

## **Propostas pedagógicas substitutivas ao uso de animais no ensino superior: Uma revisão**

**Caio Henrique de Oliveira Carniatto**

*Doutorando em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP). São Paulo-SP Brasil. E-mail: [carniatto@usp.br](mailto:carniatto@usp.br)*

**RESUMO.** Animais são utilizados em atividades de ensino e pesquisa há vários séculos, principalmente em estudos relacionados à anatomia, fisiologia e recentemente à farmacologia; são, também, utilizados em aulas práticas e em atividades didáticas de diversos cursos de graduação. Entretanto, com a crescente discussão sobre os direitos dos animais não humanos, e cientes da responsabilidade do homem na conservação do planeta e na manutenção da biodiversidade, se faz necessário desenvolver recursos alternativos ao uso de animais no ensino e na pesquisa no nível superior. Este estudo teve como objetivo investigar o uso de métodos substitutivos à experimentação animal, através de consultas a periódicos nacionais e internacionais relacionados à bioética, experimentação animal, vivissecção e recursos alternativos. Foram encontrados métodos substitutos à experimentação animal, que podem ser aplicados em cursos superiores no Brasil, sobretudo em estudos e pesquisas biomédicas, farmacêuticas e toxicológicas. O uso de animais em atividades práticas, onde estes são sacrificados apenas para observação de estruturas anatômicas ou visualização de processos fisiológicos já conhecidos e estabelecidos, pode ser substituído por gravações e/ou modelos anatômicos. O uso de recursos alternativos é um processo tecnológico, porém lento, que deve ser desenvolvido, implantado e incentivado pelo professor universitário, afirmando sua responsabilidade social e científica.

**Palavras chave:** Bioética, didática no ensino superior, experimentação animal

### ***Pedagogical proposals for the use of animals in higher education: a review***

**ABSTRACT.** Animals are used in teaching and research activities for centuries, especially in studies related to anatomy, physiology and, recently, pharmacology; they are also used in practical classes and educational activities of undergraduate courses. However, with the growing discussion on the rights of nonhuman animals, and aware of the responsibility of man in the preservation of the planet and in maintaining biodiversity, it is necessary to develop alternative resources to the use of animals in teaching and research in higher education. This study aimed to investigate the use of substitutive methods to animal testing, consultation national and international journals related to bioethics, animal experimentation, vivisection and alternative resources. There are substitute's methods to animal testing, which can be applied to higher education in Brazil, especially in education and biomedical, pharmaceutical and toxicological researches. The use of animals in practical activities where they are sacrificed just to observe anatomical structures or visualization physiological processes that are already known and established, can be replaced by recordings or anatomical models. The use of alternative resources is a technological process, though slow, which should be developed, deployed, and encouraged by the professor, saying his social and scientific responsibility.

**Key words:** Bioethics, animal experimentation, teaching in higher education

## ***Propuestas Pedagógicas para sustituir el uso de animales en la educación superior: Una revisión***

**RESUMEN.** Los animales se han utilizado en las actividades de enseñanza e investigación durante siglos, especialmente en estudios relacionados con anatomía, fisiología y recientemente farmacología. También son utilizados en las clases prácticas y actividades didácticas de diferentes programas de pregrado. Sin embargo, con el aumento de la discusión sobre los derechos de los animales no humanos, y conscientes de la responsabilidad del hombre en la conservación del planeta y en el mantenimiento de la biodiversidad, es necesario desarrollar recursos alternativos al uso de animales en la enseñanza y la investigación en la educación superior. Este estudio tuvo como objetivo investigar el uso de métodos para reemplazar los experimentos con animales, a través de consultas con revistas nacionales e internacionales relacionadas con la bioética, la experimentación animal, la vivisección y los recursos alternativos. Se encontraron métodos sustitutos a la experimentación animal, que se pueden aplicar en la educación superior en Brasil, especialmente en los estudios y la investigación biomédica, farmacéutica y toxicológico. El uso de animales en actividades prácticas, donde estos son sacrificados solamente para observación de las estructuras anatómicas o visualización de procesos fisiológicos ya conocidos y establecidos, pueden ser substituidas por grabaciones y/o modelos anatómicos. El uso de recursos alternativos es un proceso tecnológico, sin embargo lento, que debe ser desarrollado, implementado e incentivado por el profesor universitario, señalando su responsabilidad social y científica.

**Palabras clave:** Bioética, didáctica en la educación superior, experimentación animal

### **Introdução**

A relação e a interação entre o homem e os animais ocorrem principalmente devido a psicologia profunda da nossa espécie. Nesse sentido, o modo como nos relacionamos com os animais está relacionada com a ideia que nós temos deles, e essa percepção é mutável segundo as diversidades religiosas e culturais. Há animais que causam espanto e nojo, como serpentes e aranhas, e espécies que geram empatia, criando a sensação de admiração e desejo de posse, como felinos, primatas e ursos ([Mergulhão and Vasaki, 1998](#)). Esta interação, estabelecida desde a pré-história, modificou-se ao longo do desenvolvimento científico; os animais, principalmente os mamíferos que compartilham semelhanças anatómicas e fisiológicas com a nossa espécie, vêm sendo utilizados em pesquisas biomédicas, em aulas práticas de cursos na área da saúde, e na experimentação animal, participando no desenvolvimento de produtos farmacêuticos e cosméticos ([Kishino and Diniz, 2012](#)).

O uso de animais como modelo experimental em estudos científicos e em atividades didáticas é comum nas universidades brasileiras, em diversos cursos de graduação (Sousa et al., 2012). Entretanto, com a crescente discussão sobre os direitos dos animais, é necessário que se desenvolvam métodos e equipamentos

substitutivos a serem utilizados em pesquisas nas mais diversas áreas, principalmente em estudos biomédicos ([Oliveira and Goldim, 2014](#)), minimizando ou excluindo o uso de animais em atividades de ensino e pesquisa.

O professor universitário, em suas pesquisas, deve repensar questões éticas sobre a experimentação animal, bem como os objetivos da sua pesquisa, e se de fato o uso de animais for necessário, se há métodos alternativos e cientificamente aceitos. O desenvolvimento de técnicas didáticas e/ou pedagógicas que minimizem ou substituam a experimentação animal é uma proposta global e coerente com o pensamento moderno, que assume que os humanos são moralmente responsáveis pelo uso sustentável do planeta, assim como dos animais não humanos, respeitando sua biologia, comportamento e necessidades ecológicas.

Esta pesquisa foi desenvolvida como uma revisão de literatura, baseada em livros e periódicos publicados em revistas brasileiras e internacionais, sobre aspectos éticos, morais, didáticos e psicológicos que discutam o uso de animais em cursos de graduação no Brasil.

### **Sobre o uso de animais no ensino superior**

Animais são utilizados em estudos científicos desde a antiguidade ([Oliveira and Goldim, 2014](#))

e, de acordo com [Rezende et al. \(2008\)](#), a utilização de animais em pesquisas está relacionada a aspectos éticos, técnicos e políticos. No ensino superior, basicamente, o uso de animais pode ser dividido em educação e treinamento, e pesquisa e experimentação ([Akbarsha et al., 2013](#)).

Há, entretanto, fatores que apoiam o uso de animais em ensino em pesquisa, assim como fatores que o criticam e condenam. É sabido que o uso de animais em pesquisas biomédicas permitiu avanços nas áreas de fisiologia e fisiopatologia, assim como no desenvolvimento de novos medicamentos, mas ainda assim o uso de animais é questionável, se analisadas as variáveis como a finalidade da pesquisa, a quantidade de animais mantidos e sacrificados e o nível de sofrimento e estresse aos quais os animais serão submetidos ([Chagas and D'Agostini, 2012](#)).

Neste sentido, assumindo que os animais possuem direitos reconhecidos por lei, e que utilizá-los em pesquisas ou atividades didáticas é moralmente questionável e na maioria das vezes irrelevante (com raras exceções em pesquisas biomédicas), faz-se necessário discutir e implementar métodos alternativos para o uso de animais em estudos científicos e em aulas práticas ([Raymundo and Goldim, 2009](#), [Miziara et al., 2012](#)).

A substituição de animais em atividades de ensino e pesquisa no ensino superior ainda é um assunto complexo e polêmico, pois, apesar de haver diversas técnicas alternativas, estas ainda são pouco conhecidas e utilizadas pelas instituições.

Entretanto, antes de optar por se utilizar técnicas alternativas ao uso de animais, estas devem ser submetidas a processos de validação, para comprovar a metodologia e os resultados esperados. Caso realmente seja necessário o uso de animais na parte experimental, o estudo deve ser planejado a fim de minimizar o uso de cobaias ([Schneider and Souza, 2003](#)).

### **Experimentação animal no ensino superior no Brasil**

A utilização de animais, vivos ou mortos (cadáveres ou peças anatômicas), em experimentos didáticos ou científicos ainda é comum em diversas instituições de ensino e pesquisa no Brasil, principalmente nos cursos de Medicina, Medicina Veterinária, Enfermagem,

Biomedicina, Ciências Biológicas, Educação Física, Psicologia, Farmácia e Fisioterapia ([Zanetti, 2009](#)).

Os animais são utilizados em diversas disciplinas, com objetivos e metodologia distintos. Em aulas ou atividades com animais vivos, principalmente em estudos comportamentais, utilizam-se roedores domésticos, como ratos e camundongos, pois são animais de fácil manutenção e de comportamento dócil. Cursos de medicina veterinária também mantêm um canil para as atividades práticas, principalmente em aulas que envolvam procedimentos cirúrgicos e de anestesia ([Schneider and Souza, 2003](#), [Magalhães, 2012](#)). Em aulas práticas com cadáveres ou animais recém eutanasiados, o principal objetivo é analisar, descrever e comparar fenômenos anatômicos e morfológicos, e em cursos como medicina e medicina veterinária, estudar processos fisiológicos e patológicos.

### **Leis brasileiras de proteção animal e fundamentos das comissões de bioética**

Segundo [Fischer et al. \(2014\)](#), os primeiros documentos oficiais que discutem o direito dos animais no Brasil datam de 1924, com o Decreto Federal n. 16.590. Nas décadas seguintes foram decretadas leis que regulamentavam a experimentação animal no Brasil (Decreto Federal n. 24.645/1934; Lei n. 3.688/1941; Lei 6.638/1979; Lei 9.605/1998; Lei n. 11.794/2008).

As leis brasileiras protegem tanto os animais domésticos quanto os silvestres, nativos e exóticos, nos termos da lei. A regulamentação do uso de animais em atividades de ensino e pesquisa e de experimentação animal também está prevista nestas leis, e são autorizadas e regularizadas pelos comitês (ou comissões) de bioética.

Um dos princípios que orientam as comissões de bioética é o princípio idealizado por Charles Hume (fundador da Federação de Universidades para o Bem-Estar Animal), Peter Medawar (ganhar do prêmio Nobel) e William Lane Petter (secretário da Sociedade de Defesa da Pesquisa na Grã-Bretanha), conhecido como princípio dos três "R's": *Reduction* (redução), *Refinement* (refinamento) e *Replacement* (substituição). A redução visa diminuir o número de animais em pesquisas e estudos científicos; o refinamento tem como objetivo garantir o bem-estar dos animais utilizados, principalmente em relação ao alojamento e a ausência de dor; a substituição propõe a utilização de métodos alternativos para a

experimentação animal ([Hossne, 2008](#), [Garutti and Palma, 2010](#)). Para tal, os cientistas devem consultar, na literatura, quais métodos alternativos estão disponíveis para conduzir seus experimentos ou atividades didáticas sem utilizar animais de experimentação ([Sauer et al., 2009](#)).

Os comitês de bioética foram criados a partir da demanda no uso de animais em atividades de ensino e pesquisa, principalmente na área biomédica. As comissões são compostas por profissionais multidisciplinares, das áreas da saúde, humanas, tecnológicas e exatas. O comitê de bioética tem como principal objetivo discutir, manifestar e recomendar um parecer consensual, aprovando ou não os projetos submetidos com base nos princípios bioéticas internacionais ([Ciffoni et al., 2001](#), [Masson et al., 2013](#)).

### Objecção de consciência

O direito de não participar de aulas que envolvam animais vivos ou recém eutanasiados para atividades didáticas ou científicas é garantido por lei, descrito na Constituição da República Federativa Brasileira de 1988 (CRFB/88), art. 5º, VI e VII:

VI - é inviolável a liberdade de consciência e de crença, sendo assegurado o livre exercício dos cultos religiosos e garantida, na forma da lei, a proteção aos locais de culto e as suas liturgias;

VIII - ninguém será privado de direitos por motivo de crença religiosa ou de convicção filosófica ou política, salvo se as invocar para eximir-se de obrigação legal a todos imposta e recusar-se a cumprir prestação alternativa, fixada em lei;

A objeção de consciência pode ser solicitada pelo estudante quando houver conflito entre as suas obrigações (participação nas aulas) e seus direitos individuais (razões políticas, filosóficas ou religiosas) ([Ribas, 2012](#)). A objeção de consciência, também, estimula a adoção de métodos alternativos à experimentação animal, sendo o professor responsável pela implementação e acompanhamento destes métodos ([Ribas, 2012](#)).

### Recursos alternativos ao uso de animais no ensino superior

Métodos alternativos são técnicas que podem substituir o uso de animais em atividades de ensino e pesquisa, reduzindo ou abolindo a

necessidade de animais em experimentos didáticos ou científicos ([Presgrave, 2002](#)).

No ensino superior, animais são utilizados em aulas práticas de diversos cursos na área da saúde, seja para demonstração de processos fisiológicos ou patológicos, seja para estudos anatômicos e morfológicos. Animais também são utilizados em projetos de iniciação científica, com pesquisa docente e discente.

A pesquisa desenvolvida no ensino superior é base para a pesquisa científica em centros de pesquisas, com foco em pesquisas biomédicas. Recursos alternativos devem ser desenvolvidos em escalas municipais, regionais ou estaduais, refletindo as necessidades da pesquisa nas próprias universidades. Quando estes recursos são desenvolvidos, validados e aprovados pela comunidade acadêmica, estão aptos para serem aplicados na comunidade científica. Nesse sentido, o professor universitário, que atua diretamente na pesquisa, deve aplicar em seus estudos técnicas que diminuam ou substituam o uso de animais, tendência global no século XXI.

Pesquisas devem continuar sendo feitas para ajudar os cientistas a desenvolver métodos alternativos que minimizem ou extermine, definitivamente, o uso de animais em pesquisa ([Daneshian et al., 2011](#), [Murthy, 2013](#)). Todavia, novas tecnologias têm dificuldades para serem aceitas, mesmo com numerosas alternativas ao uso de animais ([Schiffelers et al., 2012](#)). As poucas tentativas para usar recursos alternativos podem ser uma consequência da falta de conhecimento dos docentes sobre a legislação e os preceitos éticos da experimentação animal ([Melgaço et al., 2011](#)).

### *Estudos toxicológicos*

Todos os anos, milhares de animais são utilizados em testes de toxicidade e em pesquisas biomédicas, em áreas como processos alergênicos, alterações celulares e carcinogênese ([Knight, 2008](#), [Leist et al., 2014](#)). Todavia, estudos demonstram que, em pesquisas sobre toxicidade, experiências com animais são insuficientes para fornecer benefícios substanciais que permitam o desenvolvimento de pesquisas clínicas em humanos ([Knight, 2007a](#), [Hartung and Corsini, 2013](#)). Pesquisas sobre processo inflamatório em roedores evidenciam que os animais não são bons modelos para humanos, em estudos onde é possível comparar resultados clínicos em espécies diferentes ([Leist and Hartung, 2013](#)). Estudos

sobre os efeitos da toxicidade nos desenvolvimentos embrionário e fetal em mamíferos podem ser substituído por embriões de *zebrafish*. Pesquisas toxicológicas, com embriões de peixe, podem reduzir e, em alguns casos, substituir o uso de mamíferos em estudos experimentais ([Jomaa et al., 2014](#)). Mamíferos também podem ser substituídos por hidras, cnidários de água doce que, por serem transparentes e submersos em água, se tornam um excelente modelo para estudos toxicológicos ([Patwardhan and Ghaskadbi, 2013](#)).

#### *Cultivo celular e histológico*

Estudos sobre a dinâmica celular, principalmente em pesquisas sobre morfologia, crescimento e expansão das células exigem o uso de soro bovino fetal, suplemento para cultivo celular derivado de sangue bovino coagulado ([Eder et al., 2006](#)).

Como recurso alternativo ao uso de soro bovino no cultivo celular, [Rauch et al. \(2011\)](#) sugerem o uso de plaquetas lisadas humanas, obtidas de sangue humano proveniente de bancos de sangue de doadores voluntários. O uso das plaquetas humanas, além de ser mais econômico, apresenta um grande potencial no crescimento das linhagens celulares, assim como minimiza o risco de contaminações microbianas e reduz reações imunológicas.

[Broek et al. \(2012\)](#), em estudos sobre engenharia tecidual e reparação de cicatrizes, utilizaram tecidos humanos para estudos histológicos e epidérmicos na medicina humana, substituindo tecido de roedores ou coelhos por fragmentos de tecidos humanos. Estudos com hepatócitos humanos também estão sendo desenvolvidos para a substituição de pesquisas de drogas em animais ou tecidos de animais ([Ullrich et al., 2009](#)).

#### *Pesquisas sobre doenças*

Embriões de galinhas domésticas, assim como sua membrana corioalantoide, podem substituir pesquisas realizadas em mamíferos, principalmente em estudos farmacológicos e infecciosos. Entretanto, embriões de galinhas só podem ser utilizados como métodos alternativos quando são minimizadas a dor e o sofrimento do embrião, principalmente os com idade superior a 7 dias. Experimentos realizados em embriões aparentam ser mais toleráveis do que pesquisas com roedores, pois se acreditam que aves não

eclodidas não são consideradas animais vivos, e não há um consenso científico de que embriões podem sentir dor durante seu desenvolvimento ([Aleksandrowicz and Herr, 2015](#)).

Pesquisas sobre diabetes mellitus tipo 2 em modelos roedores, tem demonstrado resultados não confiáveis, pela diferença nas expressões gênicas e expressões fenotípicas ([Chandrasekera and Pippin, 2014](#)). Modelos animais para doenças como alzheimer raramente trazem benefícios para humanos, pois a manifestação da doença não é a mesma nas diferentes espécies ([Cavanaugh et al., 2014](#)).

Estudos com primatas não humanos, de médio e grande porte, são desenvolvidos há muitas décadas em países como Estados Unidos, com diversas finalidades: química e bioquímica; odontologia; endocrinologia; oftalmologia; neurociência, cirurgia, microbiologia. A substituição de animais com inteligência e consciência tão próximas à humana é necessária e imediata, e tais estudos, em grande parte dos casos, são de caráter especulatório e não necessariamente aplicáveis a curto ou médio prazo ([Hagetin, 2004](#)). Atualmente, há métodos substitutivos ao uso de primata não humanos em pesquisas de neurociência e neuroimunologia, toxicologia e produção de vacinas ([Burm et al., 2014](#)). Estudos também sugerem a substituição de modelos animais por novas tecnologias em estudos por imagens, em pesquisas em neurobiologia, farmacologia e cardiovascular ([Heindl et al., 2008](#)).

#### *Atividades didáticas*

Animais não humanos vêm desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento da educação e da pesquisa. Na educação superior, animais são utilizados em diversos cursos e disciplinas, principalmente em estudos sobre sistemática/classificação animal, anatomia, fisiologia, farmacologia e psicologia ([Sathyanarayana, 2013](#)). Entretanto, nem todos os animais utilizados são espécies domésticas, criadas e mantidas em cativeiro ou biotério. A coleta de animais silvestres para serem utilizados em atividades didáticas pode promover a perda de biodiversidade local ou regional, pois geralmente os pesquisadores coletam grandes quantidades de animais, em diversas fases reprodutivas e etárias ([Sharma, 2013](#)).

O uso de animais vivos, como roedores e coelhos, geralmente ocorre em atividades onde o

efeito da técnica utilizada já é conhecido, ou seja, os animais são utilizados exclusivamente para a demonstração de conceitos já conhecidos pela ciência, como o efeito de fármacos e anestésicos ([Miranda et al., 2011](#)). Nesse caso, os animais podem ser substituídos por vídeos ou modelos de simulação. Suínos domésticos são utilizados em aulas de técnica cirúrgica em cursos de medicina, por apresentarem os órgãos e as suas distribuições no corpo (topografia) similares a anatomia humana. Nesse caso, o treinamento de suturas e nó cirúrgico pode ser feitos em línguas bovinas, as técnicas de tenotomia (corte de tendões) e tenorrafia (sutura de tendões) podem ser praticadas em peças compradas em frigorífico, e as técnicas cirúrgicas podem ser desenvolvidas com o uso de simuladores em videocirurgias ([Gadgil, 2006](#), [Otoch et al., 2012](#)). Pulmões de suínos domésticos, provenientes de abatedouros, também podem ser utilizados em estudos de fisiopatologia, sem a necessidade de sacrificar novos animais em cada período letivo ([Kamusella et al., 2009](#)).

Em projetos de pesquisa, é importante saliente que, atualmente, técnicas laboratoriais modernas apresentam uma maior eficiência em determinados estudos se comparado com experimentos com animais ([Bones and Molento, 2012](#)). O uso de animais como cobaias não é um pré-requisito para o desenvolvimento destas pesquisas, podendo ser adotadas técnicas *in vitro* ou através de programas computacionais. Estudos toxicológicos, com pesquisas voltadas às patologias humanas e animais, e que por essência utilizam animais em experimentos, também tendem a reduzir ou inibir o uso de cobaias vivas ([Cazarin et al., 2004](#)). Em aulas práticas no curso de Ciências Biológicas, onde são estudados processos anatômicos e evolutivos de animais vertebrados, uma possível substituição ao uso de animais é o uso de vídeos pré-gravados, sem a necessidade de se obter, manter e sacrificar novos animais (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) anualmente ([Canova et al., 2015](#)).

Comumente, instituição de ensino sacrificam animais sadios, provenientes de abrigos ou animais abandonados, para o estudo da anatomia veterinária. O sacrifício pode ser substituído pelo uso de cadáveres já fixados, eutanasiados por motivos clínicos ou doados pela comunidade, eliminando o sacrifício de animais em boas condições de saúde e em condições de serem doados ([Knight, 2007b](#), [Ducceschi et al., 2010](#)). Os cadáveres, e seus componentes anatômicos,

podem ser utilizados em pesquisas anatômicas, morfológicas e fisiológicas, bem como no treinamento de cirurgias ([Souza and Matera, 2015](#)).

### Considerações finais

É crescente e contínuo o debate sobre o uso de animais como modelo experimental e em aulas práticas em cursos de ensino superior no Brasil. Alunos que se recusem a participar de aulas que utilizem animais vivos ou recém eutanasiados, seja por motivos religiosos ou ideológicos, podem solicitar objeção de consciência, tendo este direito garantido por lei.

Atualmente, estão disponíveis modelos anatômicos artificiais, porém eficientes, que substituem o uso de cobaias em atividades práticas de disciplinas regulares, principalmente em cursos na área da saúde. A substituição de modelos animais por técnicas alternativas se baseia nos princípios da bioética. Quando o uso de animais em experimentos ou aulas for fundamental para atender aos objetivos propostos, e não houver técnicas alternativas, o número de animais deverá ser o mínimo necessário.

O professor universitário, envolvido em pesquisas, deve propor, utilizar e incentivar o uso de recursos didáticos alternativos ao uso de animais, sendo um agente de mudança na academia e na sociedade. A popularização de técnicas alternativas depende, sobretudo, da conscientização da sociedade, que entende que os animais são seres conscientes e sencientes, protegidos por lei.

A chave para o sucesso da substituição de animais por métodos alternativos é a integração da ciência, política, legislação e educação ([Ashton et al., 2014](#)).

### Referências bibliográficas

- Akbarsha, M. A., Zeeshan, M. & Meenekumari, K. J. 2013. Alternatives to animals in education, research and risk assessment: An overview with special reference to Indian context. *Altex*, 2, 5-19.
- Aleksandrowicz, E. & Herr, I. 2015. Ethical euthanasia and short-term anesthesia of the chick embryo. *Altex*, 32, 143-147.
- Ashton, R., De Wever, B., Fuchs, H. W., Gaca, M., Hill, E., Krul, C., Poth, A. & Roggen, E. L. 2014. State of the art on alternative methods to

- animal testing from an industrial point of view: ready for regulation? *Altex*, 31, 357-363.
- Bones, V. C. & Molento, C. F. M. 2012. Alternativas ao uso de animais de laboratório no Brasil. *Veterinária em Foco*, 10, 103-112.
- Broek, L. J., Niessen, F. B., Scheper, R. J. & Gibbs, S. 2012. Development, validation and testing of a human tissue engineered hypertrophic scar model. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 29, 389-402.
- Burm, S. M., Prins, J.-B., Langermans, J. & Bajramovic, J. J. 2014. Alternative methods for the use of non-human primates in biomedical research. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 31, 520-529.
- Canova, F., Silva, P. C. & Grassi-Kassisse, D. M. 2015. Alternativas para a diminuição do uso de animais na educação. *Revista Neurociência*, 23, 313-316.
- Cavanaugh, S. E., Pippin, J. J. & Barnard, N. D. 2014. Animal models of Alzheimer disease: historical pitfalls and a path forward. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 31, 279-302.
- Cazarin, K. C. C., Corrêa, C. L. & Zambrone, F. A. D. 2004. Redução, refinamento e substituição do uso de animais em estudos toxicológicos: uma abordagem atual. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 40, 289-299.
- Chagas, F. B. & D'Agostini, F. M. 2012. Considerations for animal experimentation: Knowing the ethical use of animals in research. *Revista Redbioética*, 2, 35-46.
- Chandrasekera, P. C. & Pippin, J. J. 2014. Of rodents and men: species-specific glucose regulation and type 2 diabetes research. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 31, 157-176.
- Ciffoni, E. M. G., Sant, D. d. M. G., Acco, A., Neto, J. T. B. & Lima Evangelista, C. A. 2001. Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Experimentação animal da Universidade Paranaense-CEPEEA/UNIPAR. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 4, 207-214.
- Daneshian, M., Akbarsha, M. A., Blaauboer, B., Caloni, F., Cosson, P., Curren, R., Goldberg, A., Gruber, F., Ohl, F. & Pfaller, W. 2011. A framework program for the teaching of alternative methods (replacement, reduction, refinement) to animal experimentation. *Alternatives to animal experimentation: ALTEX*, 28, 341-352.
- Ducceschi, L., Green, N. & Miller-Spiegel, C. 2010. Dying to learn: the supply and use of companion animals in US colleges and universities. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 27, 304-308.
- Eder, C., Falkner, E., Nehrer, S., Losert, U. & Schoffl, H. 2006. Introducing the concept of the 3R into tissue engineering research. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 23, 17-23.
- Fischer, M. L., Oliveira, G. M. D. A., Malheiro, A., Gonçalves, A., Molinari, B. & Quintana, L. G. 2014. Concepção, implementação e consolidação do comitê de ética no uso de animais da PUCPR. *Estudos de Biologia*, 36, 1-22.
- Gadgil, U. S. 2006. Role of simulators in surgical education. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 24, 172-173.
- Garutti, S. & Palma, B. 2010. Experimentação científica com animais: considerações sobre os comitês de ética. *Revista de História Comparada*, 4, 107-124.
- Hagetin, J. 2004. Use of nonhuman primates in research in SYleden: 25 year longitudinal survey. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 22, 13-18.
- Hartung, T. & Corsini, E. 2013. Food for Thought. Immunotoxicology: Challenges in the 21st Century and In Vitro Opportunities. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 30, 411-426.
- Heindl, C., Hess, A. & Brune, K. 2008. Refinement and reduction in animal experimentation: options for new imaging techniques. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 25, 121-125.
- Hossne, W. S. 2008. Comissão de ética animal. *Ciência e Cultura*, 60, 37-40.
- Jomaa, B., Hermsen, S. A., Kessels, M. Y., Van Den Berg, J. H., Peijnenburg, A. A., Aarts, M. M. J. G., Piersma, A. H. & Rietjens, I. M. 2014. Developmental toxicity of thyroid-active compounds in a zebrafish embryotoxicity test. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 31, 303-317.

- Kamusella, P. C., Wissgott, C., Grosse-Siestrup, C., Dittrich, S., Hegemann, O., Koios, D., von Massenbach, J., Meissler, M., Unger, V. & Quarcoo, D. 2009. A model of isolated autologously hemoperfused porcine slaughterhouse lungs. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 26, 279-284.
- Kishino, N. & Diniz, N. M. 2012. Vivisseccção no ensino: questões éticas e jurídicas. *Revista Bioética*, 20, 21-27.
- Knight, A. 2007a. Animal experiments scrutinised: systematic reviews demonstrate poor human clinical and toxicological utility. *Altex*, 24, 320-325.
- Knight, A. 2007b. The effectiveness of humane teaching methods in veterinary education. *Altex*, 24, 91-109.
- Knight, A. 2008. Non-animal methodologies within biomedical research and toxicity testing. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 25, 213-231.
- Leist, M. & Hartung, T. 2013. Inflammatory findings on species extrapolations: humans are definitely no 70-kg mice. *Archives of Toxicology*, 87, 563-567.
- Leist, M., Hasiwa, N., Rovida, C., Daneshian, M., Basketter, D., Kimber, I., Clewell, H., Gocht, T., Goldberg, A. & Busquet, F. 2014. Consensus report on the future of animal-free systemic toxicity testing. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 31, 341-356.
- Magalhães, L. E. 2012. A ciência e os animais de laboratório. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório*, 1, 7-13.
- Masson, I. F. B., Baldan, C. S., Ramalho, V. R., Esteves Junior, I., Masson, D. F., Peixoto, B. d. O., Vilicev, C. M. & Farcic, T. S. 2013. Knowledge and involvement on ethical principles of animal experimentation in undergraduate physiotherapy. *Revista Bioética*, 21, 136-141.
- Melgaço, I., Meirelles, R. & Castro, H. C. 2011. O uso de animais nas disciplinas de Anatomia, Fisiologia, Imunologia e Zoologia e suas implicações éticas e legais durante a educação científica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10, 499-515.
- Mergulhão, M. C. & Vasaki, B. N. G. 1998. *Educando para a conservação da natureza sugestões de atividades em educação ambiental*. Editora EDUC.
- Miranda, J. J., Gonçalves, A. L., Miranda, R. L. & Cirino, S. D. 2011. Ética em experimentação animal: reflexões sobre o laboratório didático de Análise do Comportamento. *Revista Psicologia: Teoria e Prática*, 13, 198-212.
- Miziara, I. D., Magalhães, A. T. d. M., Santos, M. d. A., Gomes, É. F. & Oliveira, R. A. d. 2012. Ética da pesquisa em modelos animais. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 78, 128-131.
- Murthy, P. 2013. Reduction and refinement alternatives: where, when, and how? *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 2, 61-63.
- Oliveira, E. M. & Goldim, J. R. 2014. Legislação de proteção animal para fins científicos e a não inclusão dos invertebrados: análise bioética. *Revista Bioética*, 22, 45-56.
- Otoch, J. P., Pereira, P. R. B., Ussami, E. Y., Zanoto, A., Vidotti, C. A. & Damy, S. B. 2012. Alternativas ao uso de animais no ensino de técnica cirúrgica. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório*, 1, 33-40.
- Patwardhan, V. & Ghaskadbi, S. 2013. Invertebrate alternatives for toxicity testing: Hydra stakes its claim. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 2, 69-76.
- Presgrave, O. A. F. 2002. Alternativas para animais de laboratório: do animal ao computador. In: Andrade, A., Pinto, S. C. & Oliveira, R. S. (eds.) *Animais de laboratório: criação e experimentação*. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, Brasil.
- Rauch, C., Feifel, E., Amann, E.-M., Peter Spötl, H., Schennach, H., Pfaller, W. & Gstraunthaler, G. 2011. Alternatives to the use of fetal bovine serum: human platelet lysates as a serum substitute in cell culture media. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 28, 305-316.
- Raymundo, M. M. & Goldim, J. R. 2009. Ética da pesquisa em modelos animais. *Revista Bioética*, 10, 31-44.
- Rezende, A. H., Peluzio, M. d. C. G. & Sabarense, C. M. 2008. Experimentação animal: ética e legislação brasileira. *Revista de Nutrição*, 21, 237-242.

- Ribas, R. M. D. 2012. Estudo da legislação brasileira atual em relação a experimentação com animais. *Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar*, 6, 1-5.
- Sathyanarayana, M. C. 2013. Need for alternatives for animals in education and the alternative resources. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 2, 77-81.
- Sauer, U. G., Wächter, T., Grune, B., Doms, A., Alvers, M. R., Spielmann, H. & Schroeder, M. 2009. Go3R—semantic Internet search engine for alternative methods to animal testing. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 26, 17-31.
- Schiffelers, M.-J. W. A., Blaauboer, B. J., Hendriksen, C. F. M. & Bakker, W. E. 2012. Regulatory acceptance and use of 3R models: a multilevel perspective. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 29, 287-300.
- Schnaider, T. B. & Souza, C. 2003. Aspectos éticos da experimentação animal. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 53, 278-85.
- Sharma, K. K. 2013. Modern tools of species identification can save millions of animals killed in identification and animal taxonomy. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 2, 65-68.
- Souza, M. C. I. & Matera, J. M. 2015. Bleeding simulation in embalmed cadavers: bridging the gap between simulation and live surgery. *ALTEX-Alternatives to Animal Experimentation*, 32, 59-63.
- Ullrich, A., Stolz, D. B., Ellis, E. C., Strom, S. C., Michalopoulos, G. K., Hengstler, J. G. & Runge, D. 2009. Long term cultures of primary human hepatocytes as an alternative to drug testing in animals. *Altex*, 26, 295.
- Zanetti, M. B. F. 2009. O uso experimental de animais como instrumento didático nas práticas de ensino no curso de medicina veterinária. *IX Congresso Nacional de Educação-EDUCERE. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia*. PUCPR, Curitiba, Paraná.

**Article History:**

Received 15 January 2017

Accepted 22 February 2017

Available on line 30 April 2017

**License information:** This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cite