM BRASÍLIA Dataverse > 3. RESULTADOS FINAIS Dataverse > 3.2. Artigos Dataverse > 3.2.b. Publicados (periódicos/analís de eventos) Dataverse > Preservação digital, gestão de dados de pesquisa e biodiversidade. The dataset title is 'Preservação digital, gestão de dados de pesquisa e biodiversidade'. The author is 'Avelino, Miguel Ángel Márdeno', 'Tavares, Maria de Fátima Duarte', 2020. The description states: 'Os repositórios institucionais em estágio de produção enfrentam o desafio de abrigar, preservar e dar acesso a conjuntos de dados científicos. Os repositórios de dados de pesquisa estão sendo implementados no mundo como uma nova opção para o acesso livre. Os benefícios ainda estão em experimentação e os bibliotecários, pesquisadores, instituições de financiamento e de ensino começam a conhecer seus benefícios. Entre esses benefícios está a visibilidade dos projetos e o fato de que os trabalhos de pesquisa adquirem uma nova possibilidade de gestão se articulados a sistemas de informação. Também a transparência nos investimentos nacionais para a Ciência permite novas formas de governabilidade, relacionada com o registro de processos de gestão e disseminação. Espera-se que os indicadores resultantes dessas atividades permitam uma gestão mais equânime, atendendo às dimensões do país, mas também às condições estratégicas em que a pesquisa torna-se fundamental à preservação de seus recursos naturais e à elaboração de políticas públicas.' The subject is 'Other' and the keywords are 'dados de pesquisa, preservação digital, políticas institucionais'. The notes mention the 9th Conference Luso-Brazilian on Open Access, Cadernos BAD, 2016, N. 1, pp. 180-189, available at: https://www.bad.pt/publicacoes/index.php/cadernos/article/view/1530/pdf. The interface also shows tabs for Arquivos, Metadados, Termos, and Versões, and a search bar for the dataset.

Ilustração de um registro de um documento no repositório do IBICT que utiliza o Dataverse, no projeto Cariniana, Rede Brasileira de Serviços de Preservação Digital.

Fonte <http://repositoriopesquisas.ibict.br/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.5072/FK2/OYON1P>

O Dataverse é um aplicativo da web de código aberto especialmente desenvolvido para compartilhar, preservar, citar, explorar e analisar dados de pesquisa e se tornou um grande projeto de colaboração internacional

O IQSS, juntamente com a Biblioteca de Harvard e a Harvard University Information Technology, disponibiliza a instalação do software de código aberto. Para assistência, pode-se contar com Open Data Assistance Program, em Harvard, além de manuais e publicações *online*.

Ao instalar o software Dataverse, a instituição terá seu repositório de dados, com os dados armazenados, na própria instituição e se tornará membro da comunidade de repositórios do Dataverse. O software está disponível no repositório Dataverse GitHub com um guia de instalação detalhado. Atualmente, o Dataverse possui uma comunidade que envolve 56 instituições ao redor do mundo. Sua instalação requer alguns componentes e algumas configurações do sistema: necessita de um Linux: RHEL/CentOS; Glassfish: um servidor de aplicativos Java EE; PostgreSQL; Solr, que é um mecanismo de pesquisa; um Servidor SMTP; Serviço de identificador persistente. Também possui componentes opcionais, fornecidos por terceiros, como R, rApache, Zelig, TwoRavens, Dropbox, etc.

Uma instalação básica do Dataverse funciona em máquina de processadores de 2,8 GHz, 8 GB de RAM e 50 GB de disco. Utiliza metadados compatíveis com o padrão utilizado na web para preservação e interoperabilidade, como o formato JSON (XML para metadados de arquivo tabular), metadados de citação (DDI Lite, DDI 2.5 Codebook, DataCite, Dublin Core), metadados geoespaciais, metadados de astronomia e astrofísica (IVOA, VO), metadados de ciências da vida (ISA-Tab), além da possibilidade de personalização de metadados. Possui seus próprios esquemas de metadados, mas permite a criação de novos esquemas compatíveis com Dublin Core e DataCite (ROCHA *et al.*, 2018).

O Dataverse fornece os principais serviços que um aplicativo para arquivo de dados precisa para gerenciar, preservar e distribuir coleções de dados junto com a documentação e metadados (KING, 2007). O repositório se estrutura em entidades, chamadas dataverses, para representar organizações, grupos ou unidades. Cada dataverse pode conter outro dataverse, que por sua vez contém datasets que são os conjuntos de dados e cada conjunto de dados contém metadados e arquivos de dados descritivos (ROCHA *et al.*, 2018).

A entidade dataverse permite que seja dada a autores a propriedade de arquivos de dados na web. Cada dataverse fornece citação acadêmica, marca personalizada (interface), descoberta de dados, controle sobre atualizações e termos de acesso e uso. (ROCHA *et al.*, 2018, p. 43)

O Dataverse permite a elaboração de “vocabulários controlados para o preenchimento de valores na produção de metadados” (ROCHA *et al.*, 2018, p. 53). Também o controle de versamento, registrando versão, data e responsável pela publicação, edição e exclusão.

Para a preservação, o software possui recursos próprios como verificador de integridade dos arquivos, gerando “uma representação dos dados em formato canônico (.tab)” (ROCHA *et al.*, 2018, p. 56); armazenamento de Universal Numeric Fingerprint (UNF), ou hash criptografado; como pode ser integrado ao Archivematica (ROCHA *et al.*, 2018). Oferece aplicações para análise de dados espaciais e tabulares; de métricas, por acesso por data, downloads, entre outros.

O objetivo de sua criação foi resolver problemas políticos e sociais do compartilhamento de dados (KING, 2007), garantindo que os autores e as instituições recebam reconhecimento e as devidas citações pelos dados produzidos e armazenados.

A ideia principal da publicização dos dados é o acesso livre e aberto dos dados, mas nem sempre é viável; por isso, o Dataverse fornece aos proprietários de dados total controle sobre como seus dados são acessados e quem os acessa, permite diferentes níveis de autorização de acesso e aplicação de licenças (KING, 2007).

4.8.3. Breve análise do AtoM e Archivematica

AtoM, abreviação de Access to Memory, é um software livre de descrição arquivística, de código aberto, juntamente com o Archivematica⁴¹, um software de preservação digital, ambos desenvolvidos pela empresa canadense *Artefactual Systems Inc.*, baseados na *Open Archival Information System* (OAIS). A utilização conjunta destes softwares garante a segurança, autenticidade e acesso aos documentos arquivísticos.

⁴¹ Veja mais em <https://www.archivematica.org/pt-br/>

O Archivemata atua na fase intermediária do documento, preparando-o para a preservação permanente. Após ser preparado, ele é transportado para o AtoM para descrição arquivística, que será a interface de pesquisa dos usuários. O Archivemata e AtoM se propõem a preservar a cadeia de custódia, a comprovação de fidedignidade e autenticidade dos documentos arquivísticos, qualidades que também são importantes no contexto dos dados de pesquisa.

Figura 37 - Canadian Archival Information Network

The screenshot displays the AtoM interface for the record 'File D71-YP-347 - Hunter River, North River'. The page is organized into several sections:

- Header:** Includes the Archives Canada logo, navigation links (HOME, CONTACT US, FRANÇAIS, LOG IN), and a search bar containing 'Search BAnQ - Vieux-Montréal'.
- Left Sidebar:** Shows the breadcrumb 'BAnQ - Vieux-Montréal' and a list of holdings under 'FONDS P690 - Fonds Point du jour aviation...' and 'SERIES S1 - Vues de villages québécois, can...'. The selected record 'FILE D71-YP-347 - Hunter River, North River' is highlighted.
- Main Content Area:**
 - Title and statement of responsibility area:** Title proper: Hunter River, North River; Level of description: File; Repository: BAnQ - Vieux-Montréal; Reference code: CA QUEBEC P690-S1-D71-YP-347.
 - Dates of creation area:** Date(s): 1971-1971 (Creation).
 - Physical description area:** Physical description: 36 photographie(s).
 - Archival description area:** Name of creator: Cossette, Jean-Marie, 1928-2007; Name of creator: Point du jour aviation limitée.
 - Access points:** Place access points: Hunter River (Île-du-Prince-Édouard : Village), North Rustico (Île-du-Prince-Édouard : Village); Name access points: Cossette, Jean-Marie, 1928-2007 (Subject).
- Right Sidebar:** Contains utility links such as 'Clipboard', 'Explore', 'Export', and 'Related people and organizations' (listing 'Cossette, Jean-Marie, 1928-2007 (Subject)') and 'Related places' (listing 'Hunter River (Île-du-Prince-Édouard : Village)', 'North Rustico (Île-du-Prince-Édouard : Village)').

Ilustração de um registro no banco de dados do Arquivo do Canadá que utiliza o software AtoM.

Fonte: <https://archivescanada.accesstomemory.ca/hunter-river-north-river>

É um software recente, construído com o suporte do Conselho Internacional de Arquivos para incentivar a adoção das normas internacionais por toda a comunidade arquivística; por isso, ele nasce com interface que pode ser multilíngue. Possui uma comunidade bastante ativa que se comunica pelo Fórum de Usuários AtoM, também contando com a área de suporte, entre outros recursos *online*.

Toda a sua documentação é liberada sob a *Creative Commons Share-alike*, de forma *online* e gratuita no site oficial da AtoM⁴². Ambos os softwares são de fácil instalação e possuem versões Demo para teste.

⁴² Veja mais em <https://www.accesstomemory.org/pt-br/docs/2.5/>

O AtoM deve ser instalado em um servidor. Por meio de um navegador, fica acessível em qualquer parte do mundo. Como requisitos de hardware é necessário, no mínimo, um processador 2vCPUs a 2.3GHz e 7GB memória; pode ser aplicado tanto em sistemas operacionais Windows, Mac OS X, ou Linux. Utiliza o servidor da web Apache ou Nginx; Elasticsearch 5.0; Oracle Java 7; MySQL 5.1; PHP 7.0; JSON; APC; DOP-MySQL; XSL.

O AtoM implementa vários padrões, incluindo: Descrição Geral Padrão Internacional de Arquivamento (ISAD); Registros da Autoridade Padrão de Arquivamento Internacional (Organismos, pessoas e famílias) (ISAAR-CPF); Norma Internacional para Descrever Instituições com Acervos de Arquivo (ISDIAH); Padrão Internacional para Descrição de Funções (ISDF). Permite também o suporte de outros padrões como o Dublin Core, *Metadata Object Description Schema* (MODS), padrão mantido pela Biblioteca do Congresso dos EUA. Também permite o uso de uma série de normas para intercâmbio de metadados para dar suporte fácil à importação e exportação de dados (EAD , EAC-CPF , CSV e SKOS).

Ele pode ser utilizado como um repositório único para a instituição inteira, ou em uma rede de multi repositórios, aceitando qualquer número de instituições contribuintes. O AtoM é flexível e personalizável.

4.8.4. Breve análise do Tainacan

O Tainacan é o resultado de um projeto de pesquisa do programa de Ciência da Informação da UFMG, de 2013. Dois anos depois recebeu o apoio do Ministério da Cultura. Ele se propunha a construir e gerir bibliotecas digitais e permitir a interação com redes sociais e tem a Web como plataforma (SILVA, 2016).

É um software livre baseado no Wordpress, que utiliza as linguagens PHP, HTML, CSS e Javascript e tem a peculiaridade de rodar de forma independente do sistema operacional, aceitando Windows, Linux e OS X. Utiliza o “Apache como servidor Web e o MySQL ou MariaDB como servidor de banco de dados” (SILVA, 2016, p. 109). Pode ser usado localmente ao baixar o software, ou ser usado em nuvem, hospedado-o em um servidor.

Ele permite criar e gerenciar metadados, adicionar múltiplos itens, possui um design responsivo e uma interface gráfica amigável, de fácil utilização (SILVA, 2016). O software e

toda a sua documentação podem ser encontrados gratuitamente no seu site oficial em português e inglês. É um modelo colaborativo, com participação de várias instituições como o Instituto Brasileiro de Museus - IBRAM - e vários museus associados, universidades públicas federais e estaduais, entre elas a Coleções do Instituto de Geociências da USP⁴³. Seu suporte é dado pela própria comunidade de usuários.

Figura 38 - Coleção do Instituto de Geociências da USP

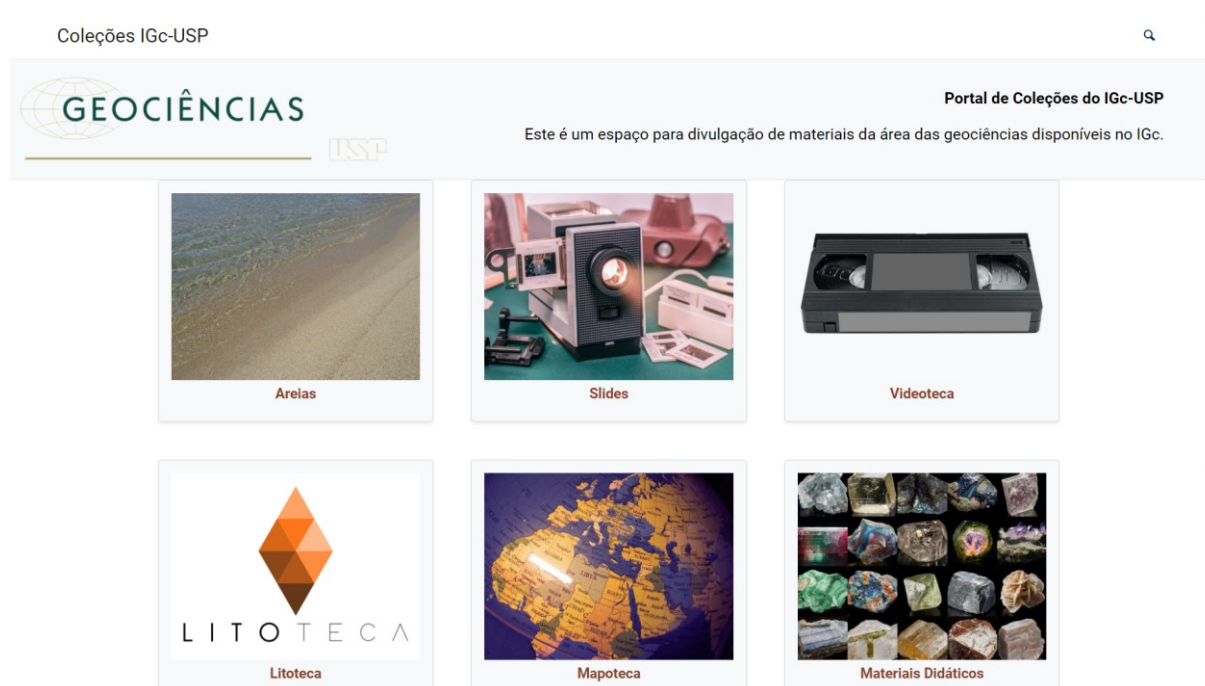


Ilustração da página inicial da Coleção do IGc USP, que utiliza o software Tainacan.

Fonte: <https://colecões.igc.usp.br/>

Observa-se que há uma grande disponibilidade de softwares *open access*, cada um apresentando características técnicas e ferramentas próprias. A escolha de um deles será tratada mais adiante, de acordo com as necessidades do estudo.

⁴³ Ver mais em: <https://colecões.igc.usp.br/>

5. Amostragem das análises e seus produtos: estudando um caso

A compreensão das análises arqueométricas e dos dados que elas geram será inicialmente exemplificada por um estudo de caso apresentado na dissertação de Ambiel (2013), do Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. Nessa obra, a autora aplicou técnicas arqueométricas e de antropologia forense nas análises realizadas nos remanescentes humanos da família Imperial do Brasil.

Foram estudados, por meio dos restos mortais, os personagens da história do Brasil: Dona Leopoldina, Dom Pedro I e Dona Amélia. Hoje, estão guardados na Cripta Imperial junto ao Monumento à Independência, localizado na Praça do Monumento, Ipiranga, São Paulo. Há algumas controvérsias que envolvem as mortes destes personagens, suspeitas de doenças, acidentes e até de violência que, à época das mortes, não havia recursos tecnológicos para fornecer um laudo preciso. Por exemplo, há muitas hipóteses sobre o motivo do falecimento da Imperatriz Leopoldina, em 11 de dezembro de 1826. Além de dúvidas sobre os procedimentos ritualísticos, havia a necessidade de saber sobre o atual estado de conservação, uma vez que ela sofreu um traslado do Rio de Janeiro para o Monumento à Independência, na cidade de São Paulo, em 1954 (AMBIEL, 2013).

No caso de Dom Pedro, a suspeita é que ele havia falecido em 24 de setembro de 1834, devido a problemas pulmonares. Porém, havia outras hipóteses como sífilis, tuberculose, problemas renais, como também havia dúvidas sobre a forma como ele foi sepultado. Seu estado atual de conservação também era uma preocupação, uma vez que sofreu um traslado de Portugal para o Rio de Janeiro e meses depois para São Paulo, em 1972.

Por último, Dona Amélia, a segunda esposa de Dom Pedro I, faleceu na Europa com idade avançada. Com um grave quadro de saúde, Dona Amélia sofria de angina pectoris desde 1834, apresentava lesões nas paredes dos pulmões, edemas nas extremidades inferiores, falta de ar e bronquite capilar (AMBIEL, 2013). O motivo de sua morte foi registrado como colapso cardíaco, seguido de óbito, em 26 de janeiro de 1873 (AMBIEL, 2013). Seus restos mortais foram trasladados para o Brasil em 7 de abril de 1982.

Atualmente, todos os corpos se encontram no Monumento à Independência, construído em 1952 para receber os restos mortais dos imperadores do Brasil. A aplicação das

técnicas arqueométricas aos restos mortais dos imperadores visou contribuir com informações sobre as discussões que envolvem a formação do Brasil. Os estudos das urnas, por Ambiel (2013), começaram em 2012. A primeira a ser aberta foi a de D. Leopoldina, em 27 de fevereiro de 2012, seguida de D. Pedro I, em 29 de março de 2012 e, por fim, a de Dona Amélia, em 24 de julho de 2012.

A equipe que realizou as análises foi composta por profissionais de várias áreas do conhecimento, como a própria historiadora, Dra. Valdirene do Carmo Ambiel (autora da dissertação); a física nuclear, Dra. Márcia de Almeida Rizzutto; o arqueólogo, Dr. Sérgio Francisco M. da Silva; o médico e biólogo, Dr. Luiz Roberto Fontes; o médico Wellyngton Sam Geraldi; o médico odonto-forense Herivelto de Deus Martins; a bióloga Dra. Adriana Araujo Reis Menezes; o radiologista, Edson Amaro Junior; o engenheiro, Paulo Afonso Andre; e a Dra. Celina Lopes Duarte.

O grupo de pesquisadores aplicou as mesmas técnicas nos três corpos: a cromatografia gasosa, análises fúngicas, fluorescência de raios X (ED-XRF), PIXE, Tomografia Computadorizada de Dupla Energia, Reflectância de Infravermelho (IR) e Microscópio Eletrônico de Varredura (M.E.V).

O primeiro experimento realizado em cada um dos caixões foi a Cromatografia Gasosa, inserindo uma agulha no caixão pela junção da tampa para coletar amostras de gás do interior do caixão e armazená-las em cilindros, gerando três amostras para cada objeto analisado. Foram coletadas pela Dra. Celina Lopes Duarte, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) (AMBIEL, 2013). Em seguida, as amostras foram analisadas em um espectrômetro de massa associado a um cromatógrafo a gás, GC-MS, modelo QP500 da Shimadzu. A análise resultou em 6 gráficos.

Figura 39 - Imagem ilustrativa das amostras da cromatografia gasosa recolhidas nos cilindros. Foto da Professora Celina L. Duarte.



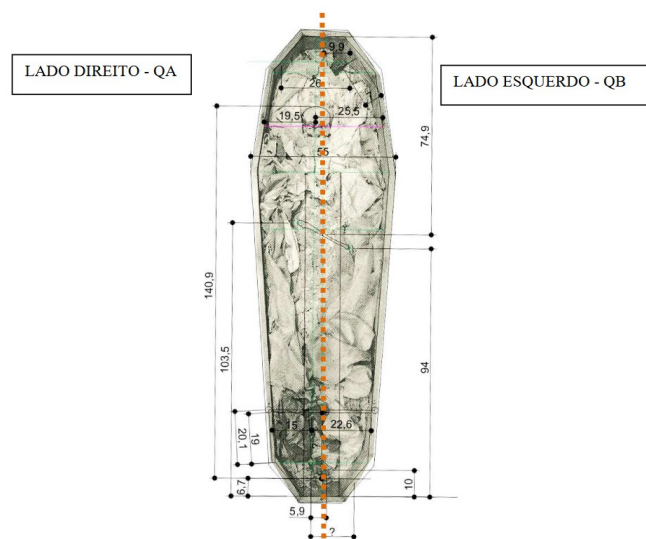
Fonte: Ambiel (2013, p. 85)

Figura 40 - Imagem do cromatógrafo a gás associado ao espectrômetro de massa utilizado para processar as amostras. Foto da Professora Celina L. Duarte.



Fonte: Ambiel (2013, p. 86)

Figura 41 - Mapa indicativo das localidades de onde foram retiradas as amostras



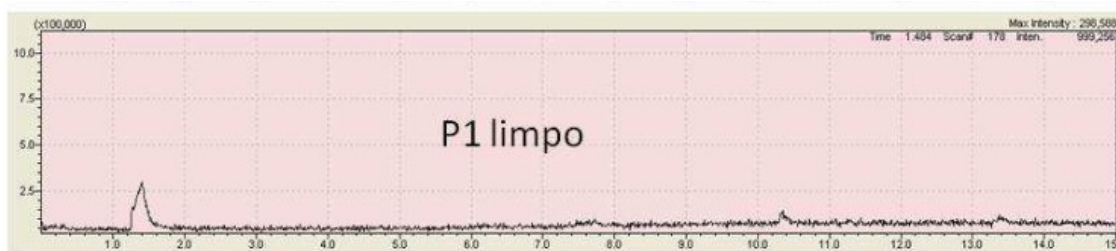
Fonte: Ambiel (2013, p. 89)

Figura 42 - Imagem da cerimônia do dia da abertura da urna, em frente ao Príncipe D.Bertrand de Orleans e Bragança.



Fonte: Ambiel (2013, p. 88)

Figura 43 - Exemplo de um dos 6 gráficos gerados pela análise de cromatografia gasosa. Gráfico fornecido pela Professora Celina L. Duarte.

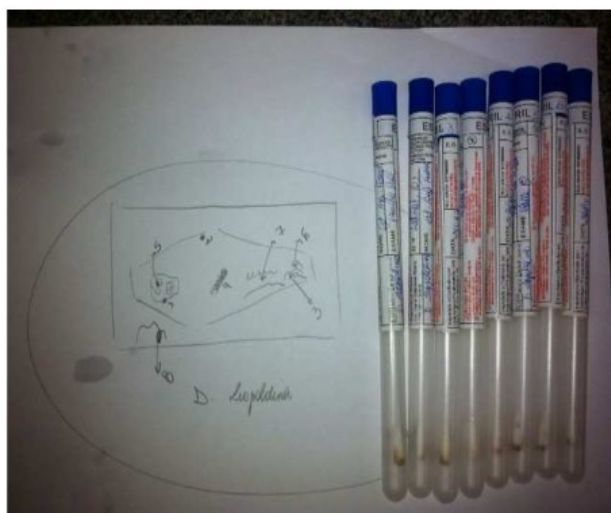


Fonte: Ambiel (2013, p. 86)

O resultado da análise propriamente dita são os gráficos, porém foram produzidas amostras, ou registros dessas amostras caso elas sejam destruídas no processo; imagens de bastidores, como o caso da cerimônia, e o mapeamento da localização de onde as amostras foram retiradas. Neste caso, os exemplos obtidos foram de imagens, mas poderiam ser anotações, vídeo, áudio, ou qualquer outra forma de mídia.

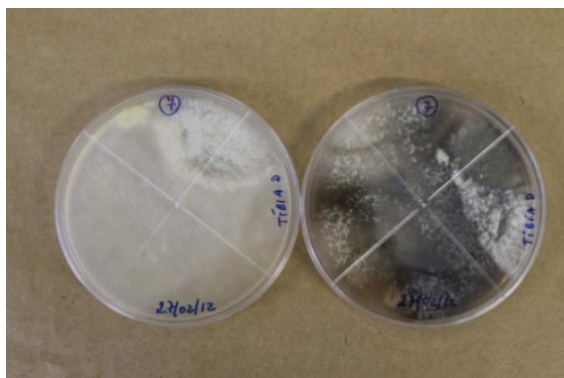
Depois das análises de cromatografia gasosa, o primeiro caixão a ser analisado foi o da Imperatriz D. Leopoldina, em que se pode observar detalhes de como estava o seu corpo. Em 27 de Fevereiro de 2012, foram coletadas amostras para análises fúngicas, com *swabs* estéreis, pela Dra. Márcia de Almeida Rizzutto (IFUSP) e pelo médico Wellyngton Sam Geraldi (FMUSP), totalizando 8 amostras que foram entregues à Dra. Adriana Araujo Reis Menezes (ICBUSP), que as cultivou em placas de Petri com Meio Batata, incubado à temperatura de 25°C, para identificação dos fungos. Os resultados são apresentados em formato de tabela.

Figura 44 - Imagens das amostras da análise fúngica e mapa dos locais coletados.



Fonte: Ambiel (2013, p. 90)

Figura 45 - Imagens das amostras de fungos cultivados em placas de Petri. Foto da Dra. Adriana A. R. Menezes.



Fonte: Ambiel (2013, p. 92)

Figura 46 - Resultado da análise fúngica. Relatório da Dra. Adriana A. R. Menezes.

Locais	Nº de Colônias Analisadas	Fungos
1-Têmpora direita	4	FNE*
5- Órbita esquerda	2	FNE
7- Tibia direita	4	FNE
8- Mancha granito	12	<i>Aspergillus</i> sp <i>Penicillium</i> sp <i>Rhodotorula</i> sp FNE

*FNE – fungo não esporulante

Fonte: Ambiel (2013, p. 92)

Após estas análises, foi a vez da aplicação da técnica de fluorescência de raios X (ED-XRF) em que foi utilizado um equipamento portátil construído pelo IFUSP, composto por um tubo de emissor de Raio X de catodo de prata e um detector de Raio X. Esta análise foi realizada pela Dra Márcia Almeida Rizzutto (IFUSP) e sua equipe, composta pela Dra Jessica Fleury Curado (IFUSP), Pedro Campos (IFUSP) e conservadora Elizabeth M. A. Kajiya, em 16 de março de 2012. O resultado foi a detecção de elementos químicos como chumbo (Pb), ouro (Au) e prata (Ag).

Foi detectada por esta análise a presença de chumbo (Pb) que deduzimos ser da urna de chumbo que envolvia o caixão com o corpo, o que indica uma possível deterioração deste material e das próprias urnas de madeira. A substituição devem ter sido a causa da substituição dos ataúdes foi feita na segunda metade dos anos 1980. O chumbo pode ter sido responsável pelo processo tafonômico que levou à mudança na coloração do manto, originalmente verde, segundo as imagens da época. (AMBIEL, 2013, p. 92)

Figura 47 - Equipamento portátil utilizado na análise de ED-XRF. Foto de Dra. Márcia Almeida Rizzutto.



Fonte: Ambiel (2013, p. 92)

O próximo exame foi a Tomografia Computadorizada de Dupla Energia, em que foi necessário o traslado do corpo até o Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), em 19 de março de 2012. Foi utilizado o tomógrafo *Discovery CT750 High Definition* e os resultados gerados são imagens em separado, o que permite fazer uma análise em camadas. Durante a realização da pesquisa de Valdirene do Carmo Ambiel, o *status* do seu trabalho se apresentava como “sigilo acadêmico”, forma que garante a privacidade da pesquisa.

Figura 48 - Imagem dos bastidores da realização da Tomografia de D.Leopoldina realizada no Dep. de Radiologia FMUSP. Foto do Dr. Edson Amaro Junior e equipe.



Fonte: Ambiel (2013, p. 94)

Figura 49 - Resultados obtidos na Tomografia realizada no Departamento de radiologia da FMUSP. Foto Dr. Edson Amaro Junior.



Fonte: Ambiel (2013, p. 94)

Após a tomografia foi realizada a análise com a técnica de Reflectância de Infravermelho (IR) por Dra Márcia Almeida Rizzutto (IFUSP) e Elizabeth Kajiya (IFUSP). O resultado são imagens em que é possível observar melhor os detalhes nas vestes, adornadas com bordados.

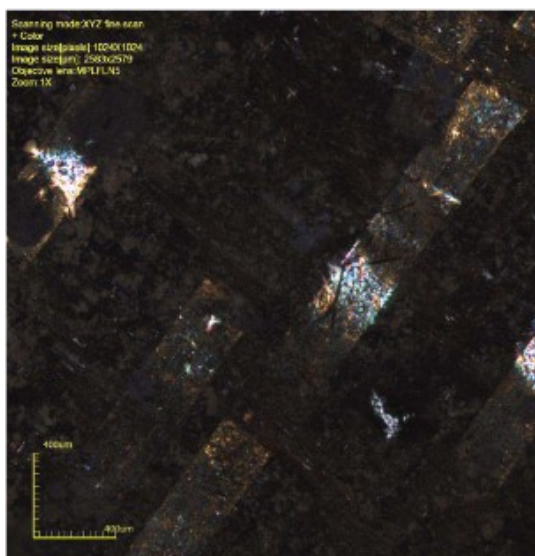
Figura 50 - Imagem do manto obtida com técnica de análise de Reflectância de Infravermelho (IR).
Foto de E. M. Kajiya.



Fonte: Ambiel (2013, p. 96)

Valdirene do Carmo Ambiel realizou também uma análise com Microscópio Eletrônico de Varredura (M.E.V), com a colaboração da Profa. Miriam Garavelli (IC). O resultado são imagens altamente ampliadas.

Figura 51 - Imagem do resultado da técnica de M.E.V. realizada no manto de D. Leopoldina.



Fonte: Ambiel (2013, p. 97)

Figura 52 - Material de Apoio: Tela de Simplício de Sá de 1826, que ilustra o traje da Imperatriz D. Leopoldina, o mesmo com que ela foi sepultada.



Fonte: Ambiel (2013, p. 100)

Por meio do estudo de Ambiel (2013) foi possível descobrir mais sobre D. Leopoldina. Utilizando as análises dos ossos obtidos na tomografia, o Prof. Dr. Sérgio Francisco (UFPE), conseguiu estimar a estatura aproximada da Imperatriz. Ela tinha entre 1,54m e 1,60m. Não foram encontradas fraturas *ante mortem*, negando a hipótese de que ela havia sido empurrada da escada por D. Pedro I e quebrado o fêmur.

Os restos mortais do imperador D. Pedro I passaram pelos mesmos exames feitos em D. Leopoldina. No teste de cromatografia gasosa, realizado em 04 de abril de 2012, o resultado obtido foi ausência de composto orgânico. Na análise fúngica, foram encontrados fungos da categoria de Fungos não Esporulantes.

Figura 53 - Fotos dos despojos de D.Pedro realizados. Foto: Valter D. Muniz.



Fonte: Ambiel (2013, p. 121)

Após a abertura do caixão e remoção do corpo foram encontrados 24 cartões de visita com dados completos, como profissão e endereço, alguns de Portugal e outros do Brasil, por onde o cortejo passou. “Deduzimos que essas pessoas apenas quisessem registrar sua visita ao antigo soberano” (AMBIEL, 2013, p. 124), introduzindo os artefatos na urna pelo espaço das aberturas.

Por motivos éticos e em respeito a essas pessoas e suas famílias, não revelaremos as identidades, neste trabalho ou em qualquer outro relacionado a esse tema no futuro. Apenas comunicamos o achado para registrar os artefatos encontrados junto aos remanescentes humanos de Dom Pedro I. (AMBIEL, 2013, p. 124)

Figura 54 - Foto dos bastidores com os cartões encontrados na urna. Foto: Valter D. Muniz.



Fonte: Ambiel (2013, p. 124)

Após a tomografia, foi realizado o processo de decapagem. Ambas as técnicas ajudaram a identificar lesões antigas de alguns relatos de acidentes sofridos pelo imperador no século XIX, bem como as condições em que ele foi sepultado. Constatou-se que no acidente de 1823, D. Pedro I quebrou a primeira costela e não a clavícula e também foram encontradas algumas lesões *post mortem*, decorrentes do processo de embalsamento. Também pode-se constatar que D. Pedro I foi sepultado com honras militares. Todo o material encontrado no caixão de D. Pedro I, inclusive roupas e ornamentos, foi analisado pelas técnicas de FXR e PIXE.

Por fim, foram analisados os restos mortais de D. Amélia, a segunda imperatriz do Brasil, com a cromatografia gasosa, em 24, 25 e manhã de 26 de julho de 2012, pela Profa. Celina e o Ms. Nunes. Os exames não detectaram nenhuma substância nociva.

O corpo de D. Amélia era o mais preservado entre os três: os “cabelos, sobrancelhas, cílios, etc, podiam ser notados, assim como unhas das mãos” (AMBIEL, 2013, p. 194). A segunda análise foi a de ED-XRF, na busca de processos tafonômicos no corpo.

Depois foram coletadas amostras para a análise fúngica, realizada pela Dra. Adriana no ICB/USP, seguindo a mesma técnica aplicada a D. Leopoldina e D. Pedro I. No dia 9 de agosto de 2012, o corpo foi encaminhado para realizar a tomografia.

Figura 55 - Resultados obtidos na tomografia do corpo de D. Amélia realizada no Departamento de radiologia da FMUSP. Foto Dr. Edson Amaro Junior.



Fonte: Ambiel (2013, p. 198)

Por meio deste estudo pode-se ter a dimensão de como ocorre na prática a dinâmica das pesquisas arqueométricas. Observa-se a diversidade de profissionais e cientistas que participaram do estudo, colaborando para a construção de conhecimentos sobre os objetos que devem ser preservados no banco de dados, com campos para seus nomes e instituição de origem.

Observa-se que, na prática, uma técnica de análise pode estar associada a várias outras técnicas, seja por meio do artefato estudado ou da pesquisa. Estes são dados importantes para o usuário no que tange às possibilidades de pesquisa dentro de um banco de dados.

A pesquisa analisada apresentou a condição de sigilo temporário. Outras pesquisas podem apresentar condição de sigilo prolongado, ou até permanente. Um sistema de informação que abrigue esses documentos precisa ter flexibilidade nas formas de acesso e visualização dos dados.

Pelos exemplos observados, em resumo, o registro de uma técnica deve conter: (1) o nome da técnica, com nomenclatura padronizada; (2) o responsável, ou responsáveis pela execução da técnica e um campo (2a) para registrar a instituição à qual ele(s) pertence(m), com nomenclatura padronizada; (3) data de realização da técnica; (4) campo descritivo para o equipamento utilizado; (5) campo descritivo para as condições do experimento; (6) campo

para a descrição do objeto de pesquisa, podendo ser o título, em caso de obras de arte, também (6a) autor e (6b) data de produção da obra; (7) título da pesquisa; (8) autor(s) da pesquisa, (9) agência de fomento, se houver.

Os resultados, compostos por gráficos ou imagens, são arquivos (com extensões jpg, png ou semelhante) a serem anexados ao registro. Podem conter o campo descritivo (10) nomeado de forma padronizada em caso das imagens, (10a) título do gráfico ou imagem, o que será mantido quando utilizado nas teses, artigos e relatórios e (10b) uma legenda que descreve o que foi encontrado de relevante no resultado, de forma discursiva.

Os materiais adjacentes, podem ser compostos por uma grande variedade de formatos de arquivos, tais como imagens, textos, áudios, vídeos etc, que devem também ser registrados em um campo descritivo (11) para o título, (11a) para autor do material adjacente, e (11b) data de realização do material adjacente.

Para a situação de sigilo é necessário que o banco de dados tenha a condição de aceitar diferentes perfis de usuários: visitante, pesquisador, administrador, para as diferentes ações dentro do sistema, como também para o acesso aos dados. Com diferentes possibilidades de visualização dos registros, caso a pesquisa esteja em andamento, ela poderá ficar como informação privada, visível somente para o responsável pela pesquisa, até a conclusão. Quando concluída, pode-se alterar o status para público (sem nenhuma restrição) ou restrito, em que alguns campos do registro são visíveis para qualquer usuário, mas outros permanecerem com acesso restrito, dependendo da necessidade da pesquisa.

6. Resultados e Discussões

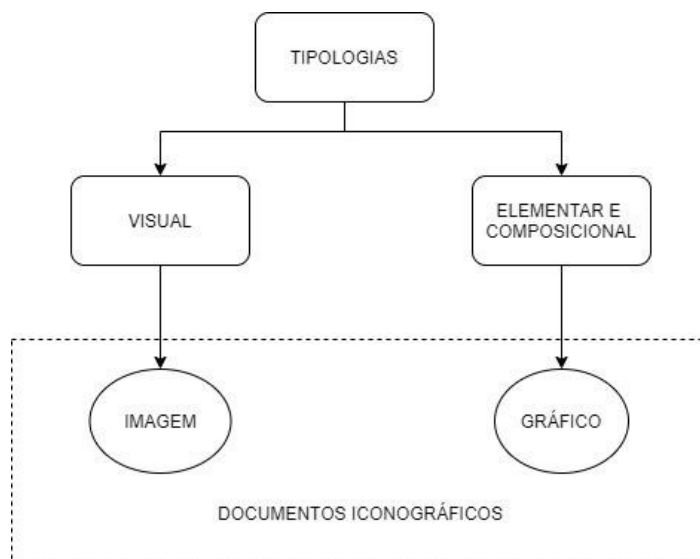
Como visto no item 3.1, a natureza da documentação estudada é iconográfica e, por essa razão, precisa ser 'transcrita' para o código verbal a fim de ter a informação representada em um sistema de informação passível de recuperação. Para tanto, foi necessário fazer uma análise do documento iconográfico para identificar os pontos essenciais para a sua descrição e acesso.

A análise, por sua vez, requer uma base teórica para a orientação da leitura das regras de construção e linguagem da imagem. Como visto no item 3.2.4, a teoria da semiótica peirciana foi a que apresentou os melhores recursos para a análise da documentação estudada. De fato, as imagens e os gráficos gerados pelas técnicas de análises arqueométricas podem ser tomadas como índices, estabelecendo uma conexão entre a realidade e o significado compreendido e revelado pela técnica arqueométrica.

Elementos químicos, composição de materiais, intervenções ao identificar diferenças nos materiais, traços subjacentes, entre outras possibilidades, são informações que se comportam como índices e estabelecem um significado construído por meio de experiências científicas.

Tão importante quanto os campos de descrição foi a relação destes campos entre si para a preservação do contexto de produção dos dados. No caso das técnicas de análise arqueométrica, elas podem ser divididas em duas tipologias: visual ou elementar e composicional, como mostrado na figura 56.

Figura 56 - As duas tipologias de análise arqueométrica.

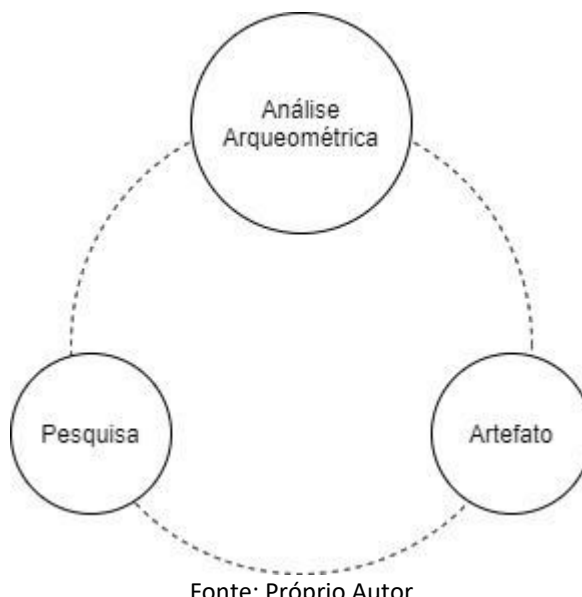


Fonte: Próprio Autor

Uma técnica, ou um conjunto de técnicas estão vinculadas de forma indissociável à obra, ou artefato em análise, sendo este um agregador importante para o pesquisador. O sistema de informação deve ser capaz de fornecer ao pesquisador as diferentes análises arqueométricas que foram realizadas sobre o artefato ao longo do tempo.

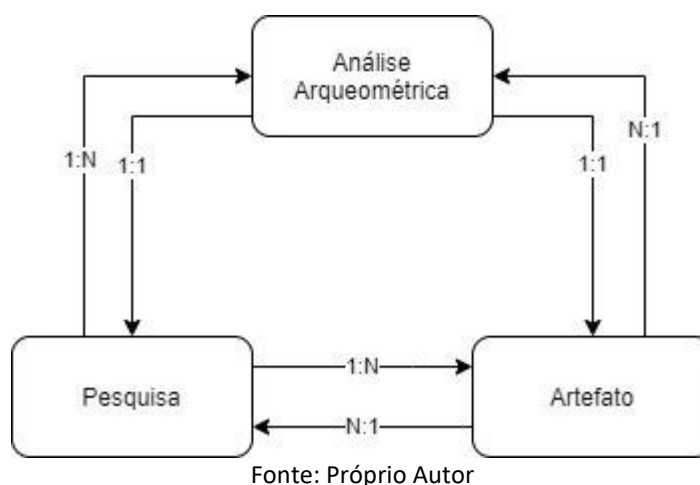
Por outro lado, como exposto por Artioli (2010), as análises têm origem em uma pesquisa, que possui questões a serem respondidas acerca da obra, ou artefato e indicam as técnicas a serem usadas, sendo estas informações cruciais para a compreensão do contexto de produção dos dados. Pode-se afirmar, portanto, que o sistema de informação deve estar apto a lidar com três esferas de dados, como mostrado na figura 57.

Figura 57 - Três esferas de relações entre os dados.



Uma pesquisa científica, por sua vez, pode analisar mais de um artefato e um mesmo artefato pode ser o objeto de pesquisa de mais de um projeto. Uma pesquisa pode conter uma análise, ou mais de uma, porém, cada análise será única, pois as demais análises do mesmo artefato deverão ser armazenadas como outras análises, portanto, independentes umas das outras, no banco de dados. E cada análise está obrigatoriamente vinculada a um artefato e a uma pesquisa. A figura 56 sintetiza as relações entre as três esferas de dados.

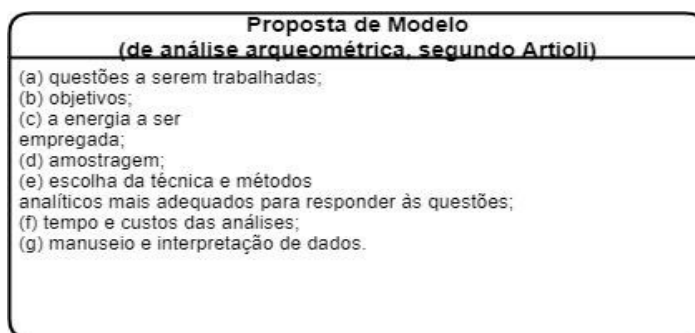
Figura 58 - As relações entre as esferas de dados.



Pela proposta de Artioli (2010), enumerada na figura 59, configura-se a estrutura apresentada na figura 58. Um registro de uma análise arqueométrica possui os campos

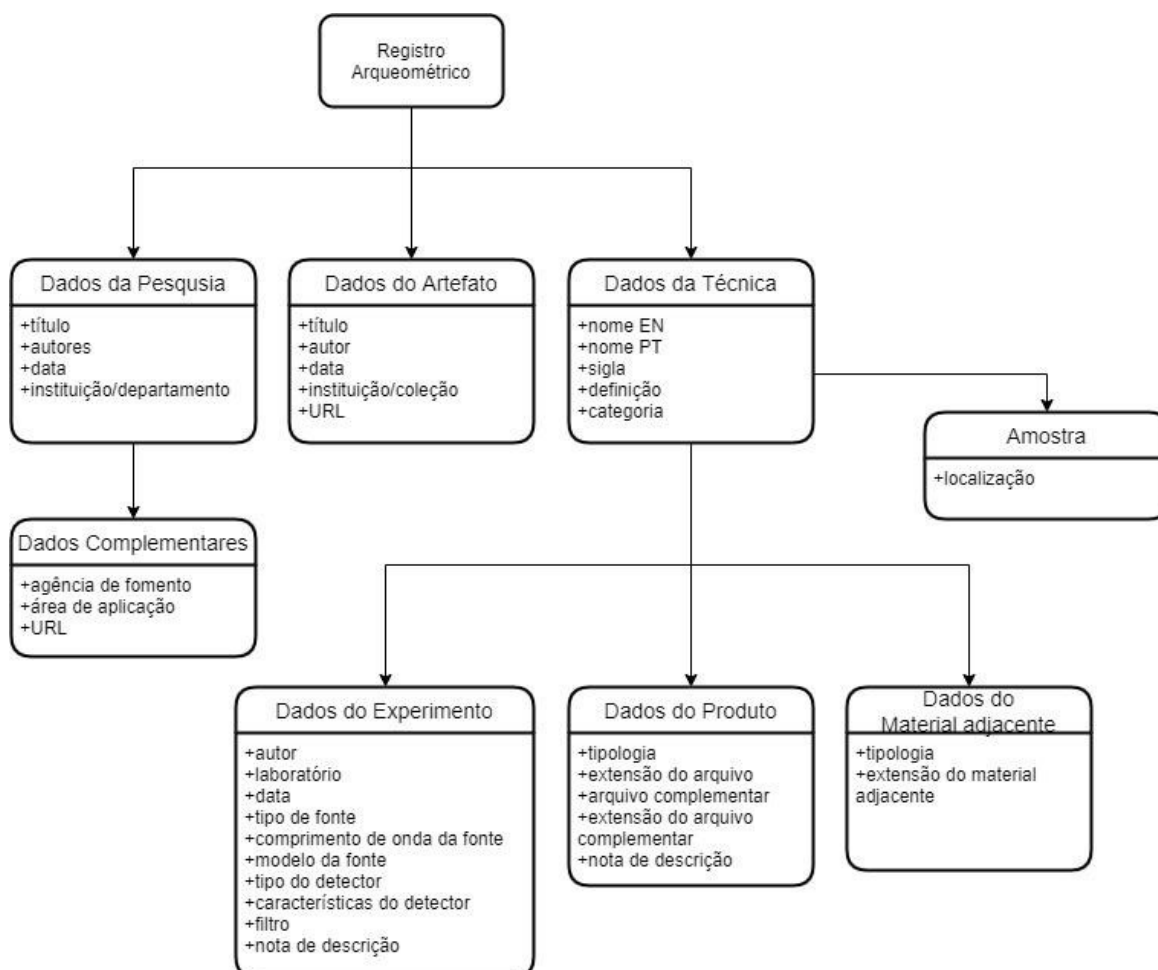
descritivos necessários para referenciar a pesquisa que os originou, como: título, autor(s), data e instituição, além de outros campos complementares como: agência de fomento, área de aplicação e link para o banco de dados de hospedagem da monografia da pesquisa.

Figura 59 - Proposta de Modelo de Artioli.



Fonte: Próprio autor a partir de Artioli (2010)

Figura 60 - Estrutura dos dados segundo o modelo de Artioli.



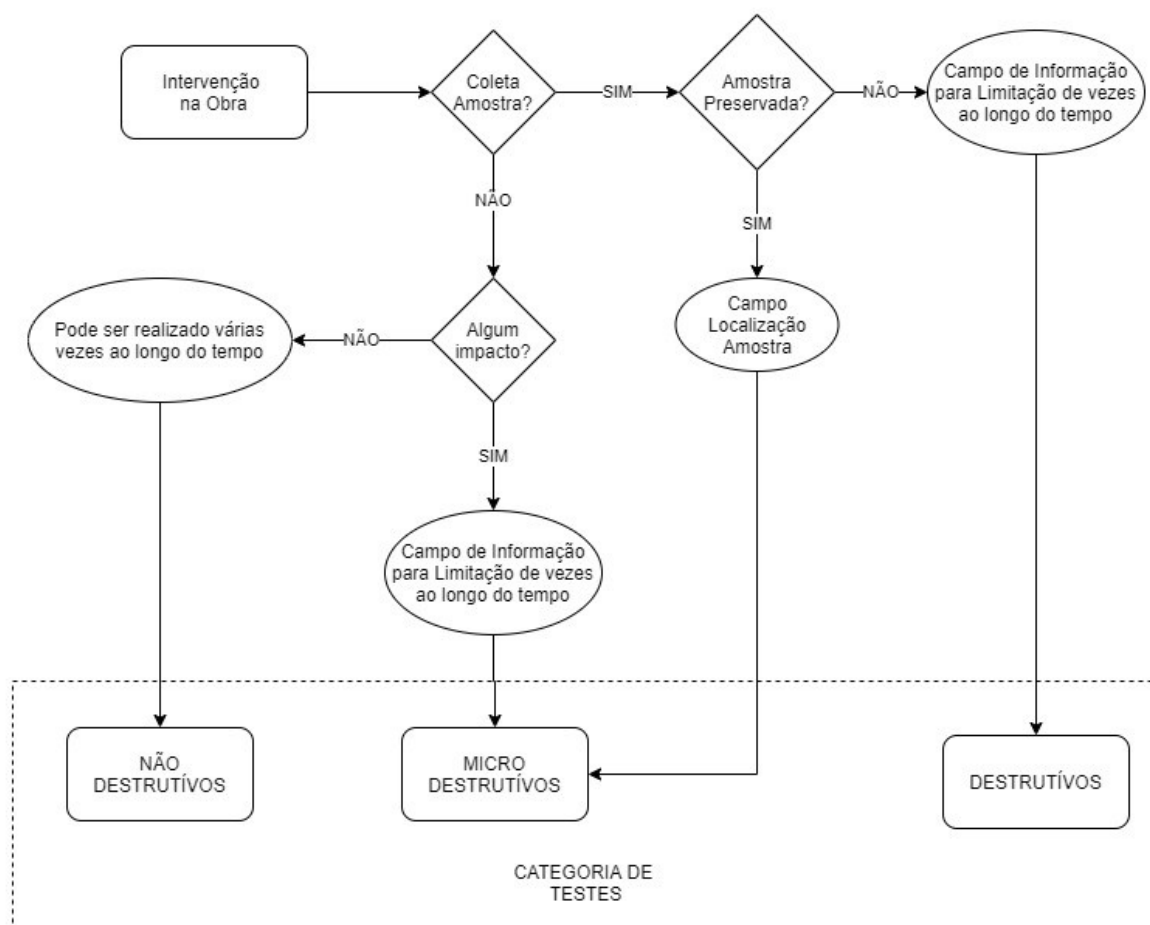
Fonte: Próprio Autor

O mesmo registro deve ter também os campos descritivos para vincular a análise ao artefato de origem. Para tornar possível a busca no banco de dados, campos básicos como título, autor, data e instituição ou coleção seriam suficientes a princípio. Pode-se complementar as informações para o usuário por meio de um campo que faça a ligação da análise realizada ao banco de dados da instituição de origem do artefato.

Além disso, deve ter os campos descritivos da técnica de análise empregada com nome em português e inglês, sigla, definição e categoria, seguidos dos campos do experimento, do produto e dos materiais adjacentes.

As técnicas de análise arqueométricas podem ser a) não destrutivas, ou seja não realizam nenhuma intervenção ao artefato e por isso sua aplicação não precisa ser restringida; porém algumas podem ser b) micro destrutivas, onde sua aplicação causa micro intervenções, não visíveis a olho nu, mas podem causar limitações de uso em relação a preservação do artefato; ou ainda podem ser c) destrutivas, que necessitam de uma amostra do artefato, podendo preservá-la no processo ou destruída e por isso sua aplicação pode ser limitada. O diagrama da figura 61 ilustra as categorias de análise.

Figura 61 - As categorias de análise.



Fonte: Próprio Autor

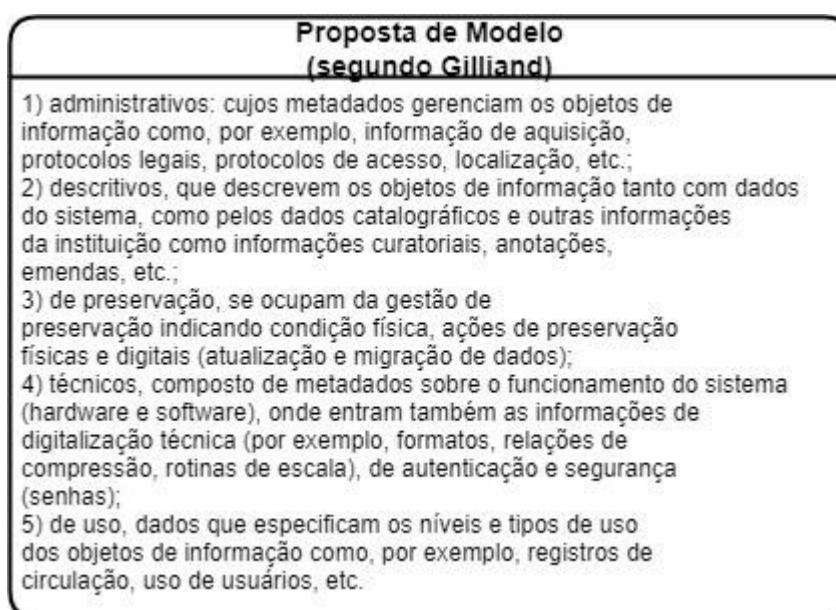
De acordo com Artioli (2010), os dados que envolvem a representação do experimento são: a) autor; b) laboratório; c) data; d) tipo de fonte; e) comprimento de onda da fonte; f) modelo da fonte; g) tipo do detector; h) características do detector; i) filtro e j) nota de descrição. Os campos para a descrição do produto são aqueles necessários para fazer a 'tradução' do documento iconográfico para o código verbal, que envolve: k) tipologia; l) extensão do arquivo, m) tipologia do arquivo complementar; n) extensão do arquivo complementar; e o) nota de descrição. Por fim, os campos para a descrição de possíveis materiais adjacentes, tais como textos pesquisados, anotações, fotos e vídeos do momento de realização do experimento, entre outros.

A proposta de Gilliland (2016), abrange a modelagem de todo o sistema, separando as categorias enumeradas na figura 60. Dividimos os dados sobre a documentação arqueométrica apresentada por Artioli (2010) nas categorias do modelo proposto por Gilliland

(2016), como segue: a) dados administrativos tanto dos dados da pesquisa quanto do artefato; b) dados descritivos da técnica, do experimento e do produto; c) dados de preservação tanto do produto, como do complemento (quando há) e do material adjacente, como também se insere nessa classe a localização da amostra (quando há amostra preservada) e a possibilidade de ter o código DOI.

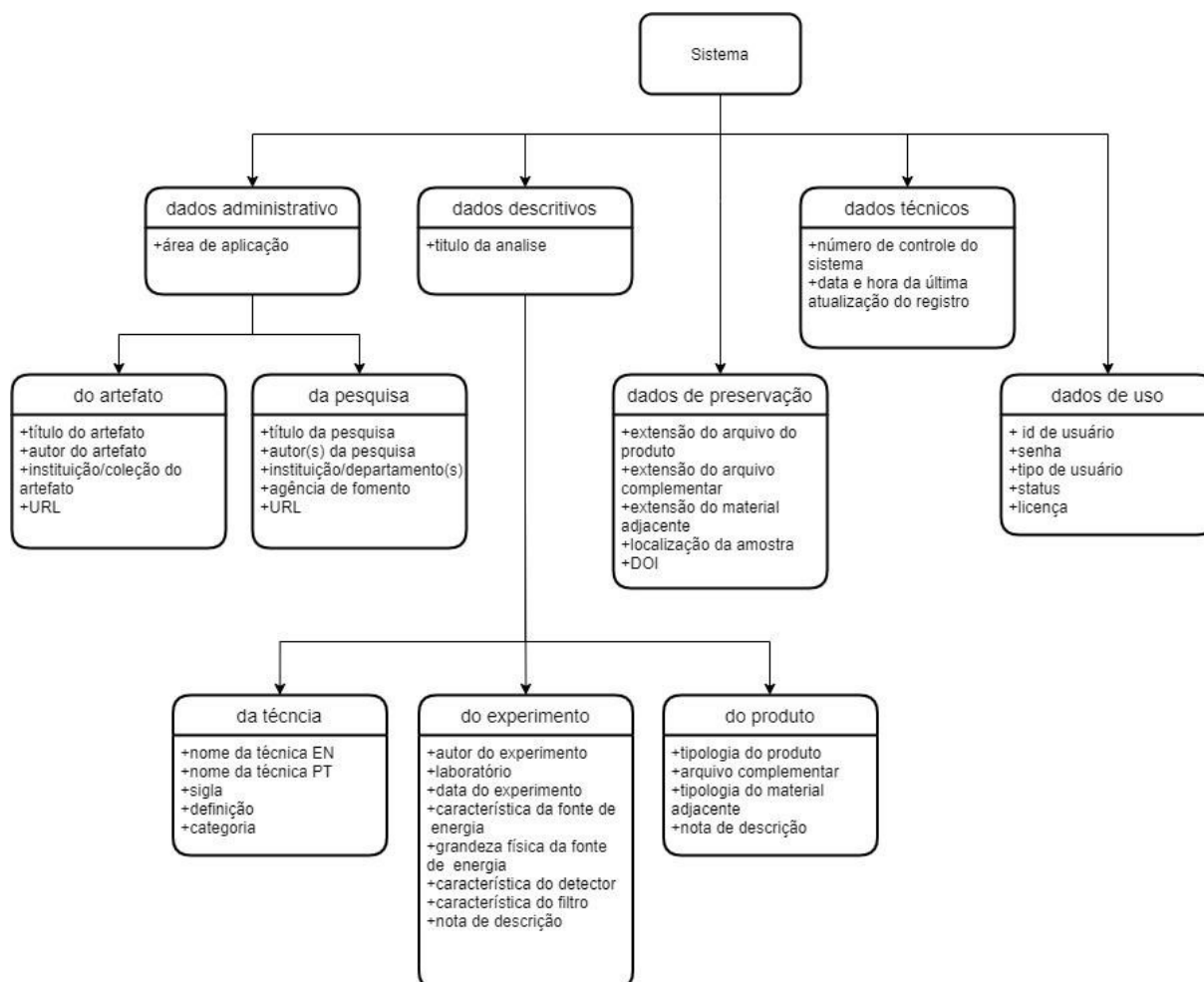
Nos dados técnicos o sistema teria os campos de seu próprio controle como o número de controle do sistema e as atualizações dos registros. Por fim, os dados de uso para a identificação do usuário, estado de andamento da pesquisa e o tipo de licença de uso segundo os princípios FAIR. O diagrama da figura 61 ilustra a estrutura resultante da proposta de Gilliand.

Figura 62 - O modelo proposto por Gilliand.



Fonte: Gilliand (2016).

Figura 63 - Estrutura dos dados segundo o modelo de Gilliland.



Fonte: Próprio Autor

Do estudo dos modelos propostos por Artioli (2010) e de Gilliland (2016) chegamos a um modelo conceitual que ajuda a compreender a relação entre os dados e conseqüentemente a construir o contexto dos dados da pesquisa arqueométrica, reunidos no dicionário de dados presente no [Apêndice B](#). A partir deste modelo é possível construir o modelo físico, que seria um banco de dados funcional. Porém, como vimos no item 4.8, já existem várias opções de softwares disponíveis no mercado, incluindo opções gratuitas de código aberto.

Deve-se ressaltar, contudo, que sustentar um repositório sem um razoável enquadramento institucional é um desafio e muitas vezes pode-se estar criando guetos tecnológicos, excluídos dos planos de desenvolvimento e manutenção e das estratégias futuras da instituição. Por isso, a presente pesquisa, optou por fornecer duas propostas, a primeira, uma adaptação dos campos de representação da documentação arqueométrica

dentro do padrão MARC21. Este padrão é compatível com o sistema de informação das bibliotecas em geral e assim podem estar disponíveis aos usuários sem a necessidade de um repositório específico.

A segunda opção é a adaptação dos campos de representação da documentação arqueométrica no padrão Dublin Core que é compatível com muitos repositórios disponíveis no mercado e gratuitos.

6.1 Os campos para descrição arqueométrica no padrão MARC21

Como visto no item 4.7, o MARC21 apesar de não ser um padrão de metadado propriamente dito, permite que sistemas informatizados bibliográficos tradicionais identifiquem e processem os registros. Geralmente, as pesquisas em técnicas de análise arqueométrica são vinculadas a uma universidade e se o laboratório, ou núcleo de estudos não puder construir seu próprio repositório, poderá buscar parceria com a biblioteca da unidade e, neste caso, será necessário conseguir registrar o documento dentro das possibilidades oferecidas pelo MARC21.

Dos 40 campos gerados pelo modelo proposto por Gilliland (2016), adaptados ao documento arqueométrico, reunidos no dicionário de dados no [Apêndice B](#), o MARC21 pode representar 36 deles, fato que torna viável utilizar um banco bibliográfico tradicional como opção, fazendo-se uma adaptação. A correspondência entre os dados da proposta e os campos MARC21 estão descritos no [Apêndice B](#).

Dentro da estrutura do MARC21, os dados relacionados são produtos e a técnica deve ser considerada como item principal, utilizando-se os campos dos blocos de 100 a 300; o que se refere à pesquisa deve ser compreendido como secundário, utilizando-se o bloco de 700 a 750; e os campos referentes ao objeto, obra, ou artefato estudado, deve ser considerado como ligação, utilizando-se os blocos de 760 a 780.

Na questão da flexibilidade de visualização dos registros por nível de acesso, o MARC21 é deficitário. Ele não permite que em um mesmo registro, determinados campos sejam visíveis para um usuário logado, com um certo nível de autorização de acesso, e restringi-los para outro usuário que não tem esse nível de acesso. Uma indicação do status pelo MARC21 pode

ser feita pelo campo de nota de termos que gerenciam o uso e a reprodução 540, porém, em caso de restrição, toda informação restrita não deve ser escrita nos seus respectivos campos, pois este modelo não permite fazer distinção de usuários na visualização do registro.

A descrição do experimento também fica comprometida. Não há a possibilidade de descrevê-la em vários campos separados. Os dados sobre o experimento e os equipamentos utilizados devem ser descritos juntos, de forma discursiva no campo 567, referente à nota de metodologia. Já o campo de categoria da técnica, que informa se ela é ou não destrutiva, importante para a preservação do objeto, pode ser descrita no campo de nota de procedimento 583. No caso de possuir amostra preservada, ela pode ser descrita no campo de nota de suplemento 525.

Um registro no MARC21 também não permite que se agreguem outros arquivos a ele, como os arquivos complementares e materiais adjacentes, porém, este último pode ter sua existência indicada no campo de nota de materiais de arquivo associado 544. Maiores detalhes dos campos de descrição podem ser vistos no dicionário de dados, no [Apêndice B](#).

Para exemplificar, na figura 64 encontra-se um exemplo de como ficaria em MARC21 um registro retirado do estudo de caso apresentado no capítulo 5 sobre a figura 49:

Figura 64 – Exemplo de um registro adaptado ao MARC21.

<p>100 \$a Amaro Junior, Edson \$u Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo</p> <p>240 \$a Tomografia Computadorizada de Dupla Energia</p> <p>245 \$a Imagem de Tomografia Computadorizada da Múmia da Imperatriz D. Leopoldina \$f 2012</p> <p>264 \$c CC BY-SA</p> <p>336 \$a Análise em separado dos materiais 347 \$a imagem \$b jpg</p> <p>540 \$a sigilo acadêmico</p> <p>544 \$d Fotografias do equipamento \$3 jpg</p> <p>567 \$a modelo Discovery CT750 High Definition</p> <p>583 \$a não destrutiva 650 \$a arqueologia</p> <p>700 \$a Ambiel, Valdirene do Carmo</p>
--

710 \$a Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo **\$4**
<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/71/711131/tde-27032013-173516/pt-br.php>

740 \$a Estudos de Arqueologia Forense aplicados aos remanescentes humanos dos primeiros imperadores do Brasil depositados no monumento à Independência

772 \$d Museu do Ipiranga \$t Múmia da Imperatriz D. Leopoldina

Fonte: Próprio autor.

Apesar de ser possível utilizar o MARC21 como um padrão para representar a documentação arqueométrica, observou-se que ele não é o ideal. As adaptações que são feitas perdem em detalhes do contexto de produção dos dados. Esse tipo de sistema não permite o bloqueio do registro, comprometendo a privacidade do pesquisador, portanto, não poderá ser utilizado como uma ferramenta pelo pesquisador, somente como um meio de divulgação e preservação da documentação, quando a pesquisa já tiver sido finalizada.

6.2 Os campos para descrição arqueométrica no padrão Dublin-Core

Na 2ª Conferência Internacional da World Wide Web, em 1994, Yuri Rubinsky da SoftQuad, Stuart Weibel, Eric Miller da OCLC, que estavam apresentando artigos sobre a publicação acadêmica na Web e discussões sobre serviços de biblioteca baseados na Web, Terry Noreault e Joseph Hardin, conversaram sobre as dificuldades de encontrar recursos semânticos na Web. Um ano depois ocorreu o Workshop que originou o padrão Dublin Core (DCMI, 2021a). Apesar de ser suportada por membros associados pagos, ela funciona abertamente e vem discutindo as questões a web semântica, construindo materiais de divulgação e de aprendizado, gratuitamente, fortalecendo e desenvolvendo padrões de interoperabilidade de metadados.

O padrão Dublin Core - DC - é um estilo de metadados projetado para interoperabilidade com base nos princípios da Web Semântica, que inicialmente continha um conjunto de quinze elementos genéricos como: Criador, Colaborador, Editor, Título, Data, Idioma, Formato, Assunto, Descrição, Identificador, Relação, Fonte, Tipo, Cobertura e Direitos

(DCMI, 2021b). Este estilo é muito utilizado em bancos de dados relacionais e em diversos repositórios, mencionados no item 4.8. Apesar de seu idioma oficial ser o inglês, ele tem aplicação mundial e uma grande comunidade de usuários.

No caso da elaboração de um repositório institucional para a documentação arqueométrica, há grandes possibilidades de se utilizar o padrão DC como estrutura de metadados.

Dos 40 campos gerados pelo modelo proposto por Gilliland (2016), adaptados ao documento arqueométrico, o DC consegue representar 39 deles, abrindo a possibilidade de incluir mais dois campos, totalizando 42 campos com 41 itens representados. A maioria dos campos se enquadra nas 18 opções padrão do DC e como ele permite a criação de uma variável, permite o detalhamento de outros campos.

A estrutura de organização do DC permite a um metadado a atribuição de um valor, ou que este mesmo metadado seja desdobrado, permitindo seu detalhamento em mais de um valor. Por exemplo, na figura 62 o metadado *identifier* pode ser desdobrado para detalhar o título da revista, volume, número do fascículo, página de início e data.

Figura 65 - Exemplo de aplicação do metadado identifier.

```
ex:myVideo dc:title "My first article about metadata"
           dc:identifier _:myCitation .

_:myCitation ex:jtitle "My Favorite Journal"
             ex:volume "3"
             ex:issue "2"
             ex:spage "14"
             ex:date "2010" .
```

Fonte: DCMI (2021c)

Outra forma de representação é detalhar um metadado com outros metadados, ou seja, ao invés de colocar toda a informação por extenso em um único campo, define-se o metadado como uma variável e a partir dele enumera-se outros metadados. Na figura 65 o registro de um artigo relacionado a outra referência pode ser feito por meio do metadado *references*, o qual foi atribuído uma variável, que por sua vez pode ter seus próprios metadados de autor, co-autor, título e data.

Figura 66 - Exemplo de aplicação de valor ao metadado references.

```
ex:myArticle dcterms:references _:articlesReference .
_:articlesReference dc:creator "Black, Carl" ;
                    dc:contributor "White, Stuart" ;
                    dc:title "Black and White"
                    dc:date "1988"^^dcterms:W3CDTF
```

Fonte: DCMI (2021c)

Dentro da estrutura do DC, a esfera da análise das técnicas arqueométricas seria o eixo principal que se desdobra em técnica, experimento e produto. A pesquisa, por sua vez, se relaciona à análise por meio do metadado de *Is Part Of*, uma propriedade que descreve a relação entre o recurso descrito e um outro recurso do qual ele faz parte, física ou lógica, desenhando uma relação hierárquica de 'pai e filho'. A obra que serviu de base para o experimento se relaciona com a análise por meio do metadado *References*, uma propriedade que descreve a relação entre o recurso descrito e um outro recurso que pode ser: citado, referenciado ou apontado de alguma outra forma.

Foram usados metadados básicos do padrão DC, de forma única ou desdobrados para maior detalhamento, tendo sido criadas algumas novas variáveis. Os campos para descrever de forma individual a informação sobre o experimento teve que ser criada as variáveis: *myEnergy*, *myDetector*, *myFilter* e *myExperiment*. A técnica utilizada é a variável *myTechnique*, desdobrada em nome em inglês, nome em português, sigla, tipologia e descrição. Também foram criados variáveis para os arquivos complementares e materiais adjacentes.

O DC permite usar vocabulários controlados. Ele é compatível com alguns vocabulários já existentes, permite criar novos vocabulários para preenchimento dos campos. São campos candidatos a utilizar descritores a área de aplicação, categoria da técnica, definição da técnica, nome da técnica em inglês e português, o status da visualização e tipologia do produto.

A presente pesquisa não se destina à elaboração de vocabulários controlados. Porém, observa-se que para o campo de área de aplicação, destinado à área de conhecimento da pesquisa, poderiam ser utilizados os descritores dos vocabulários das próprias instituições de ensino. Uma outra opção é utilizar o vocabulário da Biblioteca do Congresso Americano.

Alguns itens dos metadados como: data e hora da última atualização do registro, id de usuário, tipo de usuário e senha, não são atribuições do DC e sim do software escolhido. Detalhes dos campos de descrição estão no [Apêndice B](#). Apresenta-se, abaixo, um exemplo de registro retirado do estudo apresentado no item 5.

Figura 67 - Exemplo de um registro em DC.

```

dcterms:title "Imagem de Tomografia Computadorizada da Múmia da Imperatriz D. Leopoldina"
dcterms:accessRights "Sigilo acadêmico"
dcterms:creator "Amaro Junior, Edson"
dc:date "2012"
dcterms:description "Análise em separado dos materiais"
dcterms:description _:myTechnique
  _:myTechnique
    dc:title@por "Tomografia Computadorizada de Dupla Energia"
    dc:alternative "TC"
    dc:description "Método para obter a imagem interna de um artefato por meio de um tratamento matemático em que se reconstitui uma imagem em 3D a partir de várias projeções de imagens 2D."
    dc:type "não destrutiva"
dcterms:description _:myExperiment
  _:myExperiment
    dc:extent " modelo Discovery CT750 High Definition"
dcterms:format "jpeg"
dcterms:HasPart _:myExtra
  _:myExtra
    dc:title "Fotografias do equipamento"
    dc:type "imagem"
    dc:format "jpg"
dcterms:isPartOf _:myResearch
  _:MyResearch

```

```

dc:title "Estudos de Arqueologia Forense aplicados aos remanescentes
humanos dos primeiros imperadores do Brasil depositados no monumento à
Independência"
dc:creator "Ambiel, Valdirene do Carmo"
dc:data "2013"
dc:publisher "Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São
Paulo"
dc:relation "https://teses.usp.br/teses/disponiveis/71/71131/tde-
27032013-173516/pt-br.php"
dcterms:publisher "Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo"
dcterms:references _:myObject
_:myObject
dc:title "Múmia da Imperatriz D. Leopoldina"
dc:publisher "Museu do Ipiranga"
dcterms:rights "CC BY-SA"
dcterms:subject "arqueologia"
dcterms:type "Imagem"

```

Fonte: Próprio autor.

O padrão DC se mostrou mais capaz de representar a documentação arqueométrica, preservando o contexto dos dados. Os softwares encontrados, que utilizam o padrão DC, permitem o gerenciamento dos registros, conferindo privacidade ao pesquisador, o que permite sua utilização como uma ferramenta de pesquisa. Sendo a opção mais indicada para o armazenamento seguro dos dados e também para o seu acesso e divulgação.

7. Considerações finais

A presente pesquisa de exploração das técnicas de análise físico-químicas aplicadas em objetos do patrimônio cultural procurou responder às questões: como realizar a gestão eficiente desses tipos de dados? Como organizar e representar essa documentação para armazená-la em um sistema de recuperação de informação? Como relacionar a documentação gerada pelos experimentos com os objetos analisados? Quais características e atributos dessa documentação devem ser descritos de forma sistemática e padronizadas? Como viabilizar um processo cooperativo de gestão de dados? Quais segmentos podem participar desse esforço?

As hipóteses de trabalho foram orientadas por: a) a gestão de informações arqueométricas requer as seguintes operações: criação de um sistema de informação específico para garantir a consistência dos dados, seu compartilhamento entre instituições e difusão para públicos amplos; b) a produção de documentação arqueométrica tem como ponto de partida o estudo teórico e metodológico do objeto em análise e informação gerada, visto que essa relação deve ser preservada. Tal sistema de informação deverá, portanto, garantir o vínculo entre objeto e informação gerada, salvaguardar as informações de todas as análises aplicadas ao objeto, de modo sistemático e padronizado; c) um sistema de informação para esses fins deve ser concebido de forma a ser uma ferramenta utilizada desde o início até a finalização de uma dada pesquisa; d) os princípios propostos pela arquivística e pela Biblioteconomia/Ciência da informação podem contribuir para a organização e representação consistente da documentação arqueométrica, tanto quanto para subsidiar os diversos subprocessos de gestão de dados.

Com base nessas questões e hipóteses de trabalho, foram definidos os objetivos da pesquisa: desenvolver um conjunto de parâmetros de um sistema de informação para gestão de informações arqueométricas com base na interface Biblioteconomia, Arquivística, Museologia e Informática. Ao objetivo geral foram acrescentados os seguintes objetivos específicos: a) estudar os aspectos teóricos e metodológicos que permitam abordar as

especificidades da documentação arqueométrica, de modo a garantir o vínculo entre objeto e informação gerada, salvaguardar as informações de todas as análises aplicadas ao objeto, de modo sistemático e padronizado; b) analisar os softwares utilizados na gestão de dados para verificar as potencialidades dos mesmos para utilização em um sistema de informação arqueométrica; c) realizar um estudo de caso de aplicação dos parâmetros detectados em uma amostra selecionada.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi necessário adotar um referencial teórico e metodológico apto a desenhar os parâmetros de um sistema de informação de dados arqueométricos. Procurou-se construir, inicialmente, um quadro teórico de base filosófica referente à caracterização do objeto teórico da pesquisa. Para isso foi realizada a revisão bibliográfica sobre o tema, com foco nas questões sobre a análise de imagens. Nesse sentido, foram analisadas as teorias semiológica, pragmática, iconológica e a fenomenológica.

Um segundo aspecto da revisão bibliográfica abordou a organização e representação da informação e o tratamento formal e temático de imagens científicas. Nessa perspectiva, foram observadas e analisadas as técnicas físico-químicas e seus produtos, com a finalidade de identificar as características e atributos importantes sobre a documentação estudada, descobrir as relações entre eles e estudar modelos de representação desta documentação.

Confirmou-se a primeira hipótese da pesquisa, da necessidade de um sistema de informação para gerir a documentação arqueométrica. Ao analisar as opções de softwares, observou-se que o software Dataverse é o mais adequado às necessidades da pesquisa, pois oferece uma solução integrada ao modelo OAIS, já utilizado por outras bases de dados. Possui recursos para processos de submissão, gestão de metadados e preservação digital de longo prazo.

Sua estrutura de organização permite representar a documentação arqueométrica preservando seu contexto de produção e os diferentes níveis de acesso de usuários e as formas de licenças e uso dos dados. É compatível com vários esquemas de metadados como, DDI Lite, DDI Codebook, Dublin Core, DataCite, VORResource, ISA-Tab. Por ter código aberto, o Dataverse pode ser personalizado, tanto em suas hierarquias organizacionais, como na sua interface. Por salvaguardar a relação da documentação arqueométrica com o objeto analisado, este software foi a melhor opção encontrada. Outra informação necessária é a vinculação dos dados ao projeto desenvolvido, relação que este software permite registrar.

Outra exigência da pesquisa é que o sistema seja uma ferramenta de apoio ao pesquisador e ser usado durante todas as etapas da pesquisa. Assim, deve possuir recursos para estabelecer fluxos de submissão e administração dos *status* dos arquivos para que uma pesquisa em andamento possa ficar disponível somente ao pesquisador, ou grupo de pesquisadores. Após o término da pesquisa, pode-se decidir o que irá ficar publicamente disponível e o que ficará restrito. Isso confere privacidade ao pesquisador e segurança, diminuindo os riscos de perda de dados caso ocorram problemas em um equipamento local ou pessoal.

O software também permite o uso de vocabulários controlados. Apesar deste tópico não ser do escopo desta pesquisa, reconhece-se a necessidade de um vocabulário controlado para a documentação arqueométrica. Esta funcionalidade é importante para padronizar as informações e, em decorrência, promover melhor comunicação entre os diversos profissionais que atuam neste universo, dando também maior consistência às buscas no sistema.

Por fim, o arcabouço teórico e metodológico da Ciência da Informação contribuiu para a elaboração de princípios para a representação e organização da documentação arqueométrica e estabelecer parâmetros para a construção de um sistema de informação. Esperamos que os resultados obtidos e a proposta apresentada sejam úteis para a área de estudos arqueométricos. Temos consciência de que o estudo apresenta limitações. No diálogo com os pesquisadores da área, serão empreendidas pesquisas futuras que contribuam para fortalecer a gestão dos dados de pesquisa sobre o patrimônio cultural e seja generalizável para uso em pesquisas de campos correlatos.

Referências

AACR2. *Código de catalogação anglo-americano*. São Paulo: FEBAB; Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005.

ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

AMARAL, F. *Introdução a ciência de dados: mineração de dados e Big Data*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

AMBIEL, V. C. *Estudos de Arqueologia Forense aplicados aos remanescentes humanos dos primeiros imperadores do Brasil depositados no monumento à Independência*. Mestrado em Arqueologia—São Paulo: Universidade de São Paulo, 18 fev. 2013.

ARQUIVO NACIONAL. *Dicionário brasileiro de terminologia arquivística*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2005.

ARTIOLI, G. *Scientific methods and cultural heritage: an introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science*. Nova York: Oxford, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6022: Informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa - apresentação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: Informação Documentação: Referências - elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BACA, M. *Introduction to art image access: issues, tools, standards, strategies*. Los Angeles: Getty Research Institute, 2002.

BERNARDES, I. P.; *et al.* *Gestão documental Aplicada*. São Paulo: Arquivo Público do Estado de São Paulo, 2008.

BEZJAK, S. *et al.* *Open Science Training Handbook*. Hannover: TIB (German National Library of Science and Technology) in Hannover, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1212496>. Acessado em 24 dez 2019.

BOHNSACK, R. A interpretação de imagens e o método documentário. *Sociologias*, n. 18, p. 286 – 311, 2007. ISSN 1517-4522. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1517-45222007000200013&nrm=iso>. Acessado em 26 abr 2019.

BRASIL. DECRETO DE 15 DE SETEMBRO DE 2011. Institui o Plano de Ação Nacional sobre Governo Aberto e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República: Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/dsn/dsn13117.htm> .
Acessado em: 09 nov 2019.

BRASIL. LEI Nº 12.527, DE 18 DE NOVEMBRO DE 2011. Lei de Acesso à informação (LAI). Brasília, DF: Presidência da República: Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm> . Acessado em: 05 nov 2019.

BRASIL. LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República: Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm> . Acessado em: 09 nov 2019.

BURKE, P. *Uma história social do conhecimento II: da enciclopédia à wikipédia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

CARLSON, J. *The Data Curation Profiles Toolkit: Interview Worksheet*. Data Curation Profiles Toolkit. Paper 3. 2010. Disponível em : <http://dx.doi.org/10.5703/1288284315652>. Acessado em 24 abr 2020.

CHALMERS, A. F. *O que é Ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.

COSTA, M. P.; LEITE, F. C. L. Princípios e recomendações basilares para a comunicação dos dados de pesquisa. *Em Questão*, v. 23, n. 1, p. 87, 22 dez. 2017.

CREATIVE COMMONS BRASIL. *Sobre as Licenças*. Disponível em: <https://br.creativecommons.org/licencas/> . Acessado em 24 dez 2019.

CUNHA, I. M. R. F. Contribuição para a formulação de um quadro conceitual em análise documentária. In: *Análise Documentária: considerações teóricas e experimentações*. São Paulo: FEBAB, 1989. p. 15–30.

DAMA International. *The Global Data Management Community*. Disponível em: <https://www.dama.org/cpages/home>. Acessado em 24 abr 2021.

DARTIGUES, A. *O que é fenomenologia*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1992.

DEWEY, J. *Arte como experiência*. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

DOORN, P.; TJALSMA, H. Introduction: archiving research data. *Arch Sci* (2007) 7:1–20 DOI 10.1007/s10502-007-9054-6. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10502-007-9054-6.pdf> . Acessado em 24 dez 2019.

DCMI, Dublin Core Metadata Initiative. *DCMI History*. Deployed 2021a. Disponível em: <https://dublincore.org/about/history/> . Acessado em: 03 Abr 2021.

DCMI, Dublin Core Metadata Initiative. *Metadata Basics*. Deployed 2021b. Disponível em: <https://dublincore.org/resources/metadata-basics/> . Acessado em: 03 Abr 2021.

DCMI, Dublin Core Metadata Initiative. *Creating Metadata*. Deployed 2021c. Disponível em: https://dublincore.org/resources/userguide/creating_metadata/#Description . Acessado em: 07 Abr 2021.

ERKIMBAEV, A. O. *et al.* Curation of Digital Scientific Data. *Scientific and Technical Information Processing*, v. 46, n. 3, p. 192–203, 1 jul. 2019.

FAPESP. *Plano de Gestão de Dados*. Disponível em: <http://www.fapesp.br/gestaodedados/i>. Acessado em 04 maio 2019.

FARIA, M. I.; PERICÃO, M. da G. Dicionário do livro: da escrita ao livro eletrônico. São Paulo: EDUSP, 2008.

FUSCO, E. Modelos conceituais de dados como parte do processo da catalogação: perspectiva de uso dos FRBR no desenvolvimento de catálogos bibliográficos digitais. Marília: Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Unesp, 2010. Disponível em: https://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/fusco_e_do_mar.pdf. Acessado em 24 dez 2019.

GILLIAND, A. J. Setting the Stage. In: *Introduction to metadata*. Los Angeles: Getty Research Institute, 2016. Disponível em: <http://www.getty.edu/publications/intrometadata/introduction/i>. Acessado em 26 jun 2020.

GUIBAULT, L.; WIEBE, A. Safe to Be Open: Study on the Protection of Research Data and Recommendations for Access and Usage. *OpenAirePlus, Forthcoming*, 2013 . Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2391280>. Acessado em 26 jun 2020.

GUIMARÃES, C. C. *Fundamentos de Bancos de Dados: Modelagem, Projeto e Linguagem SQL*. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

GUINCHAT, C.; MENO, M. *Introdução geral às ciências e técnicas da informação e documentação*. Brasília: IBICT, 1994.

FOSTER. *What is Open Science? União Européia*: FOSTER consortium, 2018. Disponível em: <https://www.fosteropenscience.eu/node/2326> . Acessado em: 14 nov 2019.

HEDBERG, T. *et al.* Towards a Lifecycle Information Framework and Technology in Manufacturing. *Journal of computing and information science in engineering*, v. 17, n. 2, jun. 2017.

HORIZON 2020 em breves palavras: o programa-quadro de investigação e inovação da UE. União Europeia, 2014. Disponível em: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_PT_KI0213413PTN.pdf. Acessado em 02 ago 2019.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

JOLY, M. *Introdução a análise da imagem*. Campinas: Papirus, 2012.

JOHNSON, A. G. *Dicionário de Sociologia: guia prático da linguagem sociológica*. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

KING, G. An Introduction to the Dataverse Network as an Infrastructure for Data Sharing. *Sociological Methods & Research*, v. 36, n. 2, p. 173–199, nov. 2007.

KOUPER, I. Professional participation in digital curation. *Library & Information Science Research*, v. 38, n. 3, p. 212–223, 1 jul. 2016.

LARIVIÈRE, V.; HAUSTEIN, S.; MONGEON, P. The Oligopoly of Academic Publishers in the Digital Era. *PLoS ONE*, June 10, 2015. Doi:10.1371/journal.pone.0127502.

LYON, L. *Dealing with Data; Roles, Rights, Responsibilities and Relationships*. Consultancy Report, UKOLN, University of Bath. 2007.

MONTEIRO, G.; LUCAS, E. R. D. O. Dados científicos abertos: identificando o papel das políticas de gestão e das agências de fomento. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, v. 8, n. 1, p. 13, 5 jun. 2019.

OECD, Organisation for Economic Co-Operation and Development. *OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding*. 2007.

OGP, Open Government Partnership. *4º Plano de Ação Nacional em Governo Aberto*. Brasília: Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União: Secretaria de Transparência e Prevenção da Corrupção: Diretoria de Transparência e Controle Social: Coordenação-Geral de Governo Aberto e Transparência, 2018.

LAMFI, Laboratório de Análises de M. P. F. I. *Relatório de Atividades 2004-2009*. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www2.if.usp.br/~lamfi/Relat2009.pdf>. Acessado em 26 jun 2020.

LE COADIC, Y. F. *A ciência da informação*. Brasília: Briquet de Lemos, 1996.

LEE, C. A.; TIBBO, H. R. Digital curation and trusted repositories: Steps toward success. *Journal of Digital Information*, v. 8, n. 2, 2007. Disponível em: <https://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/229/183i>. Acessado em 26 jun 2020.

LÓSCIO, B. F.; BURLE, C. *Boas Práticas para Dados na Web*. Brasil: W3C, 2017. Disponível em: <https://w3c.br/traducoes/DWBP-pt-br/#toc>. Acesso em: 13 fev. 2020.

MACAMBYRA, M. M.; FILHO, J. E. *Propostas para tratamento de imagens de arte*. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.sbu.unicamp.br/snbu2008/anais/site/pdfs/2646.pdf>. Acessado em 17 jun 2018.

MACHADO, K. C.; VIANNA, W. B.; CÂNDIDO, A. C. Framework conceitual para o desenvolvimento de Curadoria Digital para pessoas com baixa visão. *Em Questão*, v. 24, n. 3, p. 275, 20 ago. 2018.

MARC21. Rio de Janeiro: Divisão de Bibliotecas e Documentação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.dbd.puc-rio.br/MARC21/conteudo.html>. Acessado em 26 jun 2020.

MEADOWS, A. J. *A comunicação científica*. Brasília: Briquet de Lemos, 1999.

MERLEAU-PONTY, M.; BANNAN, J. F. What is phenomenology? *CrossCurrents*, v. 6, n. 1, p. 59–70, 1956. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/24456652i>. Acessado em 08 maio 2018.

MEYERS, P.; SCOTT, D. A. Archaeometry of Pre-Columbian Sites and Artifacts. In: *Proceedings of a Symposium Organized by the UCLA Institute of Archaeology and the Getty Conservation Institute*. Los Angeles: [s.n.], 1992.

MOLEIRO, G. F.; PASCHOLATI, P. R.; RIZZUTTO, M. d. A. *Use of PIXE technique in works of the painter Almeida Junior*. In: [s.n.], 2006. Disponível em: http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:46105522i. Acessado em 18 nov 2018.

MORA, J. F. *Dicionário de filosofia*: tomo III: K-P. São Paulo: Loyola, 2004.

MORENO, F. P.; ARELLANO, M. A. M. Requisitos funcionais para registros bibliográficos FRBR: uma apresentação. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 3, n 1, p. 20-38, jul./dez. 2005. Disponível em: <http://eprints.rclis.org/10241/>. Acessado em 11 mar 2021.

MORENO, F. P.; BRASCHER, M. M. Marcxml e FRBR: relações encontradas na literatura. *Inf. & Soc.:Est.*, João Pessoa, v.17, n.3, p.13-25, set./dez. 2007. Disponível em:

<https://www.pergamum.pucpr.br/redepergamum/trabs/2008.pdf>. Acessado em 10 mar 2021.

NAP-FAEPAH. *Núcleo de Apoio à Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do patrimônio Artístico e Histórico*. Disponível em: <http://www.usp.br/faepah/?q=pt-br>

PEIRCE, C. S. *Semiótica*. São Paulo: Perspectiva, 2015.

PORTO, F.; ZIVIANI, A. *Ciência de Dados*. Petrópolis, RJ: Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), s/d.

RAY, J. Digital curation in museums. *Library Hi Tech*, v. 35, n. 1, p. 32–39, 1 jan. 2017.

RIZZUTTO, M.; CURADO, J.; BERNARDES, S.; CAMPOS, P.; KAJIYA, E.; SILVA, T.; RODRIGUES, C.; MORO, M.; TABACNIKS, M.; ADDED, N. *Analytical techniques applied to study cultural heritage objects*. 2015. Disponível em: <http://inis.iaea.org/search/search.aspx?origq=RN:47042511i>.

RIZZUTTO, M.; KAJIYA, E.; CAMPOS, P. H. O. V. *Arqueometria: Ciência à Serviço da Arte: Técnicas não Destrutivas de Análise da Pintura*. Disponível em: <http://museu.ccsi.ime.usp.br/tecnicas/i>. Acessado em 08 maio 2018.

RIZZUTTO, M.; TABACNIKS, M.; ADDED, N.; BARBOSA, M.; CURADO, J.; SANTOS, W.; LIMA, S.; MELO, H.; NEIVA, A. The external beam facility used to characterize corrosion products in metallic statuettes. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B, Beam Interactions with Materials and Atoms*, v. 240, n. 1-2, p. 549–553, 2005. ISSN 0168-583X. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nimb.2005.06.153i>. Acessado em 08 maio 2018.

RIZZUTTO, M. A. Análises não-destrutivas em de obras de arte com técnicas atômico-nucleares. *Revista CPC*, n. 6, p. 208–218, 2008.

ROCHA, R. P. *et al. Acesso aberto a dados de pesquisa no Brasil: soluções tecnológicas (relatório 2018)*. Porto Alegre: UFRGS, 2018.

RODRIGUEZ, E. M. *Metadatos y recuperación de información: estándares, problemas y aplicabilidad en bibliotecas digitales*. Gijón: Trea, 2002.

SANTAELLA, L. *O que é semiótica*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.

SABHARWAL, A. (ED.). *Digital curation in the digital humanities: preserving and promoting archival and special collections*. Waltham: Chandos Publishing, 2015.

SAYÃO, L. F. *et al. Implantação e gestão de repositórios institucionais : políticas, memória, livre acesso e preservação*. Salvador : EDUFBA, 2009.

SAYÃO, L. F.; SALES, L. F. Curadoria digital: um novo patamar para a preservação de dados digitais de pesquisa. *Inf. e Soc.:Est*, v. 22, n. 3, p. 179–191, 2012.

SAYÃO, L. F.; SALES, L. F. Curadoria digital e dados de pesquisa. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, v. 5, n. 2, p. 67–71, 2016.

SHINTAKU, M.; MEIRELLES, R. MANUAL DO DSPACE : administração de repositórios. Salvador : EDUFBA, 2010.

SIGEL, A. Knowledge Federation from a Knowledge Organization Perspective: A Position Paper. *Knowledge Federation*, n. Oct 20-22, 2008.

SILVA, F. C. C. O papel dos bibliotecários na gestão de dados científicos. *RDBCi: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 14, n. 3, p. 387–406, 30 set. 2016.

WILKINSON, M. D. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, v. 3, n. 1, dez. 2016.

SMIT, J. W. Documentação audiovisual. In: BELLOTTO, H.; LIMA, Y.; SMIT, J. (Ed.). *Organização de arquivos*. São Paulo: ECA/IEB, 2000.

TABACNIKS, M. H. *Análise de filmes finos por pixe e rbs*. [S.l.]: Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Apêndice A - Levantamento preliminar de termos para uma proposta de vocabulário controlado

Alguns termos utilizados durante a pesquisa se mostram interessantes para compor um vocabulário controlado que poderá ser utilizado para a nomeação dos itens de metadados, bem como para o preenchimento dos campos utilizados. Estes termos estão listados a seguir, em ordem alfabética.

Colorimetria: Método padronizado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE, Commission Internationale de l'Éclairage) para medir as cores dentro do vermelho (R, red, 700 nm), verde (G, green, 546,1 nm) e Azul (B, blue, 435,8 nm). Fonte: Artioli, 2010

Craquelamento: Rede de rachaduras finas em uma camada de revestimento, tinta, verniz ou esmalte. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Datação: Técnicas que consistem no estudo analítico do tempo de decaimento dos elementos químicos para se calcular a idade do artefato. Fonte: Artioli, 2010.

Fissuras: Ranhuras estreitas, profundas, sulcos ou entalhes. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Fotografia com Luz Tangencial: Imagens produzidas pela técnica fotográfica de gravação utilizando uma fonte de luz artificial tangencial ao plano da obra.

Possui termo equivalente: Fotografia com Luz Rasante e imagem de luz rasante

Fotografia com Luz Visível (VIS): Imagens produzidas pela técnica de tirar fotografias que utilizam fontes de luz natural e artificial presentes em uma cena. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Fotografia de Raio X: Imagens produzidas por radiação de raios X. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus; Vocabulaire des termes usuels de l'audiovisuel.

Possui termos equivalentes: imagem de raio X e radiografia.

Fotografia de reflectografia de infravermelho (IR): Imagem produzida por técnica usando câmaras sensíveis a faixa de infravermelho do espectro eletromagnético. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus; Vocabulaire des termes usuels de l'audiovisuel.

Possui termo equivalente: imagem infravermelha.

Fotografia visível da Fluorescência de ultravioleta (UV): Imagem produzida por técnica fotográfica de registro de imagens usando a luz do segmento ultravioleta (UV) do espectro eletromagnético (400-40 nanômetros). Os objetos são fotografados a partir da fluorescência dos materiais excitados por luz UV na faixa visível. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus; Vocabulaire des termes usuels de l'audiovisuel.

Possui termo equivalente: imagem ultravioleta.

Fungo: Organismo não-fotossintético composto por uma ou mais células com núcleos visivelmente evidentes. Obtêm nutrientes pela absorção de compostos orgânicos de seus arredores e se reproduzem tanto sexual como assexuadamente. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Possui termo equivalente: mofo e bolor.

Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET): Técnica que consiste na utilização de microscópio eletrônico com feixes de elétrons acelerados na faixa de a 10^4 a 10^5 eV, correspondendo a comprimentos de onda de 12,2 a 3,7 pm e atingem fatores de amplificação de mais de 100 milhões de vezes. Fonte: Artioli, 2010.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV): Técnica que consiste na utilização de microscópio eletrônico com a 10^2 a 10^4 eV, correspondendo a comprimentos de onda da ordem de 0.123–0.012 pm, podendo atingir ampliações acima de 100.000 vezes. Fonte: Artioli, 2010.

Neutrografia: Técnica que consiste em irradiar um artefato com feixes de nêutrons. Fonte: Artioli, 2010.

Pintura subjacente: Pintura que existe por baixo da superfície de outra. Fonte: Próprio Autor.

Prego: Fixador fino, geralmente apontado para inserção por impacto. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Retoque: Pequena correção em uma obra já feita ou em fase de acabamento, para recuperá-la ou aperfeiçoá-la. Fonte: Michaelis On-line.

Técnica de Emissão Induzida de Radiação gama por partículas (PIGE): Técnica de análise elementar análoga ao mais frequentemente praticada em conjunto com a emissão de raios-X induzida por partículas (PIXE) com a diferença de que os raios gama são medidos em vez de raios-x. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Técnica de Emissão Induzida de Radiação X por partículas (PIXE): Técnica de análise elementar em que uma pequena área de uma superfície é bombardeada com partículas carregadas (não elétrons, geralmente prótons) para produzir raios-X fluorescentes específicos de um elemento. Utilizado na arqueologia, geologia e ciência da conservação para obter um mapa elementar que pode orientar pesquisas sobre a proveniência e autenticidade dos objetos. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Técnica de Espalhamento Rutherford em ângulos traseiros (RBS): Técnica de análise de feixe de íons chamado Lord Ernest Rutherford. Produz informações sobre a espessura e a composição elementar de uma amostra. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Espectroscopia de Infravermelho por transformada de Fourier (FTIR): Técnica que consiste na detecção de feixes de um interferômetro de Michelson. Fonte: Artioli, 2010.

Técnica de Fluorescência de raios X (EDXRF): Técnica de fluorescência estimulada por raios-x quando as emissões são examinadas por espectrometria, úteis na determinação dos elementos químicos presentes. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Técnica de Reflectografia de Infravermelho: Técnica de imagem digital que permite o estudo de camadas sob a superfície de uma pintura, capturando as características de absorção / reflexão da radiação infravermelha incidente. Os comprimentos de onda mais longos da radiação infravermelha penetram na maioria dos pigmentos da superfície e revelam sub-desenhos de carvão ou grafite, os estágios iniciais subjacentes de uma composição. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Técnica de Luz Rasante: Técnica que consiste em iluminar a obra com uma fonte luz que incide de forma tangencial em relação à superfície da pintura. Fonte: NAP-FAEPAH.

Técnica de Luz Visível: Técnica que consiste em iluminar a obra com luz visível, entre o comprimento de onda de 400 a 780nm, utilizando lâmpadas de halogênio e de tungstênio, juntamente com uma tabela de cor. Fonte: RIZZUTTO et al., 2015.

Técnica de Radiação de Ultravioleta: Técnica de fluorescência visível emitida por materiais em pinturas e outros objetos expostos à radiação ultravioleta. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Técnica de Radiografia de Raio-X: Técnica de realização de radiografias, imagens produzidas por uma radiação diferente da luz, especialmente raios-x ou raios gama. Para a ciência ou prática de lidar com raios-x ou radiação nuclear em geral, use "radiologia". Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Tomografia Computadorizada (TC): Método para obter a imagem interna de um artefato por meio de um tratamento matemático em que se reconstitui uma imagem em 3D a partir de várias projeções de imagens 2D. Fonte: Artioli, 2010.

Radiologia: Para o uso de energia radiante na medicina. Fonte: INIS Thesaurus.

Textura: Conceito artístico que caracteriza as diferenças entre superfícies em uma obra, ou aparências de superfícies em trabalhos bidimensionais. Fonte: Getty Art & Architecture Thesaurus.

Apêndice B - Dicionário de dados

Campo Proposto	Definição do Campo Proposto	MARC21	Dublin-Core	Obs
agência de fomento	para inserção do nome da instituição financiadora da pesquisa	710 \$e	dcterms:isPartOf_rightsHolder	
área de aplicação	para inserção da área de conhecimento de que se trata a pesquisa	650 \$a	dcterms:subject	vocabulário controlado
arquivo complementar (do produto)	quando a análise requer um arquivo intermediário para a realização da imagem ou gráfico final	---	_:myAdditional:dcterms:type	
autor(s) (da pesquisa)	campo passível de duplicação para a inserção dos autores da pesquisa	700 \$a	dcterms:isPartOf_creator	
autor(s) (do objeto)	campo passível de duplicação para a inserção do objeto, obra ou artefato	772 \$a	dcterms:references_creator	
autor(s) (do experimento)	campo passível de duplicação para a inserção dos responsáveis pela execução do experimento	100 \$a	dcterms:creator	
característica da fonte de energia	destinado a especificar as características do equipamento de emissão da fonte de energia emitida	567 \$a	_:myEnergy:dcterms:extent	
característica do detector	destinado a especificar as características do equipamento de detecção da fonte de energia refletida	567 \$a	_:myDetector:dcterms:extent	
característica do filtro	destinado a especificar as características do equipamento utilizado como filtro (quando houver).	567 \$a	_:myFilter:dcterms:extent	
categoria (da técnica)	destinado a especificar uma das três possibilidades de categoria a qual a técnica se insere, destrutiva, micro destrutiva ou não destrutiva.	583 \$a	_:myTechnique:dcterms:type	vocabulário controlado
grandeza física da fonte de energia	para inserção das propriedades mensuráveis da fonte de energia utilizada no experimento	567 \$a	_:myExperiment:dcterms:medium	
data (do experimento)	para inserção da data de realização do experimento	245 \$f	dc:date	

data (da pesquisa)	para inserção da data da pesquisa	---	dcterms:isPartOf_date	
data (do objeto)	para inserção da data do objeto	---	dcterms:references_date	
data e hora da última atualização do registro	especificam a data e hora da última atualização do registro e são gerados automaticamente pelo sistema	005	<i>função do software</i>	
definição (da técnica)	campo complementar para inserção por extenso da definição da técnica	---	_:myTechnique:dcterms:description	vocabulário controlado
DOI	destinado ao número de identificador de objeto digital (Digital Object Identifier)	856 \$u	dcterms:identifier	
extensão do arquivo (do produto)	designação do tipo de arquivo em que está registrado o produto, por exemplo, jpg, png, tif, etc.	347 \$b \$c	dcterms:format	
extensão do arquivo complementar (do produto)	designação do tipo de arquivo em que está registrado o arquivo complementar do produto (quando houver), por exemplo, jpg, png, tif, etc.	---	_:myAdditional:dcterms:format	
extensão do material adjacente	destinado a especificação da extensão do arquivo do material adjacente (quando houver)	544 \$3	_:myExtra:dcterms:format	
licença	para a inserção das licenças de uso do documento, seguindo os princípios FAIR.	264 \$c	dcterms:rights	
id de usuário	número de identificador único do usuário	---	<i>função do software</i>	
instituição/coleção (do objeto)	nome da coleção (quando houver) seguido do nome da instituição que possui o objeto, obra ou artefato.	772 \$d	dcterms:references_publisher	
instituição/departamento(s) (da pesquisa)	nome do departamento (quando houver) seguido do nome da instituição ao qual o autor(s) da pesquisa pertencem.	710 \$a	dcterms:isPartOf_publisher	
laboratório (do experimento)	para a inserção do nome ou sigla do laboratório que realizou o experimento	110 \$u	dcterms:publisher	
localização da amostra	destinado a indicação e localização da amostra preservada (quando houver)	525 \$a	dcterms:require	
nome EN (da técnica)	nome da técnica utilizada para a análise por extenso em inglês	240 \$a	_:myTechnique:dcterms:title@eng	vocabulário

				contolad o
nome PT (da técnica)	nome da técnica utilizada para a análise por extenso em português	240 \$a	_:myTechnique: dcterms:title@por	vocabul ário contolad o
nota de descrição (do experimento)	para a inserção de notas pertinentes sobre o experimento	567 \$a	_:myExperiment: dcterms:description	
nota de descrição (do produto)	para a inserção de notas sobre o conteúdo revelado pelo produto	336 \$a	dcterms:description	
número de controle do sistema	destinado ao número de controle do sistema gerado de forma automática	001	<i>função do software</i>	
senha	destinado a identificação do usuário no sistema	---	<i>função do software</i>	
sigla (da técnica)	sigla da técnica utilizada para a análise (quando houver)	246 \$a	_:myTechnique: dcterms:alternative	vocabul ário contolad o
status	destinado a especificar o status do registro para visualização	540 \$a	dcterms:accessRight s	vocabul ário contolad o
tipo de usuário	atribuição do usuário para ações dentro do sistema	---	<i>função do software</i>	
tipologia (do material adjacente)	destinado a especificação do material adjacente (quando houver)	544 \$d	dcterms:HasPart _:myExtra: dcterms:type	
tipologia (do produto)	destinado a especificação do documento	347 \$a	dcterms:type	vocabul ário contolad o
título (da pesquisa)	para a inserção do título da pesquisa que contém a técnica de análise que está sendo registrada	740 \$a	dcterms:isPartOf_title	
título (da análise)	para a inserção de um nome para esta análise em específico atribuída pelo pesquisador, preferencialmente composta pelo tipo do produto resultante aplicado ao objeto analisado. (por exemplo: Fotografia de infravermelho de a Advinha).	245 \$a	dcterms:title	
título (do objeto)	para a inserção do título do objeto, obra ou artefato que foi analisado pela técnica	772 \$t	dcterms:references_ti tle	

	arqueométrica que está sendo registrada			
URL (da pesquisa)	para a inserção do endereço eletrônico do repositório de origem da pesquisa	710 \$4	dcterms:isPartOf_relation	
URL (do objeto)	para a inserção do endereço eletrônico do repositório de origem do objeto, obra ou artefato	772 \$4	dcterms:references_relation	

Apêndice C – Panorama de dados arqueométricos

Técnica			Dados da Obra	Dados do Experimento										Dados do Produto da Análise					Material Adjacente		
Nome	Sigla	definição		tipo de fonte	Comprimento de Onda da fonte	modelo da fonte	data	pesquisador	laboratório	tipo de detector	características do detector	filtro	nota de descrição	imagem (tipologia)	arquivo bruto (arquivo complementar)	gráfico (tipologia)	mapa (arquivo complementar)	extensão arquivo	Anotações (textos, áudio, vídeo)	Making off (fotos, vídeos)	Amostra
Fotografia com Luz Visível	VIS	Técnica que consiste em iluminar a obra com luz visível juntamente com uma tabela de cor.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				tiff	X	X	
Fotografia com Luz Tangencial		Técnica que consiste em iluminar a obra com uma de fonte luz visível que incide de forma tangencial em relação à superfície do artefato.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				tiff	X	X	
Fotografia de reflectografia de infravermelho	IR	Técnica consiste em iluminar um artefato com luz no comprimento de onda entre 400 a 900 nm, e ângulo de incidência de 45°.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				tiff	X	X	
Fotografia visível da Fluorescência de ultravioleta	UV	Técnica que consiste em iluminar um artefato com radiação ultravioleta entre os comprimentos de onda de 340 a 400nm.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				tiff	X	X	
Radiografia de Raio-X		Técnica que consiste em irradiar um artefato com feixes de Raio-X.	X	X		X	X	X	X	X			X	X				tiff	X	X	
Neutrografia		Técnica que consiste em irradiar um artefato com feixes de nêutrons	X	X			X	X	X	X			X	X					X	X	
Microscopia Eletrônica de Transmissão	MET	Técnica que consiste na utilização de microscópio eletrônico com feixes de elétrons acelerados na faixa de 10^4 a 10^5 eV, correspondendo a comprimentos de onda de 12,2 a 3,7 pm e atingem fatores de amplificação de mais de 100 milhões de vezes.	X	X	X	X	X	X	X					X					X	X	X
Microscopia Eletrônica de Varredura	MEV	Técnica que consiste na utilização de microscópio eletrônico com a 10^2 a 10^4 eV, correspondendo a comprimentos de onda da ordem de 0,123–0,012 pm, podendo atingir ampliações acima de 100.000 vezes.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X					X	X	X
Tomografia Computadorizada	TC	Método para obter a imagem interna de um artefato por meio de um tratamento matemático em que se reconstitui uma imagem em 3D a partir de várias projeções de imagens 2D.	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X			tiff	X	X	
Emissão Induzida de Radiação X por partículas	PIXE	Método que consiste em irradiar um artefato com um feixe de íons capaz de atingir camadas eletrônicas internas da superfície do material analisado que permite identificar a composição atômica do alvo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	txt	X	X	
Raman		Técnica que consiste na detecção de luz espalhada, emitida por uma fonte monocromática para se obter a composição de uma molécula.	X	X	X		X	X	X	X			X		X	X			X	X	
Emissão Induzida de Radiação gama por partículas	PIGE	Técnica que consiste em irradiar com um feixe de íons um artefato fazendo com que o núcleo dos átomos se excite por meio de reações nucleares, emitindo raios γ característicos para detectar elementos químicos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		txt	X	X	
Espalhamento Rutherford em ângulos traseiros	RBS	Técnica que consiste em detectar as partículas do feixe espalhadas pelo artefato analisado após realizar uma colisão elástica, para se obter a espessura e a composição da matéria.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			txt	X	X	
Espectroscopia de Infravermelho por transformada de Fourier	FTIR	Técnica que consistem na detecção de feixes de um interferômetro de Michelson.	X	X	X		X	X	X	X			X		X	X			X	X	X
Datação		Técnicas que consiste no estudo analítico do tempo de decaimento dos elementos químicos para se calcular o tempo do artefato.	X	X				X	X	X			X		X	X		doc	X	X	X
Colorimetria		Método padronizado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE, Commission Internationale de l'Éclairage) para medir as cores dentro do vermelho (R, red, 700 nm), verde (G, green, 546,1 nm) e Azul (B, blue, 435,8 nm).	X	X		X	X	X	X	X			X		X				X	X	
Fluorescência de raios X	EDXRF	Técnica que consiste em irradiar um artefato com uma fonte de raio-X, ou de raio gama para identificação elementos químicos constituintes presentes no material analisado.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	txt	X	X	

Visual
Visual + complemento

elementar + complemento
elementar

elementar e vis