



**Laboratório de Estudos Arqueológicos  
Grupo de Pesquisa CNPq: Núcleo de Estudo e Pesquisa de Arqueologia e  
Antropologia Forense - NEPAAF/LEA/UNIFESP)  
Smithsonian Institution**

**Estimativa do Intervalo postmortem por leitura do radiocarbono gerado pelo *bomb pulse*: *Novos dados do Brasil***  
(Bomb Pulse Radiocarbon Estimation of the Post-Mortem Interval: New Data from Brazil)

**Projeto autorizado pelo CONEP (documento anexado na Plataforma Brasil)**

**CAAE: 29295220.2.0000.5505**

**Responsável:** Profa. Dra. Cláudia Regina Plens  
**Co-responsável:** Prof. Dr. Douglas Ubelaker (Smithsonian Institution)

**Equipe:**  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Palhares Machado (Perito Criminal Polícia Federal)  
Profa. Dra. Evelyne Pessoa Soriano (Universidade Estadual de Pernambuco)  
Profa. Dra. Marcus Vitor Diniz (Universidade Estadual de Pernambuco)  
Prof. Dr. Eduardo Daruge Junior (Universidade Estadual de Campinas)  
Prof. Dr. Luiz Francesquini Júnior (Universidade Estadual de Campinas)  
Prof. Dr. Erasmo de Almeida Junior (Faculdade Paraíso)

2020

**Resumo:** A estimativa do tempo desde a morte (intervalo *postmortem*) de restos humanos recuperados representa um componente crítico da investigação antropológica forense. Os investigadores precisam saber se os remanescentes datam do período moderno de interesse médico-legal (geralmente nas últimas décadas). Com o objetivo de se aprofundar na precisão de análise do tempo decorrido desde a morte, o presente projeto tem por objetivo analisar cinquenta e seis amostras de ossos representativos de quatro tecidos ósseos diferentes de 14 esqueletos humanos brasileiros adultos com data de nascimento de 1963 para análise do *bomb-pulse* de radiocarbono. Os tecidos ósseos serão coletados de duas coleções osteológicas humanas brasileiras: coleção osteológica humana do Departamento de Odontologia Forense da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campus Piracicaba, do Centro de Estudos em Antropologia Forense (CEAF) da Universidade de Pernambuco (UPE) e da Faculdade Paraíso, Araripina, PE. Os resultados são necessários para esclarecer o tempo de atraso entre os níveis atmosféricos / dietéticos de radiocarbono e os de diferentes tecidos dentro do esqueleto humano. Esses dados elucidam o impacto da idade na morte no tempo de atraso do radiocarbono. Esse esclarecimento facilitará o uso de radiocarbono de pulso de bomba moderno em tecidos esqueléticos humanos para estimar o intervalo *postmortem* (tempo decorrido desde a morte). O projeto tem potencial para melhorar substancialmente a precisão do tempo desde a estimativa da morte.

**Palavras-Chave:** intervalo *posmortem*; *bomb pulse* radiocarbônico moderno; Antropologia Forense;  $^{14}\text{C}$ ; Direitos Humanos.

**Abstract:** Estimation of the time since death (post-mortem interval) of recovered human remains represents a critical component of forensic anthropological casework. Investigators need to know if remains date from the modern period of medico-legal interest (usually the last few decades).

In order to deepen the accuracy of the analysis of the time since death, the present project aims to analyze fifty-six bone samples representing four different tissues from 14 adult Brazilian human skeletons with birth dates of 1963 will be analyzed for bomb-pulse radiocarbon. Bone tissues will be collected from two Brazilian human osteological collections: human osteological collection of the Departamento de Odontologia Forense da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campus Piracicaba, Centro de Estudos em Antropologia Forense (CEAF), Universidade de Pernambuco (UPE) and Paraíso Faculty, Araripina, PE. Results are needed to clarify the lag time between atmospheric / dietary levels of radiocarbon and those of different tissues within the human skeleton. These data will elucidate the impact of age at death on radiocarbon lag time. This clarification will facilitate use of modern bomb-pulse radiocarbon in human skeletal tissues to estimate the post-mortem interval (time since death). The project likely will substantially improve the accuracy of time since death estimation.

**Key-Words:** post-mortem interval; modern bomb-pulse radiocarbon; Forensic Anthropology;  $^{14}\text{C}$ ; Human Rights.

## Introdução

A estimativa do tempo desde a morte (intervalo *post-mortem*) de remanescentes humanos recuperados representa um componente crítico da investigação antropológica forense. Os investigadores precisam saber se os remanescentes datam do período moderno de interesse médico-legal (geralmente nas últimas décadas).

Se os restos mortais são modernos, as datas de morte precisam ser estimadas o mais exatamente possível. Infelizmente, uma extensa pesquisa e experiência de casos demonstraram que essas estimativas feitas a partir de observações de preservação de tecidos são extremamente imprecisas devido à grande variedade de fatores que influenciam o processo de decomposição.

Na maioria dos casos, na ausência de informações contextuais de diagnóstico, os indicadores morfológicos não permitem distinguir restos modernos de antigos e / ou estimativas confiáveis de tempo desde a morte.

Em 2001, o Prof. Douglas Ubelaker, renomado antropólogo forense e parceiro do presente projeto, observou que o uso de radiocarbono de *bomb pulse* oferecia uma solução para o problema de estimativa do tempo desde a morte. Os testes atmosféricos de dispositivos termonucleares entre 1950 e 1963 produziram grandes quantidades de carbono-14 artificial na atmosfera. A partir de então esses níveis elevados de carbono-14 foram incorporados aos tecidos de todos os organismos vivos, incluindo seres humanos, por meio da cadeia alimentar. Após a cessação dos principais testes termonucleares no início dos anos 1960, os níveis de radiocarbono atmosférico atingiram um pico em cerca de 1963 e, subsequentemente, começaram a entrar em um lento declínio.

Na análise forense de restos humanos, níveis elevados de radiocarbono acima dos níveis anteriores a 1950 provam que a pessoa representada estava viva após 1950. Como os anos seguintes a 1950 correspondem aproximadamente ao período de interesse



médico-legal, o radiocarbono de pulso de bomba oferece informações importantes em relação à estimativa do intervalo *postmortem*.

Se forem descobertos valores elevados (modernos) de radiocarbono, o objetivo forense passa a estimar quando, durante o período moderno, ocorreu a morte. Com um único valor moderno de radiocarbono, geralmente não é possível determinar se ele se relaciona com os níveis atmosféricos / dietéticos no aspecto de ascensão precoce da curva ou na parte posterior da curva posterior a 1963.

Posteriormente, Ubelaker et. al. (2006) sugeriram que a solução para esse problema consistia na realização de análises de radiocarbono de dois tecidos que refletem diferenças na formação e / ou taxas de remodelação. Por exemplo, o osso em grande parte trabecular do corpo de uma vértebra lombar remodela mais rapidamente que o osso cortical denso da diáfise femoral. Assim, dentro de um único esqueleto adulto, os valores de radiocarbono derivados do osso trabecular cruzariam a curva da bomba em um ponto mais próximo da data da morte do que os derivados do osso cortical. A comparação dos valores desses dois tecidos permite o posicionamento adequado na curva.

Dados provenientes de valores de radiocarbono de restos humanos documentados revelam que a idade da morte também representa um fator a ser considerado. Com o aumento da idade adulta, a taxa de remodelação óssea diminui com o efeito de aumentar o tempo de atraso entre os níveis atmosféricos / alimentares e os registrados nos tecidos duros. Embora algumas informações tenham sido publicadas sobre essa variação dos níveis de radiocarbono em diferentes tecidos, e como elas foram afetadas pela idade, mais dados são ainda necessários para refinar o método.

## Objetivo

O objetivo do presente projeto é ampliar o conhecimento atual sobre a incorporação do nível de  $^{14}\text{C}$  em diferentes tecidos ósseos, de modo a refinar o método empregado para averiguação de tempo decorrido desde a morte, de extrema utilidade para investigações



forenses. Para tanto, quatorze (14) indivíduos adultos de ambos os sexos, com idade conhecida na morte, provenientes de duas coleções osteológicas humanas brasileiras, serão devidamente amostrados para análise de  $^{14}\text{C}$  a ser realizada no laboratório *Beta Analytics*, nos EUA.

As amostras serão coletadas de indivíduos nascidos em 1963, presentes nas coleções osteológicas do Departamento de Ciências de Saúde e Odontologia Infantil – Área de Odontologia Legal – da Universidade Estadual de Campinas, Campus Piracicaba, SP, e do Centro de Estudos em Antropologia Forense, da Universidade Estadual de Pernambuco, PE, conforme cartas de autorização de pesquisa em anexo.

## **Metodologia**

Durante um workshop realizado pelo Laboratório de Estudos Arqueológicos (LEA/UNIFESP) e conduzido por Ubelaker em São Paulo, foi discutido com a Profa. Cláudia Plens a necessidade de valores de radiocarbono de diferentes tecidos ósseos de indivíduos com idade conhecida na morte. Observamos que indivíduos com data de nascimento em 1963, no pico da curva, permitiriam examinar o efeito da idade na morte no tempo de atraso do radiocarbono e esclarecer ainda mais os valores de diferentes tecidos ósseos.

A partir de então a Profa Cláudia Plens e o perito criminal Dr. Carlos Eduardo Palhares identificaram 14 indivíduos em coleções esqueléticas documentadas, provenientes do Nordeste e do sudeste do país, todos com data de nascimento em 1963. Esses quatorze (14) indivíduos adultos de ambos os sexos têm idade conhecida na morte. Foram obtidas permissões para amostrar quatro locais dentro de cada esqueleto para análise de radiocarbono: abóbada craniana, occipital basilar, corpo da vértebra lombar e fêmur do eixo.



Os dados cranianos são necessários, pois muitos casos forenses consistem apenas em crânios recuperados. Teoricamente, no interior do crânio, a remodelação deve ser mais rápida no occipital basilar do que na abóbada craniana. Os dados desses dois locais permitiriam uma colocação adequada na curva e na interpretação da bomba. No entanto, a abordagem permanece teórica, uma vez que os valores de radiocarbono desses dois locais não foram publicados.

Os dados do corpo vertebral e do fêmur de eixo intermediário complementarão os dados publicados anteriormente e esclarecerão a questão do tempo de atraso. As datas de nascimento de 1963 permitem o exame direto do tempo de latência sem confusão introduzido pelo radiocarbono retido que se formou antes de 1963.

As amostras serão coletadas pela Profa. Cláudia Plens e pelo perito criminal Dr. Carlos Eduardo Palhares no Departamento de Ciências de Saúde e Odontologia Infantil - Área de Odontologia Legal - da Universidade Estadual de Campinas, Campus Piracicaba, SP, no Centro de Estudos em Antropologia Forense, da Universidade Estadual de Pernambuco, PE, e, Faculdade Paraíso, Araripina, PE, conforme cartas de autorização de pesquisa em anexo.

**A pesquisa somente terá início a partir da autorização do CEP e do CONEP. Trata-se de um projeto vinculado s Resolução 466/2012.**

Em seguida, as amostras serão enviadas ao laboratório *Beta Analytics*, nos EUA, onde serão realizadas as análises de  $^{14}\text{C}$ . A partir da devolutiva do laboratório quanto aos dados, a equipe deverá se reunir para discussão dos dados e confecção de artigo científico.

Vale ressaltar que a análise de radioisótopo se trata de uma análise destrutiva, pois para seu processamento ela consome totalmente a amostra para transformar o osso em gases que serão analisados física e quimicamente. Portanto, não haverá devolução de qualquer amostra para as instituições envolvidas. De acordo com o protocolo de pesquisa conforme disposto na Resolução CNS no 441 de 2011 e na Portaria MS no 2201 de 2011,





## Orçamento Financiado

**PROJETO:** Estimativa do Intervalo postmortem por leitura do radiocarbono gerado pelo *bomb pulse: Novos dados do Brasil*  
(Bomb Pulse Radiocarbon Estimation of the Post-Mortem Interval: New Data from Brazil)

### EQUIPE:

**Responsável:** Profa. Dra. Cláudia Regina Plens (Universidade Federal de São Paulo)  
**Co-responsável:** Prof. Dr. Douglas Ubelaker (Smithsonian Institution)

### Equipe:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Palhares Machado (Perito Criminal Polícia Federal)  
Profa. Dra. Evelyne Pessoa Soriano (Universidade Estadual de Pernambuco)  
Profa. Dra. Marcus Vitor Diniz (Universidade Estadual de Pernambuco)  
Prof. Dr. Eduardo Daruge Junior (Universidade Estadual de Campinas)  
Prof. Dr. Luiz Francesquini Júnior (Universidade Estadual de Campinas)  
Prof. Dr. Erasmo de Almeida Junio (Faculdade Paraíso)

Atividade/Custeio	Valor US\$	Valor Real
Viagem para coleta de amostras	900.00	4.500,00
Material	200.00	900,00
Serviço de terceiros/ análise das amostras no Beta Analytics (EUA)	36,400.00	163.800,00
<b>Valor Total</b>	<b>37,500.00</b>	<b>169.200,00</b>



## Resultados Esperados

Este projeto de pesquisa adicionará informações de vital importância sobre o papel da idade na morte na interpretação do tempo de latência no uso de radiocarbono em *bomb pulse* para estimar o intervalo *postmortem*. Esta informação irá melhorar drasticamente este método e levar a melhorias nas estimativas do intervalo post-mortem em casos forenses que envolvem restos esqueléticos humanos. Esta pesquisa afeta a antropologia forense em geral, mas especialmente as investigações humanitárias e de direitos humanos globais e os esforços de identificação após conflitos armados.

Além disso, é uma oportunidade única a possibilidade de equipes brasileiras poderem se integrar e participar de um projeto com o autor de uma metodologia adotada no campo forense internacionalmente, o Dr. Douglas Ubelaker, do Smithsonian Institution, EUA.

## Referências bibliográficas

- 2001 Douglas H. Ubelaker. Artificial Radiocarbon as an Indicator of Recent Origin of Organic Remains in Forensic Cases. *Journal of Forensic Sciences* 46(6/November):1285-1287.
- 2002 Douglas H. Ubelaker and Max M. Houck. Using Radiocarbon Dating and Paleontological Extraction Techniques in the Analysis of a Human Skull in an Unusual Context. *Forensic Science Communications* 4(4/October):4 pages.
- 2006 Douglas H. Ubelaker and Bruce A. Buchholz. Complexities in the Use of Bomb-Curve Radiocarbon to Determine Time Since Death of Human Skeletal Remains. *Forensic Science Communications* 8(1):9 pages.
- 2006 Douglas H. Ubelaker, Bruce A. Buchholz and John Stewart. Evaluation of Date of Death through Analysis of Artificial Radiocarbon in Distinct Human Skeletal and Dental Tissues (Abstract). *Proceedings of the American Academy of Forensic Sciences* XII:316.
- 2006 Douglas H. Ubelaker, Bruce A. Buchholz and John E. B. Stewart. Analysis of Artificial Radiocarbon in Different Skeletal and Dental Tissue Types to Evaluate Date of Death. *Journal of Forensic Sciences* 51(3):484-488.

- 2011 Douglas H. Ubelaker and Roberto C. Parra. Radiocarbon analysis of dental enamel and bone to evaluate date of birth and death: Perspective from the southern hemisphere. *Forensic Science International* 208:103-107.
- 2013 Joyce K. Stocking, Macarena D. Hevia and Douglas H. Ubelaker. Radiocarbon Analysis of Fly Pupal Cases to Estimate Date of Death. *Proceedings of the American Academy of Forensic Sciences*. Volume XIX: p. 380.
- 2013 Claudia E. Garrido-Varas, Douglas H. Ubelaker and Marisol A. Intriago-Leiva. The Use of Radiocarbon Analysis in a Chilean Human Rights Commingled Case. *Proceedings of the American Academy of Forensic Sciences*. Volume XIX: p. 425-426.
- 2014 Douglas H. Ubelaker. Contributions of Radiocarbon Analysis in Human Rights Investigations. *Annals of Anthropological Practice*, 38(1) 155-164.
- 2014 Douglas H. Ubelaker. Radiocarbon Analysis of Human Remains: A Review of Forensic Applications. *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 59, No. 6: pp. 1466-1472.
- 2015 Douglas H. Ubelaker, Christian Thomas, Jacqueline E. Olson. The Impact of Age at Death on the Lag Time of Radiocarbon Values in Human Bone. *Forensic Science International*, vol. 251, pp 56-60.
- 2016 Douglas H. Ubelaker. Evaluación del interval post mortem en el context forense. Pp. 175-187 in *Patología y Antropología Forense De La Muerte*, edited by César Sanabria Medina. Bogota: Forensic Publisher.
- 2017 Douglas H. Ubelaker. International Advances in Identification of Human Remains. *New Perspectives in Forensic Human Skeletal Identification*. Ed. Krista Lathem, Eric Bartelink, Michael Finnegan. Academic Press: An imprint of Elsevier. London, United Kingdom. Chapter 25. Pp. 295-300.
- 2018 Douglas H. Ubelaker. Forensic Trends in Forensic Anthropological Humanitarian Action. *P5 Medicine and Justice*. Ed. Ferrara S., NY, Springer. Pp 268-277.
- 2018 Douglas H. Ubelaker. Recent advances in forensic anthropology. *Forensic Sciences Research*, Vol. 3, No. 4, pp 275-277.
- 2019 Douglas H. Ubelaker. Forensic Anthropology: Methodology and Applications. Chapter 2, pp. 43-71 in *Biological Anthropology of the Human Skeleton* edited by M. Anne Katzenberg and Anne L. Grauer. Oxford: Wiley Blackwell.
- 2019 Douglas H. Ubelaker, Austin Shamlou and Amanda E. Kunkle. Forensic anthropology in the global investigation of humanitarian and human rights abuse: Perspective from the published record. *Science and Justice*, Vol. 59, Issue 2, pp. 203-209.
- 2019 Ubelaker, Douglas H. New directions in forensic anthropology. Chapter 1, pp. 1-18 in *The Future of Forensic Science*, ed. Daniel A. Martell. Hoboken: Wiley.

