



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS**

**HELSON FREITAS DA SILVEIRA**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA TÉCNICA INOVADORA DE PIGMENTAÇÃO DE  
PEÇAS ANATÔMICAS PLASTINADAS E DE UMA FERRAMENTA DE ENSINO DE  
ANATOMIA**

**FORTALEZA**

**2023**

HELSON FREITAS DA SILVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA TÉCNICA INOVADORA DE PIGMENTAÇÃO DE  
PEÇAS ANATÔMICAS PLASTINADAS E DE UMA FERRAMENTA DE ENSINO DE  
ANATOMIA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciências Morfofuncionais, do Departamento de Morfologia, da Faculdade de Medicina, na Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências Morfofuncionais.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Lima Vale  
Coorientadora: Profa. Dra. Delane Viana Gondim

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F936d Freitas da Silveira, Helson.

Desenvolvimento de uma técnica inovadora de pigmentação de peças anatômicas plastinadas e de uma ferramenta de ensino de anatomia / Helson Freitas da Silveira. – 2023.

105 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Mariana Lima Vale.

Coorientação: Prof. Dr. Delane Viana Gondim.

1. Anatomia. 2. Plastinação. 3. Pigmentação. 4. Banco de dados. 5. Educação. I. Título.

CDD 610

---

HELSON FREITAS DA SILVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA TÉCNICA INOVADORA DE PIGMENTAÇÃO DE  
PEÇAS ANATÔMICAS PLASTINADAS E DE UMA FERRAMENTA DE ENSINO DE  
ANATOMIA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciências Morfofuncionais, do Departamento de Medicina Clínica, na Faculdade de Medicina, na Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências Morfofuncionais.

**Defesa em:** 17 de maio de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Mariana Lima Vale  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Virgínia Cláudia Carneiro Girão  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Kátia Virginia Viana Cardoso  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Telma Sumie Masuko  
Universidade Federal da Bahia - UFBA

---

Prof. Dra. Delane Viana Gondim  
Universidade Federal do Ceará - UFC

**Ao Senhor Jesus Cristo**

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, princípio, meio e fim de todas as coisas. Por toda Graça e misericórdia, pela força, fortaleza, socorro bem presente em tempos difíceis.

Aos meus filhos **Mariana de Sousa Silveira e Miguel Teófilo de Sousa Silveira** pela compreensão nos momentos de ausência e distância para cumprir as obrigações acadêmicas. Por serem a força motriz para todos os esforços em vencer os desafios da vida acadêmica e profissional.

Aos meus pais **Manoel Teófilo da Silveira e Maria Leide Freitas da Silveira**, pelo zelo em minha educação, amor, sobretudo pelos princípios morais e éticos. Em todos seus esforços em meio a diversidades para manter a boa educação a seus filhos.

Aos meus irmãos **Helsiana Freitas da Silveira e Herison Teófilo Freitas da Silveira**, a todos os **Familiares e Amigos** pela compreensão da minha ausência neste período de minha formação acadêmica, como também eterno amor, apoio e afeto.

A **Prof. Dra. Mariana Lima Vale**, Universidade Federal do Ceará, minha orientadora que, com todo respeito, agradeço por ter aceitado minha orientação, por todo empenho, paciência e sabedoria. Pela inestimável compreensão diante das muitas adversidades que passei para concluir este manuscrito. Por Deus o abençoe sempre. Muito obrigado.

A **Prof. Dra. Delane Viana Gondim**, Universidade Federal do Ceará, minha coorientadora que, com todo respeito, agradeço pelo incentivo, pela parceria em muitas empreitadas que vivenciamos, por ter aceitado minha orientação, por todo empenho, sabedoria, compreensão. Deus o abençoe sempre. Muito obrigado.

Ao amigo **Howard Lopes Ribeiro Júnior**, Universidade Federal do Ceará, meus sinceros agradecimentos por sua amizade, pela cooperação e paciência no ambiente de trabalho e suporte para a difícil tarefa de conciliar minhas atividades de servidor da Universidade Federal do Ceará e aluno do Programa de pós-graduação e por seus inestimáveis ensinamentos estatísticos e metodológicos.

Ao Amigo **Carlos Roberto de Oliveira Leite**, Universidade Federal do Ceará, meus sinceros agradecimentos por sua amizade, pela cooperação e paciência no ambiente de trabalho. e suporte para a difícil tarefa de conciliar minhas atividades de servidor da Universidade Federal do Ceará e aluno do Programa de pós-graduação.

Aos Amigos **Alceu Machado, Jonas Gusmão, Bruno Ferreira, Diego Theirs e Rhayllan Alves** pela amizade, apoio e momentos descontraído que sempre nos dão suporte para continuar a caminhada.

Ao funcionários do Departamento de Morfologia **Fernando (Nando) e Lana Maria (Irmãzinha)** pelo apoio, amizade, respeito e zelo para conosco.

A todos professores, servidores do **Programa de Pós-Graduação em Ciências Morfofuncionais e Departamentos de Morfologia**, por apoiar continuamente a evolução da qualidade formativa deste programa.

A **todos os professores e mestres** que já tive em minha história, cada um deles, desde a primeira professora primária (Prof.<sup>a</sup> “Tia” Silvia), do ensino fundamental, do ensino médio, mestres do curso de Bacharelado em Medicina Veterinária da UECE, e pós-graduações contribuíram para construção do meu ser, cada um deles deixou em pedacinho de seus conhecimentos para fundamentar cada passo seguinte de minha formação, meu muitíssimo obrigado.

Ao **Departamento de Morfologia**, pelo suporte e incentivo na criação do **Laboratório de Plastinação** e subsídio para o desenvolvimento de todos os trabalhos e pesquisas deste manuscrito, nas pessoas do **chefe Prof. Dr. Pedro Marcos Gomes Soares e sub-chefe Prof. Dr. Emmanuel Prata de Sousa**.

A **Universidade Federal do Ceará e Coordenadoria de Inovação Tecnológica** pelo subsídio a proteção a propriedade intelectual através do depósito de patente no **Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI**.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq** e a **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES** pelo suporte e subsídios para realização desta pesquisa.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Martin Luther King)



## RESUMO

A anatomia é uma parte essencial da educação científica e tem sido um dos pilares do currículo de estudantes e profissionais da área da saúde em todo o mundo. O uso do cadáver continua sendo a principal ferramenta de ensino prático da anatomia. Contudo, manter peças anatômicas tem sido um desafio ao longo de toda a história da anatomia. A aquisição e conservação de corpos para o ensino tem dificultado a manutenção da anatomia do cadáver como método de ensino e pesquisa em morfologia. A plastinação surgiu como uma técnica de conservação inovadora que oferece soluções para diversas problemáticas do ensino anatômico. Os espécimes plastinados mostram-se mais estáveis, com superior qualidade visual, duráveis, de fácil manuseio e baixa toxicidade. No entanto, durante as etapas da técnica, há o inconveniente da perda dos pigmentos naturais. Para contornar esse problema, existem técnicas de reposição de cores, mas elas requerem habilidades manuais e artísticas e/ou têm baixa durabilidade, o que pode elevar o custo da técnica. Nesse sentido, no presente trabalho, foi desenvolvida e patenteada uma metodologia inovadora de pigmentação de espécimes plastinados, resistente e compatível com os processos químicos e físicos da plastinação, por meio de perfusão vascular. O método proposto apresenta boa penetração tecidual, uniformidade na distribuição dos pigmentos, facilidade de aplicação, estabilidade e resistência ao processo de plastinação, mantendo a flexibilidade dos espécimes. Adicionalmente, buscou-se explorar o potencial uso de peças plastinadas pigmentadas na geração de imagens de alta resolução e a possibilidade de uso como ferramenta de ensino em aulas práticas. Associando-se os espécimes e as imagens geradas a uma ferramenta digital intitulada AnatomyID, essa ferramenta possibilita armazenar imagens e informações catalográficas do acervo do laboratório de anatomia da UFC, facilitando a localização e rastreamento, e fornecer aos estudantes e professores acesso ao conteúdo do acervo durante as atividades didáticas como material de apoio ao ensino prático. Esses assuntos foram abordados, no presente trabalho, em formato de três manuscritos: (1) “*A new method of pigmentation for plastinated anatomical specimens*”, submetido e formatado segundo as normas da revista “*Anatomical Science Education*”; (2) Publicação de patente BR 102020001102-2 A2 “Método de pigmentação de tecidos orgânicos por perfusão para preservação por plastinação de baixo custo” depositada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e (3) “*AnatomyID: an anatomy learning tool through remote access to an anatomical collection*”, formatado segundo as normas da revista “*Anatomical Science Education*”.

**Palavras-chave:** Anatomia, Plastinação, Pigmentação, Banco de dados, Educação.

## ABSTRACT

Anatomy is an essential part of science education and has been a mainstay in the curriculum of students and healthcare professionals around the world. The use of cadavers continues to be the main tool for teaching anatomy in practice. However, maintaining anatomical specimens has been a challenge throughout the history of anatomy. The acquisition and conservation of bodies for teaching has made it difficult to maintain cadaver anatomy as a morphology teaching and research method. Plastination emerged as an innovative conservation technique that offers solutions to various anatomical teaching problems. The plastinated specimens are more stable, with superior visual quality, durable, easy to handle and of low toxicity. However, during the technical stages, there is the inconvenience of loss of natural pigments. To solve this problem, there are color replacement techniques, but most of them require manual and artistic skills and/or have low durability and, in addition, can increase the cost of the technique. In this sense, in the present work, an innovative methodology for the pigmentation of plastinated specimens, resistant and compatible with the chemical and physical processes of plastination, through vascular perfusion, was developed and patented. The proposed method presents good tissue penetration, uniformity of pigment distribution, easy application, stability and resistance in plastination process, maintaining the flexibility of the specimens. Additionally, we sought to explore the potential use of pigmented plastinated specimens to produce high-resolution images and the possibility of using them as a teaching tool in practical classes by associating the specimens' information and the obtained images with a digital tool called AnatomyID. The AnatomyID tool allows, at the same time, to store images and catalog information from the UFC anatomy laboratory collection, facilitating the location, tracking and providing students and teachers with access to the content of the specimen collection during didactic activities as support material for practical teaching. These themes were exposed, in the present work, in the format of 3 articles: (1) "A new method of pigmentation for plastinated anatomical specimens", submitted and formatted according to the rules of the journal "Anatomical Science Education"; (2) Patent publication BR 102020001102-2 A2 "Method of pigmentation of organic tissues by perfusion for preservation by low cost plastination" deposited at the National Institute of Industrial Property (INPI) and (3) "AnatomyID: an anatomy learning tool through remote access to an anatomical collection ", formatted according to the guidelines of the journal "Anatomical Science Education".

**Keywords:** Anatomy, Plastination, Pigmentation, Database, Education.

## LISTA DE FIGURA

<b>Figura 1</b>	Espécimes Plastinados	18
<b>Figura 2</b>	Etapa de desidratação e desengorduramento da plastinação	20
<b>Figura 3</b>	Impregnação forçada a frio	21
<b>Figura 4</b>	Impregnação força em temperatura ambiente	22
<b>Figura 5</b>	Endurecimento de espécimes impregnados em silicone	23

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	Metodologias de conservação de espécimes anatômicos	13
1.2	Plastinação	15
1.2.1	A técnica de plastinação	17
1.3	Pigmentação dos espécimes plastinados	24
1.4	Plastinação combinada à tecnologia digital como ferramenta inovadora no ensino de anatomia	26
2	OBJETIVOS	30
2.1	Objetivos Gerais	30
2.1	Objetivos Específicos	30
3	DESENVOLVIMENTO	31
3.1	Manuscrito 1 - A new method of pigmentation for plastinated anatomical specimens	32
3.2	Manuscrito 2 - Patente- Método de Pigmentação de Tecidos orgânicos por perfusão para preservação por plastinação de baixo custo	47
3.3	Manuscrito 3 – AnatomyID: a database as an auxiliary tool for practical teaching of anatomy	65
4	REFERÊNCIAS	82
	Anexo A - Content of Author Guidelines: 1. scope and objective, 2. submission of manuscripts 3. ethical approval for studies involving human participants, 4. types of manuscripts considered for publication, 5. manuscript preparation, 6. cover letter, 7. proofs and reprints	93
	Anexo B - Confirmação de Submissão de artigo - A new method of pigmentation for plastinated anatomical specimens	102
	Anexo C - Imagens de peça anatômicas plastinada pelo Laboratório de Plastinação	103