

Métodos Alternativos: Inovação e Ética na Pesquisa Científica



Supervisão e Organização

Ma. Carolina Azeredo Silva

Ma. Juliana Ap Kunierski Florz

Dra. Eliana Rezende Adami

Edição

Ma. Carolina Azeredo Silva

Ma. Juliana Ap Kunierski Florz

Elaboração

Ma. Carolina Azeredo Silva

Ma. Juliana Ap Kunierski Florz

Dra. Eliana Rezende Adami

Agradecimentos

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pela aprovação do projeto “Desenvolvimento de modelo sintético para semiologia veterinária”, vinculado ao Termo de Outorga nº 2023TR000874, Chamada Pública FAPESC nº 54/2022.

Agradeço também à Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), ao Edital Pesquisador Medicina 027/2024 e ao LAB-BIOMA Saúde, pelo apoio institucional, científico, tecnológico e interdisciplinar ao desenvolvimento das atividades de pesquisa, ensino e extensão.



As autoras



Carolina Azeredo Silva

Nutricionista (CRN 1012394).
Mestre de Desenvolvimento e Sociedade da Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Integra o grupo de pesquisa Lab Bioma Saúde.
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0292614729675174>



Juliana Ap Kunierski Florz

Bimédica (UGV) Especialista em Patologia Clínica e Saúde Pública (UGV), Mestre em Desenvolvimento e Sociedade (UNIARP). Docente do curso de Medicina, Nutrição, Medicina Veterinária e Estética da UNIARP. Integra o grupo de pesquisa Lab Bioma Saúde.
Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2365828106165793>



Eliana Rezende Adami

Pós-doutora em Ciências Farmacêuticas (UFPR) e Bioética (PUC-PR), doutora e mestre em Farmacologia (UFPR) e mestre em Bioética (PUC-PR). Farmacêutica-Bioquímica, Bióloga e Nutricionista. Especialista em Farmácia Clínica e Nutrição Clínica. Docente do Programa de Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento e Sociedade da UNIARP. Líder Grupo de Pesquisa Lab BIOMA Saude.
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2551016065277441>

Expediente

Reitora

Dra. Rosana Claudio Silva Ogoshi

Vice-Reitor Acadêmico

Dr. Joel Haroldo Baade

Pró-Reitor de Campus Fraiburgo

Me. Aldair Marcondes

Secretária Geral

Ma. Suzana Alves de Moraes Franco

Secretária Acadêmica

Ma. Marissol Aparecida Zamboni

Bibliotecária

Célia de Marco

Conselho Curador

André Peruzzolo
Avelino José Monteiro
Caio Busato Tortato
Carlos Alberto Luhrs
Daniel José Tenconi
Eduardo Seleme
Gustavo Ganz Seleme
Henrique Luis Basso
Ilton Paschoal Rotta
João Carlos Machiavelli
João Luiz Granemann Driessen
Joran Seiko Aguni
Junithi Ueda
Karina Pompermayer
Leandro Bello
Luiz Antonio dos Santos
Luiz Eugenio Rossa Beltrami
Maria Fernanda Francio Parisotto
Neoberto Geraldo Balestrin
Rui Caramori
Scheilla Maria Soares Marins
Valdir de Mello Junior
Vitor Hugo Bazeggio
Viviane Caramori Mendes

Conselho Fiscal

Auri Marcel Baú
Carmem Lucia Thomé Fabiani
Delise Maria Busato Benetti
Julio Henrique Berger
Omar Bittar
Solano Haas
Telmo Fransco da Silva

**Capa e diagramação**

Carolina Azeredo Silva

Conselho Editorial da Uniarp (Ediuniarp)

Editor-Chefe: Prof. Dra. Jéssica S. dos Reis

Membros

Dr. Adelcio Machadodos Santos – Uniarp
Dra. Claudriana Locatelli – Uniarp
Dra. Cristine Vanz Borges – Uniarp
Dra. Flávia Novera Loureiro – Universidade do Minho – PT
Dr. Levi Hülse – Uniarp
Dra. Lina Rosa Parra Bernal – Universidad Católica de Manizales – CO
Dr. Héctor Alonzo Gómez Gómez – Universidad Nacional de Agricultura – HN
Dr. Joel Haroldo Baade - Uniarp
Dr. Juan Miguel González Velasco - Universidad Mayor de San Andres – BO
Dra. Maria Antônia Pujol Maura - Universidad de Barcelona – ES
Dr. Mário João Ferreira Monte – Universidade do Minho - PT
Dra. Marlene Zwierewicz – Uniarp
Dra. Myriam Ortiz-Padilla – Universidad Simón Bolívar – CO
Dra. Olga Patricia Bonilla Marquinez – Universidad Católica de Manizales – CO
Dr. Ramón Garrote Jurado – Universidad de Borás – SE
Dra. Rosana ClaudioSilva Ogoshi – Uniarp
Dra. Verônica Violant Holz – Universidad de Barcelona – ES
Dr. Saturnino de la Torre – Universidad de Barcelona – ES

Ficha Catalográfica



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP - Caçador/SC.

S586m

Silva, Carolina Azeredo

Métodos Alternativos [recurso eletrônico]: inovação e ética na pesquisa científica. / Carolina Azeredo Silva; Eliana Rezende Adami. Caçador/SC: EdUniarp, 2026.

1 e-book (p.18)

ISBN: 978-65-88205-73-0

1. Métodos Alternativos - Pesquisa Científica. 2. inovação e ética – Pesquisa Científica. I. Adami, Eliana Rezende. II. Título.

CDD: 042

Sumário



Introdução 7

Fundamentos Legais e Bioéticos8

O que são Métodos Alternativos?9

Exemplos de Métodos Alternativos10

- Culturas Celulares e Organóides 11
- Modelos Computacionais (in silico) 12
- Microdosagem em Humanos 13
- *Organ-on-na-chip* 13
- Testes *in vitro* Validados 13

Validação e Reconhecimento 14

Desafios e Limites Atuais15

Avanços e Perspectivas Futuras 15

Boas Práticas e Recomendações16

Conclusão 17

Glossário 18

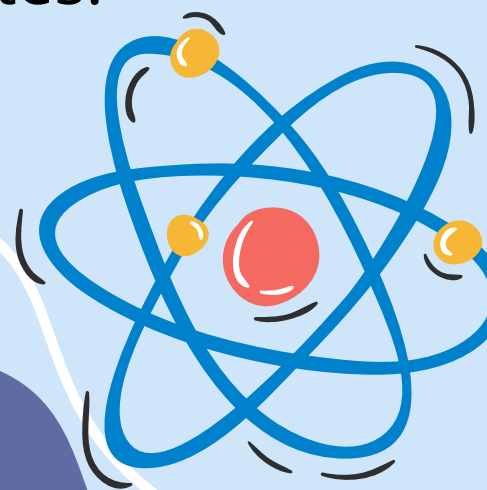
Referências 19

Introdução

O uso de animais na pesquisa científica teve papel fundamental em muitos avanços da medicina e da biotecnologia.

No entanto, nas últimas décadas, a sociedade passou a questionar os limites éticos dessas práticas. A ciência moderna, aliada à bioética, tem promovido alternativas viáveis, éticas e eficazes para substituir o uso de animais em laboratórios.

Neste contexto, surgem os métodos alternativos, ferramentas que possibilitam a produção de conhecimento científico e tecnológico com menor ou nenhuma utilização de animais, assegurando maior respeito à vida e integridade dos seres sencientes.

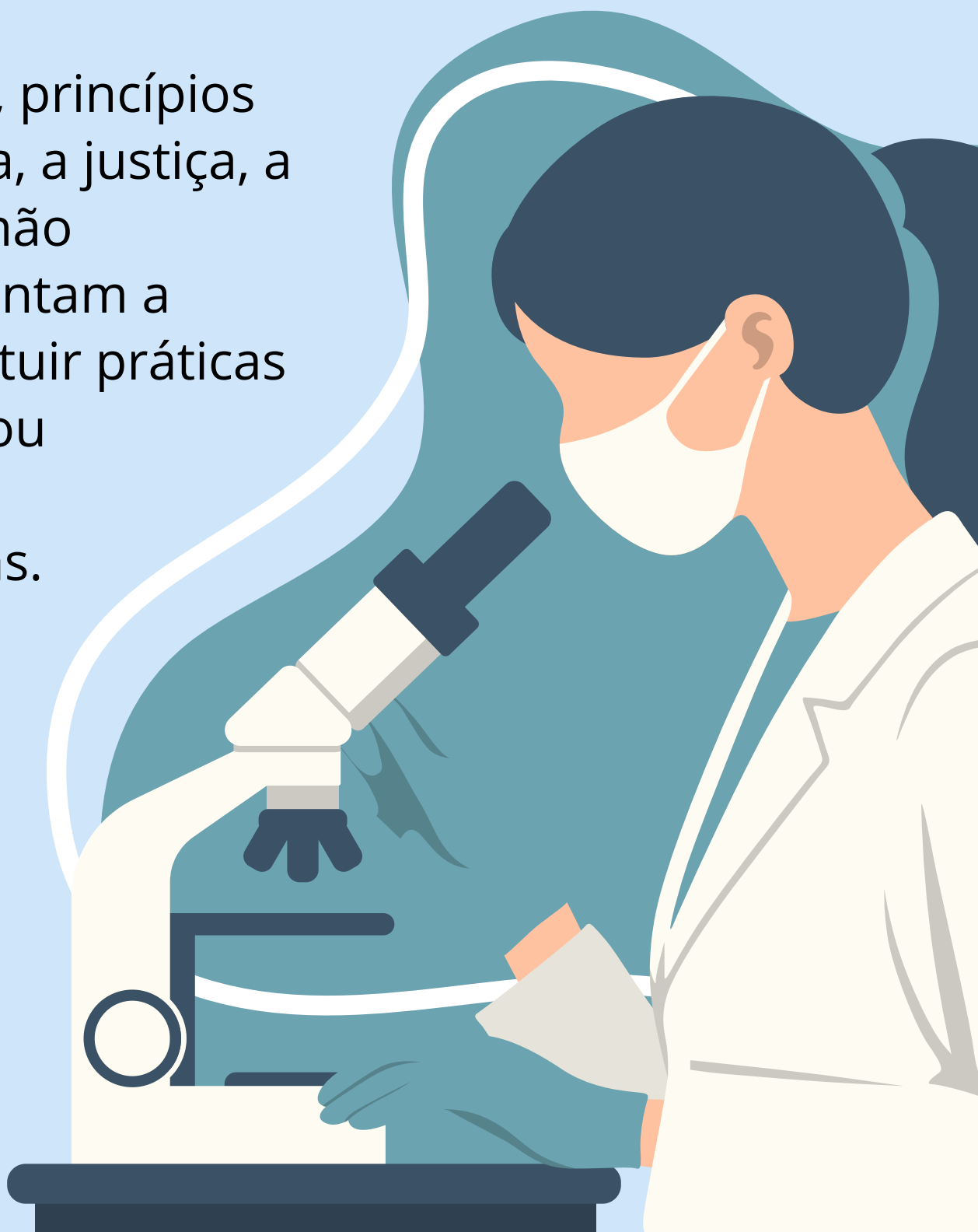


Fundamentos Legais e Bioéticos

No Brasil, o uso de animais em atividades de ensino e pesquisa científica é regulado pela **Lei Arouca (Lei nº 11.794/2008)**, que estabelece normas para o cuidado, uso e substituição dos animais.

Essa legislação é complementada pelas resoluções do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal- CONCEA, que estimula o uso de métodos alternativos sempre que disponíveis.

No campo da bioética, princípios como o respeito à vida, a justiça, a responsabilidade e a não maleficência fundamentam a necessidade de substituir práticas experimentais cruéis ou desnecessárias por alternativas mais éticas.



O que são Métodos Alternativos?

São estratégias científicas utilizadas para substituir, reduzir ou refinar o uso de animais em testes laboratoriais. Estão alinhados aos princípios dos 3Rs:

Redução

Diminuir o número de animais utilizados.

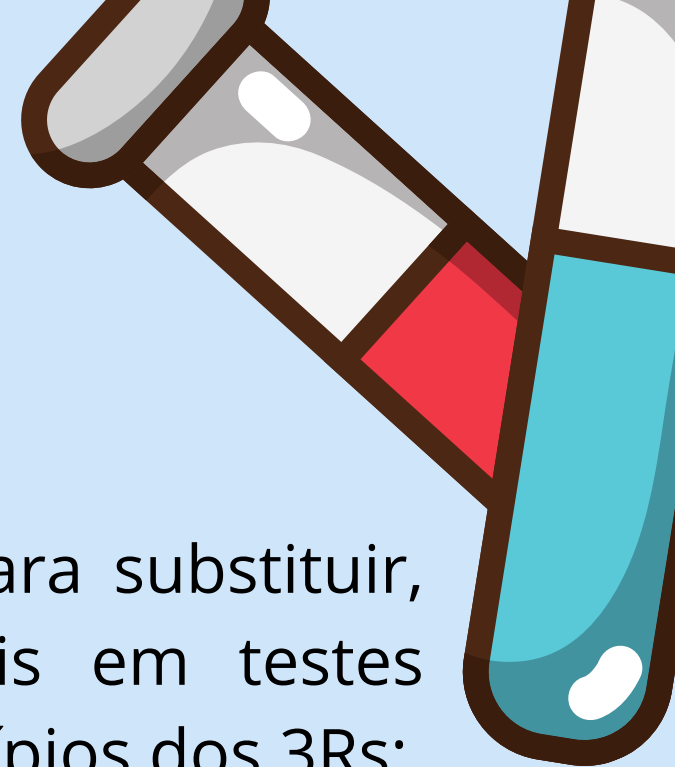
Refinamento

Minimizar a dor e o sofrimento.

Substituição

Substituir totalmente os animais por métodos não animais.

Esses métodos podem ser ***in vitro***, ***in silico***, ou ainda utilizar **modelos tridimensionais**, **microdosagens**, ou **tecnologias de simulação**.





Exemplos de Métodos Alternativos

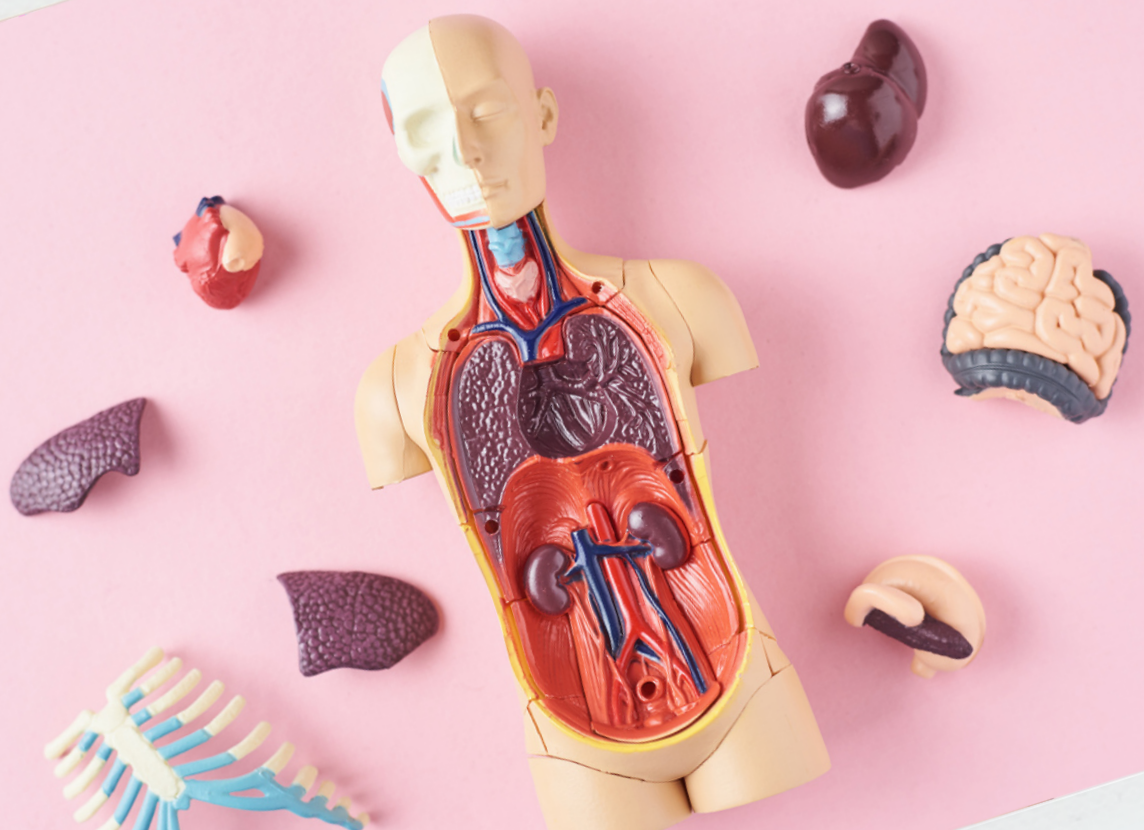
Culturas celulares e organóides

Técnicas que utilizam células humanas ou animais cultivadas em laboratório.

Os **organóides** são estruturas 3D que imitam a arquitetura e a função de órgãos humanos, como cérebro, fígado e intestino.

Vantagens

Maior controle experimental, reprodutibilidade e redução de variabilidade biológica.



Modelos computacionais (*in silico*)

Utilizam simulações matemáticas e bioinformáticas para prever reações químicas, efeitos toxicológicos e farmacológicos.

Exemplos

Softwares que preveem toxicidade de substâncias químicas sem necessidade de testes *in vivo*.



Microdosagem em humanos

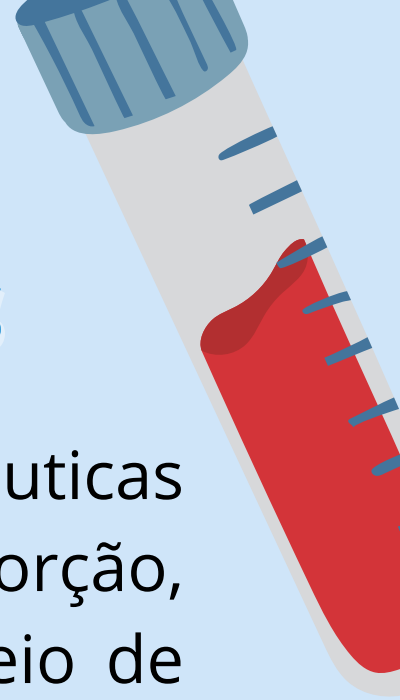
Técnica de administração de doses subterapêuticas seguras em voluntários para avaliar absorção, metabolismo e distribuição de fármacos por meio de tecnologias sensíveis como a espectrometria de massa.

Organ-on-a-chip

Dispositivos microfluídicos com células humanas que reproduzem funções específicas de órgãos. Permitem simular interações fisiológicas reais em tempo real.

Testes *in vitro* validados

Ensaio como o **BCOP** (teste de córnea bovina) e o **HET-CAM** (córion-alantoide de embrião de galinha) substituem o antigo Teste de Draize (irritação ocular em coelhos).



Validação e Reconhecimento

Para que um método alternativo seja aceito oficialmente, ele precisa passar por **validação científica**, que inclui:

- **Reprodutibilidade**

- Capacidade de um estudo ou método ser repetido por outros, obtendo resultados semelhantes.

- **Robustez**

- Estabilidade dos resultados mesmo diante de variações nas condições ou métodos.

- **Aplicabilidade**

- Potencial de uso prático dos resultados em situações reais.

No Brasil, a **Rede Nacional de Métodos Alternativos (RENAMA)**, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, atua na promoção e validação desses métodos. No cenário internacional, destaca-se a ***European Union Reference Laboratory for Alternatives to Animal Testing (EURL ECVAM)***.

Desafios e Limites Atuais

Apesar do avanço, ainda existem entraves:

- Resistência por parte de setores acadêmicos tradicionais;
- Falta de capacitação e infraestrutura;
- Custo inicial de implementação;
- Necessidade de padronização e validação global.

Avanços e Perspectivas Futuras

A convergência entre biotecnologia, inteligência artificial e engenharia de tecidos tem impulsionado novas abordagens, como **simulações integradas multiórgãos, bioimpressão 3D** e uso de **inteligência artificial** para modelagem preditiva.

A tendência global é de crescente aceitação científica, regulatória e ética dos métodos substitutivos.

Boas Práticas e Recomendações

- Planejar o experimento com base nos **3Rs**;
- Consultar bases de dados sobre métodos alternativos antes de iniciar estudos com animais;
- Formar equipes interdisciplinares capacitadas;
- Inserir a temática de métodos alternativos nos currículos acadêmicos;
- Incentivar parcerias com centros de pesquisa inovadores.



Conclusão

A ciência do futuro é aquela que alia rigor metodológico com responsabilidade ética.

O uso de métodos alternativos representa um avanço essencial para a construção de uma pesquisa mais humana, moderna e compatível com os princípios da bioética e da sustentabilidade.



Glossário

- **3Rs:** Princípios que orientam a ética na experimentação animal.
- ***In vitro*:** Procedimentos realizados fora do organismo vivo, em ambiente controlado.
- ***In silico*:** Procedimentos realizados por simulação computacional.
- **Validação:** Processo que comprova cientificamente a eficácia de um método.

Referências

CONCEA. Diretrizes da prática de eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA. Brasília: MCTI, 2013.

EURL ECVAM. Recommendations on Non-Animal Derived Antibodies. European Commission, 2020.

HARTUNG, T. Research and testing without animals: Where are we now and where are we heading? ALTEX, v. 38, n. 1, p. 3–9, 2021. <https://doi.org/10.14573/altex.2101271>

OECD. Guidance Document on Good In Vitro Method Practices (GIVIMP). OECD Series on Testing and Assessment, No. 286, 2018.

RENAMA. Rede Nacional de Métodos Alternativos ao uso de Animais. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/renama>