

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA

ALÉXIA SAPHYRA NASCIMENTO DE LIMA
BRUNA FRANCYELLE NERY DE AZEVEDO
DEYSE ISES VIDAL GOMES DA SILVA
JOÃO HENRIQUE MATIAS DE SOUZA
JULIANA OLIVEIRA DE SANTANA
VICTÓRIA ALINE PEREIRA DA SILVA CRUZ

**PALEORADIOLOGIA: A UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO
NO ESTUDO ARQUEOLÓGICO DE MÚMIAS E
DATAÇÃO DE ARTEFATOS HISTÓRICOS**

RECIFE/2021

ALÉXIA SAPHYRA NASCIMENTO DE LIMA
BRUNA FRANCYELLE NERY DE AZEVEDO
DEYSE ISES VIDAL GOMES DA SILVA
JOÃO HENRIQUE MATIAS DE SOUZA
JULIANA OLIVEIRA DE SANTANA
VICTÓRIA ALINE PEREIRA DA SILVA CRUZ

PALEORADIOLOGIA: A UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO NO ESTUDO ARQUEOLÓGICO DE MÚMIAS E DATAÇÃO DE ARTEFATOS HISTÓRICOS

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA,
como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em
Radiologia.

Professor Orientador: Lênio José De Pontes Costa

RECIFE/2021

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

P156 Paleoradiologia: a utilização da radiação no estudo arqueológico de múmias e datação de artefatos históricos / Aléxia Saphyra Nascimento de Lima [et al]. - Recife: O Autor, 2021.

43 p.

Orientador(a): Lênio José De Pontes Costa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Tecnólogo em Radiologia, 2021.

Inclui Referências.

1. Paleoradiologia. 2. Múmias. 3. Datação radiométrica. 4. Cerâmicas. 5. Carbono-14. I. Azevedo, Bruna Francielle Nery de. II. Silva, Deyse Ises Vidal Gomes da. III. Souza, João Henrique Matias de. IV. Santana, Juliana Oliveira de. V. Cruz, Victória Aline Pereira da Silva. VI. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. VII. Título.

CDU: 616-073

Dedicamos este trabalho às pessoas mais importantes de nossas vidas, nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus por ter nos protegido e auxiliado sempre e nos guiado até aqui nos dando força para concluir essa jornada.

Agradecemos principalmente a nossos pais pelo carinho e amor incondicional, por sempre estar ao nosso lado nos apoiando e incentivando e por tudo o que fizeram por nós em nossas vidas.

Aos nossos familiares, tios e tias, avós e avôs, irmãs e irmãos e amigos que sempre estiveram nos momentos bons e ruins e percorreram esse caminho junto conosco.

Aos professores e coordenadora do curso que com seus conhecimentos foram peças importantes para nossa formação.

A nosso orientador Lênio José de Pontes Costa por nos encaminhar e ajudar com seus conhecimentos no desenvolvimento deste trabalho.

A nossos animais de estimação que por muitas vezes sempre foram um conforto e uma companhia fiel sempre nos dando carinho e em especial à Pompom, gatinho de uma das integrantes do grupo que nos deixou em 2021.

*"Só se pode alcançar um grande êxito quando
nos mantemos fiéis a nós mesmos."*

(Friedrich Nietzsche)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. OBJETIVO	09
2.1 Objetivos específicos.....	09
3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO	09
4. REFERENCIAL TEÓRICO	10
4.1 Contexto Histórico.....	10
4.2 Meios de Datação.....	11
4.3 Análises de Múmias.....	13
4.4 Datação de Sambaquis nos Litorais Brasileiros.....	15
4.5 Estudos Paleoradiológicos em Cerâmicas.....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	32
ANEXOS	35

PALEORADIOLOGIA: A UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO NO ESTUDO ARQUEOLÓGICO DE MÚMIAS E DATAÇÃO DE ARTEFATOS HISTÓRICOS

Aléxia Saphyra Nascimento De Lima¹

Bruna Francielle Nery De Azevedo¹

Deyse Ises Vidal Gomes Da Silva¹

João Henrique Matias De Souza¹

Juliana Oliveira De Santana¹

Victória Aline Pereira Da Silva Cruz¹

Lênio José De Pontes Costa²

Resumo: Ao longo dos anos o estudo de civilizações antigas, bem como suas culturas e características, vem sendo pauta de diversas pesquisas em diversas áreas e sempre auxiliou a entender os aspectos humanos. Nos dias atuais é ainda mais importante essa compreensão e durante muito tempo se necessitou de meios de análises de objetos arqueológicos que não compromettesse a integridade física dos artefatos históricos e é nisto que entra a radiologia. Desde sua descoberta, os raios-x já eram vistos como um método para auxiliar arqueólogos em estudo de múmias, vasos, sarcófagos, cerâmicas, pinturas e entre outros tipos de bens históricos culturais. Neste artigo teremos como objetivo apresentar e discutir informações sobre o uso da radiação como auxílio no estudo da arqueologia, mostrando as técnicas e descobertas decorrentes desses métodos. O presente trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica com base em livros, artigos e revistas científicas, pesquisadas em ferramentas confiáveis como Google Acadêmico, SciELO e ResearchGate.

Palavras-chave: Paleoradiologia. Múmias. Datação Radiométrica. Cerâmicas. Carbono-14.

1. INTRODUÇÃO

O uso da radiação ionizante em vários segmentos atualmente conhecidos se deu início com o descobrimento dos raios X por Wilhelm Conrad Röntgen, físico alemão, em 1895. Foi fazendo diversos testes com base na pesquisa de Philipp Lenard dos raios catódicos, feixes de elétrons produzidos a partir de potenciais diferentes, que Röntgen observou a primeira vez a interação desses raios com placas de chumbo, dando o nome de raios x e divulgando sua descoberta ao mundo (FRANCISCO *et al*, 2005).

¹ Acadêmicos do curso de Tecnólogo em Radiologia UNIBRA. E-mail: alexiasaphyra@gmail.com

² Professor da UNIBRA. Esp. E-mail: leniopontes@gmail.com

Não demorou muito para que os raios x começassem a serem utilizado por médicos e estudados por outros cientistas. Antonie-Henri Becquerel descobriu a radioatividade de elementos em 1896, ano seguinte a descoberta dos raios x. Becquerel imaginava que sua descoberta se relacionava com a de Röntgen, até que, auxiliado pelos achados de Marie e Pierre Curie, descoberta essa dos elementos rádio e polônio em 1898, foi que o físico compreendeu e pode classificar seu achado como uma propriedade natural de decaimento de elementos químicos (PATRÍCIO *et al*, 2012).

Já em 1899, Rutherford e Paul Ulrich Villard fizeram mais três descobertas importantíssimas que nos levaria ao que é a radiologia hoje: Rutherford nos apontou dois novos tipos de radiação, alfa e beta, já Villard descobriu a forma de radiação gama. Descobertas como essas e diversas mais nos possibilitaram desenvolver variadas tecnologias utilizando a radiação ao nosso benefício (PATRÍCIO *et al*, 2012).

A criação do tomógrafo e ressonância magnética, mamógrafo e densitometro, uso de isótopos radioativos em tratamento de cânceres e diagnósticos, irradiação de alimentos e instrumentos hospitalares para esterilização, etc. são os usos mais comuns e mais conhecidos no meio da radiologia, mas a radiação possui outros usos menos dispersados no conhecimento geral, uso esse, que será abordado nessa pesquisa (CARDOSO, 2008).

A paleoradiologia é um campo de estudo que une a radiologia utilizada como forma de análise não destrutiva de artefatos arqueológicos com a arqueologia e seu objetivo de estudar culturas e costumes de povos através desses artigos, utilizando técnicas de radiografia convencional, tomografia, entre outros (COSTA, 2013).

No Brasil apesar de não ser um assunto tão disseminado é uma ferramenta muito recorrida para diversos estudos, sendo utilizado para datação em de diversos sambaquis nas regiões litorâneas do país como São Paulo, Rio de Janeiro, litoral nordestino e gaúcho, empregado também em objetos do Museu Histórico Nacional no Rio de Janeiro, além de ser objeto de uso recorrente em pesquisas acadêmicas nos sítios arqueológicos no Nordeste (ALVES, 2014).

2. OBJETIVO

- Discutir sobre o início da utilização e importância da radiação em auxílio aos estudos arqueológicos e apresentando suas formas de uso, além de decorrer do funcionamento dos processos de datação e análise de bens históricos culturais;

2.1 Objetivos específicos

- Descrever as técnicas radiométricas de datação;
- Identificar o uso dos processos de datação em sambaquis e cerâmicas e detecção de fraude em pinturas;
- Explicar acerca do processo de análise de múmias.

3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Este é um estudo bibliográfico, descritivo do tipo revisão de literatura integrativa, pré-existente. O processo de elaboração desta revisão é composto em 5 fases: 1º fase: identificação do tema e; 2º fase: elaboração da pergunta que norteou o estudo; 3º fase: coleta de dados; 4º fase: análise dos critérios de exclusão/inclusão; 5º fase: apresentação dos resultados e considerações. O levantamento teve início em agosto de 2021, as buscas foram realizadas nas bases de dados seguintes: Google Acadêmico; ResearchGate e Scientific Eletronic library Online (Scielo). As palavras chaves subsequentes estão indexadas no DeCS (Descritores em ciências da Saúde), foram as seguintes: Paleoradiologia. Múmias. Datação Radiométrica. Cerâmicas. Carbono-14. Como critério de exclusão foi disposto publicações do período de 2004 a 2021, estudos que não se enquadravam a proposta também foram excluídos, assim como artigos que estavam duplicados e selecionando artigos em que os temas se relacionavam entre si. Para a inclusão dos estudos foi verificado textos originais e completos disponíveis na íntegra, artigos em português e em inglês traduzidos. Na busca obteve-se um total de 1.196 artigos, após aplicação dos critérios. Seguiu-se o processo de seleção, foram escolhidos para essas pesquisas artigos que tinha relação próxima com o tema “PALEORADIOLOGIA: A UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO NO ESTUDO ARQUEOLÓGICO DE MÚMIAS E DATAÇÃO DE ARTEFATOS HISTÓRICOS” e palavras-chave em conjunto, artigos que fossem mais relacionados ao assunto desejado e disponíveis abertamente, por meio deste foi excluído 1.172 artigos, compondo a amostra final de 24 estudos.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Contexto Histórico

A paleoradiologia, é nome dado ao estudo de objetos arqueológicos utilizando métodos de imagem como raios x, tomografia computadorizada, ressonância etc. É uma vertente muito pouco conhecida, mas apesar de parecer um termo novo diversas pesquisas nesse meio vão sendo publicadas desde o início da radiologia (CHHEM, 2008).

Segundo Petrella *et al* (2016) a primeira análise realizada é datada de apenas um ano após a descoberta dos raios x por Röntgen, no ano de 1896, onde foi utilizado a radiografia convencional para investigar o conteúdo de um sarcófago egípcio que posteriormente foi revelado que, diferente do imaginado, o conteúdo do mesmo não era humano, e sim uma enorme ave, possivelmente um Ibis que havia sido mumificada.

Ainda no ano de 1896 outros diversos estudos paleoradiológicos foram feitos pelo cientista alemão, Koenig, inclusive a primeira radiografia de uma criança mumificada e um gato egípcio, como visto na figura 1. No ano seguinte, em 1897, Albert Londres faz um estudo na França de radiografias realizadas em uma múmia egípcia, visto na figura 2, destacando também o fato de nelas ser permitido avaliar a maturação óssea do corpo mumificado (COSTA, 2013).

A descoberta de Röntgen foi usada mais diversas vezes para propósitos além da área médica. As naturalidades mais comuns das múmias estudadas eram egípcias e peruanas, e serviram também para a primeira monografia de paleoradiologia publicada em 1930 (CHHEM, 2008).

Esses estudos avançaram também para o uso do raio-x como instrumento para determinação da idade dessas múmias. O antropólogo, Grafton Elliot Smith, utiliza a técnica para avaliar o corpo do faraó Tutmosis IV, determinando fatores como a idade e morte sem que fosse necessária uma avaliação física (COSTA, 2013).

Enquanto avançavam os estudos na área de identificação de múmias, em 1949, um grupo de cientistas da Universidade de Chicago desenvolvia a técnica de datação por carbono 14. Liderados por Willard F. Libby, a descoberta teve o maior impacto possível na arqueologia permitindo a construção de uma cronologia dos últimos 40 mil anos (FRANCISCO *et al*, 2011).

Em 1977, com o avanço da tecnologia, foi realizada a primeira tomografia computadorizada de uma múmia egípcia em Toronto, Canada (GARDNER *et al*, 2004).

O termo paleoradiologia foi utilizado originalmente por um radiologista de um centro médico em Minneapolis chamado Notman, em um artigo que ele escreveu em 1987 para o American Journal of Roentgenology (CHHEM, 2008).

4.2 Meios de Datação

Quando nos aprofundamos numa área de estudo que se dispõe de pesquisar os aspectos humanos, é necessário analisar também a cronologia dos fatos, carecendo então de meios de datação. Na arqueologia temos diversos métodos de datação, entre eles as técnicas radiométricas, estas que se baseiam no decaimento radioativo, característica de certos elementos instáveis que emitem partículas para se estabilizarem. Os principais tipos de datação radiométrica que abordaremos são as por espectrometria, como a termoluminescência, e por carbono 14 (COELHO, 2009).

A datação por carbono 14 é um método radiométrico, foi desenvolvida por Willard Frank Libby e sua equipe na Universidade de Chicago e posteriormente em 1960 ele recebeu o prêmio Nobel de Química por esse feito (RIBEIRO, 2015).

A datação por ^{14}C é uma maneira de determinar a idade de certos artefatos arqueológicos de origem biológica de até 50 mil anos. Ela é usada para datar objetos como ossos, tecidos, madeira e fibra de plantas usadas em atividades humanas ou passado relativamente recente (FRANCISCO *et al*, 2011).

Em vida, um ser vivo se mantém constantemente consumindo dióxido de carbono presente na atmosfera. Quando esse ser morre, a quantidade de carbono ingerida é interrompida, o que implica em um decaimento radioativo do carbono 14 restante. A comparação entre a quantidade usual de carbono e o restante nos dá uma noção da idade de certos materiais. Tendo em mente que a meia vida do ^{14}C é de 5700 anos só será confiável para datar objetos de até 60 mil anos. Em alguns casos, a idade de um certo material é muitas vezes determinada com base na taxa de decaimento de um isótopo radioativo, esse fenômeno é aplicado através da medida do decaimento do ^{14}C (RIBEIRO, 2015).

Já a técnica de datação por termoluminescência (TL) é mais utilizada em cerâmicas, ela trabalha através de minerais presentes na argila que foi usada na criação da peça, como os cristais de quartzo. Os cristais ao serem expostos à radiação

ionizante acumulam energia se tornando excitados. Ao se “desexcitarem” emitem luz proporcional à dose a que foram expostos. Na etapa de queima, ao qual a cerâmica passa na sua produção, os cristais de quartzo perdem toda sua luminescência, chamada de idade zero da amostra. A partir deste ponto os cristais começarão a acumular dose recebida pela radiação ambiental, permitindo o uso da datação por TL, podendo ser observado de forma mais prática no gráfico da figura 3 (DE AZEVEDO, 2011).

Essas técnicas de datação possuem diversos usos como para detecção de fraude em pinturas e fósseis. A área de falsificação de pinturas é muito lucrativa e ampla e geralmente se consegue desvendar a fraudes através da análise por ^{14}C dos materiais que compõe a tinta. O processo consiste na datação dos componentes da tinta ou por vezes até do material, como o algodão, em que foi produzida a tela da pintura, se a data obtida for anterior a da pintura original, então o quadro é verdadeiro, se posterior a data do original é comprovada a fraude (FERNANDES, 2019).

Por um tempo ocorreu desse método não ser viável pois necessitava ser retirada uma grande amostra de tinta do quadro o que ocasionaria na danificação da obra. Mas com avanços da tecnologia e o uso da técnica de espectrometria, a quantidade necessária de ^{14}C na amostra para a datação diminuiu, conseqüentemente o tamanho da amostra retirada da pintura também diminuiu (FERNANDES, 2019).

A técnica foi utilizada na pintura da artista Sarah Honn datada de 1866. A pintura era suspeita de ter sido falsificada por Robert Trotter e para comprovar uma amostra minúscula de tinta foi retirada, como observado na figura 4 e 5, e a datação foi feita. Os resultados apresentaram valores altíssimos de ^{14}C , muito maiores que os possíveis presentes na atmosfera e indicando que o aumento foi devido aos testes nucleares subterrâneos que aconteceram. Por causa desse imprevisto a datação resultou em dois períodos diferentes, 1958-1961 e 1983-1989, foi comprovado então que o quadro era uma falsificação (HENDRIKS *et al*, 2019).

Outro caso de falsificação famosa desvendada foi o do Sudário de Turim (figura 6), em 1998. O Sudário de Turim foi o suposto Santo Sudário, objeto do cristianismo, era o manto que foi usado para cobrir o corpo de Cristo após a crucificação, ilustrado na figura 7. Após análise utilizando os isótopos de carbono-14 o mistério foi desvendado, o linho da qual o sudário era composto foi datado entre os anos de 1260 e 1390 D.C mostrando que o Sudário de Turim era mais uma farsa pois era claramente de origem posterior à época de Cristo (FRANCISCO, 2011).

4.3 Análises de Múmias

É devido a radiologia que muitos achados arqueológicos puderam ter sua integridade preservada e ainda assim dar respostas aos questionamentos de pesquisadores. Através de exames por imagem passou a ser possível identificar ainda mais aspectos, dispensando métodos mais invasivos como o “desenfaixamento” e a necropsia, produzindo imagens radiológicas em que é possível determinar fatores como idade, sexo, causa da morte, entre outros. Há 4 categorias para a identificação humana: sexo, idade à morte, estatura e raça. A determinação do sexo é o primeiro fator a se avaliar, havendo diversos métodos para essa identificação, sendo dois elementos mais aceitos para a diagnose: a pelve e o crânio (COSTA, 2013).

Os esqueletos masculino e feminino apresentam múltiplos dimorfismos entre si, podemos notar isso na figura 8 comparando pelves masculina e feminina. A pelve masculina apresenta a abertura superior mais oval, o ângulo subpúbico é mais agudo, de aproximadamente 60°, a pelve menor é mais profunda. Já na mulher a abertura superior tende a ser mais arredondada, ângulo subpúbico na média de 90°, a pelve menor é mais rasa e o forame obturado apresenta menor tamanho comparado ao masculino (VILLAÇA *et al*, 2011).

Na questão da idade à morte é realmente um desafio, sendo improvável determinar a idade exata de um indivíduo mumificado, sendo possível fazer estimativas a partir de detalhes com maturação óssea (figura 9), crescimento e desenvolvimento ósseo, além de análise de arcada dentária e seios frontais (COSTA, 2013).

Na estatura tem-se como parâmetro a observação do comprimento total do corpo e tamanho dos ossos longos do esqueleto apendicular como o fêmur, visto na figura 10, utilizando a tábua osteométrica de Broca e comparando com outros estudos prévios (TEIXEIRA e DOS SANTOS SOARES, 2019).

Por fim a raça ou ancestralidade é algo mais complicado de se determinar pelo fato de haver mistura entre diversas etnias, ocorrendo então de alguns pesquisadores classificarem em apenas 3 grupos: caucasoides, mongoloides ou negroides, comparando características entre crânio, nariz, face, entre outras, como ilustrado na figura 11. Os caucasoides, com crânios intermediários e arredondado, perfil reto, órbitas com característica angulares e mandíbula pequena. Os negroides possuem crânios baixos e longos, perfil projetado, orbitas retangulares e mandíbulas grande.

Os mongoloides apresentam crânio curto e alto, perfil intermediário, órbita arredondada e mandíbula grande (TEIXEIRA e DOS SANTOS SOARES, 2019).

Um estudo científico foi desenvolvido na Universidade Do Porto e consiste na análise de um indivíduo egípcio mumificado. Como podemos observar na figura 12, a imagem à esquerda é um raio-x convencional da múmia enquanto na direita temos uma reconstrução em 3D por meio da tomografia computadorizada, revelando a sua casta pertencente a partir da posição dos membros superiores cruzados sobre o tórax. Observa-se também o desenvolvimento ósseo dos seios frontais e a união das epífises, além do desenvolvimento dentário, visto na figura 13 (COSTA, 2013).

Analisando a figura 14 de um raio-x convencional, é possível concluir que a múmia trata-se de um ser humano do sexo masculino, já que quando comparamos a região pélvica é possível perceber o formato em S da crista ilíaca além do diâmetro da abertura pélvica ser reduzido, também podemos fazer a comparação entre os crânios na imagem 15, é possível ver as arcadas supraciliares mais pronunciadas, a glabella saliente e a mandíbula que apresenta os côndilos robustos e acentuado com seu corpo em forma de U (COSTA, 2013).

No Reino Unido, um grupo de acadêmicos da Universidade de Londres, da Universidade de York e do Leeds City Museum, desenvolveram uma pesquisa inovadora para a arqueologia utilizando, dentre outras ferramentas, a tomografia computadorizada. O fato foi que cientistas conseguiram sintetizar e recriar a voz de uma múmia egípcia que viveu há mais de 3 mil anos atrás, o corpo mumificado de Nesyamun permanecia em exibição há quase dois séculos no museu da cidade de Leeds em West Yorkshire, Inglaterra (BBC, 2020).

Segundo estudos o egípcio viveu durante o reinado do faraó Ramsés XI, aproximadamente de 1099 até 1069 a.C. era escriba e sacerdote no templo de Karnak em Tebas. Com seu corpo retirado do caixão e desembalhado, Nesyamun foi examinado em 1824, sendo necessário que houvesse contato com o corpo da múmia, havendo risco de danificação física do artefato. Já após o descobrimento dos raios x não foi necessário isso, ela passou por exames radiológicos em 1931, 1964 e 1990, que já como avanço da tecnologia utilizou não apenas raio-x como também a tomografia computadorizada (HOWARD et al, 2020).

A partir desses estudos radiológicos conseguiram determinar que Nesyamun havia morrido por volta de 50 anos de idade e provavelmente sofria de alguma doença

gingival, pois seus dentes pareciam severamente desgastados (HOWARD *et al*, 2020).

A reconstrução só foi possível pois o trato vocal de cada indivíduo apresenta dimensão e formato diferente e devido ao seu sistema de ressonância, produzindo assim um som único para cada pessoa (DAJER, 2010).

Imagens de TC mostraram que boa parte da estrutura da laringe e da garganta do indivíduo permanecia *in situ* permitindo a medição exata do trato vocal, fora também a preservação do trato vocal por ser uma múmia, o que fez de Nesyamun a escolha ideal (HOWARD *et al*, 2020).

O processo se fez posicionando a múmia no scanner de tomografia multidetectores, como visto na figura 16. As imagens foram realizadas num aparelho helicoidal, os cortes foram todos exportados, processados num sistema online para representação estrutural tridimensional de radiografias, produzindo assim as imagens em 3D do trato vocal. Isolado e processado o modelo 3D da estrutura em interesse, os pesquisadores puderam determinar a dimensão do trato vocal de Nesyamun e fazer uma impressão em tamanho real, na figura 17 podemos ver a mesma, foi usado então uma laringe eletrônica, já comumente usada em sintetizadores de fala, podendo assim recriar a voz de Nesyamun após 3 mil anos (HOWARD *et al*, 2020).

4.4 Datação de Sambaquis nos Litorais Brasileiros

Segundo Mendonça e Godoy (2004), os sambaquis são sítios arqueológicos ricos em informações acerca das civilizações pré-históricas brasileiras. Com diversos diâmetros, e costumeiramente encontrados em regiões costeiras, essas edificações são constituídas de diversos materiais, sendo conchas de moluscos o mais abundante encontrado em sua formação, incluindo também plantas, ferramentas como machadinhas de pedra, ossos de animais, espinhas de peixes e até ossos humanos, o que indica que os Sambaquis também eram utilizados como locais de rituais fúnebres.

Esses sambaquis são uns dos sítios mais estudados pela arqueologia brasileira, com o intuito de saber quem construiu aqueles sambaquis, como era a alimentação desses povos, seu tipo de subsistência, seus costumes, culturas, características demográficas, idade etc. (DEBLASIS e GASPAR, 2015).

Diversas pesquisas de sambaquis são realizadas nas áreas costeiras do nosso país utilizando métodos de datação radiométrica. Um teste feito com materiais do

Sambaqui Santa Marta II, situado em Laguna, SC (figura 18), buscou analisar os sedimentos de diversas camadas do sítio arqueológico, desde a mais externa até a mais próxima do centro. Alguns sedimentos foram datados de três maneiras, alguns por meio de TL, outros, mais especificamente as conchas por meio da EPR e duas amostras foram datadas por meio do Radiocarbono. É com base nos resultados dessas datações realizadas através dessas técnicas radiológica, somados ao diâmetro aproximado do Sambaqui, que foi possível descobrir sua idade, algo em torno de 3 mil e 3,3 mil anos de acordo com as análises das conchas presentes no sítio arqueológico (OLIVEIRA, 2019).

4.5 Estudos Paleoradiológicos em Cerâmicas

Para Carvalho (2018, p. 19) “desde a década de 50, um dos principais focos da arqueometria tem sido o estudo de cerâmicas, que são um dos materiais mais produzidos pelos grupos antigos, desde o período neolítico”. Sendo então um dos principais artefatos para estudo arqueológico, é foco de diversas pesquisas no Brasil, entre essas podemos encontrar atualmente o uso de técnicas como difração por raios x e termoluminescência (CARVALHO, 2018).

Realizada por Robert Boyle em 1663, a primeira emissão por TL foi apenas o começo. Após ser alavancada a partir de uma tese de Marie Curie, seu uso foi aumentado e contribuiu para o desenvolvimento de equipamentos, tendo sido utilizado na medicina e em armas atômicas antes mesmo da primeira utilização em cerâmica, em 1960, por Grögler, Kennedy & Knopff (UMIJI, 2014).

Na datação por TL, a dose acumulada que a cerâmica foi exposta com o passar dos anos até ser encontrada é posta em uma equação junto com a taxa de dose anual dela. Esta equação divide a dose acumulada pela taxa de dose anual obtendo a idade da peça. A obtenção da dose acumulada é feita pela curva de calibração, que é determinada pela luz emitida pelos cristais com a dose absorvida por eles. Para isso as peças passam por procedimentos para selecionar os cristais que serão usados, e posteriormente passando por outros diversos processos para realizar a leitura TL (DE AZEVEDO, 2011).

Num estudo feito em fragmentos cerâmicos do Sítio Arqueológico Aldeia do Carlos no sudoeste do Piauí por termoluminescência foi estimada a idade das peças cerâmicas entre 317 ± 34 a 1183 ± 101 anos AP (Antes do Presente). Foi concluído,

através dos dados, que o local foi utilizado em três períodos diferentes por grupos ceramistas de cada época correspondente. Com estas informações a hipótese de arqueólogos de que o local, onde hoje se encontra o Sítio Arqueológico Aldeia do Carlos, era usado como corredor de passagem por ceramistas foi reforçada (DE AZEVEDO, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quadro 1 – Caracterização dos artigos em análise. Recife, Pernambuco, 2021

Autor/Ano de publicação	Título	Objetivo	Síntese/ Considerações
ALVES, 2014	Raios X aplicados à arqueometria.	Ampliar os conhecimentos e difundir informações, explorando o uso dos raios X em análises quantitativas e qualitativas de materiais históricos, uma vertente pouco conhecida por profissionais da radiologia.	Dentre as aplicações, os raios X são utilizados para estudo do patrimônio histórico-cultural, possibilitando uma análise não destrutiva. Havendo diversas técnicas como fluorescência e difração de raio x essa área vem crescendo e sendo otimizada para diversos usos apesar de ser tão pouco conhecidas pelos estudantes e profissionais de radiologia.
BBC, 2020	Mummy returns: Voice of 3,000-year-	Não encontrado	Matéria jornalística que noticia o feito de cientistas ingleses

	old Egyptian priest brought to life.		que reconstruíram a voz de uma múmia egípcia com mais de 3 mil anos com o auxílio de exames por imagem, impressão 3D e sintetizadores de voz.
CARDOSO, 2008	Aplicações da energia nuclear.	Não encontrado	Com grandes benefícios, a radiação em suas diversas formas são base para técnicas variadas na saúde, indústria etc. como os radioisótopos na radioterapia e medicina nuclear, nos exames diagnósticos, na radiologia forense e industrial, aplicações nas indústrias alimentícias entre outros, cada uma mais importante que a outra.
CARVALHO, 2018	Cerâmicas arqueológicas e arqueometria. Fase Bacabal: um estudo sobre a ocupação no	Neste trabalho, o interesse está centrado, especificamente, nas caracterizações	O artigo é direcionado ao estudo e caracterização de peças cerâmicas do

	sudoeste da Amazônia.	químicas, mineralógicas e físicas do material coletado, visando obter informações que permitam melhor conhecer a população humana para o alto rio Guaporé, no âmbito das investigações em curso sobre a produção da variabilidade cultural no sudoeste amazônico.	Sítio Monte Castelo. Além dos resultados e conclusões obtidos a partir da análise de tais fragmentos, o texto contextualiza os aspectos da arqueologia na Amazônia, assim como teoriza as técnicas de análises, como termoluminescência, RPE etc. os métodos e materiais, discutindo seus processos e resultados.
CHHEM, 2008	Paleoradiology: history and new developments.	Não encontrado	O texto apresenta o significado do termo paleoradiologia e sua criação, além de caracterizá-lo. Traz o contexto e início deste ramo, citando marcos históricos, as primeiras pesquisas, principais nomes e contando a história, mostrando também novos desenvolvimentos no ramo a partir de

			pesquisas e novas técnicas e aparelhos.
COELHO, 2009	Datação em arqueologia.	Procura dar uma noção geral sobre datação relativa e absoluta, como métodos e servir como referência para as técnicas de datação arqueológica mais usadas e promissoras, compreendendo a técnica estratigráfica como datação relativa e as técnicas de datação absoluta, do radiocarbono e potássio-árgon.	Apresenta o uso das técnicas de datação radiométricas na área da arqueologia como meio de análise, dando uma noção sobre os tipos de técnicas absolutas e relativas, comentando sobre as datações utilizando radiação, os aspectos do carbono 14, espectrometria e Potássio-árgon, apresentando seus usos.
COSTA, 2013	Estudo antropológico forense de uma múmia egípcia.	Análise Antropológica Forense com o apoio da Radiologia, no estudo de uma múmia egípcia existente numa colecção de bem históricos e patrimoniais da Universidade do Porto.	Apresenta um estudo paleoradiológico de uma múmia, seus resultados e conclusões, caracterizando os aspectos biológicos, anatômicos, antropológicos assim também citando o uso dos

			exames radiológicos, a relação radiologia-arqueologia e as técnicas de análise utilizadas.
DAJER, 2010	Análise de sinais de voz por padrões visuais de dinâmica vocal.	Avaliar vozes saudáveis e com alterações patológicas aplicando análise de Padrões Visuais de Dinâmica Vocal (PVDV) em conjunto com análise acústica e análise perceptivo-auditiva.	A pesquisa é um estudo comparativo entre análises de vozes saudáveis e patológicas, com o intuito de correlacionar técnicas de análise acústicas, explicando os aspectos anatômicos da voz humana, de avaliações, descrevendo os materiais usados na pesquisa e explicando os métodos utilizados. Apresenta os resultados obtidos, os caracterizando e apresentando as conclusões obtidas.
DE AZEVEDO, 2011	Datação por termoluminescência de cerâmicas do sítio	Efetuar a datação de fragmentos cerâmicos do	Apresenta o desenvolvimento e os resultados da

	<p>arqueológico Aldeia do Carlos (PI).</p>	<p>Sítio Aldeia do Carlos visando contribuir para os estudos arqueológicos da região, bem como para a implantação, do método de datação por TL na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), consolidando, assim, as atividades do Grupo de Metrologia Arqueológica e Patrimonial (MAP) da UFPE.</p>	<p>datação pela técnica de termoluminescência de fragmentos cerâmicos do Sítio Aldeia do Carlos, que foi implantada na UFPE pelo grupo de arqueometria. Os resultados das datações mostraram que as idades dos fragmentos cerâmicos podem ser agrupadas em três períodos distintos, situados entre 300 e 500, 600 e 900, e 1000 e 1300 anos AP, sugerindo a passagem de pelo menos três grupos ceramistas pela região em épocas distintas, o que reforça a hipótese de que o local era utilizado como corredor de passagem.</p>
--	--	--	---

DEBLASIS; GASPAR, 2015	Os sambaquis do sul catarinense: retrospectiva e perspectivas de dez anos de pesquisas.	O objetivo geral do projeto pode ser sintetizado no interesse em estudar como e porque os sambaquis foram construídos, assim como delinear as características sociais, econômicas e demográficas da gente que os construiu.	Segundo DEBLASIS e GASPAR (2015, p. 83) “Este artigo reporta as atividades e faz um balanço dos resultados das pesquisas com sambaquis no litoral sul catarinense que vêm sendo conduzidas, nos últimos dez anos, por um grupo de pesquisadores coordenados pelos autores deste artigo”.
FERNANDES, 2019	Fraudes e falsificações na Arte e Arqueologia desmascaradas pela datação por Carbono 14.	Não encontrado	Descreve todo o processo de datação por carbono 14, explicando toda a execução da técnica, mostra o uso dela na investigação de fraude em pinturas e fósseis, decorrendo do método e exemplificando.
FRANCISCO <i>et al</i> , 2005	Radiologia: 110 anos de história.	Não encontrado	Conta o início da radiologia a partir do descobrimento dos raios x por Röntgen, falando sua biografia

			<p>e pesquisas, como foi e o que levou a essa descoberta, descreve as propriedades dos raios x, a apresentação ao público, início do uso na medicina, como exame de imagem, em laboratório e hospitais, o início da radiologia como profissão e as descobertas dos malefícios do mal uso dessa radiação.</p>
FRANCISCO; LIMA; ARÇARI, 2011	Datação por carbono-14.	<p>Descrever, através de uma revisão literária, como é comprovada, aproximadamente, a idade de fósseis e objetos arqueológicos constituídos há milhares de anos, através da técnica de análise por datação de carbono radioativo (C14).</p>	<p>Apresenta a definição de datação absoluta na qual se enquadra a datação por carbono 14, mostra o desenvolvimento da técnica e uma breve biografia do principal criador. Descreve do processo de datação e calibração de datas, exemplificando e mostrando as limitações, além de</p>

			apresentar outras opções técnicas de datação.
GARDNER <i>et al</i> , 2004	Paleoradiology in mummy studies the Sulman mummy project.	Não encontrado	Descreve um processo não relatado anteriormente, contínuo e colaborativo. Projeto paleoradiológico focado em uma múmia egípcia, envolvendo pesquisadores do Departamento de Antropologia da Universidade de Western Ontario (UWO), St. Joseph's Health Care, Robarts Research Institute e o National Research Council of Canada's Centro Virtual de Tecnologias Ambientais (VETC), Londres, Ont.
HENDRIKS <i>et al</i> , 2019	Uncovering modern paint forgeries by radiocarbon dating.	Não encontrado	A pesquisa apresenta a análise de fraude em uma pintura. HENDRIKS <i>et al</i> (2019) descreve

			<p>o início do uso da datação por carbono 14 na datação e a importância desses estudos em pinturas. Ele explica o processo de datação em pinturas e seus aspectos, como também sua evolução. É descrito então o processo realizado na pintura “Village Scene with Horse and Honn & Company Factory” de Sarah Honn, os resultados obtidos e a conclusão de se a obra é fraude ou não.</p>
HOWARD <i>et al</i> , 2020	Synthesis of a Vocal Sound from the 3,000 year old Mummy, Nesyamun ‘True of Voice’.	Não encontrado	<p>Mostra o processo da síntese da voz de uma múmia. Apresenta um contexto histórico e antropológico, as características físicas descobertas da múmia através dos exames radiológicos, o deslocamento da mesma para a</p>

			realização da tomografia, reconstrução em 3D, impressão e a síntese da voz, mostrando os resultados obtidos e futuras pesquisas.
MENDONÇA; GODOY, 2004	Datação radiocarbônica de sítios arqueológicos do tipo sambaqui pela técnica de absorção de CO ₂ uma alternativa à síntese benzênica.	Não encontrado	Decorre da definição do que se é formado/encontrado em sambaquis, apresentando as amostras da pesquisa realizada em Guapimirim, no Rio de Janeiro. Foi demonstrado a aplicabilidade de um sistema simples de geração/absorção de CO ₂ na datação radiocarbônica de amostras ricas em carbonato.
OLIVEIRA, 2019	Datação de conchas e sedimentos do Sambaqui Gigante Santa Marta II, Laguna, Santa Catarina.	Determinar a idade de conchas e sedimentos do Sambaqui Santa Marta II, Laguna, SC, através dos métodos	Foi determinada pela pesquisa a idade de conchas e sedimentos de diferentes camadas do Sambaqui Santa

		de termoluminescência (TL) e ressonância paramagnética eletrônica (EPR).	Marta II, apresentando os dados, o processo de datação de cada técnica, como foi utilizada e os resultados obtidos e analisados. Foi descoberto diferente do que se esperava, que as datas não iam aumentando conforme a profundidade, isso por conta de o sambaqui ter sido danificado por uma construção.
PATRÍCIO; SILVA; DE MELO FILHO, 2012	A radioatividade e suas utilidades.	Apresentar a história da radioatividade e os principais acidentes radiológicos ocorridos ao longo da história, evidenciando as consequências à saúde humana e o seu monitoramento.	Descreve a história da radiologia, a descoberta da radioatividade e seu desenvolvimento. Apresenta a aplicabilidade dos radioisótopos, tanto na indústria, agricultura, quanto na medicina nuclear e radioterapia, mostrando também os principais acidentes

			radiográficos envolvendo radioisótopos e suas consequências.
PETRELLA <i>et al</i> , 2016	CT scan of thirteen natural mummies dating back to the XVI-XVIII centuries: an emerging tool to investigate living conditions and diseases in history.	Correlacionar os achados radiológicos detectados com tomografia computadorizada com dados antropológicos dados em 13 corpos naturalmente mumificados descobertos durante os trabalhos de recuperação de um antiga igreja em uma cripta em Roccapelago, nos Apeninos italianos.	Foi investigada um grupo de 13 múmias através da tomografia computadorizada, reconstituindo as imagens, analisando os aspectos anatômicos relacionados a sexo, patologia, estrutura etc. e os aspectos antropológicos. Apresentando os dados coletados e os resultados obtidos da análise e suas conclusões.
RIBEIRO, 2015	Datação por carbono-14.	Não encontrado	O artigo faz um pequeno contexto histórico do desenvolvimento da técnica de carbono 14 e suas consequências, explica como funciona e como é usada a técnica por meio de contextos

			físicos, químicos e cálculos.
TEIXEIRA; DOS SANTOS SOARES, 2019	Caracterização das principais técnicas utilizadas para identificação humana através de ossadas.	Revisar e descrever os métodos usados para determinação de sexo e idade através do uso dos ossos do crânio.	O texto descreve os métodos usados para determinação de sexo e idade através do estudo de dimorfismos anatômicos ósseos na antropologia forense. Apresenta tabelas que descreve os principais aspectos na observação para a definição de estimativa de sexo, ancestralidade e estatura.
UMIJI, 2014	Datação de Cerâmicas Arqueológicas do Noroeste Paulista pelo Método da Termoluminescência.	Determinar a idade das amostras estabelecendo uma metodologia experimental destinada à datação de fragmentos de materiais cerâmicos baseada na Técnica da Termoluminescência, usando o método da dose adicional, e assim	O artigo é uma pesquisa de datação de cerâmicas arqueológicas do noroeste paulista pelo método da termoluminescência. Ela introduz apresentando a conceituação da arqueologia, os métodos de datação da área, a história do método de TL,

		<p>contribuir com os arqueólogos na obtenção de subsídios para a consolidação da hipótese da ocupação indígena e determinar a tradição que este grupo pertencia.</p>	<p>descreve os conceitos físicos e químicos das radiações, cerâmicas, cristais, métodos de termoluminescência etc. Descreve os processos e materiais usados na análise dessas cerâmicas, apresentando os resultados obtidos e conclusões realizadas a partir dessas.</p>
VILLAÇA <i>et al</i> , 2011	<p>Utilização das peculiaridades de pelvis masculinas e femininas para classificação por gênero de pelvis humanas isoladas.</p>	<p>Quantificar e classificar por gênero pelvis humanas isoladas, baseando-se nas diferenças anatômicas existentes entre os espécimes do sexo masculino e feminino. Ainda, inferir os diâmetros pélvicos superiores e inferiores das pelvis analisadas, classificá-las quanto</p>	<p>Avaliação observacional de todas as pelvis disponíveis nos laboratórios de Anatomia Humana de universidade particular da cidade de São Paulo – SP, introduzindo e explicando acerca das principais diferenças.</p>

		a esses diâmetros quanto a seu formato.	
--	--	---	--

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim é com base nessa revisão bibliográfica que foi possível demonstrar a importância da radiologia, exames radiológicos, bem como a aplicabilidade das técnicas radiográficas no auxílio da análise de artefatos arqueológicos.

Podemos notar o quanto essa evolução e uso da radiologia como meio de estudo não destrutivo revolucionou a análise de artefatos e nos trouxe diversas descobertas no ramo da arqueologia.

É notório que com a adição das técnicas radiológicas e o avanço da tecnologia, as informações acerca dos achados arqueológicos se tornaram mais precisas e completas, além da preservação desses objetos e sítios tornando a exposição deles mais frequentes e amplas.

REFERÊNCIAS

ALVES, Felipe et al. Raios X aplicados à arqueometria. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-PERNAMBUCO, v. 1, n. 3, p. 59-68, 2014.

BBC. Mummy returns: Voice of 3,000-year-old Egyptian priest brought to life. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-51223828>. Acesso em: 20 ago. 2021

CARDOSO, Eliezer de Moura. Aplicações da energia nuclear. 2008.

CARVALHO, Patricia Ramos. Cerâmicas arqueológicas e arqueometria. Fase Bacabal: um estudo sobre a ocupação no sudoeste da Amazônia. 2018. 152 p. Tese (Doutorado Em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN – CNEN/SP. São Paulo.

CHHEM, Rethy. Paleoradiology: history and new developments. In: Paleoradiology. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 1-14.

COELHO, João Manuel. Datação em arqueologia. Anotada na ERC, p. 68, 2009.

COSTA, Rui José Alves da. Estudo antro-p radiológico forense de uma múmia egípcia. 2013.

DAJER, Maria Eugenia. Análise de sinais de voz por padrões visuais de dinâmica vocal. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DE AZEVEDO, Renata Libonati. Datação por termoluminescência de cerâmicas do sítio arqueológico Aldeia do Carlos (PI). 2011.

DEBLASIS, Paulo; GASPAR, Madu. Os sambaquis do sul catarinense: retrospectiva e perspectivas de dez anos de pesquisas. *Especiaria: Cadernos de Ciências Humanas*, v. 11, n. 20, 21, 2015.

FERNANDES, Pedro Alexandrino. Fraudes e falsificações na Arte e Arqueologia desmascaradas pela datação por Carbono 14. *Revista de Ciência Elementar*, v. 7, n. 4, 2019.

FRANCISCO, Fabiano Celli et al. Radiologia: 110 anos de história. *Rev Imagem*, v. 24, p. 281-6, 2005.

FRANCISCO, J. A. S.; LIMA, A. A.; ARÇARI, D. P. Datação por carbono-14. *The Carbon-14*, 2011.

GARDNER, Janet C. et al. Paleoradiology in mummy studies the Sulman mummy project. *JOURNAL-CANADIAN ASSOCIATION OF RADIOLOGISTS*, v. 55, n. 4, p. 228-234, 2004.

HENDRIKS, Laura et al. Uncovering modern paint forgeries by radiocarbon dating. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 116, n. 27, p. 13210-13214, 2019.

HOWARD, D. M. et al. Synthesis of a Vocal Sound from the 3,000 year old Mummy, Nesyamun 'True of Voice'. *Scientific reports*, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2020.

MENDONÇA, Maria Lúcia TG; GODOY, José Marcus. Datação radiocarbônica de sítios arqueológicos do tipo sambaqui pela técnica de absorção de CO₂ uma alternativa à síntese benzênica. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 323-325, 2004.

OLIVEIRA, Leticia Mendes de. Datação de conchas e sedimentos do Sambaqui Gigante Santa Marta II, Laguna, Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2019.

PATRÍCIO, Maria da Conceição Marcelino; SILVA, Virgínia Mirtes de Alcântara; DE MELO FILHO, Antônio Antunes. A radioatividade e suas utilidades. *POLÊM! CA*, v. 11, n. 2, p. 252-260, 2012.

PETRELLA, Enrico et al. CT scan of thirteen natural mummies dating back to the XVI-XVIII centuries: an emerging tool to investigate living conditions and diseases in history. *PLoS One*, v. 11, n. 6, p. e0154349, 2016.

RIBEIRO, Daniel. Datação por carbono-14. *Revista de Ciência Elementar*, v. 3, n. 4, 2015.

TEIXEIRA, Valéria Maria Costa; DOS SANTOS SOARES, Tania Regina. Caracterização das principais técnicas utilizadas para identificação humana através de ossadas. Arquivos do MUDI, v. 23, n. 3, p. 574-589, 2019.

UMJI, Reinaldo Massayuki. Datação de Cerâmicas Arqueológicas do Noroeste Paulista pelo Método da Termoluminescência. 2014.

VILLAÇA, Priscila Ferreira et al. Utilização das peculiaridades de pelvis masculinas e femininas para classificação por gênero de pelvis humanas isoladas. O Anatomista. 2011.

ANEXOS



Fig. 1

Radiografia de Koenig do gato egípcio.
Fonte: COSTA, 2013.

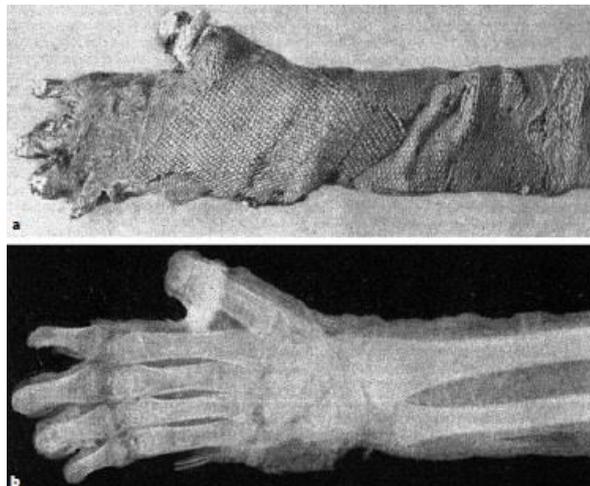


Fig. 2

Em cima a fotografia da mão e parte do antebraço da múmia. Em baixo a radiografia da mesma.
Fonte: COSTA, 2013.

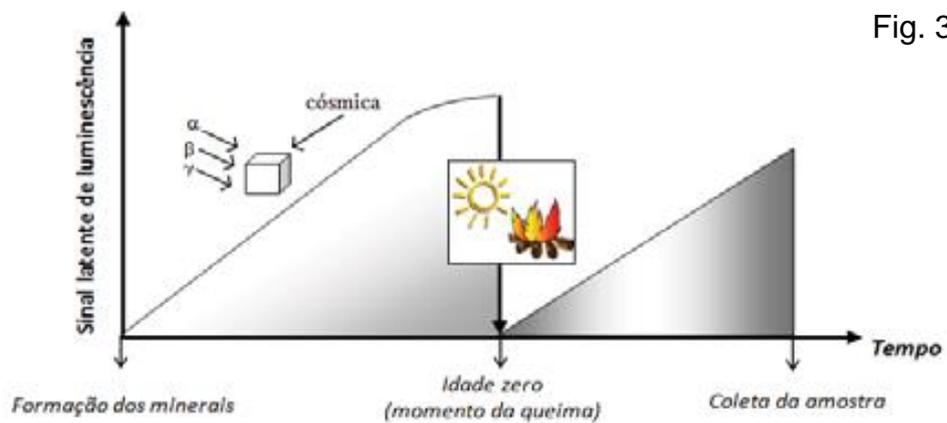


Fig. 3

Esquema da datação por termoluminescência de materiais cerâmicos.
Fonte: DE AZEVEDO, 2011.



Fig. 4

Village Scene with Horse and Honn & Company Factory, Sarah Honn, 1866. A região marcada de azul é onde a amostra de tinta foi retirada.
 Fonte: HENDRIKS *et al*, 2019

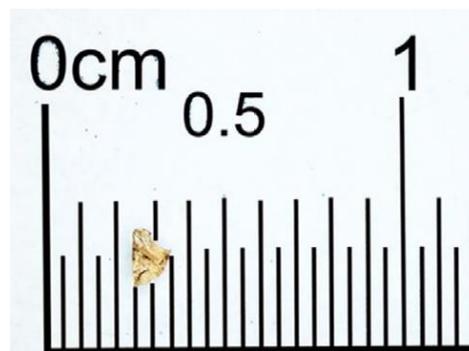


Fig. 5

Tamanho da amostra de tinta usada na análise foi de apenas 28 microgramas.
 Fonte: FERNANDES, 2019.

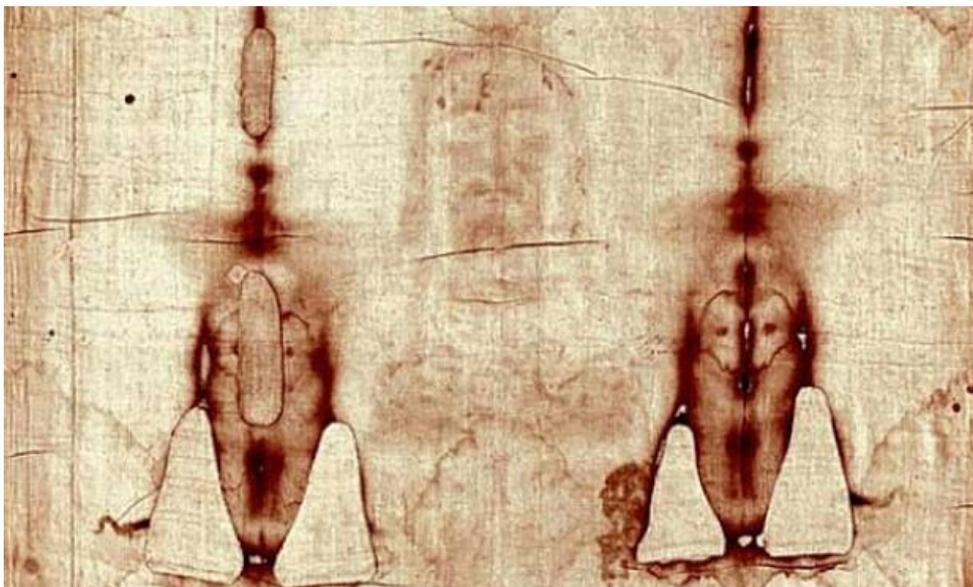


Fig. 6

O Sudário de Turim. Fonte: ORIUBDI.net

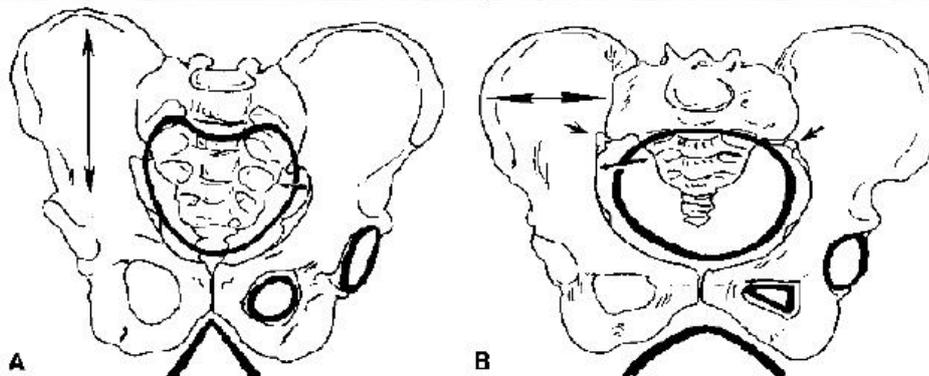


Fig. 7

Pintura ilustrando o Santo Sudário, manto em que vemos Cristo deitado. O sepultamento de Cristo, Guercino, óleo sobre tela, 1656. Fonte: FRANCISCO, 2011.



Fig. 8



Comparação entre pelves, masculina à esquerda e feminina à direita. Fonte: COSTA, 2013.



Fig. 9

Exemplo de maturação óssea.
Fonte: Incrível Club



Fig. 10

Fonte: COSTA, 2013.

Fig. 11

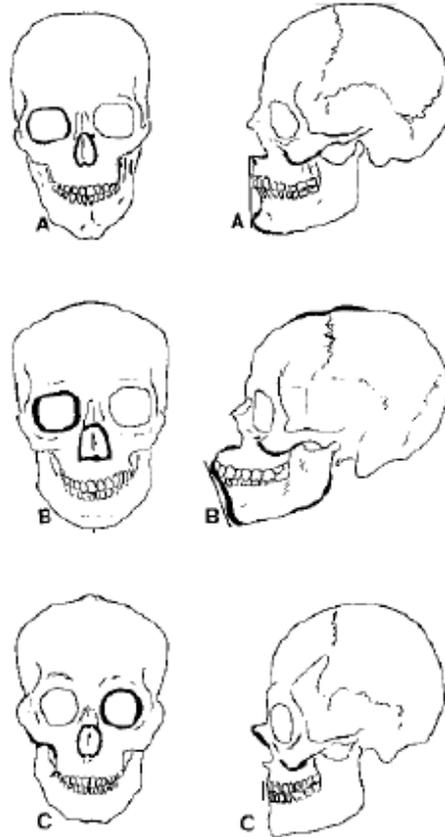


Ilustração comparando crânios, sendo A):
Caucasiano, B) Africano e C) Mongoloide/ Asiático.
Fonte: COSTA, 2013.



Fig. 12

Raio-x e tomografia de múmia, respectivamente.
Fonte: COSTA, 2013.

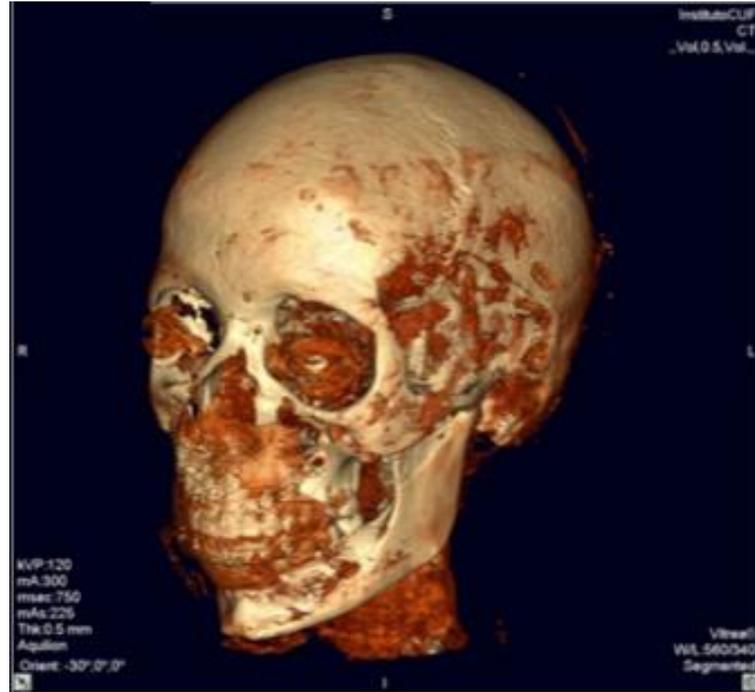


Fig. 13

Reconstrução em 3D do crânio da múmia.
Fonte: COSTA, 2013.



Fig. 14

Comparação entre radiografias de pelve da múmia e de um indivíduo do mesmo gênero, respectivamente. Fonte: COSTA, 2013.



Fig. 15

Radiografias de crânio e face da múmia, respectivamente.
Fonte: COSTA, 2013.



Fig. 16

Fonte: HOWARD *et al*, 2020.

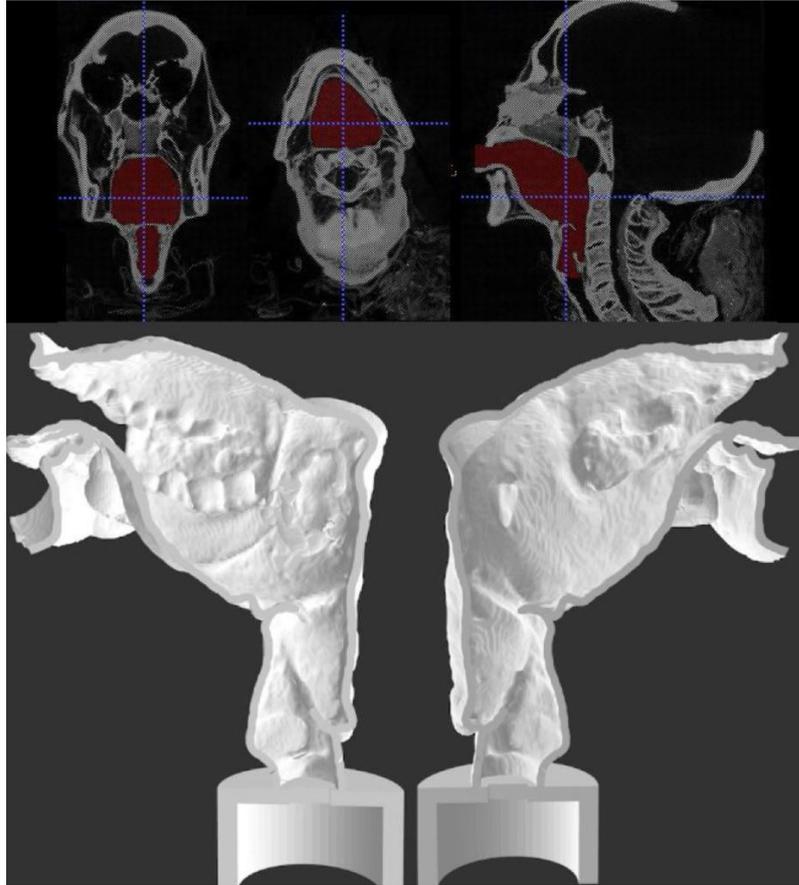


Fig. 17

Em cima podemos ver corte variados da reconstrução 3D do trato vocal e em baixo vemos a impressão 3D da mesma.
 Fonte: HOWARD *et al*, 2020.



Fig. 18

Sítio arqueológico Sambaqui Santa Marta II.
 Fonte: OLIVEIRA, 2019.