

---

# Investigação de Artes Gráficas por Raios X

*Investigation of Graphic Arts by X-Rays*

*Investigación de Artes Gráficas por Rayos X*

<https://doi.org/10.24119/0523c515>

---

## Autor 1: Dalton Nogueira da Silva Giovanni

Currículo: Doutorado em Interunidades em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo.

*E-mail:* [daltongiovanni@alumni.usp.br](mailto:daltongiovanni@alumni.usp.br)

## Autor 4: Larrisa Augusta Santos Moura

Currículo: Especialista em tecnologia nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

*E-mail:* [lari.mourinha@gmail.com](mailto:lari.mourinha@gmail.com)

## Autor 2: Ana Catarina Koka de Souza Silva

Currículo: Mestra em Tecnologia Nuclear - Aplicações pela Universidade de São Paulo.

*E-mail:* [anackoka.dfm@usp.br](mailto:anackoka.dfm@usp.br)

## Autor 5: Cibele Bugno Zamboni

Currículo: Doutora e Mestra em Tecnologia Nuclear pela Universidade de São Paulo.

*E-mail:* [czamboni@usp.br](mailto:czamboni@usp.br)

## Autor 3: Ilca Marli Moitinho Amaral Medeiros

Currículo: Doutorado em andamento em Tecnologia Nuclear - Aplicações pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

*E-mail:* [ilca.marli@alumni.usp.br](mailto:ilca.marli@alumni.usp.br)

**Data de submissão:** 17-05-2022

**Data de Aceite:** 08-05-2023

**Data de publicação:** 20-04-2024

---

## RESUMO

Raios X produzidos pela ionização de elétrons fornecem uma ferramenta analítica que pode auxiliar investigações no âmbito do patrimônio Artístico e Cultural. Neste estudo, a técnica de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (FRXDE) foi empregada para investigar coleções de cartões postais da década de 1960 produzidos no Brasil, Londres e Uruguai. As coleções pertencem a acervos particulares e foram disponibilizadas para as análises no Laboratório de Espectroscopia e Espectrometria das Radiações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Esta técnica é não destrutiva e possibilita a identificação de elementos químicos presentes nas diferentes formulações químicas, empregadas nas indústrias gráficas de cada país, no processo de preparo dos postais. Essas informações permitem rastrear sua procedência e identificar cópias/falsificações, o que possibilita sua catalogação e registro para exposição, além de fornecer subsídios para conservadores e restauradores no que diz respeito à preservação e armazenamento desses materiais artísticos.

## ABSTRACTS

X-rays produced by the ionization of electrons provide an analytical tool that can help investigations in the field of Artistic and Cultural heritage. In this study, the Energy Dispersion X-Ray Fluorescence technique (FRXDE) was used to investigate collections of postcards from the 1960s produced in Brazil, London and Uruguay. The collections belong to private collections and were made available for analysis at the Laboratory of Spectroscopy and Radiation Spectrometry of the Institute for Energy and Nuclear Research (IPEN). This technique is non-destructive and allows the identification of chemical elements present in the different chemical formulations, used in the printing industries of each country, in the process of preparing the postcards. This information makes it possible to trace their origin and identify copies/counterfeits, which makes possible their cataloging and registration for exhibition, in addition to providing subsidies for conservators and restorers with regard to the preservation and storage of these artistic materials.

## RESUMEN

Los rayos X producidos por la ionización de electrones proporcionan una herramienta analítica que puede ayudar a las investigaciones en el campo del Patrimonio Artístico y Cultural. En este estudio, se utilizó la técnica de Fluorescencia de Rayos X de Dispersión de Energía (FRXDE) para investigar colecciones de postales de la década de 1960 producidas en Brasil, Londres y Uruguay. Las colecciones pertenecen a colecciones privadas y fueron puestas a disposición para su análisis en el Laboratorio de Espectroscopía y Espectrometría de Radiación del Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares (IPEN). Esta técnica no es destructiva y permite identificar los elementos químicos presentes en las diferentes formulaciones químicas, utilizadas en las industrias gráficas de cada país, en el proceso de elaboración de las postales. Esta información permite rastrear su origen e identificar copias/falsificaciones, lo que posibilita su catalogación y registro para exhibición, además de otorgar subsidios a conservadores y restauradores en lo que respecta a la preservación y almacenamiento de estos materiales artísticos.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo de artes gráficas, tais como, desenhos, cartões postais, fotografias, gravuras, mapas, cartas cartográficas dentre outros, é de relevância para investigações de caráter histórico-artístico na medida em que possibilita identificar seu processo de produção, fornecendo dados que auxiliam a rastrear sua procedência bem como a identificação de cópias/falsificações. Neste contexto, várias técnicas analíticas não destrutivas, tais como, Análise por Ativação com Nêutrons (ZAMBONI, 2007), PIXE (DUPUIS et al., 2010), Raman (VANDENABEELE; EDWARDS, 2018), Espectroscopia de Infravermelho (DER-RICK; STULIK; LANDRY, 2000), Fluorescência de raios X por Dispersão de Energia (ZAMBONI et al., 2021), que possibilitam a realização de análises multielementar, vêm sendo empregadas com o intuito de caracterizar obras gráficas artísticas de acervos dos museus e ou de colecionadores. O foco da presente investigação está direcionado a investigação multielementar de coleções de cartões postais de diferentes procedências (Brasil, Londres e Uruguai), para obtenção de dados que permitam correlacionar seu processo de produção, com data e procedência. Essas informações fornecem um descritivo que possibilita certificar (rastrear) sua procedência e identificar cópias/falsificações, bem como a gerar informações que auxiliam conservadores e restauradores no que diz respeito à preservação e armazenamento desses materiais artísticos.

O cartão postal compõe objeto de comunicação, isto é, destinado à correspondência e muito utilizado nos séculos XIX e XX. Pode ser descrito como uma simplificação da carta, cujo proposta é de circular pelo Correio sem envelope. A primeira menção a respeito de sua criação data de 1840. Trata-se de um postal colorido à mão que foi achado no início do século XX por um especialista ao investigar coleções de selos. Em 2002 este postal foi a leilão sendo vendido por £ 31,750, o que enfatiza também um mercado em ascensão para colecionadores em função da valorização deste tipo de material artístico (BBC, 2002).

Embora não exista uma formatação estabelecida, o cartão postal é comumente elaborado em papelão fino em formato retangular, onde uma de suas faces (frente) possui uma ilustração, enquanto a outra face (verso) é reservada para o endereço do destinatário, a mensagem do remetente e a postagem do selo. Geralmente quem envia um postal é alguém que viaja e quer mandar notícias, bem como mostrar os lugares visitados. É a característica ilustrativa que enobrece o cartão postal, pois em sua maioria são fotos ou desenhos elaborados por fotógrafos profissionais e ou artistas. Além disso, é usual a elaboração de álbuns comemorativos de cartões postais feitos para celebração de datas históricas, bem como álbuns elaborados para divulgar pontos turísticos, obras de arte, bem como personalidades icônicas.

No Brasil, o cartão postal foi instituído em 1880 pelo Ministro da Agricultura, Comércio e Obras Públicas conselheiro Manuel Buarque de Macedo, pelo Decreto nº 7695, que dava o monopólio de impressão e edição dos cartões postais para o Correio Brasileiro, até que em 1899 por meio de outro Decreto Federal, os correios liberam a produção de cartões levando a um aumento significativo na sua produção, popularização e diversificação. No início da década de 1900, com os avanços tecnológicos, surge o papel fotográfico industrializado no formato de cartão postal e as editoras passam a produzir

suas próprias séries de cartões postais. Na sequência, surgem os primeiros cartões colorizados, cuja a matriz era produzida manualmente pelas editoras, tarefa realizada pelos próprios fotógrafos. Na prática, o fotógrafo realizava uma pintura em uma fotografia em preto e branco, gerando produção artística denominada “*photographia artística*”, classificação artística que foi estabelecida pelos próprios fotógrafos à época. O cartão postal já foi um dos gêneros textuais mais utilizados no cotidiano para comunicação, assim como são hoje as postagens feitas pelas redes sócias utilizando os vários aplicativos disponíveis.

Neste estudo, a técnica de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF) (WEST et al., 2016; ZAMBONI et al., 2021) foi empregada na investigação multielementar de álbuns de cartões postais produzidos no Brasil, Uruguai e Londres na década de 1960. Esses álbuns pertencem a acervos particulares e foram disponibilizadas para as análises no Laboratório de Espectroscopia e Espectrometria das Radiações (LEER) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Essas análises têm por objetivo identificar os elementos químicos presentes no processo de impressão dos postais, empregados nas gráficas de procedência de cada país. As informações obtidas permitem identificar se diferentes formulações químicas, com base em sua caracterização multielementar.

## 2. METODOLOGIA

O material de estudo é composto por 06 álbuns de cartões postais de diferentes procedências gráficas (04 Brasil, 01 Uruguai e 02 Londres). Para cada álbum (media com 10 postais/álbum) foram analisados vários pontos distintos; usualmente a escolha dos pontos de análise está diretamente relacionada as cores e sua respectiva intensidade (tom mais claro ou mais escuro) que compõem cada cartão postal.

### 2.1 Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (FRXDE)

As medidas de FRXDE foram realizados utilizando um espectrômetro compacto e portátil de FRX da Amptek®. Este instrumental é constituído por um tubo de Raios X com alvo de prata (Ag), detector de Silício *Drift* XR-100SDD (25 mm<sup>2</sup> x 500 µm) com janela de Berílio (12,5 µm), acoplado a um pré-amplificador, um processador de pulso digital e multicanal. A condição de excitação foi estabelecida por 5 µA e 30 kV com tempo de contagem de 180 s. Devido à portabilidade do equipamento cada postal foi posicionado frente ao conjunto “tubo de Raio X - detector” a distância de 2 mm. Os espectros foram obtidos usando softwares dedicados (AMPTEK, 2019) e as análises espectrais utilizando o software WinQxas (IAEA, 2009), permitindo identificar e correlacionar às quantidades dos elementos na amostra (no caso em questão, o cartão postal).

## 3. RESULTADOS

Para visualização das análises, um exemplar de um cartão postal (em função da procedência) bem como as análises espectrais, são apresentados nas Figuras 1 a 6 para Brasil, Londres e Uruguai, respec-



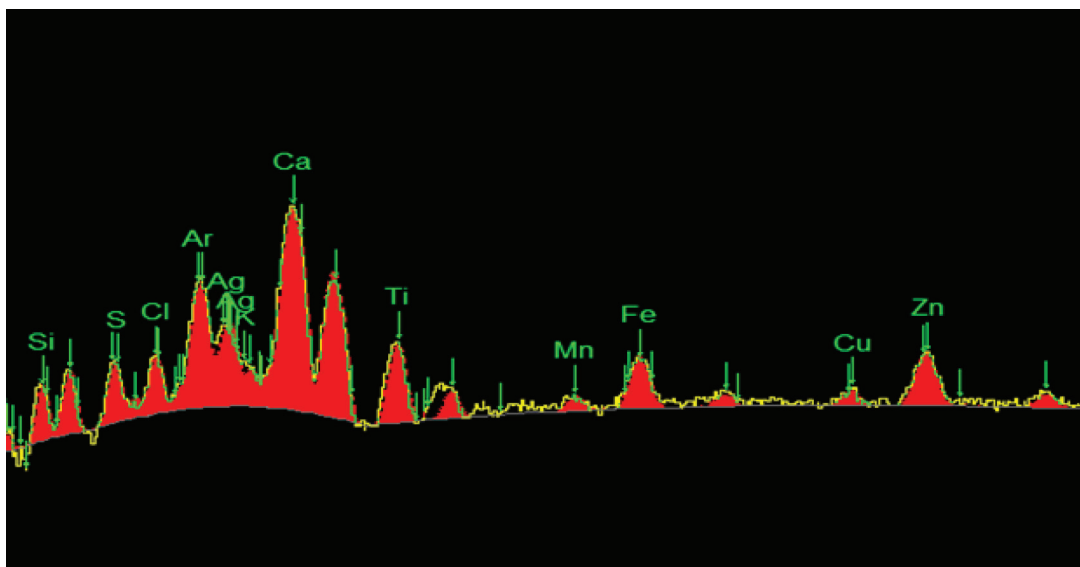
tivamente. Por essas análises é possível verificar diferenças na composição multielementar bem como variação de intensidade de alguns elementos.

Figura 1 – Cartão Postal de procedência gráfica no Brasil



Fonte: Autor, 2022.

Figura 2 - Visualização da análise espectral por FRX do cartão postal do álbum de procedência gráfica do Brasil



Fonte: Autor, 2022.

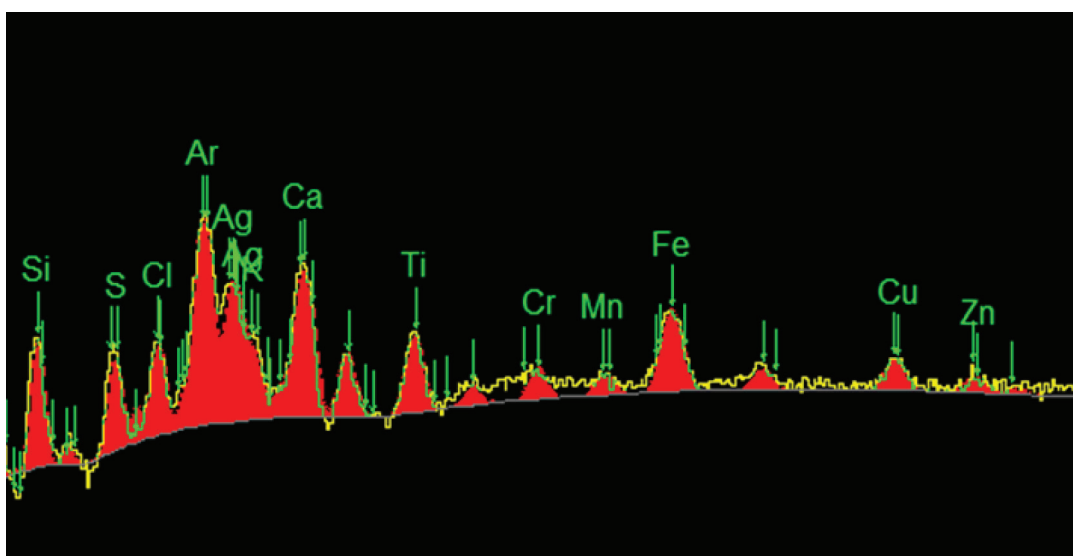


Figura 3 – Cartão Postal de procedência gráfica de Londres



Fonte: Autor, 2022.

Figura 4 - Visualização da análise espectral por FRX do cartão postal do álbum de procedência gráfica de Londres



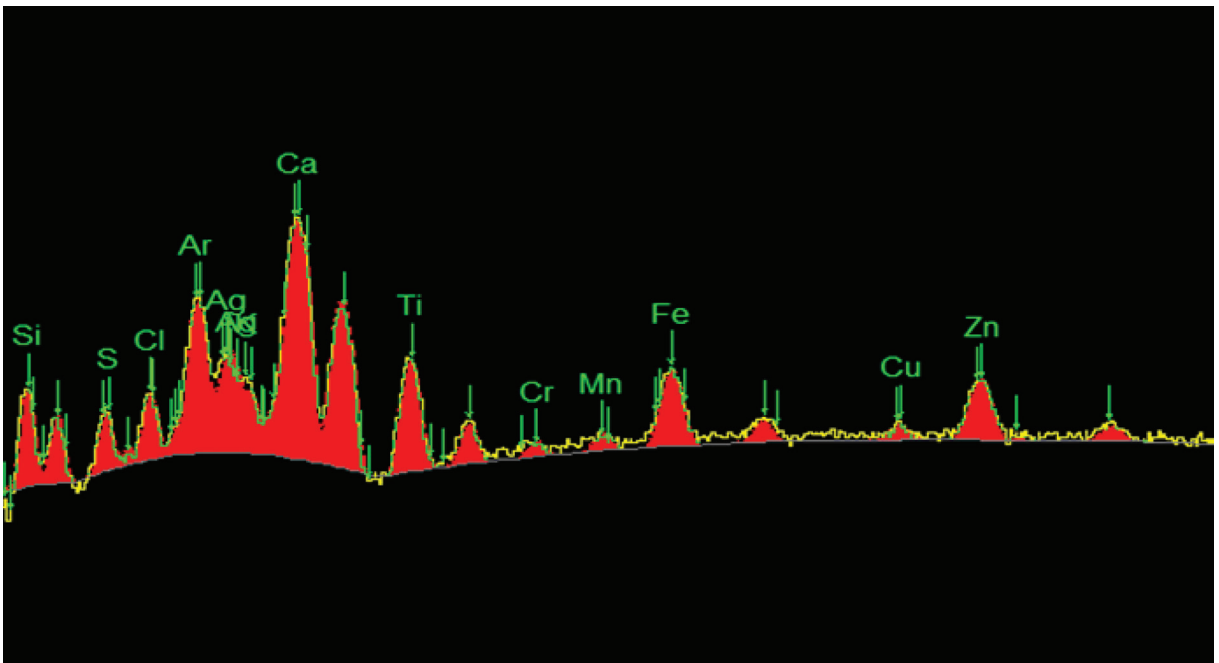
Fonte: Autor, 2022.

Figura 5 – Cartão Postal com procedência gráfica do Uruguai



Fonte: Autor, 2022.

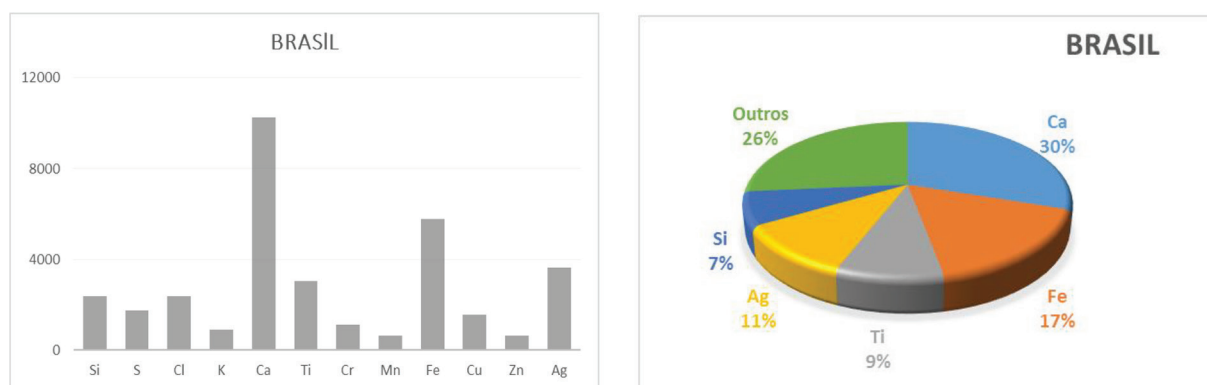
Figura 6- Visualização da análise espectral por FRX do cartão postal do álbum de procedência gráfica do Uruguai



Fonte: Autor, 2022.

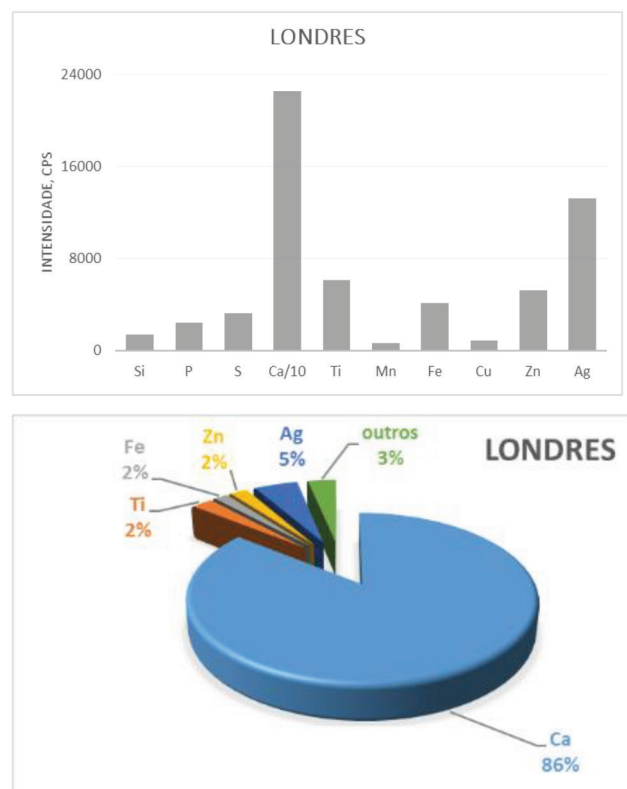
Nas Figuras 7, 8 e 9 são apresentadas as avaliações quali-quantitativas dos elementos químicos presentes nas diferentes formulações químicas, empregadas nas indústrias gráficas de cada país, no processo de preparo dos postais.

Figura 7 - Composição multielementar na formulação química empregada na indústria gráfica Brasileira (década 1960)



Fonte: Autor, 2022.

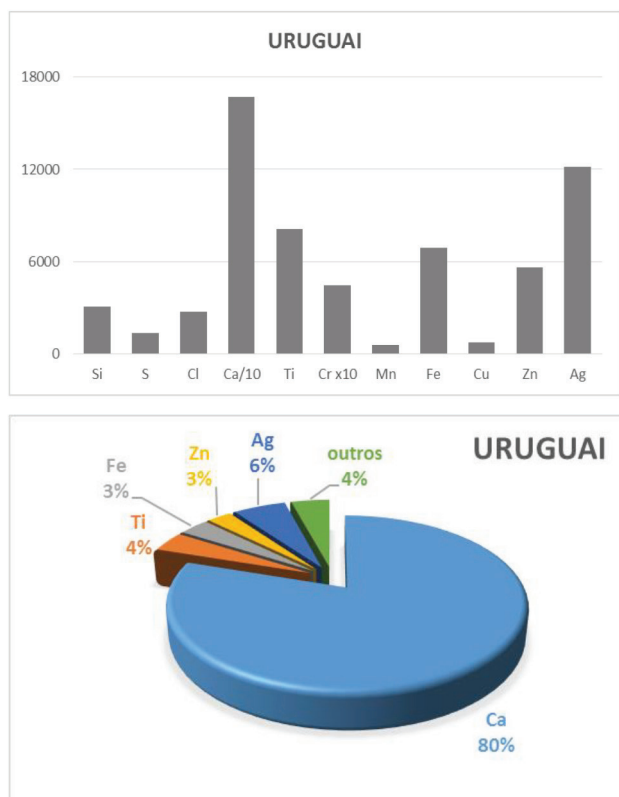
Figura 8 - Composição multielementar na formulação química empregada na indústria gráfica Britânica (década 1960)



Fonte: Autor, 2022.



Figura 9 - Composição multielementar na formulação química empregada na indústria gráfica Uruguaia (década 1960)



Fonte: Autor, 2022.

Um comportamento sistemático foi observado para todos os álbuns em função da procedência. Nos álbuns de procedência nacional tem-se um maior número de elementos químicos nas formulações químicas com alta intensidade para o Ca (~30%) e Fe (15% a 17%). Entretanto, quando a comparação é feita com as demais gráficas, a alta intensidade do Ca se mantém, mas em uma escala muito maior (fator da ordem de 2 a 3 vezes), enquanto a intensidade do Fe diminui; especificamente, em uma das coleções Britânicas a presença de Fe é da ordem de 0,5%, sendo que em alguns cartões postais está abaixo da capacidade de detecção da metodologia de FRX. A presença de Ag e Ti também estão em todas as composições dos postais independentemente da procedência, mas em maior intensidade nos álbuns nacionais.

## CONCLUSÃO

As informações obtidas referentes as avaliações quali-quantitativas dos elementos químicos presentes nas formulações químicas (isto é, no processo de preparo dos postais), empregadas nas indústrias gráficas de cada país e correlacionadas com sua data de impressão, evidenciam diferenças permitindo a geração de banco de dados que poderão auxiliar historiadores e curadores na catalogação de álbuns de

cartões postais em museus, o que é fundamental para divulgação e apresentação em exposições. Além disso, esses dados podem auxiliar artistas gráficos com dados sobre os processos de impressão e, para conservadores auxiliam na preservação material bem como ampliam o conhecimento em História da Arte, e para colecionadores a certificação e a valorização do material artístico.

## REFERÊNCIAS

AMPTEK. **DPPMCA Display & Acquisition Software** 2019.

BBC. Oldest postcard sells for £31,750. **BBC NEWS**, UK, 2002. Disponível em: < [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/1862284.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/1862284.stm) >.

DERRICK, M. R.; STULIK, D.; LANDRY, J. M. **Infrared spectroscopy in conservation science**. Getty Publications, 2000. ISBN 0892364696.

DUPUIS, T. et al. Preliminary experiments: High-energy alpha PIXE in archaeometry. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms**, v. 268, n. 11, p. 1911-1915, 2010/06/01/2010. ISSN 0168-583X. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168583X10001916> >.

IAEA. **Quantitative X Ray Analysis System, Computer Manual Series 21**. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2009. Disponível em: < <https://www.iaea.org/publications/7884/quantitative-x-ray-analysis-system> >.

VANDENABEELE, P.; EDWARDS, H. **Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History: Volume 2**. Royal Society of Chemistry, 2018. ISBN 1788015657.

WEST, M. et al. 2016 Atomic Spectrometry Update—a review of advances in X-ray fluorescence spectrometry and its applications. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, v. 31, n. 9, p. 1706-1755, 2016.

ZAMBONI, C. B. **Fundamentos da Física de nêutrons**. Editora Livraria da Física, 2007. ISBN 8588325756.

ZAMBONI, C. B. et al. Non-destructive analysis in the study of historical photographs by pXRF and ATR-FTIR spectroscopies. **Journal of Forensic Sciences**, v. 66, n. 3, p. 1048-1055, 2021. ISSN 0022-1198. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1556-4029.14680> >.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1556-4029.14680> >.

