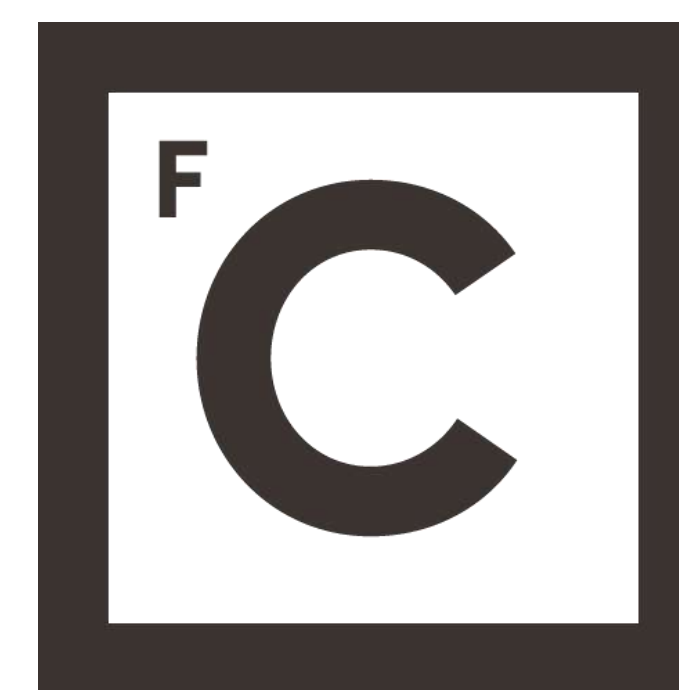


Cronómetros do Esqueleto: a metilação de ADN como o novo método da estimativa da idade para remanescentes humanos esqueletizados



Ciências
ULisboa

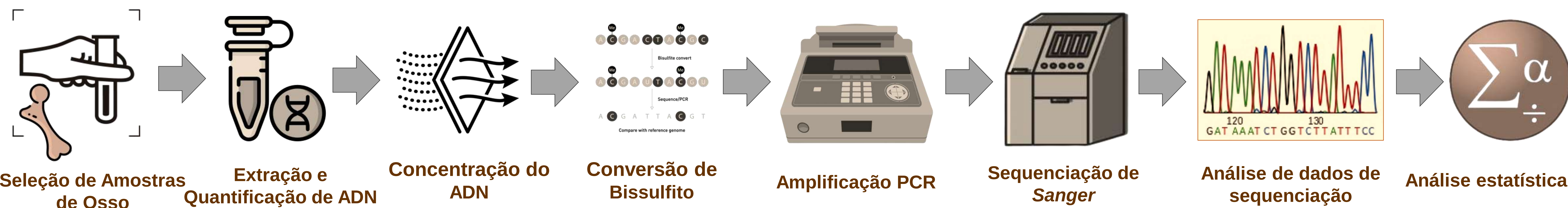
João Silva 1,7; Helena Correia Dias 1,2,9; Heloísa Afonso Costa1,3; Rui Nascimento1,4; Francisco Corte Real1,5; Laura Cainé1,6,10; António Amorim1,7,8,10

1 Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses, Portugal; 2Laboratório de Antropologia Forense, Universidade de Coimbra, Portugal; 3Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal; 4Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal; 5Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal; 6Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Portugal; 7Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal; 8Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, Portugal; 9Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS), Universidade de Coimbra, Portugal; 10REQUIMTE | Laboratório Associado, Analytical Development Group, Portugal;

DNAm COMO PREDITOR DE IDADE

- Nos últimos 15 anos a análise da **metilação do ADN (DNAm)** emergiu como uma ferramenta **inovadora e promissora** para **estimar a idade à morte** em contextos médico-legais e forenses em vários tecidos biológicos humanos como sangue, ossos e dentes, **com elevada precisão [1,2,3]**.
- Este método poderá ser uma **robusta alternativa** para a estimativa da idade em **ossos degradados ou incompletos**.
- O presente estudo aplica um modelo de predição de idade (APM, *age prediction model*), previamente desenvolvido em ossos frescos de indivíduos da população portuguesa [2], a **amostras ósseas esqueletizadas**, procurando validar e otimizar os protocolos laboratoriais, que visam **maximizar a quantidade e qualidade do ADN**, e apoiar a sua futura aplicação em investigações forenses complexas.

- Investigação de padrões de DNAm em genes-alvo (C1orf132, EDARADD, ELOVL2) para estimar a idade à morte do indivíduo.
- Otimização de protocolos de extração e concentração de ADN em ossos degradados.
- Aplicação de um APM desenvolvido em ossos de indivíduos da população portuguesa.



APLICAÇÕES E VANTAGENS

Identificação de indivíduos desconhecidos: Fornece uma estimativa objetiva e quantitativa da idade à morte do indivíduo em contextos onde outros métodos secundários de identificação não podem ser aplicáveis devido à degradação dos restos humanos.

Utilidade em casos complexos: Adequado para situações de desastres em massa, e outros cenários excepcionais forenses onde apenas os restos osteológicos estão disponíveis para análise.

Independência de integridade esquelética completa: Permitir a análise de pequenos fragmentos ósseos, sem necessidade de esqueletos completos para aplicação das diversas metodologias de estimativa da idade antropológica.

Complementaridade com outros métodos forenses: Conjugar com métodos antropológicos fortalecendo a investigação da estimativa da idade e subsequentemente ajudando no estabelecimento do perfil biológico do indivíduo.

Potencial para padronização: Desenvolver protocolos otimizados de concentração de ADN e análise de DNAm em ossos secos.

Aplicações em:

Investigações forenses
Investigações Disaster Victim Identification
Investigações históricas/arqueológicas

LIMITAÇÕES

- Degradação intrínseca do ADN em ossos secos:** o tempo decorrido desde a morte (IPM) e a exposição a diferentes fatores ambientais (como temperatura, humidade, pH do solo) podem comprometer a integridade do ADN e a eficiência das etapas subsequentes.
- Variabilidade na quantidade do ADN:** As concentrações de ADN extraído da nossa amostragem variaram significativamente (0,004–0,150 ng/μL)
- Potencial de contaminação:** Apesar das precauções laboratoriais, a manipulação de múltiplas extrações por amostra aumenta a complexidade e o risco de contaminação cruzada.

PASSOS FUTUROS

- Análise das amostras restantes** para avaliar a aplicabilidade do APM em ossos esqueletizados com diferentes IPMs.
- Aplicação do APM num conjunto amostral maior e mais diversificado**, incluindo diferentes condições de preservação dos restos humanos.
- Comparação com outros métodos de estimativa de idade antropológicos** para avaliar vantagens e complementaridades.
- Exploração com sequenciação NGS** possivelmente aumentando a resolução e precisão da estimativa da idade.
- Desenvolvimento de protocolos standardizados e reprodutíveis** que sejam aplicáveis em diferentes laboratórios forenses, nacionais e internacionais.

Referências Bibliográficas

- [1] Correia Dias, H., Manco, L., Corte Real, F., & Cunha, E. (2021). A blood– bone–tooth model for age prediction in forensic contexts. *Biology*, 10(12), 1312. <https://doi.org/10.3390/biology10121312>
- [2] Correia Dias, H., Corte-Real, F., Cunha, E., & Manco, L. (2020). DNA methylation age estimation from human bone and teeth. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 54(2), 163–176. <https://doi.org/10.1080/00450618.2020.1805011>
- [3] Correia Dias, H., Cunha, E., Corte Real, F., & Manco, L. (2022). Challenges and (un)certainities for DNAm age estimation in future. *Forensic Sciences*, 2(3), 601-614. <https://doi.org/10.3390/forensicsci2030044>

Projeto desenvolvido no Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses
No âmbito da Dissertação de Mestrado em Biologia Molecular e Genética da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa



CONGRESSO NACIONAL
DE MEDICINA LEGAL E CIÊNCIAS FORENSES

16-18
OUT.
2025