

Cristiane Clemente de Mello Salgueiro  
José Ferreira Nunes  
Rommel Prata Regadas  
(Organizadores)



# A Biotecnologia como ferramenta de desenvolvimento para o nordeste do Brasil

## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**

### **REITOR**

José Jackson Coelho Sampaio

### **VICE-REITOR**

Hidelbrando dos Santos Soares

### **EDITORA DA UECE**

Erasmo Miessa Ruiz

### **CONSELHO EDITORIAL**

Antônio Luciano Pontes Lucili Grangeiro Cortez

Eduardo Diatahy Bezerra de Menezes Luiz Cruz Lima

Emanuel Ângelo da Rocha Fragoso Manfredo Ramos

Francisco Horácio da Silva Frota Marcelo Gurgel Carlos da Silva

Francisco Josênia Camelo Parente Marcony Silva Cunha

Gisafran Nazareno Mota Jucá Maria do Socorro Ferreira Osterne

José Ferreira Nunes Maria Salete Bessa Jorge

Liduina Farias Almeida da Costa Silvia Maria Nóbrega-Therrien

### **CONSELHO CONSULTIVO**

Antônio Torres Montenegro | UFPE Maria do Socorro Silva Aragão | UFC

Eliane P. Zamith Brito | FGV Maria Lírida Callou de Araújo e Mendonça | UNIFOR

Homero Santiago | USP Pierre Salama | Universidade de Paris VIII

Ieda Maria Alves | USP Romeu Gomes | FIOCRUZ

Manuel Domingos Neto | UFF Túlio Batista Franco | UFF

Cristiane Clemente de Mello Salgueiro  
José Ferreira Nunes  
Rommel Prata Regadas  
(Organizadores)



# A Biotecnologia como ferramenta de desenvolvimento para o nordeste do Brasil

1<sup>a</sup> Edição  
Fortaleza - CE  
2019



# **A BIOTECNOLOGIA COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO PARA O NORDESTE DO BRASIL**

© 2019 Copyright by Cristiane Clemente de Mello Salgueiro, José Ferreira Nunes e Rommel Prata Regadas

Impresso no Brasil / Printed in Brazil  
Efetuado depósito legal na Biblioteca Nacional

## **TODOS OS DIREITOS RESERVADOS**

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE  
Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará  
CEP: 60714-903 – Tel: (085) 3101-9893  
[www.uece.br/eduece](http://www.uece.br/eduece) – E-mail: [eduece@uece.br](mailto:eduece@uece.br)

Editora filiada à



**Coordenação Editorial**  
Erasmo Miessa Ruiz

**Capa**  
José Igor Silvestre Rodrigues

**Diagramação**  
Narcelio Lopes

**Revisão de Texto**  
Organizadores

**Ficha Catalográfica**  
Lúcia Oliveira CRB - 3/304

- 
- B616      Biotecnologia como ferramenta de desenvolvimento para o nordeste do Brasil [recurso eletrônico] / Organizado por Cristiane Clemente de Mello Salgueiro, José Ferreira Nunes. - Fortaleza : EdUECE, 2019.  
Livro eletrônico.  
ISBN: 978-85-7826-757-5 (E-book)  
1. Biotecnologia - Brasil - Nordeste. 2. Desenvolvimento - Brasil - Nordeste. I. Salgueiro, Cristiane Clemente de Mello. II. Nunes, José Ferreira. III. Título.

CDD: 660.6

---

## Prefácio

Este livro tem como objetivo reunir trabalhos apresentados durante o BIOTEC 2019 (1º Encontro Internacional de Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Inovação, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional) realizado em Fortaleza, Ceará, em março de 2019.

O trecho acima, com modificação de palavras é semelhante ao introdutório de muitos prefácios no mundo inteiro para a reunião de trabalhos apresentados em Congressos e outras reuniões científicas.

No caso do BIOTEC 2019, o longo título do Encontro representa uma soma de resultados de pesquisas que demandaram esforço intelectual durante várias décadas sobre temas, aparentemente díspares: Biotecnologia, Saúde Humana e Animal, Inovação, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional.

Certamente deve ter havido um elemento unificador uma espécie de caminho como a “*Promenade*”, da peça clássica para piano, de Mussorgsky: “*Quadros de uma exposição*”.

No caso do BIOTEC 2019, a *Promenade*, o fio condutor ou traço de união, foi a água de coco, bem conduzido pelo Professor José Ferreira Nunes.

Como pôde sobressair um material prosaico até pouco tempo somente conhecido por seu consumo *in natura* nos coqueirais das praias nordestinas e depois em todo o país, diretamente dos cocos ou comercializado em caixinhas ou garrafas?

Como pôde a água de coco chegar aos píncaros de laboratórios de pesquisas, hospitais, universidades e congressos científicos?

Foi um caminho longo, de várias décadas. Essa é a história do BIOTEC 2019. Uma parte de sua origem resumirei, até com algumas reminiscências pessoais.

Durante a 2<sup>a</sup> Guerra Mundial (1939-1944) eu era um Tenente Veterinário do Exército escalado para participar da FEB (Força Expedicionária Brasileira). Então começou meu treinamento para a missão. Poucas semanas antes do embarque, ficou decidido que o Tenente Veterinário não iria. Em vez disso, fui para o Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro onde iniciei minha vida científica... “*Sem prejuízo de suas funções no Exército*”. Essa vida paralela durou algumas décadas, mas não me desliguei, no início, dos assuntos relativos à guerra que se desenrolava na Europa e no Pacífico.

Então, um relato me chamou a atenção e me impressionou. Durante combates no Pacífico, às vezes faltava soro fisiológico para os feridos. Alguém sugeriu usar água de coco, ideia logo aproveitada. Com um facão, como nas praias brasileiras, era retirada uma tampa da casca do coco verde, desinfetada a superfície, introduzida uma agulha dupla e esta, ligada a um tubo ficando o coco pendurado, como se fosse um frasco de soro. E assim foram salvas muitas vidas. Daí por diante, sempre que tomava água de coco, lembrava-me desse episódio.

Em 1962, encontrava-me na República de El Salvador, na América Central, como Professor na Faculdade de Medicina local. Em visita a uma instituição do Ministério de Agricultura que fazia inseminação artificial, vi em uma bancada de laboratório uns frasquinhos contendo sêmen bovino diluído em água de coco. Informaram-me que essa mistura podia ficar à temperatura ambiente até 48 horas e ainda ser utilizável na inseminação artificial. Tanto eu como os veterinários não demos importância ao fato. Como diria Pasteur “*as mentes não estavam preparadas*”.

A mente do Professor José Ferreira Nunes estava.

Algumas décadas depois, em suas pesquisas sobre reprodução, usou água de coco para diluir e conservar sêmen de caprinos, com bons resultados. Daí por diante foram mais de 30 anos dedicados a pesquisas tendo como base a água de coco até chegar à água de coco em pó e suas aplicações, devidamente patenteadas.

Há uns 20 anos, em visita à Academia Cearense de Veterinária, conheci o Professor Nunes, um dos fundadores e Ex-Presidente da Academia. Com seu entusiasmo característico, falou-me sobre as pesquisas com água de coco e de seus projetos. Mal sabia ele que encontrara um terreno fértil para plantar suas ideias sobre água de coco. E assim iniciamos contatos que se transformaram em amizade. Há poucos anos, foi eleito Membro Titular da Academia Brasileira de Medicina Veterinária, da qual é Conselheiro.

É claro que nesse caminho, de várias décadas na “Promenade” dos mencionados “Quadros de uma exposição” certamente foram encontradas as pedras de Drummond, mas o Professor Nunes com elas, como diria Fernando Pessoa, construiu um castelo, a RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia) e, anos depois o MPBiotec (Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal) representados pelo BIOTEC 2019.

A relevância das pesquisas efetuadas é de tal natureza que em certa ocasião, em um Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, comparei-as, às do Vale do Silício. Os resultados de alguns dos temas do MPBiotec são apresentados neste livro.

No decorrer de várias décadas, o Professor Nunes tem seguido as características de um líder. Dentre elas: diplomacia, entusiasmo, tenacidade, visão, embasamento científico e um pouco ou muito de audácia.

Foram essas características que permitiram transformar a humilde água de coco das praias na origem do BIOTEC 2019. Alguns dos trabalhos apresentados já não têm mais nada a ver com água de coco, porém esta fora o traço de união, a *Promenade* dos “Quadros de uma Exposição”.

O BIOTEC 2019 foi uma espécie de prestação de contas à sociedade: como os recursos humanos e financeiros foram empregados utilmente em partes de seu título: Saúde Humana e Animal (a grande moda atual de Saúde Única), Inovação, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional.

A propósito deste último tópico é oportuno ressaltar a possibilidade da água de coco, pelo fato de participar efetivamente da melhoria de reprodução dos caprinos do Nordeste estar contida no desenvolvimento regional relacionado com esses animais. Isso, por sua implícita participação na “Política Nacional de Incentivo à Ovinocaprinocultura” de que trata a recente Lei 13.854 de 2019 (DOU 09 de julho de 2019), com a finalidade de produção de carne, lã, couro, leite e outros derivados.

Desejo finalizar essa apresentação de sonhos realizados, com aquele do Professor Nunes, ainda não posto em execução e que indiscretamente divulgo: o do uso da mistura de leite de cabra em pó com água de coco em pó, para nutrição de crianças no Nordeste.

Para a realização de tal sonho, o Professor Nunes pode contar com o apoio da Academia Brasileira de Medicina Veterinária e certamente com as autoridades que têm o desenvolvimento do Nordeste como prioridade.

**Milton Thiago de Mello**

Presidente de Academia Brasileira de Medicina Veterinária  
Brasília, julho de 2019.

# Sumário

<b>Prefácio.....</b>	<b>05</b>
<i>Milton Thiago de Mello</i>	

## PARTE I

<b>Capítulo 1</b>	
<b>PASSADO, PRESENTE E FUTURO DA MEDICINA VETERINÁRIA</b>	
<b>NO BRASIL.....</b>	<b>13</b>
<i>Milton Thiago de Mello</i>	
<b>Capítulo 2</b>	
<b>EXTENSÃO TECNOLÓGICA – REALIDADES E PERSPECTIVAS..</b>	<b>63</b>
<i>Francisco Ariosto Holanda</i>	

## PARTE II

<b>PROPOSTA DE ESTATUTO da ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS</b>	
<b>EXTENSIONISTAS TECNOLÓGICOS - ANET.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>Da Denominação, Sede e Fins.....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Dos Associados .....</b>	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>Dos Direitos e Deveres dos Associados.....</b>	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>Da Administração .....</b>	<b>79</b>

**CAPÍTULO V****Dos Recursos e do Patrimônio Social.....89****CAPÍTULO VI****Das Disposições Gerais e Transitórias .....91****PARTE III**

---

**Capítulo 3****ÁGUA DE COCO EM BIOPRODUTOS E BIOPROCESSOS PARA A SAÚDE HUMANA E ANIMAL .....95**

*José Ferreira Nunes, Cristiane Clemente de Mello Salgueiro, Ivelise Regina Canito Brasil, Henrique Jorge Maia Costa, Rômulo Augusto da Silveira, Flávio Felinto Moura, Everaldo Moura Santos, Raimundo Luiz da Silveira Neto, Ivna Mara Oliveira Fernandes da Silveira, Ana Virgínia Lopes Reis Moura, Rômulo da Costa Farias, Raquel Lima Sampaio e Jerônimo de Azevedo e Sá Júnior*

**Capítulo 4****ÁGUA DE COCO NA PREPARAÇÃO DE PARTÍCULAS MICRO E NANOMÉTRICAS PARA APLICAÇÃO EM NANOELETRÔNICA E NANOMEDICINA.....123**

*Sílvia Rodrigues Gavinho, Pedro Rafael Prezas, Cristiane Clemente de Mello Salgueiro, José Ferreira Nunes e Manoel Pedro Fernandes Graça*

**SOBRE OS AUTORES .....149**

# **PARTE I**



# **Capítulo 1**

## **PASSADO, PRESENTE E FUTURO DA MEDICINA VETERINÁRIA NO BRASIL**

*Milton Thiago de Mello*

### **1.1 INTRODUÇÃO**

Em nome da Academia Brasileira de Medicina Veterinária (ABRAMVET) agradeço penhoradamente honra que a Comissão Organizadora do BIOTEC 2019 (1º Encontro Internacional de Biotecnologia em Saúde Humana e Animal: Inovação, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional) concedeu-me para fazer a palestra de abertura com o tema: “100 anos de Veterinária no Brasil”.

Em especial agradeço ao meu colega da Academia, Professor Doutor José Ferreira Nunes, mentor dessa importante reunião. Parabéns pela realização da festa que mostra o vigor da ciência nordestina.

Um dos privilégios de ser idoso é o de participar de reuniões e audiências em níveis diversos para falar sobre assuntos do passado. É disso que um idoso gosta. Mas nem sempre, como é o meu caso. Aprecio mais falar sobre o presente e sua perspectiva: o futuro. Às vezes até me intitulo “*historiador do futuro*” porque já vi muito futuro virar passado. Este já passou. É referência, mas a ele não

devemos estar presos reverentemente. Principalmente no limiar de um futuro de que este BIOTEC 2019 é exemplo.

Ao receber do Professor Nunes o convite para fazer a palestra, aceitei mas achei o tema, embora fascinante, um pouco ambicioso: “*100 anos de Veterinária no Brasil*”. Certamente pelo fato de que participei de 85 deles acompanhando a evolução da veterinária brasileira desde que ingressei na Escola de Veterinária do Exército (EVE), em 1934. Desse modo, testemunhei e fui participante dos feitos da veterinária nesse período.

É evidente não ser possível resumir 100 anos em poucas páginas. Nem foi essa a ideia do convite e sim mostrar alguns feitos da veterinária brasileira nesse período. O que pode estar contido em um *pen-drive* com a íntegra de uns poucos livros e artigos.

Para melhor compreensão o tema será dividido em duas partes: **século XX** e **século XXI**. Além do que está acontecendo neste **Limiar**, no fim das duas primeiras décadas do século XXI: o futuro que já chegou.

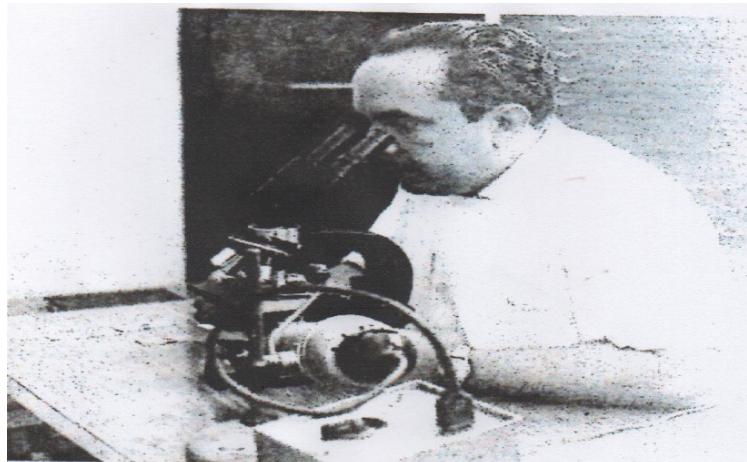
Muitos dos exemplos serão de fatos ocorridos no Nordeste, principalmente no Ceará tendo em vista as raízes do BIOTEC 2019.

**HOMENAGENS** - Antes de prosseguir, desejo homenagear instituições e pessoas do Ceará que foram e são importantes na História da Veterinária Brasileira. Em várias ocasiões elas tiveram influência em minha vida científica.

Entre as instituições, aquelas fundadas em épocas em que eu andava pelo Nordeste, em dois grandes períodos, como um “Cavaleiro andante”, o “Dom Quixote” das pesquisas sobre brucelose caprina (1955/1956) e peste bubônica (1965/1968). Em tempos recentes, em congressos e outras reuniões.

Entre as instituições destaco no Ceará, cronologicamente, as seguintes: Sociedade de Medicina Veterinária do Ceará (SOMEVECE; 1955), Faculdade de Veterinária do Ceará (FAVET; 1963), Conselho Regional de Medicina Veterinária do Ceará (CRMV-CE; 1968) e Academia Cearense de Veterinária (ACEVET; 1993). Elas têm sido responsáveis pelo alto nível da profissão no Ceará. Detalhes sobre os pioneiros e suas atividades são encontrados em livro de Sylvio Barbosa Cardoso (CARDOSO, 2002). Essa figura extraordinária foi impulsionador da profissão veterinária no Ceará (Fig. 1). Eu o conheci quando ele era um jovem funcionário da Defesa Sanitária Animal na época da fundação da SOMEVECE e muito me ajudou nas pesquisas de campo sobre brucelose caprina. Nos 100 anos da Veterinária Brasileira, algumas décadas estão relacionadas com suas atividades no Ceará, com repercussão nacional.

**Figura 1 - Sylvio Barbosa Cardoso. Fundador da Faculdade de Veterinária do Ceará (1963) e da Academia Cearense de Veterinária (1993)**





Quanto à ACEVET, tive a honra de ser eleito seu membro correspondente, o que compartilho com outros membros da ABRAMVET: Lúcio Tavares de Macedo (falecido), José Freire de Faria e William Gomes Vale (Fig. 2).

**Figura 2 - Membros Correspondentes da Academia Cearense de Veterinária, e Titulares da Academia Brasileira de Medicina Veterinária**



Da esquerda para a direita: Lúcio Tavares de Macedo (falecido), José Freire de Farias, William Gomes Vale e Milton Thiago de Mello.

Nestas homenagens não posso deixar de mencionar dois ilustres membros da ACEVET que me distinguem com suas amizades: José Ferreira **Nunes** e Carlos Eduardo **Autran** de Freitas (Fig. 3).

**Figura 3 - Homenagem a dois Membros Fundadores da Academia Cearense de Veterinária**



Da esquerda para a direita: José Ferreira Nunes e Carlos Eduardo Autran de Freitas.

**Nunes**, o mentor principal deste BIOTEC 2019 é membro titular e conselheiro da ABRAMVET. Também membro fundador e ex-presidente da ACEVET. É um exemplo que sempre menciono de constância em um projeto e suas ramificações. No caso, a **água de coco**. Há mais de 30 anos, com a garra dos nordestinos, dedicou-se ao aproveitamento da água de coco para diluição de sêmen de caprinos. Daí por diante, foram décadas de pesquisas, desdobrando-as até chegar à água de coco em pó e uma extraordinária rede de pesquisas: Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) e Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal (PPGBiotec).

**Autran** seguiu uma trajetória diferente. Enquanto Nunes persistiu em pesquisas monotemáticas relacionadas com água de coco, Autran desenvolveu múltiplas atividades, inclusive literárias. Ainda aluno da primeira turma da FAVET, foi monitor na disciplina de Parasitologia da Faculdade (1963). Poucos anos depois de formado

fez mestrado em Saúde Pública no Rio de Janeiro com dissertação sobre **Raiva** assunto em que se tornou autoridade trabalhando no Ministério da Agricultura. Durante muitos anos andou por todo o país às voltas com raiva dos herbívoros.

## 1.2 SÉCULO XX

A profissão veterinária, como repetido em numerosas ocasiões, tem muitos aspectos. É multifacetada.

Durante o século XX, desde a formatura dos primeiros veterinários brasileiros, em 1917, muitos temas foram desenvolvidos. Alguns, com duração efêmera, os modismos. Outros, duradouros passando ao século XXI, constituindo verdadeiros fenômenos.

Para bem compreender a história da veterinária brasileira no século XX, alguns livros devem ser consultados. O mais completo, organizado pelo Acadêmico Miguel Cione Pardi, de 2002 [1]. Outros dois, de autoria dos Acadêmicos René Dubois, Milton Thiago de Mello e Percy Infante Hatschbach: um, de 2001, sobre a Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária (SBMV) [2] e outro, de 2004, sobre os Congressos Brasileiros de Medicina Veterinária (COMBRAVET) [3]. Eles praticamente descrevem os principais feitos no século XX.

Quando se observa panoramicamente a evolução da Medicina veterinária brasileira é possível reconhecer que ela sempre se baseou em três linhas: **Saúde Única, Alimentos** de origem animal em quantidade e qualidade e, para formação de executores dessas duas vertentes, o **Ensino**.

Durante o século XX, antes das primeiras Escolas de Veterinária, fundadas em 1910, as principais atividades de Medicina

Veterinária no país, eram exercidas por veterinários estrangeiros contratados, para o Exército ou para entidades civis e criadores de gado. Ou por médicos, para o caso da qualidade da carne bovina (inspeção).

O temário do 1º COMBRAVET (1922) pode ser dividido em três partes, as mencionadas acima, que persistem até hoje, com outras roupagens, tecnologias e nomenclatura.

- **Saúde Única** (doenças e meio ambiente);
- **Segurança Alimentar** (inspeção);
- **Ensino** (formação de pessoal para as duas anteriores).

As doenças exclusivas de grandes animais (boi e cavalo) e aquelas que acometem essas espécies e o homem (zoonoses), foram a principal motivação para o início da profissão veterinária brasileira. Outra motivação foi a chamada inspeção (de carnes). Ambas têm sido tratadas no Ministério da Agricultura (com seus diferentes nomes em um século) em repartições que agora são representadas pela Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) e seus Departamentos de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) e de Saúde Animal e Insumos Pecuários (DAS/SDA).

Embora de extrema importância para a saúde pública e a economia, a Saúde Única e a Segurança Alimentar perderam nas últimas décadas, para a chamada indústria PET (animais de estimação) que deu origem a uma reviravolta na veterinária brasileira.

### **1.2.1 Antecedentes**

A necessidade de haver pessoas que cuidassem da saúde dos animais de trabalho e da produção de alimento, simbolizados no cavalo e no boi, respectivamente, fazia com que fossem contrata-

dos, até o princípio do século XX, veterinários estrangeiros (Portugal, Espanha, França, Alemanha e Itália) com especializações e nomes diversos. E médicos brasileiros, para o caso da carne bovina.

Eram feitas referências à necessidade de veterinários, como uma carta do Imperador D. Pedro II à Princesa Isabel consequente a uma visita que ele fizera à Escola de Veterinária de Alfort, num subúrbio de Paris, a segunda escola pioneira mundial do ensino de Veterinária. A primeira foi em Lyon (1761).

Uma tentativa para formação de Veterinários no Brasil foi feita em Pelotas-RS, em 1875. Aí foi criada uma escola (Escola de Agronomia e Veterinária de Pelotas), com edifício (Fig. 4), professor francês contratado, animais e laboratório, só faltando iniciar as aulas. Nas até hoje onipresentes manobras políticas brasileiras, o dinheiro para seu funcionamento foi encaminhado para Campinas-SP, então a capital do café, pilar da economia brasileira na época. Houve protestos em Pelotas, mas o ensino de veterinária no Brasil permaneceu sem despertar até 1910 e veterinários estrangeiros continuaram a ser contratados.

**Figura 4 - Prédio da Escola de Agronomia e Veterinária de Pelotas, RS, construído em 1875 (estado atual)**

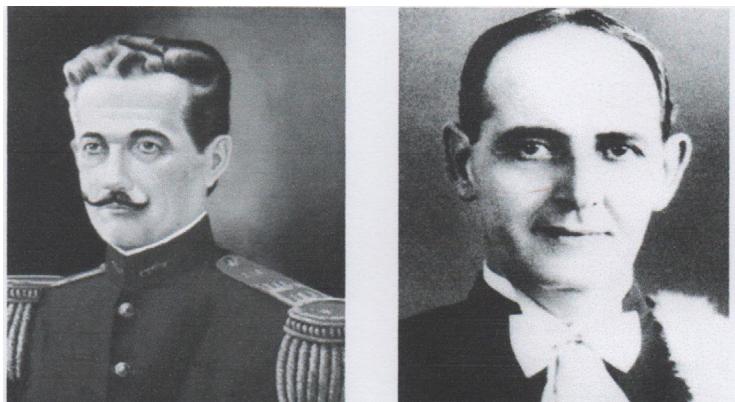


No princípio do século XX, em numerosas oportunidades eram os médicos que atuavam como veterinários. Como foi o caso da figura extraordinária de Franklin de Almeida, inclusive com sua tese de formatura em Medicina, com o título: “*Da fiscalização e regulamentação das carnes verdes ou frescas*”.

Por outro lado, grassava no Exército uma zoonose, o mormo, que acometia os cavalos e os soldados que deles cuidavam, com numerosos óbitos humanos e de cavalos. Nesse ambiente destaca-se outro médico, o então Major João Barreto Muniz de Aragão. Depois de muitos trâmites burocráticos na esfera militar, foi criada a Escola de Veterinária do Exército – EVE (06/01/1910), com orientação de uma Missão de Veterinários do Exército francês, especialmente treinada para isso no Instituto Pasteur de Paris. Quase um ano depois, no âmbito do Ministério da Agricultura, foi criada a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (20/10/1910), também com orientação francesa.

Muniz de Aragão e Franklin de Almeida podem ser considerados os patronos da Veterinária Militar e da Veterinária Civil (Fig. 5)

**Figura 5 - Fundadores das duas primeiras Escolas de Veterinária no Brasil (1910)**



Da esquerda para a direita: Tenente Coronel Médico João Muniz Barreto de Aragão e Médico Franklin de Almeida.

Mais dois anos (03/11/1912) e os padres do Mosteiro de São Bento em Olinda, Pernambuco, fundaram a Escola Agrícola e Veterinária do Mosteiro de São Bento com orientação germânica. Foi a primeira escola construída e inaugurada especificamente para o ensino veterinário (Fig. 6).

**Figura 6 - Primeira edificação construída exclusivamente para Ensino de Veterinária no Brasil (1912): Escola Agrícola e Veterinária do Mosteiro de São Bento, Olinda PE (estado atual)**



Da esquerda para a direita: Veterinários Djalma Porto e Milton Thiago de Mello.

O quadro 1 resume a história dessas três escolas pioneiras com a formatura dos primeiros 14 veterinários brasileiros, em 1917.

**Quadro 1 – Primeiras Escolas de Veterinária do Brasil**



ACADEMIA BRASILEIRA DE MEDICINA VETERINÁRIA

**PRIMEIRAS ESCOLAS DE VETERINÁRIA DO BRASIL**

Nome	Local	Criação	Inauguração	Duração do Curso	Primeira formatura	Primeiros formados
Escola Veterinária do Exército	Rio de Janeiro, RJ	6 de janeiro de 1910	17 de julho de 1914	3 anos	15 de fevereiro de 1917	João do Couto Telles Pires Pedro Quintino de Lemos Francisco Corrêa de Andrade de Mello Gastão Goulart Carlos Boson Antônio Ramos dos Santos
Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária	Rio de Janeiro, RJ	20 de outubro de 1910	4 de julho de 1913	4 anos	03 de julho de 1917	Taylor Ribeiro de Mello Moacyr Alves de Souza Antônio Teixeira Vianna Jorge de Sá Earp
Escola Agrícola e Veterinária do Mosteiro de São Bento (3 de novembro de 1912)	Olinda, PE	3 de novembro de 1912	5 de fevereiro de 1914	2 anos	13 de novembro de 1915	Dionysio Meilli
Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária do Mosteiro de São Bento de Olinda (6 de julho de 1914)				4 anos	11 de novembro de 1917	Armando Pontes Maia e Silva Benjamim Cavalcanti de Mello Francisco Xavier Pedrosa Manoel Barros Bezerra

Deve ser dada ênfase ao fato de que durante seus cursos os jovens estudantes pioneiros militares e civis viveram nos tempos da 1ª Guerra Mundial (1914-1918) quando era fundamental a saúde dos animais de trabalho (cavalos para transporte e operações militares) e para carne (bovinos). Neste último aspecto, destaque para o fato de que inicialmente não havia refrigeração e as carnes deveriam ser conservadas parcialmente desidratadas ao sol, com ou sem sal.

No Sul, nas charqueadas, uma indústria milionária cujo polo exportador era a cidade de Rio Grande e o técnico-econômico a cidade de Pelotas. Hoje, parte dessas instalações para charqueadas em Pelotas, foi transformada em pousadas de luxo (Fig. 7). No Nordeste, a carne era desidratada com o nome de carne-de-sol. Esses dois polos de produção de carne bovina logo foram melhorados com a introdução de frigoríficos. Estes, em uma reviravolta secular estão situados hoje principalmente no Centro-Oeste, com milhões de cabeças de gado abatidas anualmente provenientes de imensos rebanhos. Só o Estado de Mato Grosso tem mais de 30 milhões de cabeças.

**Figura 7 - Antiga casa de charqueada (Santa Rita) transformada em pousada Pelotas, RS (estado atual)**



Mesmo antes das primeiras formaturas (1917), foi criado no Ministério da Agricultura, sempre por influência de médicos liderados por Franklin de Almeida o Serviço de Inspeção Federal (SIF; 1915), base de todos os sistemas de sanidade dos produtos de origem animal, vigente até hoje. A placa do SIF, colocada nos estabelecimentos era sinônimo de credibilidade (Fig. 8).

**Figura 8 - Placa do SIF em estabelecimento de laticínios. Rio do Sul, SC**



Da esquerda para a direita: Funcionário e Milton Thiago de Mello.

## 1.2.2 Primeiros anos

Em 1917 foram formados, em cursos regulares, os primeiros veterinários brasileiros, como antes mencionado. A partir do Rio de Janeiro e de Olinda eles foram se espalhando pelo país, principalmente os militares, fundando sociedades e novas escolas. Ainda mais, organizando Congressos.

A começar pela SBMV (09/06/1920), apenas três anos após a primeira formatura e ainda sob a liderança do médico Franklin de Almeida, seu primeiro presidente.

Com os pioneiros de 1917 a veterinária brasileira iniciou as mencionadas vertentes fundamentais que resistiram e se aperfeiçoaram durante um século: **Saúde Única** (animal, humana e ambiental), **Produção de Alimentos e Ensino**.

Relativamente ao ensino, os pioneiros de 1917, foram formando novas escolas. Algumas de curta duração, outras que se mantiveram até agora. A EVE com seus cursos completos sobreviveu apenas 20 anos. Entre seus ex-alunos e ex-professores, Alfredo da Costa Monteiro e Waldemar de Castro Fretz, cofundadores da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (FV/UFF). Fiz parte da última turma da EVE, em 1937.

Uma Faculdade quase sempre esquecida na lista das primeiras foi a Faculdade de Medicina Veterinária de Pouso Alegre, Minas Gerais, criada em 12/10/1919. O curso inicial tinha duração de dois anos. Da primeira turma (dezembro de 1920) fez parte a extraordinária figura de Oswaldo Monteiro de Carvalho e Silva, que já era dentista. Foi fundador da faculdade com alguns veterinários do Exército. Posteriormente foi líder na inspeção de carnes, no Matadouro de Santa Cruz-RJ. Entre os ex-alunos dessa faculdade, destaque para os grandes veterinários Adolpho Martins Penha, cientista consagrado no Instituto Biológico de São Paulo e um dos

fundadores da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciéncia (SBPC). Outro, foi José Reis, autor junto com Paulo Nobrega, de um Tratado de Doenças das Aves, até hoje de consulta obrigatória no assunto. Também foi aluna Alzira de Souza, a primeira mulher a formar-se em veterinária no Brasil (1924). A faculdade foi fechada em 1937 no ano em que aconteceu o mesmo com a EVE.

Dois fatos importantes ocorreram nessa juventude dos primeiros anos:

- a) Fundação da SBMV, *alma mater* de todas as instituições que se seguiram em um século (1920), como o Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV), a ABRAM-VET e outras instituições;
- b) Início dos COMBRAVETS. O primeiro, em 1922, como parte das comemorações do 1º Centenário da Independéncia. O 45º será realizado no próximo ano (2020) junto com as comemorações do primeiro século da SBMV.

### 1.2.3 Destaques

Selecionar feitos da veterinária brasileira no século XX é difícil, tal a quantidade deles. Os mais importantes foram mencionados nos três livros referidos inicialmente. Tive o privilégio de testemunhar e participar de muitos deles. Em um resumo, eles convergem para os dois grandes temas da veterinária mundial: **Saúde Única e Segurança Alimentar**.

No campo da **Saúde Única**, a luta incessante contra doenças (humana, animal e ambiental) principalmente as zoonoses. Vários aspectos foram vistos anteriormente. A **Segurança Alimentar** tem como produto final alimentos de origem animal para a população

mundial no presente e no futuro próximo, em um mundo faminto. O **Zebu** e a **Inseminação Artificial** são os principais destaques. De uma grande listagem de títulos de vários temas desenvolvidos no século XX e continuados no século XXI destacarei somente esses.

### 1.2.3.1 Zebu

A introdução do zebu no rebanho bovino brasileiro causou uma verdadeira revolução criatória e a inesperada conquista do Centro-Oeste brasileiro com a consequente produção de carne, o que fez com que o Brasil se transformasse de importador para o maior exportador de carne do mundo.

No fim do século XIX e início do XX, a produção de carne bovina no Brasil derivava de raças europeias. Quando os animais chegavam, bem como seus descendentes, eram implacavelmente atacados por carrapatos que, ao mesmo tempo, transmitiam graves doenças (anaplasmosse, babesiose). Para que os animais adaptassem, eles ficavam durante algum tempo em instalação para “aclimação”. Na cidade de São Paulo, existe o bairro da Aclimação. Um equipamento indispensável nas fazendas era o “banheiro carrapaticida”. Hoje nem lembrado.

A introdução do zebu, procedente da Índia, onde grassava peste bovina, foi muito debatida sob o ponto de vista sanitário e zootécnico. No meu tempo de estudante, os professores da Escola de Veterinária do Exército participavam das discussões sobre *Bos taurus* e *Bos indicus*. A vantagem do zebu era óbvia: resistente a calor, carrapato e doenças. Desse modo, implantou-se timidamente em Minas Gerais e São Paulo. E daí para Goiás, um estado remoto do país, em rebanhos que aproveitavam a pastagem nativa. Hoje são dezenas de milhões de cabeças prontas para o abate.

### *1.2.3.2 Inseminação artificial*

Diferentemente da revolução sexual humana no final dos anos 60 do século passado, com o emprego da pílula anticoncepcional, que impede ou limita nascimentos, a inseminação artificial (IA) tem objetivo contrário: aumentar a população bovina.

Em uma analogia que chamo de revolução sexual bovina, a IA bovina e seus desdobramentos tinham e têm a finalidade de aumentar a população bovina (e de outros animais). Essas tecnologias permitiram elevar a produção bovina a patamares impensáveis no seu início: colheita e seleção de espermatozoides - colheita de óvulos - fertilização *in vitro* - transferência de embriões - clivagem de embriões - clonagem. Até certo ponto, a técnica atual de CRIS-PR de manipulação do DNA faz parte dessa revolução.

## 1.3 SÉCULO XXI

Temas importantes passaram do século XX para o XXI, quase como em um corte tomográfico. Foram mencionados nos três livros referidos inicialmente. Entretanto, para muitos assuntos, também existe insuficiência de profissionais capacitados, como relacionado no COMBRAVET de Uberlândia-MG, em 2005 (Quadro 2).

#### **Quadro 2 – Áreas em que existe insuficiência de Médicos Veterinários**

Rastreabilidade – Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC/HACCP)- Diagnóstico por imagens- Bem-estar animal- Etiologia- Relação homem-animal- Direitos dos animais- Bioética – Animais silvestres: manejo, criação em cativeiro – Zoológicos- Enfermeiros Veterinários: paravets – Responsabilidade técnica - Mercado (marketing) – Zoologia – Informática aplicada – Aquicultura: maricultura, piscicultura, carcinocultura, ranicultura, malacocultura- Educação ambiental – Conservação da Biodiversidade – Produção ambiental – Conservação da biodiversidade – Produção e avaliação de agentes terapêuticos – Medicina veterinária legal- Julgamento de animais: grandes e pequenos – Laticínios – Epidemiologia – Animais de experimentações – *Codex Alimentarius* – *Codex zoosanitário* - Medicina alternativa: acupuntura, homeopatia, plantas medicinais, etc. – Oftalmologia – Cardiologia- Odontologia – Controle de Populações animais (pragas): esterilização química e cirúrgica, eutanásia- Tráfico de animais silvestres- Identificação de Animais: tatuagens, brincos, “chips”- Contenção de animais – Casqueamento e ferrageamento – Desastrologia – Captura e transporte de animais- Biotecnologia aplicada – Clonagem – Abate e inspeção de animais silvestres para consumo – Medicina da conservação.

As principais vertentes da medicina veterinária continuaram a desempenhar seu papel. Algumas com modernas tecnologias e com muita ênfase em aspectos multidisciplinares, a quais serão chamadas de **Fenômenos**<sup>1</sup>.

Cada um deles, nas duas primeiras décadas do século XXI, merece um livro que o descreva como limiar do futuro da profissão veterinária no Brasil:

- Saúde Única;
- RENORBIO;
- Alimentos;
- PET;
- Ensino.

<sup>1</sup> Fenômeno: que é raro, surpreendente, espantoso, admirável, singular (Dicionário Aurélio).

Tendo em vista a realização do BIOTEC 2019 no Ceará, alguns exemplos estarão relacionados com o Nordeste.

### **1.3.1 Fenômeno Saúde Única**

A expressão *Saúde Única* ficou em moda recentemente por ter sido adotada como lema importante da Organização Mundial da Saúde (OMS). Antes, era chamada de Medicina da Conservação.

Convém assinalar que inicialmente *Saúde Única* dizia respeito somente à saúde humana e animal. Só há pouco tempo foi incluída a saúde ambiental. As doenças relacionadas com saúde humana e animal são chamadas de zoonoses. Alguns flagelos da humanidade foram causados por zoonoses, uns até contribuindo para o controle de aumento da população humana, como a peste.

A medicina veterinária no Brasil teve início no combate a duas zoonoses: mormo e tuberculose, motivando a fundação das duas primeiras escolas de veterinária.

O mormo foi a causa principal para a fundação da EVE (06/01/1910). Uma séria doença de cavalos, que também acometia os soldados com óbitos nas duas espécies. Por isso mesmo essa escola teve a assessoria de veterinários militares franceses que foram especificamente preparados para a missão no Instituto Pasteur de Paris, com antes mencionado.

Por sua vez, a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, do Ministério da Agricultura, foi fundada (20/10/1910) com vistas à inspeção de carne bovina, então como hoje, um dos pilares da economia brasileira, para detectar tuberculose em gânglios de carcaças de bovinos abatidos em matadouros e frigoríficos.

Em ambos os casos, como ainda não havia veterinários formados no Brasil, eram médicos que exerciam essas atividades, simbolizados por Muniz de Aragão no meio militar e Franklin de Almeida no meio civil. É claro, além dos veterinários estrangeiros contratados.

Nos primórdios da veterinária brasileira uma zoonose foi muito importante: a raiva canina. Poucos anos depois foi descoberta no Brasil outra modalidade dessa doença, a raiva dos herbívoros, em bovinos e cavalos (eventualmente o homem), tendo os morcegos hematófagos como hospedeiros intermediários. Ainda sobre raiva não é demais mencionar que as pesquisas sobre essa doença deram origem ao pioneirismo de Pasteur no campo da microbiologia e da produção de vacinas.

A seguir, comprovou-se que algumas doenças peculiares ao homem ou aos animais ou ambos (zoonoses), necessitavam de um terceiro fator, ambiental, quase sempre um artrópode, como a febre amarela (mosquito) e a peste bubônica (pulga). Também poderia ser um fator inanimado como água (leptospirose, cólera).

Assim estava caracterizada a *Saúde Única* abrangendo homem, animal e meio ambiente, sem ser obrigatória a presença dos três componentes. Existem doenças peculiares aos humanos (sarampo, poliomielite, varíola) e outras peculiares aos animais (febre aftosa, peste suína clássica e africana). Por outro lado, o grande grupo de zoonoses, em número superior a 80 segundo publicação da Organização Mundial da Sanidade Animal (OIE) com mais de 30 anos e a publicação clássica de Pedro Acha e Boris Szyfres, igualmente antiga.

Antes mesmo da fundação das primeiras escolas de veterinária, em 1910, a febre amarela, embora urbana nessa ocasião, teve

logo sua comprovação na modalidade silvestre. Então, além da transmissão homem a homem por intermédio de um mosquito urbano, combatido para glória de Oswaldo Cruz, verificou-se a transmissão por mosquitos silvestres entre macacos e também para o homem quando este penetrasse na mata.

Outra zoonose importante, no início do século XX e da profissão veterinária no Brasil foi a peste bubônica, também combatida por Oswaldo Cruz. Hoje, ela faz parte do fenômeno *Saúde Única* pelas pesquisas desenvolvidas no Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM)/Fundação Oswaldo Cruz (FIO-CRUZ) no Recife.

Tive o privilégio de fazer pesquisas de campo e de laboratório sobre essa importante zoonose para o Brasil, entre 1966 e 1969. Na década de 60, houve um grande surto da doença no Nordeste e foi pedida colaboração da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). Criou-se uma equipe multidisciplinar e multinstitucional. Eu, com minha esposa Ângela de Mello, treinamos pessoal em técnicas modernas de diagnóstico de peste bubônica, no Instituto de Microbiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Também foram desenvolvidos trabalhos de campo, com montagem de excelente laboratório, em Exu no sertão de Pernambuco. Uma jovem então treinada em Exu é hoje, 50 anos depois, a cientista Alzira de Almeida, autoridade internacional em peste bubônica. Em 1966, ela era do CPqAM (Fig. 9-10).

**Figura 9 - Ângela de Mello efetuando micro titulação para diagnóstico de peste bubônica, Instituto de Microbiologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro (1966)**



**Figura 10 - Equipe de pesquisas sobre peste bubônica. Trabalho de campo. Exu, PE (1966)**



Da esquerda para a direita: Karimi, Alzira, Milton e Célio.

Ainda quanto ao Nordeste destacar as pesquisas desenvolvidas até hoje no campo da *Saúde Única*, sobre doenças que grassavam em diversos estados sob forma epidêmica ou não, algumas delas zoonoses. Por exemplo: febre amarela, brucelose, peste bubônica, doença de Chagas, leishmaniose, esquistossomose, filariose. Além de febre aftosa e outras doenças peculiares de animais.

Na sua maioria, as pesquisas no campo da *Saúde Única* desenvolvem-se em instituições de grande prestígio como a antiga Fundação Gonçalo Muniz, na Bahia e o CPqAM, em Pernambuco, ambas agora da FIOCRUZ. Além do que se fazia nas instituições governamentais de cada estado nordestino e nas respectivas universidades.

Como líderes pioneiros nas pesquisas e ações na *Saúde Única*, as figuras invulgares dos veterinários Fúlvio José Alice na Bahia e Murilo Salgado Carneiro, em Pernambuco; e Sylvio Barbosa Cardoso, no Ceará. Também os médicos dentro do espírito da *Saúde Única*: Pirajá da Silva e Aluísio Prata, na Bahia; Aggeu Magalhães e Frederico Simões Barbosa, em Pernambuco; e Joaquim Eduardo de Alencar, no Ceará.

Nos dias de hoje, as pesquisas sobre peste bubônica e Zika, no CPqAM/FIOCRUZ, no Recife, são fundamentais.

Dezenas de doenças são zoonoses típicas: homem-animal-homem, desde as que popularizaram a palavra peste como sinônimo de malefício em larga escala, até as mais recentes. Foi reconhecido o papel daquelas que necessitam de um ambiente silvestre: febre amarela, raiva dos herbívoros e outras.

Desse panorama, surge uma pergunta bastante atual: O que fazer no âmbito da medicina veterinária para lidar com as três hipóteses?

Em alguns casos a resposta é fácil: Vacinar os animais ou eliminar os doentes? No primeiro caso (vacinação), exemplos típicos são a raiva e a brucelose. No segundo caso (sacrifício), tuberculose, peste suína africana, peste bovina e mormo (quase doenças do passado). Ainda uma terceira hipótese: Eliminar os vetores (mosquitos, pulgas, carrapatos) ou encontrar vacina para proteger animais silvestres contra o agente patógeno? Como exemplo, uma vacina para macacos, contra a febre amarela silvestre, o que está sendo pesquisado no Centro de Primatologia do Rio de Janeiro (CPRJ) em colaboração com a FIOCRUZ.

**Instituto Oswaldo Cruz** – Neste retrospecto para situar o fenômeno *Saúde Única*, é necessário destacar o papel do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro (Fig. 11). Ele foi a base para isso, graças à genialidade de Oswaldo Cruz. Quando o instituto que leva seu nome foi criado em 1907 (**há 112 anos**), alguns itens de sua regulamentação foram premonitórios:

*"Art. 2º - O Instituto é destinado aos seguintes misteres: (a) estudo das molestias infectuosas e parasitarias **do homem, dos animais, e das plantas...***

*(d) escola de veterinaria, compreendendo a pathologia, a hygiene e a therapeutica..."*

*Art. 11 - Aos cursos serão admitidos os medicos e veterinarios diplomados e os estudantes de medicina e veterinaria..."*

**Figura 11 - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro**



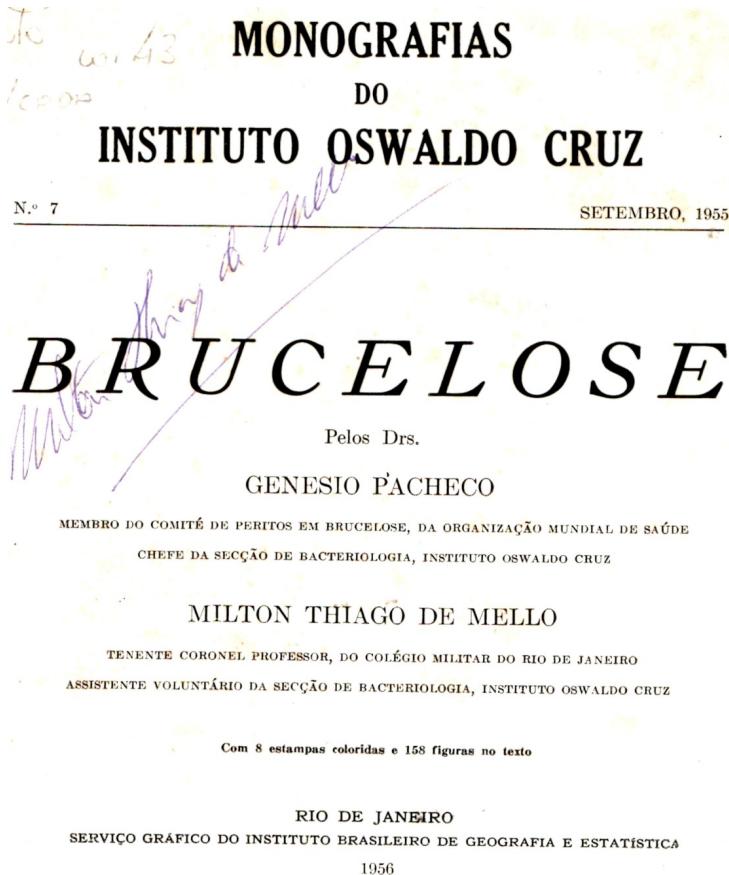
Em 1970, o Instituto Oswaldo Cruz junto com algumas instituições de pesquisa brasileiras passou a FIOCRUZ (Decreto Nº 66.624 de 22/05/1970). Meio século depois, a FIOCRUZ continua desempenhando seu papel na *Saúde Única* em seus três aspectos: humana, animal e ambiental, conforme a ideia original de 1907.

O pioneiro Instituto Oswaldo Cruz, agora transformado na gigante que é a FIOCRUZ, teve grande papel nas primeiras décadas da medicina veterinária no século XX. Foram do instituto que saíram muitos dos médicos cientistas, para lecionar na Escola Superior de Agronomia e Medicina Veterinária. E também nele fizeram o curso pioneiro de Parasitologia e de Bacteriologia, médicos e veterinários (que seriam formados em 1917), o que hoje chamar-se-ia de Pós-Graduação.

Dezenas de veterinários têm passado pelo Instituto Oswaldo Cruz até hoje. Alguns deles até chegaram a ser Presidentes da atual e poderosa FIOCRUZ: Herman Schatzmayer, Akira Homa e Elói

de Souza Garcia (Membro da ABRAMVET). Eu mesmo tive o privilégio de fazer o curso e durante 20 anos (1944-1964) efetuar pesquisas sobre vários assuntos, principalmente brucelose, zoonose que constitui um dos grandes temas da *Saúde Única*. Desses trabalhos resultou volumosa monografia de mais de 700 páginas, em colaboração com o grande cientista Genésio Pacheco, em 1955 (Fig. 12).

Figura 12 - Capa da Monografia nº 7 do Instituto Oswaldo Cruz, 1955



A FIOCRUZ, herdeira do Instituto Oswaldo Cruz, representa o fenômeno *Saúde Única*, em todos os seus desdobramentos.

Poucos anos depois de criada a FIOCRUZ, foi também criada outra instituição dedicada direta ou indiretamente à *Saúde Única* e também à produção de alimentos: a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA; Lei Nº 5.851 de 07/12/1972).

Além das dezenas de centros de pesquisas da FIOCRUZ e da EMBRAPA, com *Saúde Única* (humana, animal e ambiental) distribuídos por todo o País, existem muitas instituições pertencentes a Ministérios, Secretarias Estaduais e universidades, de norte a sul do País. Desde o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA; Manaus-AM), o Instituto Evandro Chagas (IEC; Belém-PA) e o Museu Paraense Emílio Goeldi (Museu Goeldi; Belém-PA) no extremo Norte, ao Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor (IPVDF; Eldorado do Sul-RS) no extremo sul, passando por muitas outras por todo o País.

É realmente um fenômeno digno de maior detalhamento, o que não cabe neste espaço.

Paralelamente, muitas pesquisas sobre doenças que grassavam em diversos estados do Nordeste sob forma epidêmica ou não, foram e estão sendo focalizadas. Algumas delas zoonoses. Por exemplo: febre amarela, brucelose, peste bubônica, doença de Chagas, leishmaniose, esquistossomose, filariose. Além de febre aftosa, verminoses, etc.

Na sua maioria, as pesquisas no campo da *Saúde Única* desenvolviam-se como até hoje, em instituições de grande prestígio como o Instituto Gonçalo Muniz (IGM; Salvador-BA) e o CPqAM (Recife-PE), ambas agora na FIOCRUZ. Além do que se fazia nas instituições governamentais de cada estado nordestino e nas respectivas universidades.

### **1.3.2 Fenômeno RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia)**

As atividades científicas no Nordeste são bastante antigas no campo da *Saúde Única* e da produção de alimentos de origem animal, com a participação de veterinários. Consolidadas no século XX, continuaram no século XXI.

Surgiu então o que considero um dos fenômenos da Medicina veterinária brasileira no presente século: a RENORBIO. Graças à visão e persistência de José Ferreira Nunes, Professor da FAVET da UECE, a partir da água de coco. A origem da RENORBIO foi resumida no prefácio.

A história dessa verdadeira saga merece comentários.

Foram seguidas duas trilogias. Uma, que no passado Aguirre chamou de Tríade com o título de Medicina da Conservação, atual *Saúde Única*: medicina humana, animal e ambiental. Outra, muito apreciada pelos burocratas do ensino superior, como finalidade das universidades: ensino, pesquisa e extensão, o que a maioria não faz.

Agora, no fim da segunda década do século XXI a RENORBIO pode ostentar seus feitos, alguns deles apresentados no BIOTEC 2019, com suas ramificações no Nordeste e fora deste. Quando traduzidos em números são surpreendentes. Deve ser levado em conta que são todos os estados nordestinos com centenas de veterinários, médicos, biólogos e outros profissionais, em dezenas de instituições, durante mais de 30 anos. Tudo isso a partir do tema original: água de coco e, sobretudo, com a capacidade agregadora de José Ferreira Nunes.

Nesse período, Nunes, foi e é professor da FAVET da UECE, um dos fundadores da ACEVET e seu Ex-Presidente. É Membro Titular e Conselheiro da ABRAMVET.

Vejamos um pequeno histórico da RENORBIO fornecido pelo professor Nunes:

*'A RENORBIO foi criada em novembro de 2004, pelo Ministro de Ciência e Tecnologia, Eduardo Campos. Logo em seguida, através do Dr. Luís Antônio Barreto de Castro, Secretário Geral do Ministério de Ciência e Tecnologia, em 2006, houve o desafio para acoplar a esta Rede de Biotecnologia quatro linhas de pesquisas: Agropecuária, Saúde, Química Industrial e Recursos Naturais. Através do Fórum de Pró-Reitores, em 2006, tendo o Prof. Dr. José Ferreira Nunes, como Presidente do Fórum (FOPROP-NE), foi resolvido em uma reunião realizada em Recife/Pernambuco elaborar com 180 professores consulta de uma proposta de APCN (Proposta de Curso Novo para a CAPES).*

*Em final de 2006, foi aprovado o 1º Curso de Doutorado em Rede, com a participação de 38 instituições de ensino e pesquisa de todos os Estados do Nordeste mais o Espírito Santo, tendo a UECE, em Fortaleza, como primeira Coordenação Geral.*

*Hoje (julho de 2019) a RENORBIO já formou 986 doutores, com uma produção intelectual de 1.442 trabalhos publicados, incluindo 780 patentes nacionais e 10 patentes internacionais e softwares. No projeto havia uma meta de formar até o ano de 2020, 1000 doutores em Biotecnologia. Como pode ser observado, já foram formados 986 doutores. Desse modo a meta será totalmente alcançada.*

*Com essa atmosfera, o Nordeste que contava com apenas seis patentes, hoje ultrapassa as 700 patentes e despertou a cultura de inovação tecnológica na região, que criou vários outros cursos de graduação em Biotecnologia em todos os Estados do Nordeste e o Espírito Santo.*

*Como um dos desdobramentos importantes da RENORBIO, a UECE aprovou em 2013 o Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal (MPBiotec), nota 4 na CAPES, que já formou 38 alunos, produziu vários bioproductos e biomateriais e colocou dois produtos no mercado.*

É realmente um fenômeno.

### 1.3.3 Fenômeno Alimentos

De todos os *fenômenos* selecionados, provavelmente, o mais espetacular é o dos alimentos. Não só pela participação dos veterinários brasileiros, mas também pela repercussão internacional no mundo globalizado, o que chamo de “**alimento para um mundo faminto**”.

Em 100 anos de existência, a profissão veterinária no Brasil evoluiu, como em todo o mundo, para dezenas de atividades. Agora, por exemplo, o Brasil é uma “potência alimentar” proporcionando alimentos de origem animal e vegetal em grandes quantidades para sua população e exportando os excedentes. Os veterinários são responsáveis pela produção daqueles de origem animal, em quantidade e qualidade adequadas.

Com o amplo título de “**segurança alimentar**” estão as atividades humanas que englobam desde a produção até o consumo final de alimentos. Nestes, incluídos os de origem animal (POA) e os de origem vegetal (POV). Essas palavras envolvem no mundo inteiro quantidade incalculável de recursos humanos e econômicos para que o alimento seja produzido do *pasto ao prato* em quantidade e qualidade adequadas.

É óbvio que todo ser vivo necessita de alimento (nutrientes). É a clara manutenção do *indivíduo* em paralelo com a manutenção da *espécie* por meio da reprodução. Exemplos de outras necessidades básicas são energia, habitação e matéria prima.

Considerando que a população humana continua crescendo, serão necessárias para alimentá-la algumas medidas básicas. Por exemplo: aumento de produção e produtividade, combate ao desperdício, alimentos artificiais e dessalinização da água.

Segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), dos mais de 7,5 bilhões atuais a 9,5 bilhões em 1950 (dois bilhões em apenas três décadas). E 11 bilhões no fim do século.

E todos terão de comer.

Quase metade da população humana atual pertence ao grupo de cinco países conhecidos pela sigla BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). A Índia e a China com suas milenares civilizações têm mais da metade da população dos BRICS e quase  $\frac{2}{3}$  da mundial. Por maiores que sejam seus esforços têm de importar alimentos, principalmente a China com sua urbanização acelerada.

Com esse panorama, fica bem claro que os países produtores de alimentos têm uma grande responsabilidade. Nesse aspecto, destaca-se o Brasil. De importador de alimentos até pouco tempo, transformou-se em apenas algumas décadas no maior exportador, graças em grande parte aos de origem animal, uma responsabilidade da veterinária brasileira.

Alguns dos dados a seguir já foram divulgados noutras ocasiões inclusive no Congresso Mundial de Veterinária em Istambul, Turquia (*Food for a Hungry World*) 2013 [4] e no livro organizado pela ABRAMVET em parceria com a SNA: *Brasil, Potência Alimentar*, em 2014 [5].

A produção brasileira de seis alimentos importantes relativos ao bordão “**alimentos para um mundo faminto**”: carnes bovina e suína, frangos, soja, milho e arroz é muito importante (Fig. 13). Os dados da figura são de dezembro de 2017. Logo no ano seguinte, a safra de grãos foi superior a 240 milhões de toneladas! A essa produção corresponde exportação significativa com evidente reflexo para a economia nacional (Produto Interno Bruto – PIB). Em 2018, o Brasil foi o maior exportador de carne bovina do mundo

(1,64 milhões de toneladas). Embora a produção de soja e milho não esteja diretamente relacionada com os veterinários, ela é muito importante para a profissão porque praticamente é toda destinada aos animais produtores de carne bovina, suína e frangos, quer no Brasil, quer nos países importadores, principalmente China.

**Figura 13 - Produção brasileira de seis alimentos importantes**



O fenômeno produção de alimento de origem animal em larga escala no Brasil iniciou-se no século XX. Passou do Sul do país com gado europeu de raças selecionadas para carne e leite, para o Centro-Oeste. No caso dos suínos, expandiu-se no estado de Santa Catarina, principalmente na região de Concórdia. Para os frangos, praticamente em todo o país. Inicialmente com recursos técnicos dos criadores e de algumas instituições governamentais ou não. A partir da década de 70, com apporte científico da EMBRAPA.

Para o caso específico dos bovinos, a introdução do zebu foi decisiva. Ao contrário das raças europeias, o zebu é resistente ao calor e, sobretudo, aos carapatos transmissores das doenças que atacavam o gado europeu.

O fator mais importante para o crescimento explosivo dos bovinos foi a inseminação artificial praticada em larga escala em todo o país.

Um aspecto que está se desenvolvendo desde poucas décadas é a **mudança de hábitos alimentares** no Brasil e em grande parte do mundo, quanto ao consumo das chamadas proteínas nobres (de origem animal). Está ocorrendo a nossos olhos. Da carne bovina e suína ao frango e deste ao peixe (Fig. 14). Em resumo: dos animais terrestres para os aquáticos.

**Figura 14 - Mudança de hábitos alimentares por pressão econômica de produção**



Os motivos são de natureza econômica. É mais barato produzir frango e peixe do que carne bovina e suína. É bem verdade que as camadas de população com maior poder aquisitivo continuarão

a consumir carnes bovina e suína. Entretanto, a maioria já está consumindo frango e rapidamente passando ao peixe cultivado (a pesca extrativista é mais cara).

Impressionante é o fato de que alguns cultivadores de soja em Mato Grosso estão passando para a criação de peixes (tilápia, pacu). Na China, o maior produtor de pescado no mundo (cultivado ou de pesca extrativista), a moda atual é cultivar o nosso tambaqui.

A mudança de soja para peixe é lógica. A produção de um hectare de soja não se compara em termos de dinheiro, à produção desse hectare com peixes criados em tanques, como tilápia, pacu, tambaqui e outros. E com a proteína nobre já pronta, sem idas e vindas da soja e milho.

No caso específico do Nordeste, apesar das condições climáticas adversas e talvez por isso mesmo, nele desenvolveu-se durante séculos uma caprinocultura poderosa para produção de leite, carne e couro. Ao mesmo tempo, uma bovinocultura mais dedicada à produção de carne-de-sol e couro. No fim do século XX, cultivo de camarões e peixes.

A mais recente conquista do Nordeste na produção de alimentos de origem animal é em parte derivada do fenômeno RENORBIO. Com aumento do uso da água de coco para conservação do sêmen caprino, o rebanho desses animais aumentou consideravelmente. Daí, mais carne e mais leite com recente apoio legal (Lei Nº 13.854, de 08/07/2019): “Institui a Política Nacional de Incentivo à Ovinocaprinocultura”.

É de prever-se a expansão da produção e consumo de leite de cabras com aditivo de água de coco em pó, o “*leit motiv*” da RENORBIO.

Apesar dos sucessos na produção de alimentos e dos avanços do agronegócio brasileiro, alguns empecilhos podem surgir dificultando maior desenvolvimento. Um deles, de natureza externa, as barreiras para exportação (tarifárias, sanitárias, rastreabilidade, bem-estar). Outro, de natureza interna, as atividades de burocratas que gastam tempo e dinheiro (*"tempo é dinheiro"*) com planejamentos ou iniciativas tímidas sem prosseguimento.

A propósito, muito me impressionaram duas manifestações de ilustres personalidades.

A mais recente, proferida pelo Ex-Ministro da Agricultura Roberto Rodrigues ao tomar posse na Presidência da Academia Nacional de Agricultura: *Iniciativa com acabativa*.

Outra, mais antiga, do professor Benedito Pedro Dorileo, Vice-Reitor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em excelente livro “Universidade. O Fazejamento”, a propósito da inauguração da Universidade (1976): *“...fazer foi a decisão. O desígnio histórico não permitiria o luxo do planejamento em empapelado, encadernado, pintado, lubrificado...”*.

**Fazejamento e acabativa**, em contraposição aos eternos e inconsequentes planejamentos e iniciativas.

### 1.3.4 Fenômeno PET

Com o nome inglês de PET prontamente assimilado pelos veterinários brasileiros e seus clientes proprietários de animais de companhia (principalmente cães e gatos) estabeleceu-se no país uma atividade bilionária.

No início da profissão no Brasil, pouca importância era dada a esses animais a não ser um pouco para o caso dos cães, porque

estes eram perigosos por transmitirem a raiva e deveriam ser vacinados ou eliminados.

Na programação do 1º COMBRAVET (1922) não era feita menção aos pequenos animais.

No final da década de 30 do século passado, no Rio de Janeiro, quando me formei, havia menos de meia dúzia de clínicas para pequenos animais, principalmente cães. Uma delas era o Hospital Veterinário da EVE no qual pontificava o Capitão veterinário Ary de Menezes Gil que também possuía uma clínica particular. Outra era do também professor da EVE, Capitão veterinário Alfredo da Costa Monteiro, com uma clínica particular no bairro da Lapa. No meio civil era célebre o veterinário Antonino Barone Forzane.

No Brasil, por essa época, a situação não era diferente. Pouco mais de meia dúzia de clínicas em cada Estado.

Hoje, a clínica de animais de companhia domina quantitativamente as atividades dos Veterinários, reunidos na poderosa Associação Nacional de Clínicos Veterinários de Pequenos Animais (ANCLIVEPA) e outras entidades.

Como pequenos animais devem ser considerados os cães e gatos. O número deles no país é desconhecido, porém é notório que quase toda família brasileira, tem pelo menos um cachorro ou um gato. Além disso, a enorme quantidade de cães e gatos sem donos perambulando pelas ruas.

Vários motivos determinaram a mudança radical.

- a) A classe média brasileira aumentou e consequentemente pode comprar ração e medicamentos, além de pagar atenção veterinária;
- b) O número de cães e gatos aumentou junto com o aumento da população, levando-se em conta que praticamente

- cada família brasileira tem pelo menos um cão ou um gato, como antes mencionado;
- c) Não existe um sistema generalizado de castração de cães e gatos de ambos os sexos, abandonados ou não, o que permite a proliferação. Um cálculo impressionante feito por um serviço de castração de gatos norte americano, mostra que um casal de gatos se reproduzindo à vontade, no fim de nove anos, teria gerado mais de 11 milhões de gatos.

Convém não esquecer que cães e gatos, são carnívoros. Desse modo, competem com humanos em requisitos nutricionais *in natura* ou sob a forma de ração.

**Na ditadura de Mao Tse Tung na China, com a fome generalizada durante o “grande salto para adiante”, nos anos 1958/1961, pelo fato de os cães competirem com humanos em consumo de alimentos, foram considerados uma praga e quase extermínados<sup>2</sup>. Em muitos casos, consumidos. Em demorada visita à China, que fiz em 1980, nenhum cão foi visto. Dessa época de Mao para hoje (pouco mais de meio século) a China detém agora a maior quantidade de cães no mundo.**

A proximidade de cães e gatos com o homem, além do compartilhamento dos alimentos *in natura* ou processados como rações, resulta como vimos anteriormente na possibilidade de surgirem zoonoses principalmente raiva canina e leishmaniose (cães) e toxoplasmose (gatos).

Por isso, muito importantes são os Centros de Controle de Zoonoses (CCZ), que além de cuidarem de algumas zoonoses (rai-

<sup>2</sup> “Mao também quis se livrar dos cães, que consumiam comida, mas desistiu quando lhe disseram que os campões precisavam deles para guardar suas casas enquanto estavam fora, no trabalho.” (In: **Mao. A história desconhecida**, Jung Chang; Jon Halliday, 2003. Trad. 2006. Pág. 531, Cap. 40: O Grande Salto, 1958-1961).

va, leishmaniose, etc.) ainda têm ampliadas suas funções para o combate a animais sinantrópicos e peçonhentos entre eles os que fazem parte de *Saúde Única*: tais como os ratos.

Ainda quanto à relação entre os médicos veterinários e os animais, na *Saúde Única*, lembrar que cães e gatos domésticos devem estar submetidos a bem estar. Principalmente no caso dos gatos. Estes, como revelam pesquisas recentes, têm praticamente a mesma “inteligência” dos cães.

Em consequência do maior poder aquisitivo da população brasileira, foi estabelecida uma cadeia entre os proprietários e os veterinários retroalimentada pelas indústrias farmacêuticas e de rações, farmácias, cursos e clínicas, com ênfase na indústria de ensino para formar os veterinários clínicos de pequenos animais.

São indústrias milionárias de medicamentos, vacinas e rações bem como diversos acessórios, vendidos em centenas de casas comerciais espalhadas pelo país, os *PET Shops*. Um exemplo: em Brasília existe enorme supermercado apenas para produtos PET.

Calcula-se que o sistema PET movimente mais de 15 bilhões de reais anualmente (Fig. 15). O que não é de se estranhar tendo em vista o valor ou custo de cada um dos componentes da cadeia (*Veterinários – Clínicas – Cursos – Proprietários – Rações – Medicamentos – Indústrias – Farmácias – ONGs – Mídia – Pet Shops*). Um exemplo: o número absurdo de 406 Cursos de formação de médicos veterinários, com 106.917 vagas autorizadas pelo Ministério da Educação, inclusive 47.950 à distância (30/05/2019). A maioria orientada para o “mercado” PET.

Figura 15 - Ciclo da atividade PET no Brasil



Mello, M.T., Fortaleza, 15 Mar 2019.

Há poucas semanas (09/07/2019) a Televisão Record, passou quase meia hora, a partir das nove horas da manhã, em um bonito programa intitulado “*O Brasil vive uma verdadeira onda pet*”. Nele, várias cenas com muitos cães domésticos e de rua. Um quadro chamaativo, colorido, mostrava que o Brasil é o 3º país com maior número de cães, atrás da China (1º) e dos Estados Unidos da América – EUA (2º), mais de uma centena de milhões de cães em cada um.

Noutro momento, no mesmo dia, um programa mostrava “cães de rua”, em São Paulo, em casinhas de madeira, enfileiradas em uma calçada, “vestidos” com “roupinhas” contra o frio, melhores do que as dos “moradores de rua” que na ocasião recebiam cobertores.

É evidente que essa predominância de orientação da medicina veterinária para o fenômeno PET ficará saturada por mais que cães e gatos se multipliquem com ou sem donos.

### **1.3.5 Fenômeno Ensino**

A profissão veterinária brasileira necessita de veterinários qualificados para suas grandes responsabilidades em muitas áreas e não apenas daqueles que passaram por cursos de formação e cuidam da saúde de animais, principalmente os “pequenos”.

Desde o 1º COMBRAVET (setembro de 1922) organizado pela SBMV na “Comemoração do Centenário da Independência do Brasil” o ensino tem sido preocupação constante. No programa então distribuído, era o primeiro tema:

*“Capítulo I – Ensino Medico Veterinario do Brasil.*

*Meio de diffundi-lo, sua utilisação e uniformisacão”.*

Outros capítulos tratavam de saúde pública, moléstias transmissíveis, indústria de carne. Uma previsão do modelo atual de “Saúde Única”.

Desse esse 1º COMBRAVET (1922) até o último, o ensino tem sido discutido e seguidas algumas resoluções em **congressos**, com **sucessos**, **insucessos** e **retrocessos**.

Para manter a condição de potência alimentar para um mundo faminto, com reflexos na economia do país, há necessidade de veterinários para garantir, em quantidade e qualidade, a produção de alimentos de origem animal, principalmente carnes bovina e suína, além de frangos. Também para participar da *Saúde Única*.

O grande número de veterinários (mais de 160.000) existentes no país, formados em 406 cursos (até maio de 2019), reflete **quantidade**, mas não necessariamente **qualidade**.

Nos últimos anos, a ABRAMVET em convênio com a SNA, tem participado de uma série de atividades como reuniões e publicações relativas ao agronegócio, em particular a segurança alimen-

tar. Em novembro de 2018, as duas instituições organizaram um Seminário que demonstrou os bons resultados da parceria. Ele foi parte de um dos objetivos da ABRAMVET que é o de “*assessorar o governo em assuntos relativos à Veterinária*”.

O Seminário resultou de sugestão do Acadêmico e Jornalista Luiz Octavio Pires Leal, em consequência de dois artigos publicados na revista “Animal Business Brasil” da SNA editada pelo mencionado Acadêmico (MELLO, 2018ab). Nesses artigos foi mostrada a situação do Ensino de Veterinária no País, com excessivo número de cursos, além de outras informações. Foram convidados representantes de instituições que têm relação direta com o tema. Suas opiniões e sugestões foram sintetizadas em propostas exequíveis a curto prazo para melhoria do Ensino de Veterinária, para apresentação ao Ministério da Educação.

#### *1.3.5.1 Número de cursos*

Chegamos assim aos dias de hoje comentados nos dois trabalhos mencionados. Quase um século depois do 1º COMBRAVET (1922), a situação é vergonhosa, como demonstrado no “Seminário”: 370 Cursos, naquela ocasião. Apenas seis meses depois, a situação ficou mais dramática: 406 Cursos autorizados (30/05/2019), com a velocidade com que o Ministério da Educação tem autorizado a abertura de novos Cursos, aparentemente sem a qualidade desejável, como parte da indústria de Ensino que envolve bilhões de reais. Nesse período, foram praticamente autorizados dois cursos por semana de dias úteis (Quadro 3).

### Quadro 3 – Cursos de Medicina Veterinária



ACADEMIA BRASILEIRA DE MEDICINA VETERINÁRIA

#### CURSOS DE MEDICINA VETERINÁRIA

##### a) NO BRASIL (MEC)

Cursos	Vagas autorizadas
<b>2018</b>	
06 de setembro...	351 ... 69.341
15 de outubro.....	360 ... 70.264
12 de dezembro..	370 ... 73.056
<b>2019</b>	
30 de maio.....	<b>406 ... 106.917</b>

(Inclusive 47.950 vagas autorizadas à distância)

##### b) EM ALGUNS PAÍSES (2018)

Rússia.....	41	Grã Bretanha...	7
Índia.....	40	Canadá.....	5
EUA.....	27	Alemanha.....	5
China.....	23	França.....	4
Japão.....	16	África do Sul...	2
Itália.....	13	Nova Zelândia..	1
Austrália...	7		

**Total: 191**

#### Número de Médicos Veterinários registrados no Conselho Federal de Medicina Veterinária (1º de julho de 2019)

Registrados..... **160.739** (Menos Minas Gerais)  
Atuantes..... 117.130

Desses cursos, 48 pertenciam a Universidades Federais. Os restantes eram de Escolas estaduais ou particulares. Algumas Universidades Federais situadas em lugares que certamente não comportam uma, como UF dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, UF do Recôncavo da Bahia, UF da Fronteira Sul, UF do Sul e Sudeste do Pará, UF do Oeste da Bahia.

Mais alarmante, além da quantidade de Cursos é o número de vagas autorizadas para o Ensino à Distância (EAD), o que motivou a Resolução do CFMV, com enérgica e detalhada exposição de motivos, proibindo o registro de Veterinários egressos de Cursos à Distância (D.O.U., 25/02/2019).

### 1.3.5.2 Currículos

Essas centenas de Cursos devem seguir “*Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Medicina Veterinária* (D.O.U. de 20/02/2003)”. São dezenas de itens diversos, muitos deles fora do objetivo da Profissão, com detalhamentos irreais, típicos de burocratas em salas com ar condicionado.

Durante quatro ou cinco anos os alunos são apresentados a dezenas de assuntos. Entre centenas de nomes e siglas, o essencial é perdido no meio de conhecimentos supérfluos ou que somente serão necessários depois de alguns anos da formatura. Desse modo, em muitos assuntos existe insuficiência de Veterinários (Quadro 2).

O sonho dos burocratas é formar o “Veterinário Generalista” (Fig. 16), com pelo menos os conhecimentos da listagem a seguir, além de outros das “Diretrizes”.

**Figura 16 - O Veterinário generalista**



### *1.3.5.3 Temas*

Carrapato – Aftosa – Zebu – Barreiras – Carne de sol – Bem estar – Silvestres – Clivagem embrionária – Inseminação – Antibióticos – Laboratórios – Legislação – Matadouros – Peste – Raiva – Charque – Confinamento – Peste suína – Abate – Ética – Zoonoses – Rastreabilidade – Brucelose – Tuberculose – Peste bovina – Militares – Ovos – Ensino – Verminoses – Primatas – Mulheres – Exposições – Prestações de contas – Importação – Exportação – Fiscal agropecuário – Sindicatos – Normas técnicas – Academias – Zootecnia – Mormo – História – Laticínios – Saúde pública – Febre amarela – Bioterrorismo – Drones – Frango – Peixe – Camarão – Laticínio – Cliente – Consultório – etc.

### *1.3.5.4 Siglas*

OIE – FAO – OMS – BID – IICA – FMI – OPAS – WVA – MEC – MAPA – DIPOA – CFMV – CRMV – SBMV – ANCLIVEPA – CONBRAVET – ABRAMVET – DNA – HACCP – SIF – RT – CRISPR – EAD – etc.

Nos 16 anos das “Diretrizes”, os Cursos de Medicina Veterinária proliferaram como visto antes. Desse modo, os 406 autorizados (30/05/2019) devem formar profissionais de acordo com o Artigo seguinte e vários outros semelhantes, de linguagem empolada:

*“Art. 3º - O Curso de Graduação em Medicina Veterinária tem como perfil do formando egresso/profissional o Médico Veterinário, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, apto a compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidades, com relação às atividades inerentes ao exercício profissional [...] Ter conhe-*

*cimento dos fatos sociais, culturais e políticos da economia e da administração agropecuária e agroindustrial. Capacidade de raciocínio lógico, de observação, de interpretação e de análise de dados e informações, **bem como** dos conhecimentos essenciais de Medicina Veterinária, para identificação e resolução de problemas”.*

Aparentemente, pelo texto (... **bem como**) os conhecimentos profissionais são acessórios.

#### *1.3.5.5 Professores*

Não existem dados disponíveis sobre a quantidade de professores necessários, para ministrar aulas nas dezenas de disciplinas dos 406 cursos. Muito menos sobre sua qualificação e formação.

#### *1.3.5.6 Sugestões*

E o que fazer com as centenas de cursos evidentemente de má qualidade e os futuros? Situação semelhante ocorria no ensino médico dos Estados Unidos há um século, com excesso de cursos de má qualidade e caça níqueis, denunciados no Relatório Flexner de **1910!**

É urgente que sejam implementadas drásticas medidas que conduzam a Medicina Veterinária brasileira para satisfação das exigências da sociedade pelo menos, quanto à Saúde Única e à Produção de Alimentos, além de outras.

É com esse objetivo que a ABRAMVET e a SNA têm unido seus esforços.

No mencionado Seminário foram propostas algumas medidas para apresentação ao Ministério da Educação:

- Moratória de cinco anos para abertura de novos cursos;
- Avaliação e credenciamento dos Cursos existentes;
- Desativação de cursos deficientes;
- Atualização de Veterinários.

## 1.4 LIMIAR – O FUTURO JÁ CHEGOU!

No início do século XXI, há cerca de 20 anos, a Profissão Veterinária no Brasil, encontrava-se em um limiar. Nele sobressaíram os fenômenos citados, todos continuação de atividades já existentes e desenvolvidas no século XX.

Em apenas duas décadas deste século algumas inovações despontam para o futuro próximo. Pode-se até dizer que o futuro já chegou. Não são modismos. Vieram para ficar.

Algumas delas serão mencionadas, porque são de interesse imediato para a Profissão Veterinária brasileira.

### 1.4.1 Carne artificial

Quando dois cientistas holandeses obtiveram o que chamaram de “carne artificial” a partir de células-tronco, pensou-se que era uma curiosidade científica. Isso porque a obtenção dessa “carne” era caríssima. Paralelamente, outros cientistas obtinham um produto a partir de vegetais, que também era semelhante à carne bovina.

Em menos de duas décadas, investimentos bilionários estão financiando a produção dessas duas modalidades de carne artificial em vários países, com Bill Gates à frente. São dezenas de indústrias inovadoras apoiadas por uma propaganda também bilionária<sup>3</sup>.

Os argumentos são lógicos. Obter “carne” evitando toda a problemática de criação de animais.

São duas modalidades de carne artificial. Uma derivada de células-tronco de bovinos, cultivadas em tanques de fermentação. Outra, a partir de vegetais, que já são conhecidos por terem proteínas, como soja e feijão. Nesse ponto, deve ser esclarecido que o ser humano necessita de proteínas de origem animal em sua nutrição. Esta não pode ser exclusivamente de origem vegetal, por mais que insistam os vegetarianos e veganos. Essa necessidade de proteína animal, é particularmente importante nos jovens, desde o nascimento, com o aleitamento materno, inclusive para o desenvolvimento da inteligência, até o fim da primeira infância. Daí por diante, o alimento de origem vegetal pode predominar. Essas palavras são óbvias. A espécie humana, desde milênios tem usado caça e pesca para sua alimentação junto com vegetais.

Desse modo, sob o ponto de vista nutricional, a carne artificial a partir de células animais tem mais futuro. Da mesma forma que hoje consomem-se produtos de origem animal e vegetal, assim será com a carne artificial, que poderá ser de origem animal ou vegetal com a ressalva de consumo de proteína animal na infância.

É claro que os Veterinários participarão de todas as fases dos novos procedimentos para produção de carne artificial, sob os dois aspectos de hoje: quantidade e qualidade, com as indispensáveis adaptações. Parodiando o bordão “*do pasto ao prato*”, será do “*la-*

---

<sup>3</sup> A revista VEJA de 14/08/2019 apresentou em página dupla de capa, colorida, propaganda com o título: “BURGER VEGETAL com SABOR ANIMAL”. É o futuro já chegou!

*boratório ao prato*”. As fábricas desse novo produto mais parecerão cervejarias.

Quanto à carne artificial de origem vegetal, a tecnologia é aparentemente mais simples por utilizar vegetais que já têm grande quantidade de proteínas, como a soja. Esta já é usada milenarmente como base em produtos que se assemelham aos de origem animal como leite de soja, queijo de soja (tofu), etc.

#### **1.4.2 Manipulação genética com “CRISPR”**

O futuro chegou para a realização dos sonhos dos geneticistas e enriquecimento de empreendedores.

Há poucos anos, cientistas de três grandes laboratórios (Universidade da Califórnia - Berkeley, Universidade de Harvard e Instituto Max Plank) desenvolveram tecnologia para retirar ou adicionar fragmentos de DNA em células reprodutivas de maneira a obter descendentes com ou sem determinadas características. Essa verdadeira revolução tecnológica é de execução aparentemente simples, para os especialistas, a ponto de um especialista que não fazia parte dos grupos que desenvolveram a técnica dizer: “*Isso qualquer idiota pode fazer*”.

A técnica é conhecida no mundo inteiro pela sigla CRISPR (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Inter espaçadas) acrescida ou não de CAS-9.

Em um dos primeiros trabalhos de divulgação científica da técnica apareciam dois salmões. Um criado convencionalmente, outro no qual fora incluído DNA de outro peixe, que alcançou tamanho muito maior em tempo muito menor. Economia de tempo, trabalho e ração.

Em novembro de 2018, o que se temia com o CRISPR materializou-se. O cientista chinês He, de um dos laboratórios da cidade científica Shenzhen, perto de Hong Kong, usou a tecnologia de CRISPR em ser humano, causando grande impacto no mundo todo, sob o ponto de vista ético.

Assim, como costumo chamar a inseminação artificial de revolução sexual bovina, poderei dizer que o CRISPR é a revolução genética que modificará tudo o que se faz quanto à produção animal, inclusive sua aplicação na produção de carne artificial com determinadas características.

### **1.4.3 Robótica**

Um dos aspectos mais fascinante do futuro que já chegou com sua aplicação na Veterinária é o da robótica. Não apenas os robôs tradicionais do tempo da “Guerra nas estrelas” (*Star Wars*), já usados em fábricas, hospitais, clínicas e na vida diária. Eles poderão ser terrestres, aéreos (drones) e aquáticos. Também os microscópicos, em bactérias ou células (glóbulos vermelhos) e até moléculas.

Esses robôs, conforme o caso, levarão informações ou medicamentos.

### **1.4.4 Implantes**

Diferentemente dos robôs, que têm motilidade, os implantes, quase como ficção científica, podem receber, armazenar e distribuir informações, ministrar medicamentos, em condições prefixadas. Como no caso dos robôs, esses implantes podem ser manipulados a distância, até quilômetros ou continentes.

### **1.4.5 Outras tecnologias**

As novas tecnologias, inclusive de informação à distância serão de uso corrente. Sem substituir aquelas do mundo real, insubstituíveis **até agora:**

Nanotecnologias – Internet das coisas – Cópias e modelagem em 3D – “Novos órgãos” (epiplon, pele, fezes).

### **Referências**

ALVARENGA-NETO, A. M.; MELLO, M. T. (Org.) **Brasil:** Potência alimentar. Segurança dos Alimentos de Origem Animal. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura e Academia Brasileira de Medicina Veterinária, 2014. 116 p.

DUBOIS, R.; MELLO, M. T.; HATSCHBACH, P. I. **Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária.** Trajetória de 80 anos. Brasília: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária, 2001. 260 p.

DUBOIS, R.; MELLO, M. T.; HATSCHBACH, P. I. **Congressos Brasileiros de Medicina Veterinária.** 1922 – 2003. Retrospectiva histórica. Brasília: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária, 2004. 180 p.

MELLO, M.T.; ALVARENGA-NETO, A.M. Food for a hungry world. In: WORLD VETERINARY CONGRESS, 32., 2015. Istambul, Turquia. **Proceedings...** Istambul, Turquia, 2015. 12 p.

PARDI, M. C. (Org.) **História da Medicina Veterinária no Brasil.** Brasília: Conselho Federal de Medicina Veterinária e Academia Brasileira de Medicina Veterinária, 2002. 228 p.

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ABRAMVET	Academia Brasileira de Medicina Veterinária
ACEVET	Academia Cearense de Veterinária
ANCLIVEPA	Associação Nacional de Clínicos Veterinários de Pequenos Animais
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIOTEC 2019	1º Encontro Internacional de Biotecnologia em Saúde Humana e Animal: Inovação, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CAS-9	<i>CRISPR associated protein 9</i>
CCZ	Centros de Controle de Zoonoses
CFMV	Conselho Federal de Medicina Veterinária
COMBRAVET	Congressos Brasileiros de Medicina Veterinária
CPRJ	Centro de Primatologia do Rio de Janeiro
CRISPR	Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Inter espaçadas
CRMV-CE	Conselho Regional de Medicina Veterinária do Ceará
DAS/SDA	Departamento de Saúde Animal e Insumos Pecuários
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
DNA	Ácido desoxirribonucleico
D.O.U.	Diário Oficial da União
EAD	Ensino à Distância
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
EVE	Escola de Veterinária do Exército
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FAVET	Faculdade de Veterinária do Ceará
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FMI	Fundo Monetário Internacional
HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i> (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle)
IGM	Instituto Gonçalo Muniz
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEC	Ministério da Educação
OIE	Organização Mundial da Sanidade Animal
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PET	“Animais de companhia” (cães e gatos, em sua maioria)
PIB	Produto Interno Bruto
POA	Produtos de Origem Animal
POV	Produtos de Origem Vegetal
PPGBiotec	Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal
RENORBIO	Rede Nordeste de Biotecnologia
RT	Responsável Técnico
SBMV	Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SDA	Secretaria de Defesa Agropecuária
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SOMEVECE	Sociedade de Medicina Veterinária do Ceará
UF	Universidades Federais
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
WVA	World Veterinary Association

## **Capítulo 2**

### **EXTENSÃO TECNOLÓGICA – REALIDADES E PERSPECTIVAS**

*Francisco Ariosto Holanda*

A *Extensão Tecnológica* é uma das ações imprescindíveis nas universidades que têm como missão *Ensino, Pesquisa e Extensão*.

O Ministro de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Aloísio Mercadante, no Seminário “Assistência Tecnológica às Micro e Pequenas Empresas” realizado em Brasília na Câmara dos Deputados (2012) destacou: “com relação à extensão tecnológica, o MCTI está concentrando esforços na área de tecnologia social, para demonstrar o papel da extensão tecnológica como elemento indutor do desenvolvimento de setores produtivos.”

Nesse seminário, o Presidente do Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica da Câmara, Deputado Inocêncio de Oliveira, falou: “nós precisamos, cada vez mais, assegurar a capacitação tecnológica da população brasileira. É necessário fazê-lo não apenas nos grandes centros urbanos, mas também, no interior do país”. Trata-se de uma visão estratégica mais abrangente, que envolve sobretudo, a ação da *Extensão Tecnológica*.

Já o presidente da Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática, Deputado Bruno Araújo, reiterou na mesma ocasião que “o papel da *Extensão Tecnológica* constitui instrumento eficaz e condição *sine qua non* para a melhoria da qualidade de vida de parcelas significativas da população brasileira”.

Como organismo fomentador de políticas voltadas para o desenvolvimento nacional, o Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica da Câmara dos Deputados, publicou em 2012 o relatório Assistência Tecnológica às Micro e Pequenas Empresas, onde encontra-se destacado o papel da *Extensão Tecnológica* no país. Nesta publicação, constam abordagens relevantes da extensão, desenvolvimento e inovação, capacitação tecnológica, indicadores de ciência e tecnologia, políticas públicas de Ciência e Tecnologia, economia verde sustentável, Centros Vocacionais Tecnológicos, entre outros.

Já em novembro de 2013, a Câmara dos Deputados promoveu o “Seminário Extensão Tecnológica no Brasil”, no qual foram tratados temas voltados para a *Extensão Tecnológica* e suas implicações nos setores produtivos, organismos governamentais e áreas da educação. Nesse evento, além das palestras e debates, foi lançada oficialmente a proposta de criação da Associação Nacional da Extensão Tecnológica (ANET), como um espaço institucional para o debate e implementação de políticas da *Extensão Tecnológica* (vide no final, proposta de Estatuto).

Entendo que as instituições de ensino superior, como universidades e institutos, têm competência para realizarem um bom trabalho de extensão. Faltam-lhes, no entanto, o devido apoio, do MEC, MCTI e dos governos estaduais para massificarem suas ações.

Se a qualidade é boa, a dimensão da quantidade é muito insuficiente. O sistema Ministério da Educação / Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / Conselho Nacio-

nal para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MEC/CAPES/CNPq) só tem favorecido as ações da *graduação, pós-graduação e pesquisa*. E o que é pior, os trabalhos publicados resultantes de pesquisa contam pontos para aumentar o nível do pesquisador. Não existem incentivos para os professores que queiram se dedicar à extensão. Essa política tem resultado no arquivamento dos trabalhos de pesquisa, que se acumulam nas prateleiras das instituições. Entendo que toda pesquisa, financiada com dinheiro público, deve retornar, no mínimo, na forma de conhecimento para a população. Defendo a massificação da extensão porque os excluídos são muitos.

O Brasil tem dois analfabetismos preocupantes: *o funcional* e *o tecnológico*. O *funcional*, diz respeito ao homem que, mesmo sabendo ler e escrever, não consegue entrar no mercado de trabalho, que exige conhecimento. Estima-se que, na faixa etária de 15 a 64 anos, existam 50 milhões de analfabetos funcionais. O outro analfabetismo é o *tecnológico*, presente nas micro e pequenas empresas. Elas são cinco milhões no país, mas, sua mortalidade é elevada, principalmente, porque não conseguem inovar, pois estão distantes de quem tem o conhecimento: as instituições de ensino superior.

Há, diante desse quadro, uma urgência de criarmos mecanismos, ágeis e flexíveis, de transferência de conhecimentos para a população, criando verdadeiros *atalhos*, que avancem sobre os mecanismos tradicionais da educação. A extensão pode ser um desses *atalhos*. É importante perguntar:

- *Como fazer ingressar num sistema produtivo essa população de analfabetos?*
- *O que fazer com milhões de trabalhadores cuja força de trabalho é cada vez menos exigida, ou nem mais o é?*

- *Como distribuir renda com pessoas sem qualificação profissional, principalmente, nesse momento em que a explosão tecnológica que ocorre no mundo está a exigir cada vez mais das pessoas atualização permanente de seus conhecimentos?*
- *Como superar as desigualdades regionais quando se tem a consciência de que elas aumentam com a concentração do conhecimento?*

A qualificação profissional e a geração de trabalho são, atualmente, os principais desafios para a promoção da cidadania de milhões de brasileiros. Enxergamos na *Extensão* o caminho para realizarmos duas ações importantes no contexto atual:

- Apoio à capacitação da população para o novo mercado de trabalho;
- Assistência tecnológica às micro e pequenas empresas.

Como professor, sempre defendi o fortalecimento do tripé:

P - D - E, ou seja:

- P, da Pós-graduação e Pesquisa;
- D, do Desenvolvimento Tecnológico e Cultural;
- E, da Extensão.

É a *Extensão* que faz a integração da instituição com o setor produtivo em todos os níveis. Diante dos dois analfabetismos, fico imaginando a revolução transformadora que faríamos no país se o governo destinasse TRÊS centros de extensão, tipo CVT – Centro Vocacional Tecnológico, para cada campus dos Institutos Federais e das universidades públicas que estão no interior dos Estados. Se isso acontecesse, teríamos a presença dessas instituições em no mínimo 2.000 municípios com 10.000 extensionistas. Teríamos, assim, as universidades públicas sempre presentes em:

- *Áreas de risco social onde predominem a:*
  - Baixa renda;
  - Baixa escolaridade;
  - Elevados índices de criminalidade;
  - Acesso insuficiente à educação formal tecnológica.
- Localidades com indicação de arranjos produtivos;
- Localidades com elevada demanda por mão de obra certificada.

Não devemos esquecer que o século XXI vai se caracterizar por mudanças rápidas na área tecnológica e que o avanço da ciência irá, cada vez mais, aumentar a ignorância de muitos. Daqui a 10 anos, consumiremos 50% de bens, ainda não inventados.

Tal é esse avanço, que já estamos nos deparando com situações onde de um lado temos pessoas procurando emprego e no contramão trabalho procurando profissional. Como novos conhecimentos surgirão com velocidades cada vez mais crescentes, as camadas sociais mais pobres correm o risco de sofrer a mais perversa das exclusões a do saber para o trabalho.

Temos que diminuir a distância do Brasil com relação à índices importantes, sendo a 10<sup>a</sup> potência do mundo em Produto Interno Bruto (PIB) mas, com a sua riqueza concentrada, e o 85º lugar em Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Infelizmente, os poderes *Executivo e Legislativo* não têm a visão crítica do que é desenvolvimento. Faltam-lhes a consciência de que a riqueza das nações, atualmente, depende do seu patrimônio educacional, científico e tecnológico.

Mas, o que se observa é um Ensino Fundamental entregue a Prefeitos, que na sua maioria, não valorizam os professores; um

Ensino Médio disfuncional, incapaz de enfrentar os desafios do futuro; um Ensino Superior com universidades apáticas que não discutem o país; um Setor Produtivo voltado para a *indústria-comércio* e não *indústria-desenvolvimento*; um Legislativo cartorial e setorial, sem visão de planejamento estratégico; um Executivo preocupado mais com obras físicas do que com a valorização do Homem; e uma Sociedade sem sabedoria. São exemplos do quadro atual:

- 1) A comissão especial que discutiu o Plano Nacional de Educação (PNE) aprovou por unanimidade o valor de 10% do PIB para a Educação. Resultado: vetado pelo Executivo;
- 2) O Projeto de Lei Nº 7.394/2006 que prevê a criação de um fundo para as atividades de extensão. Aprovado na Câmara, encontra-se paralisado no Senado com o Nº PLC-120/2010;
- 3) Os recursos para Extensão, do MCTI, são inexpressivos;
- 4) A concentração de recursos nas regiões sul e sudeste tem provocado enormes desequilíbrios inter-regionais;
- 5) A falta de cultura do setor produtivo em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação têm acarretado atraso tecnológico no país e perda de mercado. Por exemplo, das 70 mil empresas industriais existentes, somente 3% tinham introduzido um produto novo no mercado e menos de 5% contavam com a atuação de pesquisadores brasileiros.

Enfim, a minha esperança está na criação de instituições públicas de nível superior que estão adentrando nesse país e na criação da Associação Nacional de Extensão Tecnológica (ANET) cuja proposta de Estatuto transcrevo a seguir:

## **PARTE II**



**PROPOSTA DE ESTATUTO  
DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL  
DOS EXTENSIONISTAS  
TECNOLÓGIOS - ANET**



# CAPÍTULO I

## Da Denominação, Sede e Fins

**Art. 1º** - A ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXTENSIONISTAS TECNOLÓGICOS – ANET, é uma sociedade civil, sem fins lucrativos, com prazo de duração indeterminado, que será regida por este Estatuto e pela legislação que lhe for aplicável.

**Art. 2º** - A ANET tem sede e foro na cidade de .... podendo criar seções em qualquer Estado, a juízo do seu Conselho de Administração.

**Art. 3º** - A ANET tem por objetivos:

- I. Congregar instituições e pessoas interessadas em estudar e propor ações de extensão tecnológica para o país, observando-se as peculiaridades e vocações das regiões, tendências do desenvolvimento da Natureza, da Sociedade e do Homem, em seus múltiplos aspectos e em suas inter-relações, com vistas a projetar cenários para a atuação prática de construção do futuro;
- II. Realizar pesquisas e estudos socioeconômicos que contribuam para uma melhor definição de planos e programas voltados para a capacitação tecnológica da população, as-

sistência tecnológica ‘as micro e pequenas empresas e para o desenvolvimento regional, dentro da ótica da melhoria da qualidade de vida da população e do aumento do índice de desenvolvimento humano IDH;

- III. Analisar, acompanhar e avaliar planos de desenvolvimento globais, setoriais, regionais e locais, particularmente quanto aos seus efeitos sobre a estrutura e dinâmica regional, e oferecer sugestões para o seu aperfeiçoamento ou complementação;
- IV. Coordenar, elaborar e avaliar, inclusive mediante convênios ou contratos com entidades públicas e privadas, estudos, pesquisas e projetos compatíveis com os seus objetivos sociais;
- V. Incentivar, de modo permanente, o intercâmbio de informações e a troca de experiências entre seus associados e com entidades congêneres;
- VI. Promover cursos de treinamento, seminários, congressos, simpósios, conferências, debates e outros eventos de natureza cultural que contribuam para a efetivação de seus objetivos sociais;
- VII. Estabelecer parcerias, com os meios de comunicação de massa, para divulgação permanente dos resultados dos estudos e pesquisas.

## CAPÍTULO II

### Dos Associados

**Art. 4º**- Poderão ser admitidos como Associados, pessoas físicas que se disponham a colaborar direta ou indiretamente para a realização dos objetos previstos neste Estatuto.

**Art. 5º** - A Sociedade tem as seguintes categorias de sócios;

- I. Fundadores;
- II. Efetivos;
- III. Colaboradores;
- IV. Honorários.

**Art. 6º** - São Sócios Fundadores as pessoas físicas que subscreverem a ata de constituição da Entidade, ou que a ela venham a se filiar até \_\_\_\_\_.

**Art. 7º** - São Sócios Efetivos as pessoas físicas admitidas em data posterior a \_\_\_\_\_.

**Art. 8º** - São Sócios Colaboradores as empresas e instituições que se disponham a colaborar técnica e financeiramente para a consecução dos objetivos da Sociedade.

**Art. 9º** - São Sócios Honorários as pessoas físicas e jurídicas que, em função de relevantes serviços prestados à Sociedade, venham

a ser consideradas, por seu Conselho de Administração e Assembleia Geral, como merecedoras, de homenagem e reconhecimento especial.

**Art.10** - Os Sócios Efetivos e Colaboradores serão admitidos mediante exame e decisão favorável, pelo Conselho de Administração, dos respectivos pedidos ou propostas de filiação, encaminhados pela Diretoria Executiva.

**Art. 11** - Os Sócios Honorários serão admitidos mediante proposta formulada pelo Conselho de Administração da ANET, e aprovada em Assembleia Geral Extraordinária.

**Art. 12** - A exclusão de membros do quadro social com base Regulamento Interno da ANET somente poderá ser efetivada mediante deliberação de, pelo menos, dois terços do Conselho de Administração cabendo recurso a Assembleia Geral.

**Art. 13** - Os sócios não respondem, solidária ou subsidiariamente, pelas obrigações contraídas pela Associação.

# CAPÍTULO III

## Dos Direitos e Deveres dos Associados

**Art. 14** - São direitos dos Sócios:

- I. Utilizar todos os serviços e participar de todos os eventos da ANET;
- II. Pedir a convocação de Assembleias Gerais e participar de suas reuniões, discutindo e votando as matérias de pauta, obedecidas as normas estatutárias e regulamentares;
- III. Apresentar proposições pertinentes aos objetivos e finalidades da ANET;
- IV. Propor a admissão de sócios;
- V. Votar e ser votado nas eleições para os órgãos da ANET.

**Parágrafo Único** - Somente os Sócios Fundadores e Efetivos podem votar e ser votados nas eleições para os órgãos da ANET. Os sócios Colaboradores e Honorários poderão participar das Assembleias da ANET com direito a voz, mas sem direito a voto.

**Art. 15** - São deveres dos Sócios:

- a) Cumprir as disposições deste Estatuto, o Regulamento Interno e as ordens expedidas para a sua execução, bem como as deliberações da Assembleia Geral, do Conselho de Administração e da Diretoria Executiva;

- b) Pagar, pontualmente, as anuidades e demais encargos ou contribuições aprovados em Assembleia Geral;
- c) Integrar os órgãos e exercer os cargos para os quais tenham sido designados ou eleitos;
- d) Comparecer às Assembleias Gerais, participando de seus trabalhos, na forma das disposições estatutárias e regulamentares;
- e) Zelar pela reputação da ANET e colaborar na realização dos eventos por ela promovidos ou patrocinados.

# CAPÍTULO IV

## **Da Administração**

**Art. 16** - São órgãos da Sociedade:

- a) Assembleia Geral;
- b) Conselho de Administração;
- c) Diretoria Executiva;
- d) Conselho Fiscal.

### **SEÇÃO 1 - Da Assembleia Geral**

**Art. 17** - A Assembleia Geral é o órgão supremo da Sociedade, sendo integrada por todos os Associados, respeitado o disposto no parágrafo único do art. 14.

**Art. 18** - A Assembleia Geral reuni-se á, ordinariamente, na segunda quinzena do mês de abril de cada ano, e, extraordinariamente, em qualquer tempo, na sede social, quando convocada pelo Conselho de Administração, ou por solicitação de 1/5 (um quinto), pelo menos, dos Sócios Efetivos.

**Art.19** - A Assembleia Geral será convocada pelo Presidente do Conselho de Administração com a antecedência mínima de 15 (quinze) dias, mediante aviso por carta ou telex, do qual conste a indicação do dia, hora e local da reunião, bem como um resumo da ordem do dia.

**Art. 20** - A Assembleia Geral somente poderá ser instalada, em primeira convocação, com a presença da maioria absoluta de seus membros, e em segunda convocação, uma hora após, com a de, no mínimo 1/5 (um quinto) dos associados em condições de votar e suas decisões serão tomadas pelo critério de maioria de votos dos presentes no momento da votação.

**§ 1º** - Não havendo número para a realização da Assembleia, será feita uma terceira convocação para uma semana depois; nessa nova data, a Assembleia será instalada com os associados presentes, qualquer que seja o seu número.

**§ 2º** - A Assembleia que tratar da modificação deste estatuto ou da extinção da Sociedade somente será instalada com a presença de, no mínimo 3/5 (três quintos) dos Associados em condições de votar.

**Art. 21** - A Assembleia Geral será instalada e presidida pelo Presidente do Conselho de Administração que, na abertura dos trabalhos, convidará um dos associados presentes para atuar como Secretário.

**Parágrafo Único** - Em suas ausências ou impedimentos, o Presidente do Conselho será substituído pelo Vice-Presidente, pelo Conselheiro com mais tempo de exercício ou pelo Conselheiro mais idoso, nessa ordem.

**Art. 22** - Compete à Assembleia Geral Ordinária:

- a) Discutir e aprovar, anualmente, o relatório de Atividades apresentado pelo Presidente, em nome do Conselho de Administração e da Diretoria Executiva;
- b) Apreciar e aprovar as contas do exercício anterior, com base no parecer do Conselho Fiscal;
- c) Eleger e destituir os membros do Conselho de Administração e do Conselho Fiscal;
- d) Decidir sobre outros assuntos submetidos à sua apreciação.

**Art. 23** - Compete à Assembleia Geral Extraordinária:

- a) Decidir, em definitivo, sobre todas as propostas que lhe forem submetidas;
- b) Conferir títulos de Sócios Honorários;
- c) Alterar ou modificar o presente Estatuto;
- d) Decidir sobre a extinção da Entidade, na forma do disposto no Art. 20, parágrafo único;
- e) Discutir e resolver qualquer assunto de interesse da Sociedade.

## **SEÇÃO 2 - Do Conselho de Administração**

**Art. 24** - O Conselho de Administração é constituído por um Presidente, um Vice-Presidente e 05 (cinco) Conselheiros, eleitos pela Assembleia Geral e por ela destituíveis a qualquer tempo.

**Parágrafo Único** - Cada membro do Conselho de Administração terá mandato de 02 (dois) anos, admitida a reeleição.

**Art. 25** - Compete ao Conselho de Administração:

- a. Supervisionar as atividades da ANET e convocar a Assembleia Geral, quando entender necessário;
- b. Designar os substitutos de Conselheiros, que tenham perdido seus mandatos ou a eles renunciado;
- c. Eleger e destituir os membros da Diretoria Executiva;
- d. Definir políticas e estratégias e baixar regulamentos, normas e procedimentos que disciplinem a organização e as atividades da ANET;
- e. Criar comissões especiais e grupos de trabalhos, permanentes ou temporários, designando seus membros e definindo seus objetivos;

- f. Fixar as anuidades e contribuições sociais e definir sua forma de pagamento;
- g. Aprovar até 30 de outubro de cada ano, o orçamento e o plano de trabalho do exercício seguinte, mediante proposta da Diretoria Executiva;
- h. Deliberar sobre a aquisição e alienação de imóveis e a constituição de ônus reais sobre bens integrantes do patrimônio da sociedade, com base em proposta da Diretoria Executiva;
- i. Propor à Assembleia Geral a extinção da sociedade e a Destinação do seu patrimônio;
- j. Resolver os casos omissos neste estatuto e no regulamento da ANET.

**Art. 26** - O Conselho de Administração se reunirá com a presença do seu Presidente e de, pelo menos, três dos seus membros, deliberando por maioria de votos.

**Parágrafo Único** - No impedimento do Presidente ou na vacância do cargo, o Conselho de Administração poderá ser convocado por qualquer conselheiro.

**Art. 27** - Compete ao Presidente do Conselho de Administração:

1. Convocar, instalar e presidir as Assembleias Gerais e as reuniões do Conselho de Administração;
2. Coordenar as atividades do órgão e apresentar o relatório anual à Assembleia Geral Ordinária;
3. Representar a ANET, em juízo, ou fora dele.

## **SEÇÃO 3 - Da Diretoria Executiva**

**Art. 28** - A Diretoria Executiva é constituída de 04 (quatro) membros, sendo um Diretor Geral, um Diretor de pesquisa, um Diretor de eventos e um Diretor de mídia.

**Art. 29** - O mandato dos Diretores é de 02 (dois) anos, admitida a reeleição.

§ 1º - Os membros da Diretoria Executiva são eleitos pelo Conselho de Administração.

§ 2º - Independentemente de mandato, o Conselho de Administração, poderá destituir Diretoria Executiva, no todo ou em parte, um ou mais integrantes da Diretoria Executiva, à exceção do Presidente.

§ 3º - Nos casos de impedimento eventual ou de vacância, o Conselho de Administração designará os substitutos dos Diretores.

**Art. 30** - Compete à Diretoria Executiva:

- I. Cumprir e fazer cumprir este estatuto, o regulamento interno e as diretrizes e normas baixadas pela Assembleia Geral e pelo Conselho de Administração;
- II. Solicitar a audiência do Conselho de Administração, sempre que assim o aconselharem os interesses sociais;
- III. Adotar, pela unanimidade dos seus membros, decisões *ad referendum* do Conselho de Administração, quando constatar a impossibilidade de reunião oportuna deste;
- IV. Dirigir, coordenar, executar e supervisionar todas as atividades da ANET inclusive:
  - a) Aprovar ou recusar propostas de admissão de novos sócios e decidir pela exclusão de associados, nos casos previstos no regulamento interno;
  - b) Apresentar ao Conselho de Administração proposta de concessão de título de Sócio Honorário;

- c) Elaborar e submeter ao Conselho de Administração até 30 de outubro de cada ano o orçamento da ANET para o exercício social;
- d) Preparar até 30 de março de cada ano o relatório anual, o balanço e a demonstração de variações patrimoniais, a serem apreciadas pelo Conselho de Administração, após apreciação pelo Conselho Fiscal;
- e) Examinar e referendar as credenciais de representantes designados pelos associados para participação nas Assembleias.

**Art. 31** - A Diretoria Executiva se reunirá com a presença do Presidente e de, pelo menos, dois de seus membros, decidindo pela maioria dos presentes.

**Parágrafo Único** - No caso de impedimento ou de vacâncias que impeçam o *quorum* mínimo estabelecido neste artigo, qualquer dos membros remanescentes da Diretoria Executiva solicitará ao Conselho de Administração o provimento das vagas.

**Art. 32** - Compete ao Diretor Geral:

- I. Emitir cheques, movimentar contas, firmar contratos e praticar quaisquer outros atos que impliquem em responsabilidade da ANET, sempre em conjunto com outro Diretor;
- II. Nomear e demitir funcionários, de acordo com o Plano de pessoal aprovado pelo Conselho de Administração;
- III. Convocar e dirigir as reuniões da Diretoria e distribuir encargos entre os seus membros;

- IV. Delegar a representação da ANET a qualquer dos membros da Diretoria ou a sócios efetivos, bem como designá-los para missões especiais;
- V. Celebrar contratos e convênios para efeito de participação da ANET na elaboração ou revisão de estudos, pesquisas e projetos;
- VI. Administrar o patrimônio e as receitas da sociedade;
- VII. Submeter ao Conselho de Administração proposta de aquisição ou de alienação de bens imóveis, bem como constituição de ônus reais sobre eles;
- VIII. Coordenar e supervisionar os serviços da Secretaria, baixando normas de procedimentos e de conduta para os funcionários da ANET;
- IX. Manter resguardados e em dia os livros sociais e legais, bem como os demais atos e ternos constitutivos da ANET e o arquivo de seus expedientes;
- X. Organizar as pautas das reuniões da Diretoria Executiva e fazer lavrar as atas correspondentes;
- XI. Superintender os serviços da tesouraria e contabilidade;
- XII. Executar as demais atribuições que sejam definidas pelo Conselho de Administração em atos normativos complementares a este estatuto e ao regulamento Interno da ANET.

**Art. 33** - Compete ao Diretor de Pesquisa:

- I. Elaborar o Programa de Estudos e Pesquisas a ser submetido ao Conselho de Administração e coordenar a sua execução;
- II. Coordenar toda a atividade científica da ANET, bem como suas relações com as demais entidades e com personalidades envolvidas nos trabalhos dos Núcleos de Estudos e Pesquisas criados pela Sociedade;

- III. Coordenar, juntamente com o Diretor de Eventos, a realização de cursos, seminários e outros colóquios promovidos pela ANET ou com sua participação;
- IV. Coordenar, juntamente com o Diretor de Mídia, a divulgação dos resultados dos estudos e pesquisas promovidos ou patrocinados pela ANET.

**Art. 34** - Compete ao Diretor de Eventos:

- I. Elaborar, ouvido o Diretor de Pesquisa, o Programa de Eventos a ser submetido ao Conselho de Administração e coordenar sua execução;
- II. Coordenar, juntamente com o Diretor de Pesquisa, os eventos a serem realizados pela ANET;
- III. Cuidar das relações da ANET com as entidades envolvidas na realização dos eventos por ele realizadas ou patrocinadas.

**Art. 35** - Compete ao Diretor de Mídia:

- I. Elaborar, ouvidos os Diretores de Pesquisa e de Eventos, o Programa de Mídia a ser submetido ao Conselho de Administração e coordenar sua execução;
- II. Cuidar da divulgação, ouvido o Diretor de Pesquisa, dos resultados dos estudos e pesquisas promovidos ou patrocinados pela ANET;
- III. Cuidar da divulgação, ouvido o Diretor de Eventos, dos cursos, seminários e outros colóquios realizados ou patrocinados pela ANET;
- IV. Coordenar as ações de parceria da ANET visando a formação de um sistema de comunicação de massa para divulgação dos resultados dos estudos e pesquisas por ele promovidos ou patrocinados.

## **SEÇÃO 4 - Do Conselho Fiscal**

**Art. 36** - O Conselho Fiscal é composto por três membros e três suplentes, eleitos pela Assembleia Geral para mandatos de dois anos, admitida a reeleição.

**Art. 37** - O Conselho Fiscal elegerá um de seus membros efetivos para Presidente e funcionará na forma prevista no Regulamento Interno, competindo-lhe acompanhar e fiscalizar a arrecadação da receita e a execução da despesa da ANET e bem assim a administração do seu patrimônio e a execução da sua contabilidade.

**Art. 38** - O Conselho Fiscal apresentará relatórios ao Conselho de Administração, para efeito da tomada de providências relacionadas com os procedimentos de rotina da ANET e emitirá pareceres sobre os balanços anuais a serem apreciados pela Assembleia Geral.



# CAPÍTULO V

## Dos Recursos e do Patrimônio Social

**Art. 40** - Constituem fontes de recursos da ANET:

- a) A arrecadação das anuidades dos seus Sócios Fundadores e Efetivos e das contribuições dos Sócios Colaboradores;
- b) As subvenções, doações e auxílios recebidos de pessoas físicas ou de entidades públicas e privadas, nacionais, estrangeiras e internacionais;
- c) Produto derivado da prestação de serviços e da divulgação de informações técnicas;
- d) As rendas obtidas da administração dos recursos e do patrimônio.

**Art. 41** - Os recursos da ANET destinar-se-ão, exclusivamente, à sua manutenção, cabendo-lhe atuar sempre como sociedade sem fins lucrativos.

**Art. 42** - Constituem patrimônio da ANET os bens e direitos, tangíveis e intangíveis, adquiridos no exercício de suas atividades.

**Art. 43** - O uso dos recursos e do patrimônio deverá guardar perfeita consonância com os objetivos sociais, segundo disciplina geral estabelecida no Regulamento Interno e especial fixada pelo Conselho de Administração.

**§ 1º** - São permitidos, nas condições fixadas neste Estatuto e no Regulamento Interno, a alienação, a vinculação, o arrendamento, a locação, a cessão e a oneração de bens integrantes do patrimônio da ANET.

**§ 2º** - No caso de extinção da ANET decidida por 3/5 (três quintos) dos membros do quadro social, em pleno gozo dos direitos estatutários, o patrimônio remanescente será destinado a entidade cultural ou filantrópica, a critério da Assembleia Geral Extraordinária que apreciar o assunto.

# CAPÍTULO VI

## **Das Disposições Gerais e Transitórias**

### **SEÇÃO 1 - Disposições Gerais**

**Art. 44** - O Regulamento Interno complementará este Estatuto e o Conselho de Administração resolverá os casos omissos.

**Art. 45** - Os Diretores e Conselheiros da Sociedade não farão jus a qualquer remuneração, salvo indenização de gastos de viagens ou de outros dispêndios necessários ao exercício de suas funções.

**Art. 46** - Para auxiliá-la na execução de seus encargos, a Diretoria Executiva poderá contratar serviços profissionais de pessoas físicas e jurídicas, obedecidas as normas fixadas pelo Conselho de Administração.

**Art. 47** - O exercício social coincidirá com o ano civil, sendo levantado anualmente, em 31 de dezembro, o Balanço Geral da Contabilidade e o inventário dos bens da ANET os quais, acompanhados do Relatório da Diretoria Executiva, serão submetidos à Assembleia Geral Ordinária.

**Art. 48** - Todos os cargos e funções previstos neste Estatuto são pessoais e intransferíveis, permanecendo seus titulares obrigatoriamente em exercício, não obstante a expiração do prazo de seus respectivos mandatos, até a efetiva posse de seus substitutos, na forma deste Estatuto.

## **SEÇÃO 2 - Disposições Transitórias**

**Art. 48** - Este Estatuto entra em vigor na data de sua aprovação pela Assembleia Geral de Constituição da ANET.

**Art. 49** - O Conselho de Administração e o Conselho Fiscal da ANET serão eleitos para um mandato de dois anos, pela Assembleia Geral de Constituição da ANET, logo após a aprovação deste Estatuto.

**Art. 50** - Em sua primeira reunião, o Conselho de Administração elegerá a Diretoria Executiva e tomará todas as providências legais e administrativas cabíveis para normalização da criação do ANET e seu imediato funcionamento.

# **PARTE III**



## **Capítulo 3**

### **ÁGUA DE COCO EM BIOPRODUTOS E BIOPROCESSOS PARA A SAÚDE HUMANA E ANIMAL**

*José Ferreira Nunes*

*Cristiane Clemente de Mello Salgueiro*

*Ivelise Regina Canito Brasil*

*Henrique Jorge Maia Costa*

*Rômulo Augusto da Silveira*

*Flávio Felinto Moura*

*Everaldo Moura Santos*

*Raimundo Luiz da Silveira Neto*

*Ivna Mara Oliveira Fernandes da Silveira*

*Ana Virgínia Lopes Reis Moura*

*Rômulo da Costa Farias*

*Raquel Lima Sampaio*

*Jerônimo de Azevedo e Sá Júnior*

O espírito investigativo do pesquisador José Ferreira Nunes teve início da década de 70, quando aluno da Faculdade de Veterinária (FAVET) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), onde foi o primeiro aluno da instituição a receber uma bolsa de Iniciação Científica do Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sob a orientação do professor fundador Sylvio Barbosa Cardoso, em um projeto que objetivava a contagem de ovos de mosca doméstica em sua fase de postura para

a definição das fases de proliferação e maturação de suas larvas. Esse projeto despertou a mente do então aluno e, anos mais tarde, resultou na criação da linha de pesquisa de Reprodução Animal, notadamente à caprina. Já na década de 90, houve a colaboração do médico Humberto Suassuna, que desenvolveu uma vagina artificial para a coleta de sêmen em pequenos ruminantes (bodes e carneiros), fato este que barateou os custos dos protocolos de inseminação artificial.

### 3.1 A ÁGUA DE COCO

A cadeia produtiva do coco é de grande importância para o Nordeste. A água de coco é consumida diariamente pelos nordestinos e pelos brasileiros em geral. Seus benefícios como hidratante e repositor de eletrólitos são amplamente conhecidos pela população e seu consumo é recomendado por médicos, principalmente pediatras e geriatras.

A água de cocos jovens “bem verdes” contém nutrientes平衡ados, sendo composta por: açúcares, como frutose, inulina, sorbitol; sais minerais, como potássio e sódio; vitaminas, principalmente “C” e “E”; e todos os aminoácidos essenciais e não-essenciais.

### 3.2 ÁGUA DE COCO NAS BIOTECNOLOGIAS DA REPRODUÇÃO ANIMAL

Por volta de 1985, surgiu a ideia de aproveitamento da água de coco na conservação *in vitro* do sêmen caprino, fundamentada no exposto a seguir.

Desde 1957, o pesquisador Roy encontrou na gema de ovo uma enzima que, em contato com o plasma seminal do macho caprino, coagulava o sêmen. Essa enzima é secretada pela glândulas bulbouretrais ou de Cowper. Trabalhos posteriores identificaram-na como sendo uma fosfolipase ("A" e "C") que, em contato com os fosfolipídios dos diluentes seminais utilizados, geram no meio substâncias como os ácidos graxos e lisolecitinas, que são tóxicas aos espermatozoides, lesionando a membrana espermática.

Quais as possíveis soluções indicadas para resolver o processo de conservação do sêmen caprino? Um delas seria proceder a cowperectomia, cirurgia de difícil execução, de pouca viabilidade prática e baixa efetividade, pois as ilhotas dos músculos que ficam em torno das glândulas de Cowper continuam secretando a fosfolipase, mesmo em pequenas quantidades. Outra solução poderia ser a lavagem do sêmen, onde se adiciona uma solução de Krebs-Fosfato ao sêmen, aloca em tubos, acondiciona em centrífuga, procede a centrifugação (550 G por 30 min.) e descarta o sobrenadante (plasma seminal), repetindo o procedimento mais uma vez.

Em 1982, Nunes identificou que essa enzima, a fosfolipase, era secretada pelas glândulas de Cowper e participava da composição do plasma seminal. No estudo, foi realizada uma ultrafiltração do plasma seminal em Coluna de Sephadex G100, no pique de saída da filtração na posição "3", que correspondeu ao peso molecular da fosfolipase "C". Esta enzima é a mesma presente no veneno da cascavel, que lisa as membranas dos glóbulos vermelhos e provoca hemorragias por todas as cavidades do corpo após a picadura destas serpentes.

Na estação sexual dos caprinos em latitude norte, predominam as secreções das vesículas seminais, sendo mínimas as das glândulas de Cowper. Quando da estação não-sexual, as vesículas

seminais se hipotrofiam devido à diminuição na produção de testosterona por serem androgino-dependentes. A redução é de 1/3 comparada à estação sexual (verão e outono).

Quando chega o inverno europeu (latitude norte), mais precisamente no dia 21 de dezembro, dia mais curto do ano (oito horas luz e 16 horas de escuro). Nesse momento, as vesículas seminais já estão diminuindo suas secreções e as glândulas de Cowper se hipertrofiam e secretam basicamente a fosfolipase, são prolactina-dependentes [1], diminuindo bastante a libido, tornando-a praticamente inexistente. Somente os animais acostumados a ejaculares em vagina artificial em presença de uma fêmea estrogenada e em estro o fazer por um ato reflexo, mesmo sem libido.

Já quando chega o dia 21 de junho, dia mais longo do ano (16 horas luz e oito horas de escuro), se inicia todo um processo fisiológico que culmina com a estação sexual. A partir deste dia, a retina dos olhos dos animais consegue detectar as diferenças de luminosidade diárias, culminando com o mês de setembro, que apresenta 12 horas luz e 12 horas escuridão, ou seja, a duração dos dias é igual a das noites. Nesse momento, se inicia a estação sexual. A testosteronemia circulante, três vezes maior em estação sexual, é responsável pelo aumento da libido e pela hipertrofia das vesículas seminais, com consequente aumento no volume do plasma seminal.

Nesse mecanismo hormonal, a melatonina é o maestro, sendo responsável pelas alterações em nível de hipófise, causando variações hormonais nos animais criados em latitude norte ou sul.

Quando se iniciou o trabalho de tecnologia do sêmen em Sobral em 1982, na EMBRAPA Caprinos, se coletava sêmen o ano inteiro, pois as variações de horas-luz são mínimas, aproximadamente 23 minutos.

A problemática da melhoria do sêmen sempre passava por um problema que seria atribuído à época seca e chuvosa nessa região, com temperaturas mais amenas na época chuvosa e mais altas na época seca.

A utilização da água de coco veio solucionar os problemas de “lavagem” do sêmen ou da cowperectomia e viabilizar a criopreservação dos espermatozoides em épocas do ano distintas sem apresentar variações na qualidade do sêmen trabalhado.

A utilização de um diluente sem a presença de fosfolipídios, não permite a reação enzimática da fosfolipase em contato com os fosfolipídios, pois a água de coco não apresenta gordura e, consequentemente, não existe a liberação para o meio de ácidos graxos e lisolecitinas. Não apresentando fosfolipídios, mas sim, todos os aminoácidos essenciais e não-essenciais, bem como frutose, inulina, minerais (potássio, sódio, cálcio), além de fatores de crescimento como o ácido 3-indol acético (IAA).

O IAA promove aumento na motilidade/cinética espermática quando comparado aos diluentes atualmente disponíveis no mercado. A relação custo-benefício é altamente favorável, e é de simples preparo e utilização. O meio é acondicionado em sachês na forma de pó até seu uso, adicionado de água destilada, homogeneizado e pronto para ser utilizado, já com pH e osmolaridade ajustados ao sêmen da espécie.

A água de coco já foi utilizada como meio de preservação seminal de várias espécies de mamíferos (caprinos, ovinos, bovinos, canídeos, felinos, bubalinos, suínos, equinos, primatas), incluindo o homem, peixes e aves.

Os trabalhos com a água de coco em pó foram iniciados na Universidade Estadual do Ceará através do Núcleo Integrado de Biotecnologia “João Monteiro Gondim”. O Dr. João Monteiro

Gondim foi um dos pesquisadores que colaboraram enormemente com o desenvolvimento das pesquisas no Núcleo. Credita-se a ele os primeiros trabalhos de mensuração da concentração espermática através de espectrofotometria. À época foi utilizado um espectrofotômetro alemão que foi doado à Faculdade de Veterinária da UECE. Dr. Gondim estabeleceu uma reta de regressão através de diluições seriadas do sêmen em concentração pré-calculada estabelecida por contagem com Câmara de Neubauer. Através desses cálculos foi possível a elaboração de uma tabela de correlação entre a absorbância e a concentração espermática, tornando o processo simples e rápido.

Esse momento foi o grande salto inicial para a implantação do primeiro curso de Especialização da Faculdade de Veterinária, que mais tarde se transformou no primeiro mestrado da UECE, “Produção e Reprodução de Pequenos Ruminantes”. Em 2000, transformou-se no primeiro Doutorado da UECE, sendo então denominado Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, atualmente com nota 6 na CAPES.

### 3.3 A ÁGUA DE COCO EM PÓ

Por ser rica em nutrientes, a água de coco é suscetível de contaminação e, por isso, de difícil conservação. O caráter estéril da água de coco só é mantido no interior do fruto íntegro, sujeitando-se ao desenvolvimento microbiano quando exposta ao ambiente por conta da abertura do fruto.

A água de coco *in natura* experimentada com sucesso por muitos em processos biotecnológicos encontrou, através dos tempos, dificuldade de expansão, calcada principalmente no fato da

não reprodutibilidade dos resultados decorrentes, sobretudo, do uso incorreto de tal insumo.

Neste contexto, em 1997 iniciou-se, no Estado do Ceará, um estudo coordenado pelos pesquisadores Cristiane Clemente de Mello Salgueiro, João Monteiro Gondim e José Ferreira Nunes que levou à padronização do fruto que seria o ideal para a utilização em processos biotecnológicos. Uma vez selecionado o fruto ideal, buscou-se a estabilização da água de coco na forma de pó (ACP), fato logrado no início de 2002, permitindo a conservação das suas características benéficas e facilitando o seu uso em regiões onde não se disponham do fruto [2].

Com base nos primeiros resultados obtidos com a água de coco *in natura*, a sua padronização e estabilização na forma de pó, em não perdendo suas características físico-químicas, garante a simplificação de sua utilização, podendo representar uma alternativa para a difusão de várias biotecnologias.

Tal fato propiciou a padronização dos meios de conservação até então em estudo, não só para sêmen como para outros tipos celulares. Esses meios de conservação devem levar em conta as características de pH, osmolaridade e composição que possam influenciar diretamente na capacidade de manter as células viáveis após certo tempo. Em relação ao pH e osmolaridade, quanto mais próxima às condições fisiológicas (300 mOsm/L e pH 7.0), melhor a capacidade do meio para preservar a vitalidade da células.

Já que as amostras são diretamente secas e transformadas em pó, as reações são inibidas pela mudança de fase e, portanto, mantêm inalterada todas as suas qualidades. Os cálculos de rendimento permitem restituir, quando de sua reconstituição em água destilada, os parâmetros originais do líquido endospérmico exigidos na manutenção de suas propriedades.

O processo de produção de água de coco em pó se baseia numa sequência de procedimentos. Conforme a finalidade do produto, o fruto é selecionado em função de suas propriedades físico-químicas, como: volume, peso, diâmetro do albúmen, pH, osmolaridade, teor de carboidratos, teor de aminoácidos, teor de minerais, dentre outros. A obtenção do fruto é iniciada pela rigorosa seleção e higienização do mesmo, seguida de colheita do líquido endospérmico do coco (água de coco), sob forma asséptica, realizada amostragem após a filtração. O líquido filtrado é homogeneizado e bombeado para o sistema de secagem. Submetidas a um tratamento térmico, a mostra é seca e transformada em um pó, destituído de água livre, com alta solubilidade (Fig. 1).

**Figura 1 – Figura ilustrativa da água de coco em pó**



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2019).

A água de coco desidratada é um produto minimamente processado, obtido a partir de um processo adequado de desidratação, cujo teor de umidade seja igual ou inferior a três por cento.

Tal processo está baseado na padronização e estabilização da água de coco na forma de pó (ACP) e na subsequente formulação dos meios de conservação, onde são acrescentados aditivos específicos, dependendo do tipo de material biológico a ser conservado. Referidos meios poderão ser utilizados para a conservação celular de todas as espécies animais, incluindo o homem.

O produto básico (líquido endospérmico do coco), em sua forma processada, confere estabilidade e longevidade de prateleira, sem problemas de acondicionamento, e supera as tecnologias de conservação conhecidas, uma vez que mantém as propriedades inerentes do produto original. A uniformidade do produto, obtida mediante rigoroso controle de processamento, em condições específicas, leva à manutenção dos valores agregados do endosperma líquido do coco.

A dinâmica biotecnológica avança as fronteiras do conhecimento e concomitantes pesquisas inovadoras medeiam à construção e reprodução de bioprocessos e/ou bioprodutos. Neste âmbito, ampliam-se oportunidades e novos desafios. A água de coco é uma fonte natural com potencial gerador de bioprocessos e/ou bioprodutos que remonta longas décadas. Nos caminhos percorridos, avultaram-se evidências e consolidaram-se experiências sobre as riquezas naturais e o potencial científico da água de coco. Com a introdução de pesquisas direcionadas para utilização da água de coco na reprodução animal, com resultados satisfatórios, ampliaram-se, bastante, as possibilidades e os avanços na área de bioprocessos e/ou bioprodutos.

## 3.4 ÁGUA DE COCO EM PÓ COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR

### 3.4.1 Utilização nas práticas esportivas

A água de coco pode representar um produto concorrente às bebidas para o esporte, devido a sua capacidade de repor eletrólitos. Em uma hora de exercício físico ininterrupto, o corpo perde muita água. Ao transpirar, esse suor contém pequenas quantidades de eletrólitos minerais, sobretudo sódio, mas também potássio e carboidratos, cuja perda produz fadiga. Quase sempre se tem utilizado água para repor a perda de líquidos, porém desde os anos 60, os entusiastas do esporte têm água, mas também eletrólitos e outros minerais, além de vitaminas, carboidratos, polímeros complexos e aminoácidos [3].

Eletrólitos e água em soluções isotônicas são mais rapidamente absorvidos do que em outras situações, restabelecendo prontamente as perdas destes nutrientes. Eletrólitos como sódio e potássio devem estar presentes na composição das bebidas isotônicas, a fim de possibilitar a recuperação das perdas de sódio e potássio através da urina e da pele. A água de coco apresenta em sua composição estes componentes [4]. Ela não é uma fonte rica em vitaminas, porém contém ácido ascórbico (vitamina C) e vitaminas do complexo B [5].

Devido às suas propriedades hidratantes, a água de coco já foi testada como bebida a ser utilizada na prática de exercícios. A força muscular foi comparada utilizando um teste de força de preensão palmar, antes de depois da atividade de ciclismo estacionário *indoor* ou *spinning* em voluntários que não se hidrataram, em voluntários que se hidrataram com água mineral e entre voluntários que se hidrataram com água de coco. A prática do *spinning* demanda

elevadíssimo gasto energético e calórico, sendo comum ver intensa sudorese nos praticantes desta atividade. A água de coco proporcionou melhora significante no rendimento de desportistas praticantes de ciclismo estacionário, quando comparada com atletas que se hidrataram com água mineral durante a prática esportiva [6].

Um estudo comparativo sobre desempenho de atletas utilizando água de coco, água de coco concentrada e bebida esportiva contendo carboidratos e eletrólitos foi realizado. Os parâmetros avaliados foram: (a) estado de hidratação (massa corporal, retenção de líquidos, osmolaridade plasmática e densidade urinária); (b) de desempenho (tempo até o esgotamento físico). Além de parâmetro subjetivos como sede, cansaço, revitalização e transtornos estomacais. Os resultados mostraram que não houve diferenças entre eles, exceto por sintomas estomacais, que foram maiores nos atletas que ingeriram água de coco e água de coco concentrada [7].

Utilizando a água de coco em pó como suplemento alimentar para atletas, destacamos três estudos [8-10], onde foram desenvolvidos três categorias de produtos, todos de acordo com as normas preconizadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nas normativas RDC Nº 243 e IN Nº 28 de 26 de julho de 2018 [11,12].

No primeiro estudo, foram desenvolvidas bebidas à base de água de coco em pó e maltodextrina. Os produtos foram elaborados em três osmolaridades: ACP Hipotônica (14,60 g CHO/200 ml água; 150 mOsm/kg H<sub>2</sub>O); ACP Isotônica (25,51g CHO/200 ml água; 300 mOsm/kg H<sub>2</sub>O); ACP Hipertônica (43,81 g CHO/200 ml água; 450 mOsm/kg H<sub>2</sub>O). As bebidas foram avaliadas em atletas em teste de 1h, sob a influência da recuperação pós-treino. Na sequência, foi selecionada a ACP Isotônica (bebida teste - *ACP Power up* sabor tangerina; 25,51 g CHO/200 ml água; ACP Biotecno-

logia; Fig. 2) e realizado estudo comparativo com a bebida esportiva controle (Gatorade® sabor tangerina; 12 g CHO/200 ml; PepsiCo), tendo como placebo o Clight sabor tangerina (0 g CHO/200 ml água; Clight Brasil). Amostras de sangue venoso foram coletadas dos atletas 15 min. antes do treino, 30-60s pós-treino, 24 h pós-treino e 48 h pós-treino, para as análises bioquímicas [glicose, creatinina, triglicerídeos, lipoproteínas de alta densidade (HDL), colesterol total, fósforo], hormonais (triodotironina, tetraiodotironina e insulina), de proteínas do soro [albumina, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), e lactato desidrogenase (LDH)]. O estudo demonstrou que a ingestão da bebida ACP quando consumida durante exercícios extenuantes, além de não provocar alterações gastrointestinais e ter apresentado boa aceitabilidade pelos atletas, provocou a aceleração do processo de recuperação muscular após o exercício, assim como demonstrou ter a capacidade de manter nos níveis de glicose circulante [8].

**Figura 2 - ACP Power up**



Fonte: [www.acpnutrition.com.br](http://www.acpnutrition.com.br)

No segundo estudo, foi desenvolvido um gel de carboidratos à base de água de coco em pó (NATUGEL) para a reposição energética de atletas (19 g carboidratos). O produto foi testado em 14 atletas de ultramaratona, entre 30-50 anos de idade, em fase pré-competitiva de treinamento. O delineamento foi do tipo cruzado (*cross over*), em dois grupos: G1 – Grupo Controle (ingestão gel comercial), e G2 – Grupo Tratamento (ingestão NATUGEL). A sessão de treinamento foi realizada em pista de atletismo e as coletas de sangue foram realizadas no próprio local. A avaliação da Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) foi realizada através da aplicação da Ficha de Acompanhamento dos Atletas utilizando a Escala OMNI caminhada/corrida (escores de 0-10). O estudo demonstrou que: (a) A composição do bioproduto NATUGEL enquadra-se perfeitamente na legislação de “Alimento para Atletas” na categoria de “Gel de Carboidratos”, apresentando quantidade de carboidratos metabolizáveis que atendem aos requerimentos e auxiliando na recuperação da função muscular normal após exercícios extenuantes; (b) O bioproduto NATUGEL, quando consumido pelos atletas durante o exercício de *endurance* (tido como extenuante), mantém os níveis glicêmicos, atenua a PSE e atua positivamente acelerando a recuperação muscular pós-treino; e (c) Além de ser um produto rico em carboidratos, pode ser também utilizado na reposição de eletrólitos. Sua origem 100% vegetal e seus componentes de alto valor nutricional são apresentados como diferencial de mercado na categoria de Alimento para Atletas de *endurance* [9].

No terceiro estudo, foram desenvolvidas barras proteicas à base de água de coco em pó (vegana e *whey*). Foram avaliados 12 praticantes de atividade física, entre 20 e 30 anos de idade, do sexo masculino, com experiência em exercícios resistido (musculação) há pelo menos dois anos, treinassem de três a cinco vezes por se-

mana, com duração mínima de 30 minutos por dia. O estudo teve delineamento do tipo cruzado (*cross over*), em três grupos: BIO2 – Grupo Controle (barra comercial; 11g proteína); ACP - moringa – Grupo Tratamento 1 (barra vegana à base de água de coco em pó; 8,22 g proteína); e ACP-whey – Grupo Tratamento 2 (barra whey à base de água de coco em pó; 10,52 g proteína). Foi ingerida uma barra proteica antes do treino e uma após o treino. O estudo demonstrou que a barra proteica vegana à base de água de coco em pó e moringa pode ser considerado equivalente à barra proteica comercial. Já a barra proteica ACP-Whey, à base de água de coco em pó e *Whey Protein Isolada* de soro de leite promoveu melhor recuperação pós-treino nos praticantes de atividade física resistida [10].

### **3.4.2 Utilização nos hospitais**

É evidente a necessidade de se investir em esforços na mudança da cultura hospitalar e que a dieta é importante no tratamento do paciente hospitalizado. Alguns protocolos de práticas baseadas em evidências relacionados ao cuidado de pacientes cirúrgicos têm ganhado, nos últimos anos, destaque como o *Enhanced Recovery After Surgery* – ERAS (Europeu), *American Society of Anaesthesiologists* – ASA (Americano) e, mais recentemente, o protocolo de ACEleração da Recuperação Total Pós-Operatória, denominado ACERTO (Brasil). Um dos aspectos abordados por eles é a diminuição do tempo de jejum pré-operatório com líquidos claros e ricos em carboidrato até poucas horas antes da cirurgia ou outros procedimentos que requerem anestesia [13].

Por muito tempo, pelo risco de bronco-aspiração, a conduta médica preconizada na véspera de cirurgia foi jejum prolongado.

Entretanto, nos últimos anos, várias sociedades alteraram suas diretrizes, a fim de reduzir o tempo de jejum pré-operatório, oferecendo ao paciente bebidas com carboidratos ou líquidos claros antes de cirurgias eletivas.

Existem alimentos para nutrição hospitalar que atendem aos protocolos de encurtamento do jejum pré-operatório, contudo, não há alimentos desenvolvidos pela indústria brasileira que contemplam a quantidade de carboidrato utilizada nos protocolos europeus (50 g para 200 ml de bebida) e, além disso, os produtos oferecidos atualmente não se utilizam de fontes naturais ou carregam muitos aditivos em suas formulações.

Focando nessa problemática, foi desenvolvido um alimento à base de água de coco (inicialmente chamado de *ACP Surgery*) atendendo às normativas da ANVISA (nome modificado para *ACP Vitta*; Fig. 3) e do Protocolo ACERTO. O produto à base de água de coco desidratada e seu processo de produção foi elaborado conforme às recomendações do Protocolo ACERTO quanto a quantidade de carboidratos e características do alimento, bem como, foi enquadrado pela legislação da ANVISA como uma “mistura em pó para preparo de alimentos”. O produto foi caracterizado quanto ao teor de umidade, pH, sólidos solúveis, sódio e potássio, validado dentro das normas de controle microbiológico da ANVISA e a sua composição centesimal foi determinada. Ainda possui a vantagem de ser um produto de fontes naturais e sem adição de substâncias químicas artificiais, e apresenta ainda em sua composição minerais e vitaminas provenientes da água de coco e concentrações que tendem a trazer mais benefícios aos consumidores da bebida. É uma composição de bebida que pode ser utilizada em pacientes antes de serem submetidos a uma intervenção cirúrgica para melhorar o bem-estar do paciente [14].

Figura 3 - ACP Vitta



Fonte: [www.acpnutrition.com.br](http://www.acpnutrition.com.br)

Para avaliar se o produto à base de água de coco e maltodextrina supria as necessidades dos protocolos clínicos de jejum pré-operatório de curta duração do projeto ACERTO com boa tolerância e aceitação, foi realizado um estudo prospectivo, aleatório, controlado e duplo cego em seres humanos, em um grupo de 49 pacientes na Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza. Os grupos experimentais foram: G1 [grupo controle; Nutri Dextrin (Nutrimed, Fortaleza, Ceará); n = 20] e G2 [intervenção; *ACP Surgery* (ACP Biotecnologia, Fortaleza, Ceará; n = 29)]. No intervalo entre 10 e 20 horas da realização da cirurgia, amostra de sangue era colhida de cada paciente e encaminhada para o Laboratório de Análises Clínicas do hospital para mensuração dos níveis séricos

de leucócitos totais, glicose, sódio, potássio e cloro. Os resultados demonstraram que o bioproduto produzido supriu as necessidades e especificações dos protocolos de jejum pré-operatório de curta duração apresentando aceitação e tolerância compatível com o produto comercial ao mesmo tempo em que reduziu os custos e facilitou a execução do protocolo [15].

Para avaliar a segurança na administração e resposta metabólica ao trauma cirúrgico em pacientes que fizeram uso de alimento à base de água de coco e maltodextrina (ACP *Surgery*), em protocolos hospitalares de jejum pré-operatório de curta duração, foi realizado estudo prospectivo, aleatório, controlado e duplo cego em seres humanos, realizado em duas fases: Fase I (G1 = grupo controle, Nutri Dextrin, 20 pacientes; e G2 = grupo intervenção, ACP *Surgery*, 29 pacientes) onde se avaliou a não-maleficência, a tolerância e aceitação do produto; Fase II (G1 = grupo controle, Nutri Dextrin, 24 pacientes; e G2 = grupo intervenção, ACP *Surgery*, 50 pacientes), onde se procurou avaliar a segurança quanto à administração, o grau de satisfação em relação a sede e os possíveis efeitos sobre a resposta metabólica ao estresse cirúrgico. Após a análise dos resultados, pôde-se concluir que o produto ACP *Surgery* demonstrou ser completamente seguro para uso em protocolos de jejum pré-operatório, para ser ingerido até duas horas antes de qualquer procedimento cirúrgico eletivo ou tipo de anestesia, na forma de bebida enriquecida com carboidrato maltodextrina, na quantidade de 50 g, volume de 200 ml e osmolaridade de 545 mOsm/Kg H<sub>2</sub>O. O produto foi ainda capaz de melhorar a sensação de sede de pacientes que se encontravam em protocolo de jejum pré-operatório de curta duração e, em muitos aspectos avaliados mostrou-se superior a produto existente no mercado, quanto a resposta metabólica ao trauma cirúrgico [16].

Um ponto importante na segurança dos procedimentos cirúrgicos é reconhecer se o estômago está cheio de líquidos ou vazio. Visando dirimir qualquer dúvida a esse respeito, foi realizado estudo de avaliação do tempo de esvaziamento gástrico através de ultrassonografia, no qual se pôde observar que, após 150 minutos, a maioria das pessoas se encontrava com o estômago vazio, com volume estomacal residual mínimo [17,18].

### 3.5 ÁGUA DE COCO EM PÓ NA REGENERAÇÃO DE TECIDOS

Sabe-se que a água de coco possui substâncias com características de indução de crescimento celular e fito hormônios que podem auxiliar no processo de reparação tecidual [19-21].

Em relação às suas características cicatriciais, a água de coco em pó contém polímeros compostos por resíduos glicosídicos que mostram uma piezelectricidade comparada a do colágeno. Essa condição a torna própria em manter altos níveis de umidade no leito da ferida, melhorando o processo cicatricial tecidual [22].

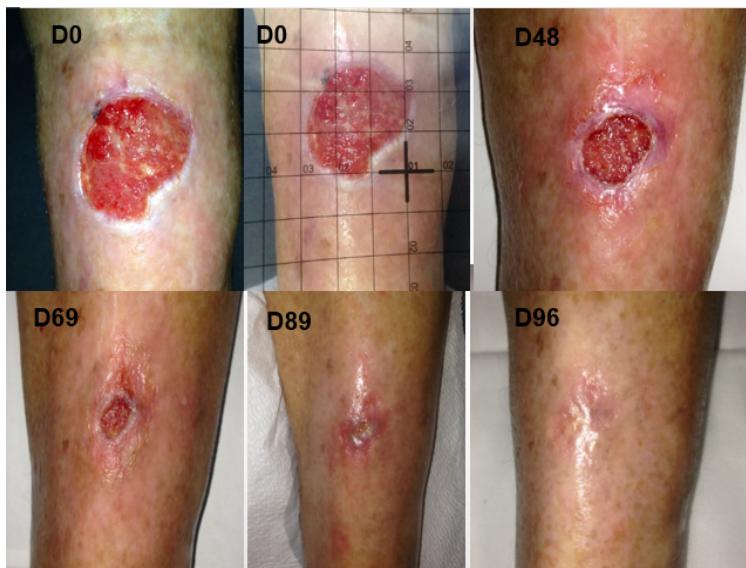
Baseado em resultados obtidos com o uso da água de coco na sua forma natural, na conservação de células espermáticas durante os anos 80 e 90, foi desenvolvida uma composição com características cicatriciais baseada na água de coco em pó [23].

A água de coco em pó já foi utilizada em processos biotecnológicos, especificamente na produção de biofilmes, como um curativo bioativo interferindo positivamente no processo de cicatrização em diversos tipos de feridas cirúrgicas. Santos *et al.* [24] avaliou o uso de biofilmes à base de água de coco em pó (ACP-501) como coadjuvante no tratamento de afecções bucais em pacientes tratados para câncer de cabeça e pescoço.

Buscando mais uma validação clínica, foi desenvolvida uma bioemulsão à base de água de coco em pó (ACP-502), para uso no tratamento do pé diabético como protetor de feridas e indutor da cicatrização, contribuindo assim, para uma nova abordagem terapêutica mais acessível no tratamento de feridas em pacientes diabéticos, no intuito de interferir nos escores clínicos dos pacientes afetados no que se refere ao tempo médio de cicatrização, ao risco de complicações e à instalação de sequelas permanentes [25].

O estudo realizado foi prospectivo, experimental, comparativo, tipo caso-controle, realizado no Centro Integrado de Diabetes e Hipertensão, Fortaleza, Ceará, no período de fevereiro de 2016 a março de 2017. Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo controle ( $n = 34$ ; gaze antimicrobiana e hidrogel), e grupo intervenção ( $n = 23$ ; ACP-502). Foram selecionados pacientes com úlceras neuropáticas ou isquêmicas sem infecção em qualquer fase de cicatrização, sendo acompanhados por 14 semanas consecutivas de tratamento ambulatorial e observado o desfecho. Os resultados revelaram que os usuários da ACP-502 obtiveram melhora de diversos escores clínicos como: menor tempo de cicatrização do ferimento (redução de 21%); redução da ocorrência de complicações e sequelas decorrentes das lesões; e desfecho favorável (alta ambulatorial) na maioria dos casos (incremento de 12%). Diante disso, torna-se evidente que a bioemulsão de ACP-502 apresentou potencial efetivo na cicatrização de úlceras de pé diabético (Fig. 4), sendo equivalente ao tratamento padrão já consagrado e superior no que se refere ao desfecho clínico [25].

**Figura 4 – Acompanhamento da evolução do tratamento em paciente diabético de 84 anos, com fechamento da ferida após 96 dias de tratamento com bioemulsão à base de água de coco em pó**



Fonte: Adaptado de Moura [25].

A relevância do estudo deve ser considerada por resultar em avanço no conhecimento científico, tendo em vista que o pé diabético é um grave problema de saúde pública, sendo a principal causa de internação hospitalar em pacientes diabéticos, o que demanda ações específicas no tocante ao seu manejo, gerando custos elevados para as instituições hospitalares, além de ser responsável por altos índices de morbimortalidade, afetando negativamente a qualidade de vida dos indivíduos acometidos.

### 3.6 ÁGUA DE COCO EM PÓ NA CONSERVAÇÃO DE ÓRGÃOS E TECIDOS

Na era moderna, o transplante de órgãos (TxH) representa uma opção terapêutica eficaz e crescente em diversas patologias. O TxH é um procedimento consagrado como tratamento de escolha para uma série de doenças crônicas e agudas graves. Tem sido realizado cada vez mais precoce e não em fase final de doença avançada quando o paciente se encontra em condições desesperadoras [26].

A preservação do enxerto é um ponto crucial no manejo do transplante, sendo um dos fatores determinantes para uma evolução cirúrgica favorável. Existem inúmeros pontos preocupantes nesse processo, porém dois dos pontos de maior relevância é a redução do tempo de isquemia fria e a diminuição da lesão de reperfusão, sendo neste momento que as soluções de preservação guardam sua importância [27].

As soluções de preservação foram incorporadas às técnicas de preservação e permanecem como um fundamento essencial na manutenção de órgãos para transplante. Para reduzir esses efeitos indesejáveis, as soluções de preservação incluem uma série de componentes específicos [28,29]. A busca pela solução ideal é constante, existindo no mercado atualmente várias soluções como HTK, Euro-Collins, UW, Celsior, porém nenhuma consegue associar qualidade e custo de maneira a tornar seu uso amplo e econômico.

Na preservação do órgão, da captação ao implante, são utilizadas soluções de preservação, todas elas importadas. Isso representa um custo elevado ao sistema de saúde. Segundo o Portal da Transparência do Governo do Estado do Ceará, 01 (um) litro da solução de perfusão padrão, SPS1<sup>°</sup>, com a mesma composição da solução UW, custa US\$ 230 (duzentos e trinta dólares). Em uma

captação de múltiplos órgãos, por exemplo, fígado e rins, a mais corriqueira, são utilizados aproximadamente 06 (seis) litros de solução. Se forem retirados o coração e os pulmões, acrescentem-se mais 06 (seis) litros, além de mais 01 (um) litro para o pâncreas, em média. Portanto, são utilizados de 06 a 13 (seis a treze) litros de solução de preservação em uma única captação. Usando-se a solução padrão, esse custo chega a algo entre R\$ 4.498,00 e R\$ 9.747,00 (1 dólar = 3,26 reais).

Nesse contexto, surge a necessidade de encontrar uma solução equivalente em qualidade às soluções padrões vigentes mais utilizadas clinicamente, porém economicamente viável de maneira mais ampla e com reproduzibilidade mais fácil. A água de coco se constitui em um dos mais promissores produtos biotecnológicos atualmente estudados na conservação de órgãos e tecidos [30].

A água de coco conferiu longevidade para células de córneas humanas utilizadas em transplante; funcionou como meio de cultura para tecidos, vírus e bactérias, e demonstrou resultado satisfatório na obtenção de vacinas contra febre aftosa, raiva e leishmaniose [4].

Vários estudos têm demonstrado a eficiência da água de coco no tocante à preservação de células e tecidos. Nogueira e Vasconcelos [31] ao utilizar a água de coco como meio conservante de córneas de coelhos, observaram que não houve alteração estrutural expressiva em relação às córneas conservadas no Optisol®, produto padrão. Campbell-Falck *et al.* [32] publicaram um relato de caso onde a água de coco foi utilizada com sucesso como fluido de hidratação intravenosa. Pummer *et al.* [33] analisaram a influência da água de coco na homeostase sanguínea, e não observaram diferenças em comparação com a solução salina fisiológica.

Com relação aos trabalhos utilizando soluções à base de água de coco em pó como meio de preservação de órgãos e tecidos (ACP-405; pH 7.4; 310 mOsm/L; ACP Biotecnologia, Fortaleza, Ceará), foram realizados os seguintes estudos: preservação estática hipotérmica de rins [34,35] e de fígado [36] de coelho; e preservação de tecidos vasculares [37].

Em todos os estudos os resultados com o uso da solução ACP-405 foram semelhantes às soluções-padrão após análise histopatológica nos tempos 0h, 6h, 12h e 18h de isquemia fria para rins [34,35] e fígado [36] de coelho, e de até sete dias para vasos de doadores cadáveres humanos [37]. Os vasos apresentaram-se conservados em até 14 dias segundo o estudo fisiológico de contratilidade muscular [37].

## Referências

- AGRICULTURA 21. Enfoques: nueva bebida para el deporte: agua de coco. **Revista da FAO**, Disponível em: <<http://www.fao.org/esp/revisa/9810/sport3.htm>>. Acesso em: 22 set. 2018.
- [10] ALBUQUERQUE FILHO, N. J. B. **Desenvolvimento e validação de barra proteica à base de água de coco em pó como suplemento para praticantes de atividade física**. 2019. 103 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. O. **Água-de-coco**. Aracaju: EMBRAPA, 2001.
- ATUKORALE, D. P. **Goodness of tender coconut water**. 2001. Disponível em: <<http://www.island.1k/2001/12/26/feartur03>>. Acesso em: 11 out. 2018.

BOLZAN, S. S.; CASTIGLIONE, T. F. B.; ROSSI, L. Efeitos da reposição hídrica com água de coco sobre o rendimento de praticantes de Spinning. **O Mundo da Saúde**, v. 37, n. 3, p. 336-342, 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 243, de 26 de julho de 2018a. Dispõe sobre os requisitos sanitário dos suplementos alimentares. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC\\_243\\_2018\\_.pdf/0e39ed31-1da-2-4456-8f4a-afb7a6340c15](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_243_2018_.pdf/0e39ed31-1da-2-4456-8f4a-afb7a6340c15)>. Acesso em: 27 dez. 2018.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Instrução Normativa - IN nº 28, de 26 de julho de 2018b. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/IN\\_28\\_2018\\_.pdf/84235aa6-978d-4240-bc02-1080a0d2cbfd](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/IN_28_2018_.pdf/84235aa6-978d-4240-bc02-1080a0d2cbfd)>. Acesso em: 27 dez. 2018.

BAICU S. C.; TAYLOR, M. J. Acid-base buffering in organ preservation solutions as a function of temperature: New parameters for comparing buffer capacity and efficiency. **Cryobiology**, v. 45, p. 33, 2002.

CAMPBELL-FALCK, D.; THOMAS, T.; FALCK, T. M.; TUTUO, N.; CLEM, K. The intravenous use of coconut water. **The American Journal of Emergency Medicine**, v. 18, p. 108-111, 2000.

COSTA. H. J. M. **Bioproduto à base de água de coco e maltodextrina para protocolos de jejum pré-operatório de curta duração**. 2016. 150 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

CRENSHAW, J. T. Preoperative fasting: will the evidence ever be put into practice? **The American Journal of Nursing**, v. 111, n. 10, p. 38-43, 2011.

DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecales): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, p. 241-7, 2011.

FAGUNDES, D. J.; TAHA, N. O. Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente. **Acta Cirurgica Brasileira** [serial online], v. 19, n. 1, p. 59-65, 2004.

FARIAS, R. C. **Solução à base de água de coco em pó para preservação estática hipotérmica de rins de coelho.** 2017. 55 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

FELIPE, T. R. **Desenvolvimento e validação de gel de carboidratos à base de água de coco em pó para reposição energética de atletas.** 2019. 124 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

MAATHUIS, M. H. J.; LEUVENINK, H. G. D.; PLOEG, R. J. Perspectives in Organ Preservation. **Transplantation**, v. 83, p. 1289-1298, 2007.

KALMAN, D. S. *et al.* Comparison of coconut water and a carbohydrate-electrolyte sport drink on measures of hydration and physical performance in exercise-trained men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 1, 2012.

MAGALHÃES, M. S. F. **Avaliação do efeito do Dersani e da água de coco liofilizada no modelo cutâneo de cicatrização por segunda intenção em ratos Wistar.** 2007. 178 f. Tese (Doutorado em Cirurgia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MOURA, A. V. L. R. **Avaliação da cicatrização de feridas em pé diabético tratadas com bioemulsão à base de água de coco: Estudo clínico fase II.** 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

MOURA, F. F. **Caracterização e formulação de alimento à base de água de coco e maltodextrina para pacientes em jejum pré-operatório de curta duração.** 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

- NOGUEIRA, R. D. M.; VASCONCELOS, P. R. L. Coconut water as culture medium in storage corneal medium: experimental study in rabbits. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 59, n. 6, p. 395-401, 2000.
- NUNES, J. F. **Fisiologia sexual do macho caprino**. Boletim de Pesquisa. Sobral-CE: EMBRAPA - CNPC, 1982. n. 5, 41 p.
- NUNES, J. F.; SALGUEIRO, C. C. M. Bioproductos oriundos do processamento da água de coco. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18., 2011. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Instituto FRUTAL, 2011. p. 1-9.
- NUNES, J. F.; SALGUEIRO, C. C. M. Produção de água de coco em pó (ACP) para utilização em processos biotecnológicos. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO NORDESTE - INOVA 2007, 3., 2007. Fortaleza. **Anais** (Guia Oficial INOVA 2007)... Fortaleza: INDI - Instituto de Desenvolvimento Industrial do Ceará, 2007. p. 16.
- PRADES, A. *et al.* Coconut water preservation and processing: a review. **Fruits**, v. 67, p. 157-71, 2012. doi: 10.1051/fruits/2012009.
- PINTO, E. F. **Desenvolvimento de suplemento energético à base de água de coco e validação na recuperação pós-treino de atletas**. 2018. 199 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- PUMMER S., HEIL P., MALECK W., PETROIANU G., Influence of coconut water on hemostasis, **The American Journal of Emergency Medicine**, v. 19, p. 287-289, 2001.
- SÁ JÚNIOR, J. A. **Desenvolvimento e validação de solução à base de água de coco na preservação de tecidos vasculares**. 2018. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.
- SALGUEIRO, C. C. M.; GONDIM, J. M.; NUNES, J. F. **Meio de conservação de células espermáticas e processo de obtenção de fracionamento constituinte do meio de conservação de células espermáticas**. PI0203590-1. 2002.

SAMPAIO, R. L. **Preservação de fígado de coelho utilizando soluções SPS-1 e bioproduto à base de água de coco em pó.** 2018. 66 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

SANTOS, E. S. *et al.* Uso de biofilmes à base de produtos naturais no tratamento da osteorradiacionecrose de cabeça e pescoço. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DA UNIFOR, ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DA UNIFOR, 15., 2015. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UNIFOR, 2015.

SANTOS, E. M. **Avaliação de alimento à base de água de coco e maltodextrina quanto à segurança de administração e resposta metabólica ao trauma cirúrgico em protocolo de jejum pré-operatório de curta duração.** 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

SILVEIRA NETO, R. L. **Validação de bebidas à base de água de coco e maltodextrina: Avaliação do tempo de esvaziamento gástrico através de ultrassonografia.** 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

SILVEIRA, I. M. O. F. **Validação de bebidas à base de água de coco e maltodextrina: Avaliação do esvaziamento gástrico e da manutenção da glicemia após a ingestão por praticantes de atividades físicas.** 2018. 67 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

SILVEIRA, R. A. **Solução à base de água de coco em pó para preservação de tecido renal e hepático de coelho e tecido arterial de doador cadáver humano: estudo experimental.** 2019. 112 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019.

TAYLOR, M. J. Hypothermia. In: FINK, G. (Ed.) **Encyclopedia of Stress.** San Diego: Academic Press. 2000. p. 484.

WIESNER, R. H. *et al.* Recent advances in liver transplantation. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 78, p. 197, 2003.

## **Capítulo 4**

# **ÁGUA DE COCO NA PREPARAÇÃO DE PARTÍCULAS MICRO E NANOMÉTRICAS PARA APLICAÇÃO EM NANOELETRÔNICA E NANOMEDICINA**

*Silvia Rodrigues Gavinho*

*Pedro Rafael Prezas*

*Cristiane Clemente de Mello Salgueiro*

*José Ferreira Nunes*

*Manoel Pedro Fernandes Graça*

### **4.1 INTRODUÇÃO**

O coco, devido às suas diversas aplicações, é um dos produtos naturais mais versáteis do mundo.

O endosperma apresenta-se como a seção deste fruto com mais utilidade onde se pode extrair diversos elementos como o leite de coco. Inicialmente, o endosperma celular é translúcido e gelatinoso, e endurece na maturidade, formando um tecido carnoso branco. Ao contrário de outros endospermas (por exemplo, milho ou trigo), o processo de crescimento celular num fruto de coco não abrange toda a cavidade do espaço embrionário, mas em vez disso a cavidade é preenchida por uma solução. Este endosperma líquido do coco é comumente conhecido como água de coco e é de origem citoplasmática [1].

A utilização da água de coco como reagente inicial em processos químicos tem sido uma opção de estudo devido à sua abundância em certos locais, ser de baixo custo e apresentar um baixo impacto ambiental [2].

A água de coco em pó (ACP) pode ser utilizada como precursor no processo de sol-gel, em que as proteínas presentes na composição da água de coco se ligam quimicamente aos sais metálicos formando uma cadeia polimérica. Além disso, o uso de água de coco permite diminuir a toxicidade em relação aos alcóxidos convencionais. No entanto, possui sais minerais dissolvidos e sua natureza e concentração podem mudar de acordo com a fonte e grau de maturação do coco. Assim, o desafio da técnica é circunscrever a influência das impurezas nas propriedades físicas do material sintetizado [3,4].

Neste capítulo serão explorados dois tipos de materiais sintetizados por esta via de sol-gel proteico, utilizando água de coco, nomeadamente as ferritas de níquel e o pentóxido de nióbio [2,5].

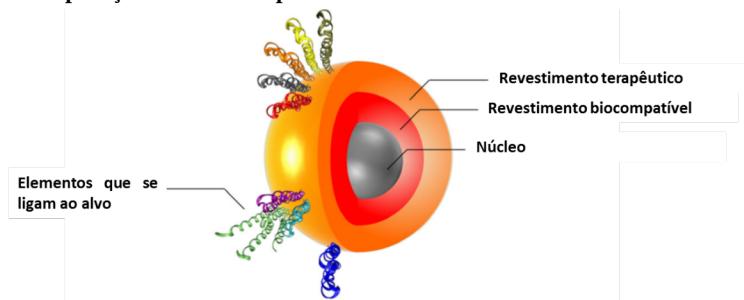
Nos últimos anos, as ferritas têm atraído uma atenção considerável como nanopartículas magnéticas (MNPs) com diversas aplicações. As ferrites apresentam-se como óxidos metálicos mistos, e o seu principal componente é o óxido de ferro. As propriedades das NPs (nanopartículas) de ferrita são determinadas pela composição química, tamanho das partículas e interação das partículas com a matriz circundante [6]. Este tipo de NPs têm sido bastante utilizadas nos dispositivos eletrónicos [7], na libertação de fármacos magnéticos e na catálise de reações [8]. Este tipo de materiais é melhor que os metais puros devido ao seu baixo custo, facilidade de síntese e natureza estável.

A figura mostra os três principais componentes: Núcleo de nanopartículas, revestimento biocompatível e revestimento terapêutico / ligantes de direcionamento ao alvo [9].

Nanopartículas de óxidos de ferro são procuradas no campo da medicina (Fig. 1), devido à toxicidade dos tratamentos de tumores malignos em órgãos ou tecidos, afetando as células normais com inúmeros efeitos colaterais. Utilizando nanoimagens e sistemas de entrega de fármacos, as células cancerígenas podem ser seletivamente destruídas, reduzindo assim a toxicidade sistémica indesejada do fármaco [10].

Várias nanopartículas superparamagnéticas, como magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), maghemita ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) ou hematita ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) e ferrita ( $\text{MFe}_2\text{O}_4$ ), são as MNPs mais exploradas na medicina e na biotecnologia [11]. Metais puros tais como Fe, Ni e Co, também podem ser adicionados a estes sistemas de MNPs e adicionar novas especificidades [10].

**Figura 1- Esquema de nanopartículas de óxido de ferro superparamagnéticas com aplicação de medicina personalizada**



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2018).

Biocompatibilidade, biodistribuição eficaz, estabilidade coloidal, hidrofilicidade e conjugação com grupos funcionais bioativos são os requisitos essenciais para as nanopartículas serem utilizadas na área da biomedicina. Sistemas de administração de fármacos baseados em nanopartículas [12,13], já foram aprovados pela *Food*

*and Drug Administration* (FDA) dos EUA para o tratamento de cânceres específicos [14] e continuam sendo desenvolvidos em pesquisas pré-clínicas [15].

Em nível tecnológico, as ferritas apresentam propriedades magnéticas e elétricas bastante interessantes que permite serem aplicadas em várias áreas distintas para além na área da medicina, nomeadamente em ferrofluídios, revestimentos absorvedores de radar, guias de onda na região de gigahertz, dispositivos biomédicos e clínicos [5].

Tendo em conta outro tipo de óxidos, existe um grande interesse em materiais com valores de constante dielétrica altos e baixas perdas dielétricas, já que estes são pontos de pesquisa em microelettrônica. O pentóxido de nióbio é um material dielétrico muito promissor que atende a esses atributos desejados [2].

Este óxido apresenta vantagens no seu desempenho fotocatalítico, pois, durante o processo de síntese, é possível controlar variáveis como estrutura e morfologia. Do ponto de vista tecnológico, o pentóxido de nióbio é de grande importância, pois apresenta absorção de energia na região ultravioleta, por meio da qual este semicondutor pode ser utilizado para proteger materiais dessa radiação.

O  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  apresenta uma série de fases estruturais (trigonal, hexagonal, monoclinica ou ortorrômbica) [16] e, consequentemente, pode apresentar diferentes características físicas, como um semicondutor ou um material dielétrico, dependendo da simetria. Em relação a essas fases, muitos estudos demonstraram como é possível obter uma determinada fase de uma fase anterior. Por exemplo, sabe-se que a fase trigonal L- $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{Nb}$  se transforma em fase monoclinica (H- $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) a altas temperaturas, próximas de 900 °C [16]. Curiosamente, acredita-se que muitas das fases existentes devem ser metaestáveis ou, pelo menos, estabilizadas por impurezas [17].

Uma combinação adequada de propriedades químicas, eletrônicas e óticas torna este óxido útil em várias aplicações [18-21]. No entanto, esse resultado é ainda mais necessário para investigar a fotoluminescência (PL), pois as medidas óticas fornecem informações importantes sobre a estrutura eletrônica do pentóxido de nióbio [22-25].

Uma das potenciais aplicações do pentóxido de nióbio é a produção de condensadores de eletrólitos sólidos [26-29], pois é um substituto extremamente promissor para o pentóxido de tântalo, que é o material mais utilizado nessa tecnologia. As razões para esta mudança residem no fato de que o pentóxido de nióbio amorfo é um material dielétrico com maior constante dielétrica ( $\epsilon \sim 41$ ) do que o pentóxido de tântalo ( $\epsilon \sim 27$ ) [29-31], sendo mais abundante na natureza e de menor custo.

A necessidade de capacitores eletrolíticos  $\epsilon$ -sólidos maiores levou a investigação e a indústria a explorar esse potencial do pentóxido de nióbio. Além disso, possui uma vasta gama de propriedades interessantes que podem ser exploradas para outras aplicações. Considerando as propriedades foto e electrocrônicas do pentóxido de nióbio, é relatado que, aplicando uma voltagem apropriada, as cores dos filmes finos podem ser alteradas [32-35].

Outras aplicações incluem o uso em baterias de lítio [33-36], sensores de humidade [37], biossensores fotoeletroquímicos de DNA [38], catálise de várias reações [39-40].

Ambos os materiais têm as suas vantagens nas aplicações a que se predestinam, nomeadamente no tratamento de câncer e no armazenamento de energia. Para além de todas as vantagens e aplicações inerentes a estes materiais também é benéfico aliar a sua síntese a um método de baixo custo e de baixo impacto ambiental, neste caso a via de sol-gel proteico utilizando a água de coco em pó.

## 4.2 MÉTODO DE PREPARAÇÃO E RESULTADOS

Diversas técnicas têm sido utilizadas para a preparação de nanopartículas de ferrita, como a reação convencional em estado sólido [41], processo sol-gel [42-44], solvoterapia [45], sonoquímica [46], técnica hidrotérmica [41,42,47-49], aerossolização [50], coprecipitação [51,52]. A partir desses resultados, sabe-se que as propriedades das nanopartículas de ferrite dependem do método de preparação utilizado [5].

No método de reação termal as nanopartículas são sintetizadas em um reator ou autoclave em meio aquoso, onde a pressão e a temperatura têm de ser mantidas acima 2.000 *psi* dos 200 °C, respectivamente. A desidratação de sais metálicos e a baixa solubilidade dos óxidos em fase aquosa supersaturaram o meio [53]. A concentração do precursor aumenta o tamanho da partícula; no entanto, o tempo de permanência tem mais efeito que a concentração. Para além do tamanho e da forma serem facilmente controláveis, este método necessita de altas temperaturas e pressões, o que é visto como um inconveniente.

A coprecipitação de soluções aquosas é um dos métodos mais utilizados para a síntese de nanopartículas de ferrita. A reação do sal de Fe(II) a uma base, em solução aquosa, na presença de oxidante leve, forma nanopartículas esféricas de 30-100 nm [54,55].

Os fatores de que dependem da fase e do tamanho das partículas são a concentração de cátions, presença de contra-íons e pH da solução. Mudanças no pH e na força iônica desempenham um papel vital no controle do tamanho médio das partículas (de 15 nm a 2 nm) [56]. As nanopartículas geralmente se agregam por causa da grande razão superfície-área-volume e com o objetivo de reduzir a energia da superfície [57].

Surfactantes aniônicos, como agentes dispersantes, são adicionados para estabilizar estas interações e evitar a agregação [58]. A estabilização também pode ser obtida revestindo a superfície com proteínas [59], amidos, detergentes não-iônicos ou polieletrólitos [60], pois a adsorção de tais substâncias estabiliza as concentrações de partículas eletrolíticas que de outra forma seriam altas [61,62]. Para além de ser um método simples e eficaz, é inapropriado para a síntese de fases estequiométricas precisas e não contaminadas [63].

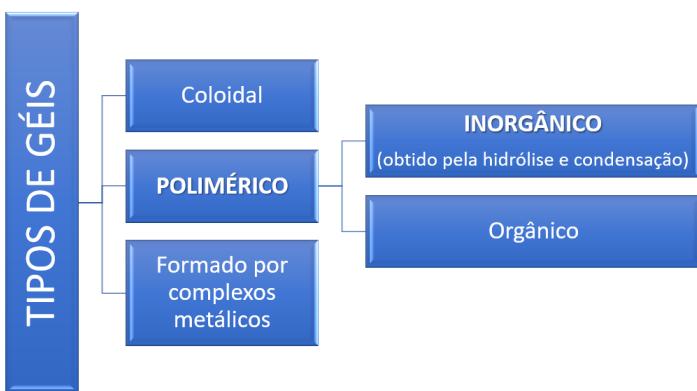
O método de Sol-Gel ganhou uma grande atenção no final da década de 80 quando passou a ser utilizado para produção de filmes finos e na fabricação de baterias recarregáveis. A denominação genérica de “sol-gel” refere-se a uma grande variedade de processos, que diferem em termos de etapas iniciais e mecanismos de reação e nos materiais de partida (precursores, solventes, etc.), mas que têm em comum uma etapa de transição do sol para o gel. O sol-gel é um método amplamente utilizado na preparação de materiais inorgânicos (principalmente sílica e óxidos metálicos) ou híbridos inorgânico-orgânicos.

Inicialmente neste método é preparada uma suspensão coloidal (Sol), definida como uma dispersão de partículas coloidal em um fluído. Mais especificamente o Sol pode ser definido como uma dispersão estável de partículas de tamanho coloidal (entre 1 nm e 1 µm) suspendidas em líquido, que apresentam o movimento browniano. A fase dispersa do sol é uma fase sólida, enquanto que o dispersante é uma fase fluida contínua. Mais especificamente, quando a fase dispersante é um líquido, como a água ou um composto orgânico (geralmente um álcool), o sistema denominase “hidrossol” ou “organossol”, respectivamente (geralmente designado “sol”), e quando a fase dispersante é um gás, os sistemas denominam-se, “aerossóis”. Uma definição mais ampla de sol,

não estritamente científica, mas frequentemente usada e aprovada na descrição do processo de sol-gel, abrange também as soluções líquidas (homogêneas em nível molecular) de espécies polimerizáveis, porque as dimensões de macromoléculas estão dentro do intervalo de tamanho coloidal.

A fase seguinte é caracterizada pela formação do gel através do estabelecimento de ligações entre as partículas da suspensão inicial, formando uma estrutura rígida que imobiliza a fase líquida nos seus poros. Da mesma forma, um gel define-se como uma rede rígida tridimensional de partículas coloidais agregadas (gel coloidal) ou de cadeias poliméricas reticuladas (gel polimérico) com uma fase fluida imobilizada nos interstícios da fase sólida. Em princípio, é possível distinguir cinco tipos de géis (Fig. 2).

**Figura 2 – Classificação dos vários tipos de géis**



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2018).

Os géis coloidais são formados por agregação linear de partículas do sol inicial (óxidos ou hidróxidos metálicos), que ocorre através de alteração adequada de condições físico-químicas do sistema, tal como o pH. As partículas do gel coloidal são interconectadas pelas forças de Van-der-Waals, dipolo-dipolo ou ligações de hidrogênio (as forças de curto alcance).

A segunda categoria de géis engloba os géis poliméricos (inorgânicos) obtidos através de reações de hidrólise e condensação, a partir de alcóxidos metálicos usados como precursores. As ligações entre as cadeias de polímeros inorgânicos geralmente são covalentes. Os géis poliméricos são principalmente preparados através de reações de polimerização inorgânica, a partir de solução (geralmente alcoólica) que contém as espécies polimerizáveis (compostos organo-metálicos, tais como os alcóxidos metálicos).

A terceira e a quarta categoria de géis inclui os materiais formados por polímeros orgânicos, quer a partir de um complexo polimerizável (como no método Pechini) quer a partir de uma solução aquosa de polímeros orgânicos e sais metálicos. A última categoria de géis inclui os preparados a partir de soluções concentradas de complexos metálicos.

Um parâmetro fundamental é o denominado ponto de gelificação que pode ser considerado o momento em que um sol alcança o estado de gel, no sentido de um aumento significativo da viscosidade (sem alteração de composição química). O tempo desde o início do processo de sol-gel até o ponto de gelificação designa-se por “tempo de gelificação”. Neste momento, forma-se uma rede sólida tridimensional que se espalha em todo o volume do gel. O gel assim obtido, sendo uma substância rígida, pode ser removido do recipiente (refere-se aos géis monolíticos).

O ponto de gelificação pode ser determinado a partir da análise de comportamento viscoelástico do sistema (em função do gradiente de cisalhamento). Nesta abordagem, o ponto de gelificação é definido como um estado viscoelástico no qual a viscosidade aumenta indefinidamente com o tempo, enquanto o módulo de elasticidade tende para zero. A continuação de gelificação leva ao aumento da elasticidade do material.

Posteriormente é realizada a remoção do solvente, processo no qual o líquido remanescente é removido por difusão em fase de vapor para a superfície. As propriedades físicas, químicas, mecânicas, dos óxidos formados são influenciadas por uma série de fatores, como por exemplo, temperatura, pressão, pH, concentração, tempos e catalisadores da reação. Este método tem também sido usado para preparar vidros, vidros-cerâmicos e pós cerâmicos [64].

As vantagens deste método incidem na facilidade em controlar as proporções dos elementos e permite a precisão controlada do tamanho e da estrutura interna. No entanto, este método leva a alta permeabilidade, fracas ligações e baixa resistência ao desgaste.

No método de sol-gel proteico os sais metálicos, geralmente nitratos ou cloretos são utilizados como precursores em vez de álcoolos de metais. O solvente usado neste método é a água de coco em pó ou a solução aquosa da gelatina. A água de coco e a gelatina têm na sua composição certa quantidade de aminoácidos (os principais aminoácidos presentes na água de coco são: alanina, arginina, cisteína e serina) e por isso podem servir como agentes quelantes e polimerizantes que complexam os íons metálicos liberados na solução depois da hidrólise de precursores (os sais metálicos). Os aminoácidos têm capacidade para complexar os cátions metálicos.

Em seguida, os aminoácidos e os complexos de aminoácidos com os cátions metálicos podem formar cadeias entre si, e essas

cadeias por sua vez formam proteínas [por meio de ligações peptídicas entre os grupos carboxilo (COOH) e amino ( $\text{NH}_2$ ) de aminoácidos]. Estes processos levam a formação de sol e, em seguida, de gel. O tratamento térmico posterior resulta em obtenção do xerogel. O método de sol-gel proteico permite preparar partículas de tamanho nanométrico.

Uma das vantagens do método de sol-gel proteico, quando comparado com o método Pechini tradicional, é a sua simplicidade, baixo custo, e utilização da gelatina ou da água de coco (ou seja, os compostos compatíveis com o ambiente) em vez do ácido cítrico e do etilenoglicol.

Para a formação do produto final é necessário remover o solvente e componentes orgânicos do gel, utilizando secagem por evaporação normal, levando ao encolhimento da rede e à posterior formação do xerogel, que é caracterizado por uma grande área superficial e pequenos tamanhos de poro.

O sol-gel proteico (proteínas de água de coco e gelatina) ou Pechini (ácido cítrico com etilenoglicol) são rotas promissoras para síntese de vários materiais, pois podem promover a qualidade dos materiais produzidos e reduzir os custos de síntese, temperatura e contaminação ambiental. Esses métodos são uma alternativa ao método sol-gel convencional, no qual são utilizados precursores alcóxidos metálicos, compreendendo alguns inconvenientes, mais particularmente, toxicidade, alto custo, não são fáceis de obter e têm rápida taxa de hidrólise, o que torna difícil controlar a homogeneidade necessária durante o processo de síntese do material [65].

O método de sol-gel utilizando água de coco, que é baseado nos princípios da química verde, tem sido utilizado com sucesso na preparação de vários materiais, nomeadamente,  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  [66],  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  [67],  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$  dopado com Eu [68] e  $\text{ZnO}$  [69].

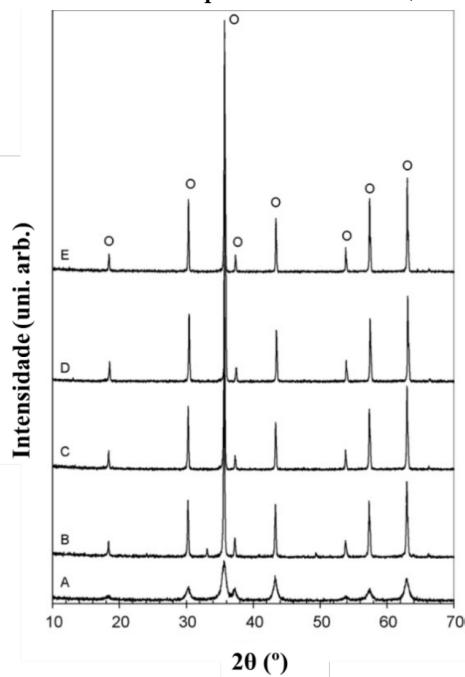
Um exemplo da potencialidade do método sol-gel de água de coco em pó – ACP é o estudo feito por Rezende *et al.* [70] na obtenção de nanopartículas de aluminato de bário ( $\text{BaAl}_2\text{O}_4$ ) utilizando água de coco, demonstrando que este é um método mais eficiente do que a reação em estado sólido, devido à redução da temperatura de formação da fase cristalina, de 1500 °C para 1200 °C e o tempo de calcinação de 5/6 h para 2h.

Paiva *et al.* [5] preparam pós nanométricos de  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  de alta qualidade por esta nova via, utilizando uma solução proteica natural de água de coco e íons de metal.

Os resultados anteriores das análises térmicas diferenciais (DTA), apresentados por Silva *et al.* [71], do pó não tratado termicamente, mostra que a fase de  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  começa a cristalizar aproximadamente aos 300 °C e aos 912 °C este processo está completo. As amostras foram sujeitas a vários tratamentos térmicos, nomeadamente 400 °C (A), 800 °C (B), 1000 °C (C), 1200 °C durante 4h (D) e 1200 °C durante 1h (E). A figura 3 apresenta os padrões de DRX (difração de raios-X) para todas as amostras. Os picos obtidos estão associados aos dados de difração para a fase de  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  (JCPDF ref. 10-0325) [71].

Com o aumento da temperatura de tratamento térmico, os picos de raios-X tornam-se mais estreitos, indicando um aumento do tamanho dos cristalitos.

**Figura 3- Dados de raios-X para todas amostras ( $\text{O-NiFe}_2\text{O}_4$ )**



Fonte: Adaptado de Paiva *et al.* [5].

Foi observado que para as amostras tratadas a temperaturas abaixo de 1000 °C, coexistem as fases  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  e  $\text{NiO}$  e para tratamentos térmicos acima de 1000 °C só se verifica a existência apenas da fase  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ . Na preparação da ferrita  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ , a formação de pequenas quantidades de impurezas como  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  e  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  é observada e a espectroscopia Raman foi utilizada para diferenciar  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  de outras possíveis fases, que têm estruturas semelhantes de espinel e consequentes padrões de XRD semelhantes [43,48,72]. Não foi detetada a formação das fases cristalinas  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  e  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

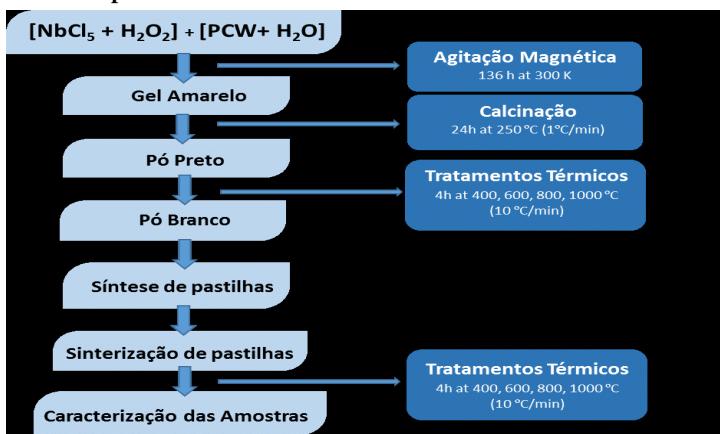
Em comparação com as rotas convencionais, essa nova abordagem parece ser promissora.

No trabalho apresentado por Paiva *et al.* [5], a grande vantagem do uso da água de coco é a presença de uma grande cadeia proteica que pode facilmente ligar íons metálicos. As micelas mistas obtidas a partir da água de coco são responsáveis pela síntese dos pós nanométricos e pelo controlo da sua morfologia. Essas micelas mistas são muito estáveis e homogêneas, dando bons resultados reprodutivos [71,73]. Esta nova rota de preparação revelou-se uma técnica eficiente e barata na obtenção de pós nanométricos de ferrita de níquel de alta qualidade.

Outro tipo de partículas, como o pentóxido de nióbio, também foi sintetizado com sucesso através deste método.

Lucas *et al.* [2] sugeriu uma via sol-gel alternativa para a síntese de pentóxido de nióbio amorfo, ortorrômbico cristalino ( $T\text{-Nb}_2\text{O}_5$ ) e monoclinico ( $H\text{-Nb}_2\text{O}_5$ ) polimorfo, utilizando ACP (Fig. 4).

**Figura 4 - Esquema de síntese do processo sol-gel proteico a partir da água de coco em pó**



Fonte: Adaptado de Lucas *et al.* [2].

Os resultados do DTA (Fig. 5) juntamente com o DRX (Fig. 6) mostram a evolução dos polimorfos de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , bem como a aparência da fase secundária associada ao nióbio. As fases secundárias podem ocorrer devido à presença de cátions alcalinos encontrados na composição da ACP [44,45].

Os dados de DTA do pó após o processo de secagem, da mistura de cloreto de nióbio e da água de coco em pó, a 250 °C por 24 h mostram, fenômenos endotérmicos abaixo de 380 °C que está associado à liberação de água e à decomposição de compostos orgânicos que não foram liberados durante o processo de secagem.

As temperaturas de tratamento térmico foram escolhidas em conformidade com os resultados de análise térmica diferencial (DTA). O fenômeno exotérmico observado em torno de 380 °C é atribuído à formação da fase  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  com o sistema cristalino ortorrômbico ( $T - \text{Nb}_2\text{O}_5$  com ICSD 1840) [46].

Os padrões de DRX da amostra tratada termicamente a 600 °C e 800 °C confirmam que a fase ortorrômbica predomina a esta temperatura. Perto da temperatura de 600 °C, um segundo processo exotérmico é observado e pode ser atribuído ao início da formação da fase  $\text{K}_{26}\text{Nb}_{11.6}\text{O}_{30}$  (ICSD ref. nº 54960) [47].

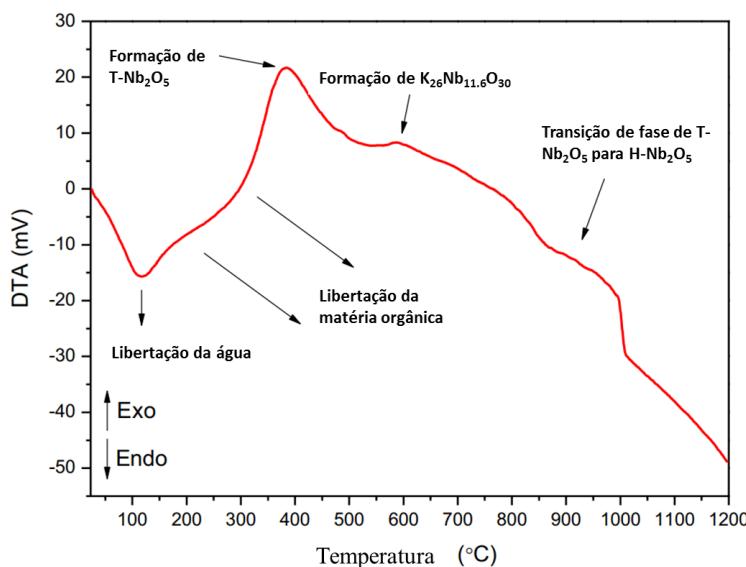
Esta fase é claramente evidenciada em dados de raios X para amostras tratadas a temperaturas de 800 °C e 1000 °C. Perto da temperatura de 900 °C surge o terceiro processo exotérmico, onde é sinalizada a transição das fases polimórficas  $T-\text{Nb}_2\text{O}_5$  para  $H-\text{Nb}_2\text{O}_5$  [48].

Os dados de DRX das amostras tratadas termicamente a 1000 °C confirmam que a fase principal representa o sistema de cristal monoclínico  $H-\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Os dados de raio-X mostraram que a amostra tratada a 400 °C apresentou baixa cristalinidade, evidenciando

alta natureza amorfã e nãoo foi possível identificar a fase  $T\text{-Nb}_2\text{O}_5$ , por esta técnica.

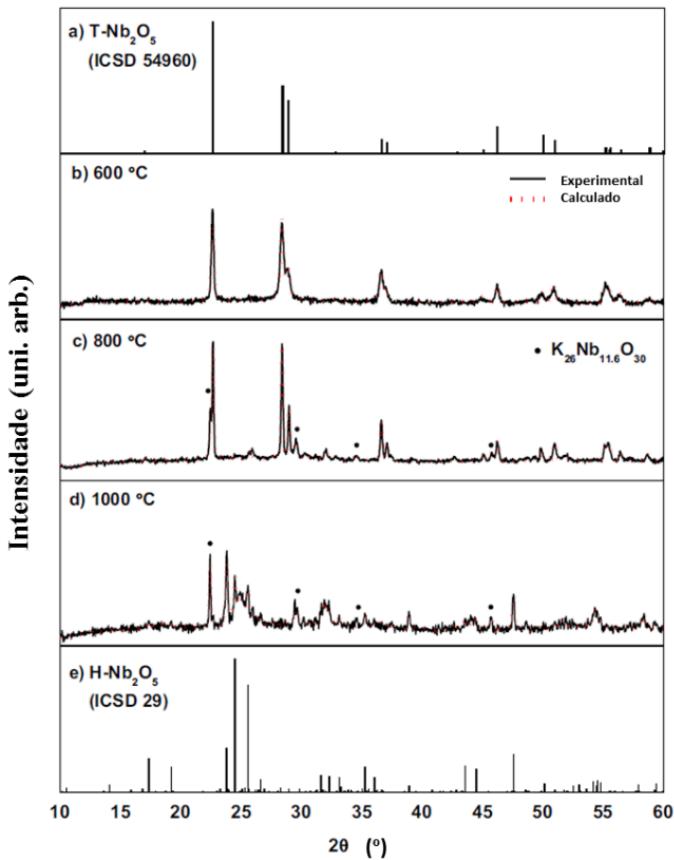
As amostras tratadas revelaram uma quase independênci da constante dielétrica com a temperatura e a frequênci, apresen- tando valoress de  $\epsilon' \approx 70$  e  $\tan \delta \approx 0,006$ , à temperatura ambiente e 100 kHz, melhor do que em casos relatados anteriormente na literatura.

**Figura 5 – Resultados de DTA para amostra sem tratamento térmico**



Fonte: Adaptado de Lucas *et al.* [2].

Figura 6 – Resultados de raio-X para todas as amostras



Fonte: Adaptado de Lucas *et al.* [2].

#### 4.3 CONCLUSÕES

As vantagens significativas que justificam o uso de água de coco em pó como precursor são a presença de extensas cadeias proteicas, que podem facilmente ligar/complexar os íons metálicos,

é ecologicamente amigável, apresenta baixo custo nos mercados brasileiros, a sua disponibilidade à escala industrial e o processo de produção é simples usando material convencional.

Concluiu-se que este método permite a síntese de diversas partículas com aplicações distintas, nomeadamente, a síntese de ferritas que podem auxiliar em diversas aplicações na área da medicina e também na síntese de óxidos que podem ser aplicados na área de eletrônica como armazenadores de energia.

## Referências

- [8] ADAMS, J. D.; DAVID, L. E.; DIONNE, G. F.; SCHLOEMANN, E. F.; STIZER, S. Ferrite devices and materials. **Microwave Theory Technology**, v. 50, p. 721-737, 2002.
- [33] AEGERTER, M. A. Sol-gel niobium pentoxide: A promising material for electrochromic coatings, batteries, nanocrystalline solar cells and catalysis. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 68, n. 3-4, p. 401-422, 2001.
- [63] ALI, A.; ZAFAR, H.; ZIA, M.; HAQ, I.; PHULL, A. R.; ALI, J. S.; HUSSAIN, A. Synthesis, characterization, applications, and challenges of iron oxide nanoparticles. **Nanotechnology, Science and Applications**, v. 9, p. 49-67, 2016.
- [28] BACH, D.; STÖRMER, H.; SCHNEIDER, R.; GERTHSEN, D.; VERBEECK, J. EELS investigations of different niobium oxide phases. **Microscopy and Microanalysis**, v. 12, n. 5, p. 416-423, 2016.
- [7] BARATON, M. I. **Synthesis, functionalization and surface treatment of nanoparticles**. France: University of Limoges, 2002.
- [66] BRITO, P. C. A.; GOMES, R. F.; DUQUE, J. G. S.; MACÊDO, M. A.  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  prepared by the proteic sol-gel process. **Physica B: Condensed Matter**, v. 384, n. 1-2, p. 91-93, 2006.

- [42] CHEN, D-H.; HE, X-R. Synthesis of nickel ferrite nanoparticles by sol-gel method. **Materials Research Bulletin**, v. 36, n. 7-8, p. 1369-1377, 2001.
- [38] CHOI, J.; LIM, J. H.; RHO, S.; JAHNG, D.; LEE, J.; KIM, K. J. Nanoporous niobium oxide for label-free detection of DNA hybridization events. **Talanta**, v. 74, n. 4, p. 1056-1059, 2008.
- [49] CHENG, Y.; ZHENG, Y.; WANG, Y.; BAO, F.; QIN, Y. Synthesis and magnetic properties of nickel ferrite nano-octahedra. **Journal of Solid State Chemistry**, v. 178, n. 7, p. 2394-2397, 2005.
- [62] CORNELL, R. M.; SCHWERTMANN, U. **The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses**. New Jersey, EUA: John Wiley & Sons, 2003.
- [73] DANTAS, N. O.; SANTOS, M. A. C.; CUNHA, F.; MACÊDO, M. A. The influence of the pressure and temperature on the light emission of the ZnO. **Physica B: Condensed Matter**, v. 398, n. 2, p. 291-293, 2007.
- [61] DE CUYPER, M.; JONIAU, M. Magneto liposomes. **European Biophysics Journal**, v. 15, n. 5, p. 311-319, 1988.
- [51] DING, J.; LIU, X. Y.; WANG, J.; SHI, Y. Ultrafine ferrite particles prepared by coprecipitation/mechanical milling. **Materials Letters**, v. 44, n. 1, p. 19-22, 2000.
- [50] ELMASRY, M. A. A.; GABER, A.; KHATER, E. M. H. Preparation of nickel ferrite using the aerosolization technique: Part I: Aerosolization behavior of individual raw material solutions. **Powder Technology**, v. 90, n. 2, p. 161-164, 1997.
- [19] FANG, X.; HU, L.; HUO, K.; GAO, B.; ZHAO, L.; LIAO, M.; CHU, P. K.; BANDO, Y.; GOLBERG, D. New ultraviolet photodetector based on individual  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  nanobelts. **Advanced Functional Materials**, v. 21, p. 3907-3915, 2011.
- [26] FISCHER, V.; STORMER, H.; GERTHSEN, D.; STENZEL, M.; ZILLGEN, H.; IVERS-TIFFEE, E. Niobium as new material for

electrolyte capacitors with nanoscale dielectric oxide layers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROPERTIES AND APPLICATIONS OF DIELECTRIC MATERIALS, 7., 2003. Nagoya, Japan. **Proceedings...** Nagoya, Japan: IEEE, p. 1134-1137, 2003.

- [67] FORTES, S. S.; DUQUE, J. G. S.; MACÊDO, M. A. Nanocrystals of  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  obtained by the proteic sol-gel process. **Physica B: Condensed Matter**, v. 384, n. 1-2, p. 88-90, 2006.
- [15] GASPAR, M. M.; RADOMSKA, A.; GOBBO, O. L.; BAKOWSKY, U.; RADOMSKI, M. W.; EHRHARDT, C. Targeted delivery of transferrin-conjugated liposomes to an orthotopic model of lung cancer in nude rats. **Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery**, v. 25, p. 310-318, 2012.
- [10] GOBBO, O. L.; SJAASTAD, K.; RADOMSKI, M. W.; VOLKOV, Y.; PRINA-MELLO, A. Magnetic nanoparticles in cancer theragnostic. **Theragnostic**, v. 5, p. 1249-1263, 2015.
- [4] GOMES, M. D. A.; VALERIO, G.; MACEDO, S. Particle size control of  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$  prepared via coconut water-assisted sol-gel method. **Journal of Nanomaterials**, p. 1-6, 2011.
- [6] GUBIN, S. P.; KOKSHAROV, Y. A.; KHOMUTOV, G. B.; YURKOV, G. Y. Magnetic nanoparticles: preparation, structure and properties. **Russian Chemical Reviews**, v. 74, p. 489-520, 2005.
- [60] HASANY, S.; AHMED, I.; RAJAN, J.; REHMAN, A. Systematic review of the preparation techniques of iron oxide magnetic nanoparticles. **Journal Nanoscience and Nanotechnology**, v. 2, n. 6, p. 148-158, 2012.
- [53] HAO, Y.; TEJA, A. S. Continuous hydrothermal crystallization of  $\alpha-\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{Co}_3\text{O}_4$  nanoparticles. **Journal of Materials Research**, v. 18, n. 2, p. 415-422, 2003.
- [52] JACOBO, S. E.; PASCUAL, C. D.; CLEMENTE, R. R.; BLESA, M. A. Synthesis of ultrafine particles of barium ferrite by chemical coprecipitation. **Journal of Materials Science**, v. 32, n. 4, p. 1025-1028, 1997.

- [23] JOHNSON, P. B.; CHRISTY, R. W. Optical constants of the noble metals. **Physical Review B**, v. 6, p. 4370, 1972.
- [56] JOLIVET, J.-P.; HENRY, M.; LIVAGE, J. **Metal oxide chemistry and synthesis**: From solution to solid state. Wiley-Blackwell: New Jersey, EUA, 2000.
- [25] JOYA, M. R.; ORTEGA, J. B.; PAEZ, A. M. R.; FILHO, J. G. S.; FREIRE, P. T. C. Synthesis and characterization of nano-particles of niobium pentoxide with orthorhombic symmetry. **Metals**, v. 7, p. 142, 2017.
- [57] KIM, D.; ZHANG, Y.; VOIT, W.; RAO, K. V.; MUHAMMED, M. Synthesis and characterization of surfactant-coated superparamagnetic monodispersed iron oxide nanoparticles. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 225, n. 1, p. 30-36, 2001.
- [58] KIM, D. K.; MIKHAYLOVA, M.; ZHANG, Y.; MUHAMMED, M. Protective coating of superparamagnetic iron oxide nanoparticles. **Chemistry of Materials**, v. 15, n. 8, p. 1617-1627, 2003.
- [13] KROWN, S. E.; NORTHFELT, D. W.; OSOBA, D.; STEWART, J. S. Use of liposomal anthracyclines in Kaposi's sarcoma. **Seminars in Oncology**, v. 31, p. 36-52, 2004.
- [37] KURIOKA, N.; WATANABE, D.; HANEDA, M.; SHIMANOUCHI, T.; MIZUSHIMA, T.; NAKUTA, N.; UENO, A.; HANAOKA, T.; SUGI, Y. Preparation of niobium oxide films as a humidity sensor. **Catalysis Today**, v. 16, n. 3-4, p. 495-501, 1993.
- [69] KWON, B.-J.; WOO, H.-J.; PARK, J.-Y.; JANG, K.; LIM, S.-H.; CHO, Y.-H. Optical properties of ZnO powder prepared by using a proteinic sol-gel process. **Journal of the Korean Physical Society**, v. 62, p. 739-742, 2013.
- [64] LAURENT, S.; FORGE, D.; PORT, M.; ROCH, A.; ROBIC, C.; ELST, L. C.; MULLER, R. N. Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications. **Chemical Reviews**, v. 108, n. 6, p. 2064-2110, 2008.

- [44] LIU, X.-M.; FU, S.-Y.; HUANG, C.-J. Magnetic properties of Ni ferrite nanocrystals dispersed in the silica matrix by sol-gel technique. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 281, n. 2-3, p. 234-239, 2004.
- [2] LUCAS, J. M. F.; TEIXEIRA, S. S.; GAVINHO, S. R.; PREZAS, P. R.; SILVA, C. C.; SALES, A. J. M.; VALENTE, M. A.; ALMEIDA, A. F.; FREIRE, F. N.; SALGUEIRO, C. C. M.; NUNES, J. F.; GRAÇA, M. P. F. Niobium oxide prepared by sol-gel using powder coconut water. **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, v. 30, p. 11346-11353, 2019.
- [34] MAČEK, M.; OREL, B. Electrochromism of sol-gel derived niobium oxide films. **Solar Energy Materials and Solar Cell**, v. 54, n. 1-4, p. 121-130, 1998.
- [68] MARCOS, M. V.; MONTES, P. J. R.; SOARES, F. M. D. S.; SANTOS, C.; VALERIO, M. E. G. Influence of co-dopant in the europium reduction in SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> host. **Journal of Synchrotron Radiation**, v. 21, p. 143-148, 2014.
- [9] MOVIA, D.; POLAND, C.; TRAN, L.; VOLKOV, Y.; PRINA-MELLO, A. Multilayered nanoparticles for personalized medicine: translation into clinical markets. In: **Handbook of Clinical Nanomedicine**: Nanoparticles, imaging, therapy and clinical applications. Singapore: Pan Stanford Publishing Pte Ltd., 2016.
- [59] MOHAPATRA, S.; MISRA, M.; MAHAJAN, V. K.; RAJA, K. S. A novel method for the synthesis of titanium nanotubes using sonochemical method and its application for photoelectrochemical splitting of water. **Journal of Catalysis**, v. 246, n. 2, p. 362-369, 2007.
- [55] NARAYANAN, K. B.; SAKTHIVEL, N. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 156, n. 1-2, p. 1-13, 2010.
- [30] NICO, C.; SOARES, M. R. N.; RODRIGUES, J.; MATOS, M.; MONTEIRO, R.; GRAÇA, M. P. F.; VALENTE, M. A.; COSTA, F. M.; MONTEIRO, T. Sintered NbO powders for electronic device applications. **The Journal of Physical Chemistry C**, v. 115, n. 11, p. 4879-4886, 2011.

- [21] NICÓ, C.; MONTEIRO, T.; GRAÇA, M. P. F. Niobium oxides and niobates physical properties: Review and prospects. **Progress in Materials Science**, v. 80, p. 1-37, 2016.
- [40] NOWAK, I.; ZIOLEK, M. Niobium compounds: preparation, characterization, and application in heterogeneous catalysis. **Chemical Reviews**, v. 99, p. 3603-3624, 1999.
- [18] OU, J. Z. *et al.* Elevated temperature anodized Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: A photoanode material with exceptionally large photoconversion efficiencies. **ACS Nano**, v. 5, p. 4045-4053, 2012.
- [3] PAGANINI, P. P.; BRITO, H. F.; FELINTO, M. C. F. C. Quantum dot based on tin/titanium mixed oxide doped with europium synthesized by protein sol-gel method. In: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE – INAC, 2011. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Nuclear Energy - New Jobs for a better Life, 2011.
- [5] PAIVA, J. A. C.; GRAÇA, M. P. F.; MONTEIRO, J.; MACEDO, M. A.; VALENTE, M. A. Spectroscopy studies of NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanosized powders obtained using coconut water. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 485, p. 637-641, 2009.
- [22] PAN, L.; WANG, Y.; WANG, X. J.; QU, H. Y.; ZHAO, J. P.; LI, Y.; GAVRILYUK, A. Hydrogen photochromism in Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> powders. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 16, p. 20828-20833, 2014.
- [32] PAWLICKA, A.; ATIKA, M.; AEGERTER, M. A. Synthesis of multicolor Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> coating for electrochromic devices. **Thin Solid Films**, v. 301, n. 1-2, p. 236-241, 1997.
- [12] PEER, D.; KARP, J. M.; HONG, S.; FAROKHZAD, O. C.; MAR-GALIT, R.; LANGER, R. Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy. **Nature Nanotechnology**, v. 2, p. 751-60, 2007.
- [20] QI, S.; ZUO, R.; LIU, Y.; WANG, Y. Synthesis and photocatalytic activity of electro spun niobium oxide nanofibers. **Materials Research Bulletin**, v. 48, p. 1213-1217, 2013.

- [27] QIU, Y.; SMYTH, D.; KIMMEL, J. The stabilization of niobium-based solid electrolyte capacitors. **Active and Passive Electronic Components**, v. 25, n. 2, p. 201-209, 2002.
- [36] RAMAKRISHNA, S.; LE VIET, A.; REDDY, M. V.; JOSE, R.; CHOWDARI, B. V. R. Nanostructured Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> polymorphs by electrospinning for rechargeable lithium batteries. **The Journal of Physical Chemistry C**, v. 114, n. 1, p. 664-671, 2010.
- [14] RANGANATHAN, R. *et al.* Nanomedicine: towards development of patient-friendly drug-delivery systems for oncological applications. **International Journal of Nanomedicine**, v. 7, p. 1043-1060, 2012.
- [70] REZENDE, M. V. D. S.; ARROUVEL, C.; PARKER, S. C.; REY, J. F. Q.; VALERIO, M. E. G. Study of surfaces and morphologies of proteic sol-gel derived barium aluminate nano powders: An experimental and computational study. **Materials Chemistry and Physics**, v. 136, n. 2-3, p. 1052-1059, 2012.
- [11] RUTHRADEVI, T.; AKBAR, J.; KUMAR, G. S.; THAMIZHAVEL, A.; KUMAR, G. A.; VATSA, R. K.; DANNANGODA, G. C.; MARTIROSYAN, K. S.; GIRIJA, E. K. Investigations on nickel ferrite embedded calcium phosphate nanoparticles for biomedical applications. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 695, p. 3211-3219, 2017.
- [35] ROMERO, R.; DALCHIELE, E. A.; MARTÍN, F.; LEINEN, D.; RAMOS-BARRADO, J. R. Electrochromic behavior of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> thin films with different morphologies obtained by spray pyrolysis. **Solar Energy Materials and Solar Cell**, v. 93, n. 2, p. 222-229, 2009.
- [71] SILVA, M. N. B.; DUQUE, J. G. S.; GOUVEIA, D. X.; PAIVA, J. A. C.; MACÊDO, M. A. Novel route for the preparation of nanosized NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> powders. **Japanese Journal of Applied Physics**, v. 43, Part 1, n. 8A, p. 5249-5252, 2004.
- [31] SOARES, M. R. N.; LEITE, S.; NICOLINI, C.; PERES, M.; FERNANDES, A. J. S.; GRAÇA, M. P. F.; MATOS, M.; MONTEIRO, R.; MONTEIRO, T.; COSTA, F. M. Effect of processing method on physical properties of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 31, n. 4, p. 501-506, 2011.

- [41] SHIMADA, T.; TACHIBANA, T.; NAKAGAWA, T.; YAMAMOTO, T. A. Site occupation study of ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> by far-infrared reflectivity. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 379, n. 1-2, p. 122-126, 2004.
- [46] SHAFI, K. V. P. M.; KOLTYPIN, Y.; GEDANKEN, A.; PROZOROV, R.; BALOGH, J.; LENDVAI, J.; FELNER, I. Sonochemical preparation of nanosized amorphous NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> particles. **The Journal of Physical Chemistry B**, v. 101, n. 33, p. 6409, 1997.
- [29] STÖRMER, H.; WEBER, A.; FISCHER, V.; IVERS-TIFFÉE, E.; GERTHSEN, D. Anodically formed oxide films of niobium: Microstructural and electrical properties. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 29, n. 9, p. 1743-1753, 2009.
- [17] TAMURA, S. High-pressure phase research on Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. **Journal of Materials Science**, v. 7, p. 298-302, 1972.
- [39] TANABE, K. Catalytic application of niobium compounds. **Catalysis Today**, v. 78, n. 1-4, p. 65-77, 2003.
- [65] TUROVA, N. Y.; TUREVSKAYA, E. P.; KESSLER, V.G.; YANOVSKAYA, M. I. **The Chemistry of Metal Alkoxides**, New York, EUA: Springer Publishing, 2002.
- [72] VARADWAJ, K. S. K.; PANIGRAHI, M. K.; GHOSE, J. Effect of capping and particle size on Raman laser-induced degradation of  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles. **Journal of Solid State Chemistry**, v. 177, n. 11, p. 4286-4292, 2004.
- [16] VEZZOLI, G. C. Electrical properties of NbO<sub>2</sub> and Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> at elevated temperature in air and flowing argon. **Physical Review B**, v. 26, p. 3954, 1982.
- [45] WANG, J. Prepare highly crystalline NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles with improved magnetic properties. **Materials Science and Engineering B**, v. 127, n. 1, p. 81-84, 2006.
- [47] WANG, J.; REN, F.; YI, R.; YAN, A. QIU, G.; LIU, X. Solvothermal synthesis and magnetic properties of size-controlled nickel ferrite

nanoparticles. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 479, n. 1-2, p. 791-796, 2009.

[24] WINSEMIUS, P.; VANAMPEN, F. F.; LENGKEEK, H. P.; VANWENT, C. G. Temperature dependence of the optical properties of Au, Ag and Cu. **Journal of Physics F: Metal Physics**, v. 6, p. 1583-1606, 1976.

[54] WU, S.; SUN, A.; ZHAI, F.; WANG, J.; XU, W.; ZHANG, Q.; VOLINSKY, A. A.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  magnetic nanoparticles synthesis from tailings by ultrasonic chemical co-precipitation. **Materials Letters**, v. 65, n. 12, p. 1882-1884, 2011.

[43] YAN, S.; GENG, J.; CHEN, J.; YIN, L.; ZHOU, Y.; ZHOU, E. Preparation of Ni0.65Zn0.35Cu0.1Fe1.9O4/SiO2 nanocomposites by sol-gel method. **Journal of Crystal Growth**, v. 262, n. 1-4, p. 415-419, 2004.

[1] YONG, J. W. H.; GE, L.; NG, Y. F.; TAN, S. N. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. **Molecules**, v. 14, p. 5144-5164, 2009.

[48] ZHOU, Z. H.; XUE, J. M.; WANG, J.; CHAN, H. S. O.; YU, T.; SHEN, Z. X. NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles formed *in situ* in silica matrix by mechanical activation. **Journal of Applied Physics**, v. 91, n. 9, p. 6015-6020, 2002.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Ana Virgínia Lopes Reis Moura**

Graduada em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Piauí (2011); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2017); Discente egresso PP-Gbiotec.

### **Cristiane Clemente de Mello Salgueiro**

Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará (2000); Doutorado em Ciências Veterinárias pela Universidad Complutense de Madrid, Espanha (2003); pesquisadora CNPq DT2; Sócia e Diretoria Técnica ACP Biotecnologia; professor visitante UECE; Docente RENOBIOPG e PPGbiotec.

### **Everaldo Moura Santos**

Graduado em Biologia (2003), Direito (2005) e Medicina (2009) pela Universidade Estadual do Piauí; Residência Médica em Cirurgia Geral (2013) e em Urologia (2017) pela Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza; especialização em Cirurgia Minimamente Invasiva pela Unichristus (2015); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2017); Membro da Sociedade Brasileira de Urologia (2017); preceptor da Residência Médica em Urologia da Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza; Discente egresso PPGbiotec.

**Flávio Felinto Moura**

Graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Piauí (2010); especialização em MBA Executivo em Saúde pela Fundação Getúlio Vargas (2015); especialização em Farmácia Oncológica pelo Centro Universitário São Camilo (2017); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2017); Discente egresso PPGBiotec.

**Francisco Ariosto Holanda**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (1961); Pós-Graduado em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1973); Deputado Federal pelo Ceará de 1990 a 2014; atualmente é membro suplente da Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática.

**Henrique Jorge Maia Costa**

Médico pela Escola de Ciências Médicas de Alagoas (1988); Doutorado em Biotecnologia em Saúde (RENORBIO) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2016); Docente Colaborador PPGBiotec.

**Ivelise Regina Canito Brasil**

Médica pela Universidade Federal do Ceará (1991); Doutorado em Cirurgia e Anatomia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (2002); Professora Adjunta da Universidade Estadual do Ceará; Docente MPTx e PPGBiotec; Coordenadora e Responsável Técnica da Unidade de Transplante Renal e Pancreático do Hospital Geral de Fortaleza.

**Ivna Mara Oliveira Fernandes da Silveira**

Graduação em Medicina pela Universidade Federal do Ceará (2011); Residência Médica em Cirurgia Geral pela Santa Casa de Misericórdia de Sobral (2014); Residência Médica em Endoscopia pelo Hospital Geral de Fortaleza (2017); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2018); Discente egresso PPGBiotec.

**Jerônimo de Azevedo e Sá Júnior**

Graduação em Medicina pela Universidade Federal do Ceará (1990); Residência Médica em Angiologia e Cirurgia Vascular (1997) e em Cirurgia Endovascular (2011); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2018); Membro da Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular; Cirurgião Vascular do Hospital Geral de Fortaleza e do Instituto José Frota; Coordenador do Serviço de Cirurgia Vascular do Hospital São Camilo de Fortaleza; Discente egresso PPGBiotec.

**José Ferreira Nunes**

Médico Veterinário pela Universidade Estadual do Ceará (1974); Doutorado pela Université de Paris VI, França (1982); Pesquisador CNPq PQ-1C; Professor Emérito UECE; Docente PPGCV, RENORBIO e PPGBiotec; membro titular da Academia Brasileira de Medicina Veterinária.

**Manoel Pedro Fernandes Graça**

Possui graduação em Licenciatura em Engenharia Física (1998), mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais (2001) e doutorado em Física (2006) pela Universidade de Aveiro. Atualmente é Investigador Principal e professor convidado da Universidade de Aveiro. Pesquisador do I3N, Portugal.

**Milton Thiago de Mello**

Médico Veterinário pela Escola de Veterinária do Exército (1937); Doutorado em Microbiologia pela Escola Nacional de Veterinária (1946); Pesquisador do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília; Presidente da Academia Brasileira de Medicina Veterinária.

**Pedro Rafael Prezas**

Graduação em Física pela Universidade de Aveiro, Portugal; Estudante de Doutorado do Departamento de Física da Universidade de Aveiro, Portugal; Pesquisador do I3N, Portugal.

**Raimundo Luiz da Silveira Neto**

Graduação em Medicina pela Universidade Federal do Ceará (2009); Residência Médica em Cirurgia Geral pelo Hospital Geral de Fortaleza (2013) e em Urologia pela Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza (2017); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2018); Discente egresso PPGBiotec.

**Raquel Lima Sampaio**

Graduação em Medicina pela Universidade Estadual do Ceará (2011); Residência Médica em Clínica Médica pelo Hospital Geral de Fortaleza (2015) e pelo Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (2016); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2018); Médica Plantonista do Hospital Geral de Fortaleza; Preceptora do Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira; Discente egresso PPGBiotec.

### **Rommel Prata Regadas**

Médico pela Universidade Federal do Ceará (2001); Doutor em Ciências Médico Cirúrgicas (UFC) pela Universidade Federal do Ceará (2012); Presidente da Sociedade Brasileira de Urologia Seção Ceará (2020-2022); Professor da Faculdade de Medicina das Universidades Federal e Estadual do Ceará; Coordenador Geral do Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal (2018-2021); Preceptor da Residência Médica em Urologia da Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza; Supervisor da Residência Médica em Urologia do Hospital Universitário Walter Cantídio.

### **Rômulo Augusto da Silveira**

Médico pela Universidade Federal do Ceará (1991); Doutor em Biotecnologia em Saúde (RENORBIO) pela Universidade Estadual do Ceará (2019); Chefe do Setor de Urologia da Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza.

### **Rômulo da Costa Farias**

Graduação em Medicina pela Universidade Federal do Ceará (2004); Residência Médica em Cirurgia Geral pela Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (2008) e em Urologia pela Casa de Saúde Santa Marcelina (2011); Mestrado em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará (2017); Discente egresso PPGBiotec.

### **Sílvia Rodrigues Gavinho**

Mestrado em Biofísica e Bionanossistemas pela Escola de Ciências da Universidade do Minho, Portugal (2016); Pesquisadora do I3N, Portugal.

