



Revista da

# Biologia

Volume 9(1)  
Dezembro 2012

[ib.usp.br/revista](http://ib.usp.br/revista)



## Revista da Biologia

Publica textos de todas as áreas da Biologia, abordando questões gerais (ensaios e revisões) e específicas (artigos experimentais originais, descrição de técnicas e resumos expandidos).

Há espaço também para perspectivas pessoais sobre questões biológicas com relevância social e política (opinião).

A Revista da Biologia é gratuita e exclusivamente on-line. Sua reprodução é permitida para fins não comerciais.

**ISSN1984-5154**

**[www.ib.usp.br/revista](http://www.ib.usp.br/revista)**

## Contato

[revistadabiologia@gmail.com](mailto:revistadabiologia@gmail.com)

### Revista da Biologia

Rua do Matão, trav. 14, 321  
Cidade Universitária, São Paulo  
São Paulo, SP Brasil  
CEP 05508-090

## Expediente

### Editor Executivo

Carlos Rocha

### Coordenadores

Agustín Camacho

Daniela Soltys

Pedro Ribeiro

Rodrigo Pavão

### Editor científico

Carlos Ribeira Vilela

Déborah Yara Alves Cursino dos Santos

Hamilton Haddad Junior

Marcelo Luiz Martins Pompêo

Paulo Enrique Cardoso Peixoto

### Consultores científicos

Aline Tiemi Matsumura

Augusto César de Barros Tomba

Carolina Feher da Silva

Francisco Rômulo Monte Ferreira

Gustavo Burin

Janaina Rosa Cortinoz

Jéssica Paula Gillung

Laura Carolina Leal

Patrícia de Aguiar Amaral

Vanilde Citadini Zanette

### Editores gráficos

Juliana Roscito

Leonardo M. Borges

**Volume 9(1)** Publicado em dezembro de 2012



**Foto da capa:** Neurônio em cultura, autor Gerry Shaw.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neuron\\_in\\_tissue\\_culture.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neuron_in_tissue_culture.jpg)

# Volume 9(1)

## Índice

<b>Adubação orgânica e teores de nutrientes no capim-limão</b>	1
<i>Elisângela de Souza Cunha, Denise da Silva Martins, Geizi Jane Alves de Carvalho, José Antônio A. Espindola</i>	
<b><i>Dimorphandra Gardneriana</i> Tul. (Fava d'Anta) - uma abordagem etnobotânica e riscos de extinção</b>	6
<i>Leonardo P. Landim, José Galberto Martins da Costa</i>	
<b>Brasil e as pesquisas com células-tronco: visão geral</b>	12
<i>Maria Alzira do Carmo Aragão, Francisco T.G. Bezerra</i>	
<b>Corpo, gênero e ciência: na interface entre biologia e sociedade</b>	16
<i>Adriano Souza Senkevics, Juliano Zequini Polidoro</i>	

# Adubação orgânica e teores de nutrientes no capim-limão

Organic fertilization and accumulation of nutrients in lemon grass

Elisângela de Souza Cunha<sup>1\*</sup>, Denise da Silva Martins<sup>2</sup>, Geizi Jane Alves de Carvalho<sup>3</sup>, José Antonio Azevedo Espindola<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, IFRJ

<sup>3</sup>Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro, FAETEC

<sup>4</sup>Embrapa Agrobiologia

Contato do autor: eliangelasz@yahoo.com.br

**Resumo.** O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) é uma gramínea utilizada para fins medicinais. O estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica no teor e acúmulos de nutrientes (Potássio, Nitrogênio, Fósforo, Cálcio e Magnésio) pelo capim-limão. Foram testadas quatro doses de adubo de esterco bovino (5, 10, 15, 20 t/ha), em dois períodos (chuvoso e seco). A análise de variância demonstrou diferenças significativas quanto aos teores e acúmulos de alguns nutrientes durante os dois períodos avaliados.

**Palavras-chave.** Fertilização; Minerais; Plantas medicinais.

**Abstract.** Lemon grass (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) is an important plant used for medicinal purposes. The present study aimed to evaluate the effect of the organic fertilization on the contents and accumulations of nutrients (K, N, P, Ca and Mg), possibilitating better knowledge about the cultivation of lemon grass in Brazil. Four doses of organic fertilizer were tested (5, 10, 15, and 20 t/ha), in two different periods (rainy and dry seasons). The analysis of the variance demonstrated significant differences in relation to the contents and accumulation of some nutrients during the two evaluated periods.

**Keywords.** Fertilization; Minerals; Medicinal plants.

Recebido 11out11

Aceito 27jun12

Publicado 27dez12

## Introdução

O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) é uma planta medicinal e aromática, originária da Índia e pertencente à família Poaceae. Em virtude das condições climáticas do Brasil serem semelhantes as da Índia essa espécie dispersou e aclimatou por todo o território (Gomes e Negrelle, 2003).

Em geral, o estado nutricional de uma planta é bem refletido pelo teor de nutrientes minerais nas folhas de forma mais evidente do que em outros órgãos e assim, a análise foliar pode ser utilizada como uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional das plantas (Borges e Caldas, 2003; Espelho et al., 2007). Além disso, a análise foliar tem sido bastante útil nas recomendações de adubação, devido ao fato do teor do nutriente na planta ser resultante da ação e interação de fatores que afetam a sua disponibilidade no solo e na absorção pela planta (Portz et al., 2006).

A adubação orgânica foi muito utilizada no passado, mas com o advento dos adubos químicos o interesse pelos fertilizantes orgânicos diminuiu. Atualmente, a preocupação com a degradação ambiental renovou o interesse pelo

uso da matéria orgânica, buscando atender os princípios da agricultura sustentável (Silva et al., 2004). Permitiu-se desta forma a melhoria de certas propriedades do solo, tais como: aumento da atividade biológica do solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes; o controle de pragas e doenças; a retenção de água; e os controles mais eficientes da erosão, evitando o desperdício de fertilizantes ou deficiências nutricionais ao longo do seu ciclo (Silva et al., 2003).

O cultivo do capim-limão é mundialmente estudado, entretanto, poucas são as informações disponíveis relativas aos aspectos agrônômicos. Há necessidade de estudos que revelem o comportamento dessa espécie medicinal quando submetida às técnicas de produção sem afetar o valor terapêutico da planta, considerando-se o fato que os princípios ativos podem sofrer alterações conforme as técnicas de cultivo (Duarte e Zaneti, 2004).

As pesquisas no âmbito nacional acerca da adubação orgânica e teor de nutrientes do capim-limão são ainda insuficientes. Diante deste quadro, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica no teor de nutrientes fornecendo subsídio para um melhor conhecimento do cultivo do capim-limão no Brasil.

## Métodos

Este estudo foi conduzido na área experimental da Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes, RJ (21°45'S, 41°20'W e aproximadamente 11m de altitude), cujo clima é tropical chuvoso com precipitação média anual de 1023 mm e temperatura média anual de 23°C (Oliveira Júnior et al., 2006). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (Embrapa, 1979). A análise química na profundidade de 0-20 cm apresentou os seguintes resultados: pH em água=5,2; Alumínio=0,2 cmolc/dm<sup>3</sup>; Cálcio=1,8 cmolc/dm<sup>3</sup>; Magnésio=1,1 cmolc/dm<sup>3</sup>; Fósforo= 5mg/dm<sup>3</sup>; Potássio= 36mg/dm<sup>3</sup>.

Foram coletadas 30 mudas de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) de uma única touceira em abril de 2001. O plantio foi feito no mesmo mês da coleta (abril de 2001), sendo as mudas submetidas a quatro doses de adubo orgânico (5, 10, 15, 20 t/ha) e o controle sem adição de adubo orgânico (seis mudas por tratamento). Na área experimental foram abertas covas de 20 cm de profundidade, com espaçamento de 0,70 x 0,70 m para o plantio. O adubo orgânico em estudo foi esterco bovino com a seguinte composição química: matéria orgânica=56,8%; Nitrogênio=1,72%; Fósforo=0,42%; Potássio=1,17%. O capim-limão foi coletado no período de novembro de 2001 (período seco) e janeiro de 2002 (período chuvoso).

O experimento, delineado em blocos ao acaso com seis repetições, consistiu de quatro tratamentos: quatro formas de adubação orgânica, além do controle sem adubação, e em dois períodos. A adubação ocorreu no momento do plantio e outra, cerca de três meses depois com as mesmas doses anteriormente utilizadas. As mudas foram irrigadas diariamente com aproximadamente três litros de água até o mês de novembro de 2001, quando se realizou a coleta do período seco. Em todas as coletas o corte foi feito na altura aproximada de 20 cm acima do solo.

As folhas coletadas em cada período foram secas em estufa, à temperatura de 60°C, durante 72h. Depois de seco, o material vegetal foi triturado em moinho de facas, para posteriormente determinar a massa seca e o teor dos nutrientes. Para análise de Potássio e Fósforo nas amostras da parte aérea utilizou-se digestão nitro-perclórica (Batalgia et al., 1983). A determinação de Nitrogênio foi feita em analisador Kjeltex Auto Sampler (Tecator) de acordo com as recomendações de Bremner e Mulvaney (1982), a do Potássio foi realizada por fotometria de chama. O procedimento para a análise do Fósforo foi feito por colorimetria a partir da formação da cor azul no complexo fosfato-molibdato em presença de ácido ascórbico. Já as determinações de Cálcio e Magnésio foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica (Batalgia et al., 1983).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de média de Tukey a p<0,05. Foram realizados testes de significância de regressão polinomial entre coletas e correlação linear entre as características, utilizando o programa SAS System para Windows 6.12 (1998).

## Resultados

O teor de Nitrogênio na parte aérea das plantas de capim-limão aumentou na época seca comparado com a época chuvosa, enquanto os teores de Potássio, Fósforo e Magnésio se mantiveram estáveis nas duas épocas (Figura 1).

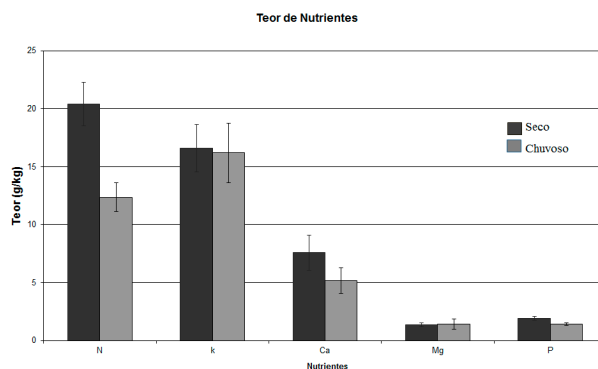


Figura 1. Teores de nutrientes na parte aérea das plantas de capim-limão no período seco e chuvoso (média de todas as doses de adubação).

Verificamos que na época seca o teor do nutriente Nitrogênio na parte aérea do capim limão apresentou-se mais elevado em relação aos outros nutrientes. Foram comparados os nutrientes entre si em cada dose de adubo, mostramos que na época chuvosa, somente o teor de nutriente Potássio apresentou um aumento significativo em resposta à adubação, comparado aos teores dos outros nutrientes que não apresentaram alterações significativas (Tabela 1).

Em relação ao acúmulo de nutrientes não houve efeito das diferentes doses de adubo orgânico, exceto para o Nitrogênio no período chuvoso (Tabela 2).

A partir da equação de regressão entre dose de esterco aplicada (X) e o Nitrogênio acumulado na parte aérea ( $y = -0,2857x^2 + 7,6903x + 80,734r^2 = 0,7094$ ;  $p \leq 0,05$ ), é possível verificar que a dose de esterco capaz de proporcionar maior acúmulo de Nitrogênio na parte aérea do capim limão foi 12,8 t/ha (Figura 2).

## Discussão

Não houve diferenças ( $p < 0,05$ ), nos teores de nutrientes, com exceção de Nitrogênio, entre as doses de adubo orgânico (0, 5, 10, 15 e 20 t/ha), das partes aéreas de capim-limão nos períodos seco e chuvoso. No entanto, em média, o período seco foi o que proporcionou os maiores teores de nutrientes. Estes teores de nutrientes são considerados adequados para algumas gramíneas e, os resultados corroboram com as afirmativas de Espelho et al. (2007), ao indicar que as faixas adequadas dos teores (g/kg) em gramíneas são: Nitrogênio (12-15), Potássio (10-15), Cálcio (3-6), P (0,8-1,2) e Magnésio (1-2).

Em relação às doses de adubo orgânico foi possível verificar que a dose 15 t/ha foi capaz de proporcionar maior teor do nutriente Nitrogênio (21,4g/kg) na parte aérea do capim-limão, no período seco. A dose 10 t/ha no período

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão dos teores dos nutrientes na parte aérea das plantas de capim-limão durante o período seco e chuvoso. Letras iguais, na mesma coluna, indicam que não houve diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ .

Doses (t/ha)	Teores de nutrientes									
	Nitrogênio		Potássio		Cálcio		Fósforo		Magnésio	
	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido
0	19,6 ± 1,5a	12,4 ± 0,9a	17,2 ± 4,0a	15,2 ± 2,2a	8,1 ± 0,8a	5,3 ± 1,1a	1,8 ± 0,2a	1,4 ± 0,1a	1,4 ± 0,2a	1,4 ± 0,4d
5	20,3 ± 2,0a	11,7 ± 1,1a	16,3 ± 0,9a	16,4 ± 3,2b	8,1 ± 2,7a	5,1 ± 1,1a	1,9 ± 0,1a	1,4 ± 0,1a	1,3 ± 0,2a	1,3 ± 0,2a
10	19,7 ± 0,9a	11,9 ± 1,2a	16,3 ± 0,5a	17,0 ± 3,7b	7,0 ± 1,3a	4,9 ± 1,5a	1,9 ± 0,2a	1,4 ± 0,1a	1,4 ± 0,1a	1,6 ± 0,8a
15	21,4 ± 3,1a	13,9 ± 1,0a	15,8 ± 2,0a	16,0 ± 2,4b	7,3 ± 0,6a	6,0 ± 0,7a	1,9 ± 0,2a	1,4 ± 1,0a	1,3 ± 0,1a	1,4 ± 0,1a
20	20,7 ± 1,4a	12,0 ± 1,2a	17,4 ± 1,3a	15,5 ± 1,5a	6,8 ± 0,8a	4,7 ± 1,0a	2,0 ± 0,2a	1,4 ± 0,1a	1,4 ± 0,2a	1,4 ± 0,3a

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão do acúmulo dos nutrientes na parte aérea das plantas de capim-limão durante o período seco e chuvoso. Letras iguais, na mesma coluna, indicam que não houve diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ .

Doses (t/ha)	Teores de nutrientes									
	Nitrogênio		Potássio		Cálcio		Fósforo		Magnésio	
	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido
0	26,4 ± 10,8a	86,8 ± 15,2a	24,5 ± 16,3a	112,5 ± 30,1a	11,0 ± 4,8a	36,9 ± 9,0a	2,3 ± 0,9a	9,7 ± 0,9a	1,7 ± 0,5a	9,5 ± 1,8a
5	22,7 ± 12,2a	102,7 ± 40,0b	19,1 ± 11,3a	151,8 ± 96,1a	9,1 ± 4,7a	45,45 ± 21,1a	2,2 ± 1,2a	13,0 ± 6,3a	1,6 ± 1,0a	11,9 ± 6,4a
10	29,6 ± 15,6a	120,7 ± 35,7c	24,9 ± 13,9a	169,9 ± 48,8a	10,3 ± 5,6a	50,8 ± 25,7a	2,8 ± 1,4a	14,1 ± 3,8a	2,0 ± 1,0a	17,7 ± 13,9a
15	30,4 ± 20,8a	152,3 ± 77,5d	25,9 ± 24,0a	178,0 ± 102,0a	11,2 ± 8,7a	68,2 ± 40,1a	2,8 ± 2,0a	15,3 ± 6,5a	2,0 ± 1,6a	15,5 ± 8,0a
20	24,7 ± 8,9a	111,4 ± 36,7b	21,4 ± 9,3a	146,6 ± 57,5a	8,0 ± 2,7a	45,7 ± 21,7a	2,4 ± 0,9a	12,8 ± 4,1a	1,7 ± 0,7a	13,1 ± 6,3a

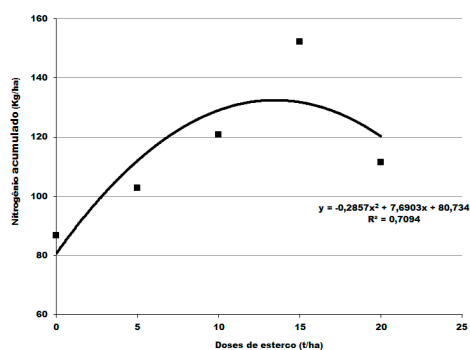


Figura 2. Variação na acumulação total de Nitrogênio na parte aérea das plantas de capim limão durante a época úmida em função das doses de esterco aplicadas.

chuvoso, foi a dose de adubo orgânico que proporcionou maior teor no nutriente Potássio (17,0g/kg) (Tabela 1). Braz et al. (2004) avaliaram o teor de Nitrogênio nas partes aéreas de gramíneas (braquiária) e aos 107 dias de cultivo, alcançaram 20,5g/kg. Magalhães et al. (2002) encontraram um valor ainda menor na mesma espécie, igual a 11,6g/kg. Segundo os mesmos autores na mineralização do tecido foliar de culturas ocorrem perdas de nutrientes por volatilização, lixiviação, percolação e escurimento por erosão laminar. Mesmo com essas perdas, estima-se que 60% a 70% do Nitrogênio encontrado na biomassa vegetal é reciclado e novamente absorvido pelas plantas do cultivo seguinte.

Segundo Malavolta et al. (1997), depois do Nitrogênio, o Potássio é o mineral requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais. Este nutriente tem alta mobilidade na planta em qualquer nível de concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal, seja, ainda, no xilema e floema. Foi relatado por Pereira (2001) e Lavres Junior e Monteiro (2002), que o fornecimento de Potássio e de Magnésio tem elevado à produtividade das gramíneas. A diferença no teor de Potássio entre os períodos pode ser atribuída à baixa disponibilidade de água no período seco, que não possibilitou a mesma mobilidade do nutriente alcançada no período chuvoso.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados por Costa (2003), investigando o efeito da adubação nitrogenada e de Potássio no capim Mombaça, onde verificou-se que não houve influência sobre a concentração de nutrientes, sendo que no período chuvoso encontrou os seguintes teores médios de nutrientes (g/kg): Potássio (23,5), Cálcio (5,3), Fósforo (1,4), e Magnésio (3,0). No entanto, Silva et al. (2003) observaram na mesma espécie, que com o aumento das doses de adubo orgânico ocorreu aumento gradativo do acúmulo dos nutrientes. Como foi observado pelo acúmulo de Nitrogênio no período chuvoso.

Observamos, ao final do período de cultivo, a seguinte sequência em ordem decrescente de teor de nutrientes: Nitrogênio>Potássio>Cálcio>Fósforo>Magnésio (seco) e Potássio>Nitrogênio>Cálcio>Magnésio>Enxofre>

Fósforo (chuvoso). Os resultados de Primavesi et al. (2006) corroboram com os resultados obtidos à sequência de teor de nutrientes em espécies de gramínea, porém utilizando adição de doses de Nitrogênio no solo.

Em relação ao acúmulo do Nitrogênio na análise de variância, evidenciou-se diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as doses de adubo orgânico (0, 5, 10, 15 e 20 t/ha) das partes aéreas de capim-limão no período chuvoso. (Tabela 2). Comparando o acúmulo de nutrientes, podemos observar diferenças entre os períodos.

No presente estudo, encontramos que os maiores acúmulos (kg/ha) de nutrientes na época seca e chuvosa, respectivamente, foram do Nitrogênio e Potássio, sendo o Fósforo e Magnésio os nutrientes que apresentaram os menores acúmulos. Braz et al. (2004) verificaram, em três espécies de gramíneas: milheto (*Pennisetum glaucum*), capim braquiária (*Brachiaria brizantha*) e mombaça (*Panicum maximum*), o acúmulo dos nutrientes Nitrogênio, Potássio, Cálcio, Fósforo e Magnésio nas folhas em função dos dias após a emergência da planta. Para o capim mombaça os acúmulos máximos também foram de Nitrogênio, Fósforo e Potássio e ocorreram entre 71 e 77 dias de cultivo, atingindo valores de 180 kg/ha, 16 kg/ha e 164 kg/ha, respectivamente, superiores aos encontrados para milheto. Silva et al. (2003) encontraram valores de 221,6 kg/ha para Nitrogênio e 274,6 kg/ha para Potássio, como as quantidades desses nutrientes restituídas ao solo pelo milheto coletado aos 55 dias de cultivo.

Na época chuvosa, observamos que o acúmulo de Nitrogênio na parte aérea das plantas de capim-limão aplicadas com esterco bovino de 15 t/ha apresentou maior resposta. Quando a aplicação foi de 20 t/ha, verificou-se queda na quantidade de Nitrogênio acumulado. Encontrou-se aumento significativo de Potássio e Nitrogênio acumulados na parte aérea de capim-limão. A diminuição do acúmulo de Nitrogênio observado na adubação de 20 t/ha pode ser ocasionada pela elevação na concentração de sais dissolvidos no solo, levando uma menor disponibilidade de água para a planta.

É importante ressaltar que o Nitrogênio é o constituinte de aminoácidos e nucleotídeos, sendo o principal nutriente para a obtenção de produtividades elevadas em culturas anuais. Nas oleaginosas, o Nitrogênio determina o equilíbrio nos teores de proteínas acumuladas e produção de óleo, já que influencia o metabolismo de síntese de compostos de reserva nas sementes. Quando adubado com Nitrogênio em grandes quantidades, eleva os teores do nutriente nos tecidos e reduz a síntese de óleos, favorecendo a rota metabólica de acúmulo de proteínas nos aquênios (Castro et al., 1999).

A baixa disponibilidade de Potássio no solo pode causar redução da produtividade e diminuição gradativa na taxa de crescimento das plantas. Quando a deficiência é mais severa, os sintomas se iniciam com mosqueado amarelado nas bordas das folhas da parte inferior da planta, essas áreas cloróticas avançam para o centro das folhas, tornando-se necrótica nas bordas, perdendo rigidez na planta e prostrando-se facilmente em casos mais severos (Castro e Oliveira, 2005).

## Conclusões

Os valores apresentados podem estar relacionados a diversos fatores tais como: as condições de temperatura e precipitação pluviométrica que são mais favoráveis ao desenvolvimento do vegetal.

A análise foliar é uma ferramenta adequada para avaliar o estado nutricional da cultura do capim-limão. Dentre os nutrientes, os maiores teores e acúmulos ocorreram para o Nitrogênio e o Potássio, e os menores, para o Fósforo e o Magnésio.

Os teores e acúmulos dos nutrientes não apresentaram diferenças significativas, em relação às diferentes doses de adubos orgânicos comparando com os valores dos controles, exceto para o teor de Potássio e o acúmulo de Nitrogênio.

Foi observado maior teor de nutrientes na parte área do capim-limão no período seco e maior acúmulo no período chuvoso.

## Agradecimentos

Laboratório de Plantas Medicinais da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Laboratório de Solos da Embrapa Agrobiologia e Escola Técnica Estadual Antônio Sarlo/FAETEC.

## Referências

- Bataglia OC, Furlani AMC, Teixeira JPF, Gallo JR. 1983. Métodos de análise química de plantas - Boletim técnico 78. Campinas: Instituto Agrônomico.
- Borges AL, Caldas RC. 2003. Teores de nutrientes nas folhas de bananeira, CV Pacovan, sob irrigação. *Ciência e Agrotecnologia de Lavras* 28:1098-1106.
- Braz AJBP, Silveira PM, Kliemann HJ, Zimmermann FJP. 2004. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 34:83-87.
- Bremner JM, Mulvaney CS. 1982. Nitrogen Total. In: Page AL, Miller RH, editors. *Methods of Soil Analysis*. Madison: Agron. Monogr p595-624.
- Castro C, Balla A, Castiglioni VBR, Sfredo GJ. 1999. Levels and methods of nitrogen supply for sunflower. *Scientia Agricola* 56:827-833.
- Castro C, de Oliveira FA. 2005. Nutrição e adubação do girassol. In: Leite RMVBdeC, Brighenti AM, Castro C, editors. *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja p317-373.
- Costa KAP. 2003. Efeito da formulação N:K com o uso do enxofre na produção de massa seca e valor nutritivo do capim - Tanzânia irrigado. *Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Brasil*, p55.
- Duarte MdoR, Zaneti CC. 2004. Estudo farmacobotânico de folhas de capim-limão: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, Poaceae. *Visão Acadêmica* 5:117-124.
- Embrapa. 1979. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.
- Espelho SC, Maia E, Ruziska HW, Lenzi E, Macedo LGP, D'Oliveira OS. 2007. Efeito da época de corte e tipo de adubo na análise foliar de capim-limão. *Cesumar* 9:119-123.
- Gomes EC, Negrelle RRB. 2003. *Cymbopogon citratus* (D.C.)

- Stapf: Aspectos botânicos e ecológicos. Visão Acadêmica 4:137-144.
- Lavres Junior J, Monteiro FA. 2002. Combinações de doses de Nitrogênio e Potássio para a produção e nutrição do capim-Mombaça. Boletim de Indústria Animal. 59:101-114.
- Magalhães RT de, Oliveira IP de, Kliemann HJ. 2002. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema "Barreirão". Pesquisa Agropecuária Tropical 32:13-20.
- Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato.
- Oliveira Júnior LFG, Deliza R, Bressan-Smith R, Pereira MG, Chiquiere TB. 2006. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. Ciência e Tecnologia de Alimentos 26:159-165.
- Pereira WLM. 2001. Doses de Potássio e de magnésio em solução nutritiva para o capim-mombaça. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, p124.
- Portz A, Martins CAC, Lima E, Zonta E. 2006. Teores e acúmulo de nutrientes durante o ciclo da mandioquinha-salsa em função da aplicação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio. Horticultura Brasileira 24:329-333.
- Primavesi AC, Corrêa LA, Silva AGS, Cantarella H. 2006. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de doses de Nitrogênio. Ciência e Agrotecnologia de Lavras 30: 562-568.
- Silva J, Lima e Silva SP, Oliveira M, Silva BMK. 2004. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. Horticultura Brasileira 22:326-331.
- Silva PA, Blank AF, Arrigoni-Blank MF, Barreto MCV. 2003. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial do Capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf]. Revista Ciência Agronômica 34:5-9.



# *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (Fava d'anta) - Uma abordagem etnobotânica e riscos de extinção

*Dimorphandra gardneriana* Tulasne (Fava d'anta) - An approach ethnobotanical and risk of extinction

Leonardo P. Landim<sup>1,2,\*</sup>, José Galberto Martins da Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Farmacologia Clínica; Universidade Regional do Cariri, URCA, Crato, Ceará, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular; Universidade Regional do Cariri, URCA, Crato, Ceará, Brasil

<sup>3</sup> Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais; Universidade Regional do Cariri, URCA, Crato, Ceará, Brasil.

\*Contato do autor: leonardo\_landim@yahoo.com.br

**Resumo.** *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (Leguminosae), popularmente conhecida como fava d'anta, é uma planta de ampla distribuição no Cerrado Brasileiro, com ocorrência na Chapada do Araripe, situada no sul do estado do Ceará. Os seus frutos são explorados para obtenção de rutina e quercetina, ambos flavonóides com diversas atividades farmacológicas estudadas. O extrativismo de *D. gardneriana* é uma importante fonte de renda, principalmente, para as comunidades extrativistas residentes do entorno da Região da Chapada do Araripe. No entanto, o extrativismo desenfreado tem ameaçado essa espécie ao risco de extinção. Diante do exposto, ações como o desenvolvimento de técnicas de coleta sustentáveis ou estudos na área da genética devem ser implementadas, afim de garantir a conservação dessa espécie.

**Palavras-chave.** Fava d'anta; *Dimorphandra gardneriana*; Extrativismo; Sustentabilidade ecológica.

**Abstract.** *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (Leguminosae), popularly known as fava d'anta, is a plant widely distributed in the Brazilian Cerrado, occurring in the Chapada do Araripe, located in the South of the state of Ceara. Its fruits are exploited to obtain rutin and quercetin, both are bioflavonoids with several pharmacological activities studied. The extraction of *D. gardneriana* is an important source of income, especially for residents of communities surrounding the extraction region of the Chapada do Araripe. However, uncontrolled extraction threatens this species to extinction. Given the above, actions like the development of sustainable sampling techniques, or studies in genetics should be implemented to ensure the conservation of this species.

**Keywords.** Fava d'anta; *Dimorphandra gardneriana*; Exploitation; Ecological sustainability.

Recebido 10fev12  
Aceito 03set12  
Publicado 27dez12

## Introdução

O gênero *Dimorphandra* tem grande relevância, sobretudo nos aspectos medicinais e de biodiversidade, por incluir duas espécies que são importantes economicamente como fontes de flavonóides para a indústria farmacológica (*D. mollis* Benth. e *Dimorphandra gardneriana* Tul.), e espécies endêmicas do Brasil, como a *D. jorgei* Silva e *D. wilsonii* Rizz., sendo esta ameaçada de extinção (Sudré et al, 2011).

O número de espécies conhecidas varia de 11 a 43 no gênero *Dimorphandra* (Gonçalves, 2007). Entre essas, *D. mollis* Benth. e *D. gardneriana* Tul. são consideradas as mais importantes por serem frequentemente encontradas

na natureza, sendo as mais coletadas e usadas na indústria química e farmacêutica (Gonçalves et al, 2010; Cunha et al, 2009).

*Dimorphandra gardneriana* Tul., conhecida como fava d'anta ou faveiro, é uma árvore brasileira leguminosa nativa, ocorrendo naturalmente nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (Montano et al, 2007). A fava d'anta é uma planta cujos frutos são utilizados na extração de rutina para abastecimento da indústria farmacêutica.

A rutina é um flavonóide que atua no fortalecimento e permeabilidade das paredes dos vasos capilares, em combinação com a vitamina C (Rizzini e Mors, 1995). Além da *D.gardneriana*, outra espécie nativa de fava d'anta, a

*Dimorphandra mollis* Benth., é usada para a extração da rutina (Cunha, 2009; Gonçalves et al, 2010).

Nos últimos dez anos, árvores de fava d'anta (*D. gardneriana*) apresentaram inibição do crescimento da vassoura-de-bruxa, redução das folhas e amarelamento nos Estados do Ceará e do Maranhão, o mesmo foi verificado com *D. Mollis* (Montano et al, 2007).

Devido à ameaça de extinção, existe preocupação com a sobrevivência e manutenção de *D. mollis* e *D. gardneriana*, uma vez que são utilizadas comercialmente apenas através do extrativismo (Souza e Martins, 2004).

A fim de tomar medidas adequadas para ajudar na conservação de germoplasma de *Dimorphandra gardneriana*, é necessário dispor de informações sobre a estrutura genética das populações, bem como a variabilidade entre populações. Uma das ferramentas utilizadas para esse fim são marcadores moleculares que permitem inferências sobre a diversidade genética entre e dentro das populações (Schötterer, 2004; Schulman, 2007; Huang et al, 2009).

Uma das principais propostas para a conservação é o envolvimento direto da comunidade no uso sustentável, não unicamente pelo seu conhecimento local, que representa um forte elo nos debates a respeito da utilização dos recursos naturais, mas pelas técnicas de plantio, manejo e proteção das espécies de seu meio, e também pela herança cultural de cada comunidade que foi construída ao longo de muitos anos (Martin, 1994; Ramamurthy, 1998; Van Staden, 1999; Diegues, 2000; Rai et al, 2000; Maikhuri et al, 2003; Hamilton, 2004).

O presente levantamento bibliográfico, contemplando uma abordagem ampla de *Dimorphandra gardneriana*, foi realizado baseado na sua importância para a chapada do Araripe como fonte de renda para população local e diante dos riscos de extinção dessa espécie devido ao extrativismo desenfreado.

## Métodos

Este estudo constitui-se de uma revisão de literatura especializada, em que se utilizou sites de busca Scielo, Biomed Central, Domínio Público, Portal de periódicos da CAPES e da URCA, PubMed Central e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, utilizando os seguintes descritores: *Dimorphandra*, *Dimorphandra gardneriana*, Fava d'anta.

## Aspectos Botânicos

O gênero *Dimorphandra* Schott (Fabaceae) pertence à tribo Caesalpinieae e é formado por três subgêneros: (1) *Dimorphandra* com onze espécies; (2) *Phaneropsia* com cinco espécies e (3) *Pocillum* com dez espécies e quatro subespécies (Silva, 1986).

As espécies do gênero são todas lenhosas, em geral de porte arbóreo, incluindo desde árvores de médio porte de 3 a 7 m de altura até árvores gigantes de 30 a 50 m de altura. O caule é em geral cilíndrico, ereto, podendo ser delgado e tortuoso nas espécies do cerrado e em algumas

típicas das campinas ou caatingas da Amazônia. A casca do fuste em geral é lisa, finamente escamosa e persistente, em contraste com as espécies do cerrado como *D. gardneriana* e *D. mollis* que apresentam casca grossa. As folhas são alternas, bipinadas ou multipinadas, pecioladas, com as margens menos revolutas ou, na maioria das vezes, plana e com menor número de pinas nas folhas, como encontradas em *D. gardneriana* (Silva, 1986); as formas dos folíolos são variáveis, podendo ser oblongas, ovadas ou arredondadas ou, ainda, como em *D. gardneriana*, cujos folíolos são maiores e menos pilosos que em *D. mollis* (Silva, 1986). A inflorescência é uma panícula com espigas curtas. O fruto é um legume indeiscente como observado em *D. mollis* (Ferreira et al, 2001) e *D. gardneriana*, sendo achatado, com coloração variando de marrom-escuro a quase negro, opaco, de superfície irregular, rugoso, com ápice e base arredondados, bordo irregular, lenhosos (seco), com 9,2 a 18,5 cm de comprimento e 2,4 a 3,5 cm de largura e espessura variando de 0,8 a 1,3 cm; pedúnculo persistente de consistência lenhosa. Apresenta pericarpo bem distinto quando aberto, epicarpo fino e mesocarpo de consistência farinácea, macia, marrom-escuro; endocarpo esbranquiçado amarelado. Tem odor forte e adocicado (Ferreira et al, 2001).

*Dimorphandra gardneriana* apresenta folhas bipinadas, compostas, com 5-8 jugas formadas de 10-20 jugos de folíolos largos-ovados, medindo cada uma de 3 a 4 cm, glabros na face superior e mais ou menos ferrugíneo-tomentosos na inferior. Flores sésseis dispostas em espigas corimbiformes; os frutos são vagens que contêm glicosídeos flavônicos, principalmente a rutina, compridos, medindo até 15 cm de comprimento, muito procurado pelo gado (Corrêa, 1984).

*D. gardneriana* Tul. e *D. mollis* Benth., popularmente conhecidas como faveira ou fava d'anta, pertencentes à família Leguminosae, são árvores pequenas que habitam os cerrados. *D. mollis* é encontrada em Minas Gerais, São Paulo e Goiás, enquanto que *D. gardneriana* é uma espécie regional dos Estados do Maranhão, Bahia, Piauí e Ceará (Cunha et al, 2009; Vieira, 2003). No estado do Ceará, *D. gardneriana* foi registrada na Unidade de Conservação Floresta Nacional do Araripe (CE) por Costa et al(2004) e Costa et al(2007).

## Estudos fitoquímicos e farmacológicos

Os flavonóides, biossintetizados a partir da via dos fenilpropanóides, constituem uma importante classe de polifenóis, presentes em relativa abundância entre os metabólitos secundários de vegetais (Carvalho et al, 2003). São encontrados em maior quantidade nas famílias Leguminosae e Compositae (Martins et al, 1994).

Esse é o caso das espécies do gênero *Dimorphandra* (fava d'anta), cujos frutos tem concentrações consideráveis de flavonóides, principalmente rutina e quercetina. (Sudré et al, 2011). De acordo com Hubinger et al, (2009), o teor de flavonóides pode atingir cerca de 10,25% no fruto seco.

Santos et al (2006), na caracterização de classes químicas

micas no extrato etanólico dos frutos de *Dimorphandra gardneriana*, observaram o aparecimento e a intensificação de cores diversas, indicativo da presença de várias subclasses de flavonóides. Principalmente de cor vermelha, que é indicativo da presença de flavonóis, flavanonas, flavanonóis e/ou xantanas, livres ou seus heterosídeos.

A principal importância econômica da faveira está relacionada ao interesse da indústria farmacêutica pelo flavonóide rutina (6 a 10%), presente nos frutos dessas espécies (Sousa et al, 1991). A rutina foi descoberta em 1936 pelo bioquímico Szent-Gyorgi e seus colaboradores (Bentsath et al, 1936).

A rutina aumenta a resistência dos capilares, consequentemente reduzindo a permeabilidade às células sanguíneas vermelhas (Tomassini e Mors, 1966; Sousa et al, 1991; Alonso, 1998). Apresenta-se sob a forma de um pó de cor amarelo-esverdeado e tem ação benéfica diminuindo a concentração do colesterol LDL (Rodrigues et al, 2003): atuando no fortalecimento da estrutura da parede dos vasos sanguíneos; sendo usada em tratamento e prevenção de pequenas varizes. Essa substância, por estimular a circulação, é também usada em mesoterapia ou intradermoterapia nos tratamentos contra celulite. É empregada ainda para o preparo de cirurgias em pacientes afetados com icterícia. A rutina exerce uma influência benéfica sobre as hemorragias produzidas no tratamento profilático de trombose (Silva, 2007).

A rutina aumenta o tônus venoso, e acredita-se que tenha associada uma ação “impermeabilizante capilar”, semelhante à vitamina P, devido à inibição da hialuronidase. Tal ação impediria a passagem de proteínas que contribuiriam para a formação do edema (Araújo, 2003).

A quercetina é outra substância extraída da faveira e de grande interesse da indústria farmacêutica. É um antioxidante polifenólico natural, presente nos vegetais, frutas e sucos. Quimicamente, a quercetina é uma aglucona da rutina e de outros glicosídeos. É um poderoso antioxidante e anti-radicais livres (Filho et al, 2001). Tem atividade cardiovascular, reduzindo o risco de morte por doenças das coronárias e diminuindo a incidência de enfarte do miocárdio. Apresenta várias propriedades farmacológicas, como atividades anti-inflamatória e anti-carcinogênica, atua no sistema imunológico, tem atividade anti-viral, reduz o efeito da formação de cataratas nos diabéticos, é hepatoprotetora e gastroprotetora. Enfim, há inúmeras aplicações na medicina, principalmente nos tratamentos de problemas circulatórios e capilares (Silva, 2007).

### Extrativismo versus riscos de extinção

Em 2010, a quercetina representou o sexto produto farmacêutico mais importante que foi exportado pelo Brasil, equivalente a 8,3 milhões de dólares e, nesse mesmo ano, a rutina representou cerca de 1 milhão de dólares de exportações (ABIQUIFI, 2010).

Na região do Araripe-Ceará, a cadeia de comercialização de *Dimorphandra gardneriana* é caracterizada por extratores, corretores, atravessadores e empresa processadora e exportadora (ACB, 2005). Em 22 comunidades

dos municípios de Crato, Barbalha, Missão Velha, Santana do Cariri, Nova Olinda e Jardim, foram identificados 768 extratores (ACB, 2005). Para extração deste flavonóide, cerca de 600 t/ano de sementes são descartadas (Cunha et al, 2009).

O preço do quilo da faveira vendida pelos coletores (primeiro elemento da cadeia) é variável. Na região do Araripe, a maioria dos extrativistas vende o quilo a um preço de R\$ 0,15 (quinze centavos), porém outros vendem a R\$ 0,10 (dez centavos), R\$ 0,12 (doze centavos) e R\$ 0,20 (vinte centavos). É variável também entre os elementos da cadeia. Por exemplo, os atravessadores (segundo elemento da cadeia) chegam a vender o quilo a R\$ 0,60 centavos. De acordo com cada coletor, a produção média por planta pode variar de 21 a 40 kg por safra (quando trata de um indivíduo com grande quantidade de frutos), 10 a 20 kg (quantidade mais comumente encontrada por planta de acordo com os extratores), 41 a 80 kg e acima de 100 kg. A maioria coleta entre 1000 e 1500 kg por safra. A renda familiar em consequência da colheita de frutos de *D.gardneriana* pode alcançar no ano mais de 0,5 salários mínimos (ACB, 2005).

As faveiras são exploradas há anos no Cerrado brasileiro. Apesar disso, são escassas as informações ecológicas disponíveis sobre as espécies. Essas informações conciliadas com estudos de avaliação de impacto da extração, os quais são inexistentes, sobre as populações de faveira são necessários para orientar estratégias de manejo. O manejo e a conservação de *Dimorphandra gardneriana* dependem, portanto, de um melhor entendimento das implicações ecológicas da extração de seus frutos (Silva, 2007).

Segundo Gomes (1998) e Gomes e Gomes (2000), metade da produção mundial de rutina tem sido extraída dos frutos da fava d'anta (*D. mollis* e *D. gardneriana*) que vem sendo seriamente devastada, correndo risco de extinção.

A extração desses produtos, no entanto, pode ter consequências de curto e longo prazo sobre a estrutura e função das florestas, podendo afetar a fisiologia e taxas vitais dos indivíduos, mudanças demográficas e padrões genéticos das populações, assim como alterar os processos nos níveis de comunidades e ecossistemas (Nepstad et al, 1992; Murali et al, 1996; Witjowski et al, 1996).

Para determinar os possíveis impactos do extrativismo, é importante que sejam avaliadas não só aspectos socioeconômicos envolvidos, como também acompanhar a sobrevivência, o crescimento e a produção de ramos e de estrutura reprodutiva (Silva, 2007).

Devido ao interesse pela fitoterapia em todo o globo, a conservação de plantas medicinais tem recebido uma maior atenção (Dhar et al, 2000; Ministério da Saúde, 2006; Ministério da Saúde, 2007). Os problemas ligados à conservação de plantas medicinais são geralmente vistos como uma parte da estratégia de conservação da biodiversidade total, embora devessem receber uma maior atenção pelo fato de que diversas plantas medicinais também são oriundas de ambientes florestais, onde as comunidades locais dependem diretamente das mesmas para a sua subsistência (Jha, 1995 ; Gera et al, 2003).

## Conservação das espécies

O estabelecimento de prioridades de conservação de plantas medicinais deve considerar vários elementos, sendo importante analisar as particularidades de cada região (Silva e Albuquerque, 2005). Entre esses elementos, Hamilton (2004) sugere a introdução da comunidade local com a identificação de prioridades locais. Muitas propostas são embasadas unicamente na experiência dos cientistas, ignorando os conhecimentos e as estratégias de povos locais, apontadas como fundamentais para o sucesso do empreendimento (Martin, 1994; Lykke, 2000; Maikuri et al, 2003; Hamilton, 2004).

Muitas são as propostas para a conservação de plantas medicinais nos mais variados lugares do mundo, envolvendo esforços de conservação *in situ* com a implementação de áreas para conservação e cultivo de plantas medicinais e a conservação *ex situ* envolvendo esforços biotecnológicos representados pelo o cultivo *in vitro* e micropropagação (Cunnigham, 1993; Cunnigham & Mbenkum, 1993; Rai et al, 2000; Kala, 2000; Kala et al, 2004; Hamilton, 2004). Além disso, é preciso treinamento regular de proteção, conservação e manejo entre os coletores das comunidades locais, construção de viveiros que visem coletas sustentáveis e à proteção de áreas altamente exploradas (Rai et al, 2000; Shinwari e Gilani, 2003).

Hamilton (2004) ressalta o estabelecimento de sistemas para inventário e monitoramento de plantas medicinais e a necessidade de informações sobre o comércio, bem como o desenvolvimento de práticas de coletas sustentáveis com estímulo para o desenvolvimento de microempresas por comunidades rurais e indígenas.

A maioria dos programas de conservação tem como objetivo a manutenção do potencial evolucionário de uma espécie, visando assegurar sua persistência a longo prazo (Zaghloul et al, 2006). Estudos na área de genética de populações são importantes para se conhecer a distribuição da diversidade genética dentro e entre populações e conhecer as forças que moldaram a estrutura atual das espécies. Uma das aplicações da genética para a conservação é a possibilidade de identificar populações que apresentam sério risco de extinção devido aos seus baixos níveis de diversidade genética e endogamia, o que as tornam mais susceptíveis a riscos demográficos e ambientais (Frankham et al, 2002).

Em estudos de conservação de plantas, a utilização de marcadores RAPD (DNA Polimórfico Amplificado ao Acaso), é uma das técnicas indicadas para espécies para quais existem poucas informações genéticas e que são raras ou ameaçadas de extinção, uma vez que utilizam pequenas sequências aleatórias de *primers*, requerem pouco material para análise e é relativamente rápido. (Lynch e Milligan, 1994; Lacerda et al, 2002).

Baseado nessa técnica, Sudré et al, (2011), verificaram considerável diversidade genética entre e dentro das espécies de *Dimorphandra*. Assim, a prospecção em novas áreas, a proteção em áreas que já foram estudadas e a proteção *ex situ* são primordiais para manutenção da variabilidade genética dessas espécies.

## Conclusões

Com base na abordagem apresentada para a *Dimorphandra gardneriana* Tul., é possível identificar a importância dessa espécie no contexto socioeconômico da região da Chapada do Araripe. A fava d'anta é um dos principais produtos extrativistas dessa região e têm sido importante fonte de renda para muitas famílias que vivem do extrativismo. Além disso, pode-se verificar o avanço da bioprospecção molecular dessa espécie e a consequente comprovação de suas atividades farmacológicas, resultado do grande interesse das indústrias farmacêuticas.

Sabendo-se que os recursos naturais são fontes esgotáveis, a extração dessas plantas medicinais de forma indiscriminada pode ocasionar a extinção dessa espécie. Faz-se necessária, portanto, a adoção de medidas, como o incentivo ao replantio de mudas, a educação continuada da população extrativista com orientação acerca do risco de extinção dessa espécie, estruturação de redes de coleção e bancos de germoplasma, ou seja, ações que favoreçam o manejo sustentável desses recursos, a fim de possibilitar o aumento da produção bibliográfica e científica sobre a espécie *D. gardneriana* e, dessa forma, reafirmar suas propriedades benéficas e garantir seu uso racional à posteridade.

## Referências

- ABIQUIFI. 2010. Exportações do interesse do setor farmacêutico 2010. Disponível na internet em: <http://www.ABIQUIFI.org.br/mercado/ESTATISTICAS%20DE%20EXP.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2011.
- ACB. 2005. Estudo de Mercado de faveira na Região do Araripe. Relatório técnico. Projeto Araripe-Programa Biodiversidade Brasil-Itália/ PBBi-IBAMA. 94p.
- Alonso JR. 1998. Tratado de Fitomedicina. 3. ed. Buenos Aires: Isis.
- Araújo M. 2003. Farmacoterapia nas doenças vasculares periféricas. In: Pitta GBB, Castro AA, Burihan E e editores. Angiologia e cirurgia vascular: guia ilustrado. Maceió: UNCI-SAL/ECMAL & LAVA.
- Bentsath A, Buszntak IST, Szent-Gyorgti A. 1936 Vitamin nature of flavones. Nature 138: 798
- Carvalho JCT, Gosmann G, Schenkel. 2003. Compostos Fenólicos Simples e Heterosídicos. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: da Planta ao Medicamento. 5 ed. Editora UFRGS, Porto Alegre, p. 519-536.
- Corrêa MP. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, vol. II, p. 370-375, 1984.
- Costa IR, Araújo FS. 2007. Organização comunitária de um enclave de cerrado *sensu stricto* no Bioma caatinga, chapada do Araripe, Barbalha, Ceará. Acta Botânica Brasileira, 21 (2): 281-291.
- Costa IR, Araújo FS, Lima-verde LW. 2004. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. Acta Botânica Brasileira, 18 (4): 759-770.
- Cunha PLR, Vieira IGP, Arriaga AMC, De paula RCM, Feitosa JPA. 2009. Isolation and characterization of galactomannan from *Dimorphandra gardneriana* Tul. seeds as a potential guar gum substitute. Food Hydrocolloids, 23: 880-

- 885.
- Cunnigham AB. 1993. African medicinal plants: setting priorities at the interface between conservation and primary healthcare. People and plants working paper 1. Paris, UNESCO.
- Cunnigham AB, Mbenkum FT. 2003. Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon: A medicinal plant in Internacional Trade. People and plants working paper 2. Paris, UNESCO. 1993
- Dhar U, Rawal RS, Upreti J. 2000. Setting priorities for conservation of medicinal plants – a case study in the Indian Himalaia. *Biological Conservation*, 95: 57-65.
- Diegues AC (org.). 2000. Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. p. 1-46. In: Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. Editora Hucitec / NUPAUB. São Paulo-SP.
- Ferreira RA, Botelho SA, Davide AC, Malavasi M de M. 2001. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. – faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 24 (3): 303-309.
- Filho WD, Silva EL, Boveris A. 2001. Flavonóides, antioxidantes de plantas medicinais e alimentos: importância e perspectivas terapêuticas. In: Plantas Mediciniais sob a ótica da química medicinal moderna. São Paulo: Universitária.
- Frankham R, Ballou JD, Briscoe DA. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press.
- Gera M, Bisht NS, Rana AK. 2003. Market information system for sustainable management of medicinal plants. *Indian Forester* 129(1): 102-108.
- Gomes LJ. 1998. Extrativismo e comercialização da fava d'anta (*Dimorphandra* sp): Um estudo de caso na região do cerrado de Minas Gerais. 141 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Gomes LJ, Gomes MAO. 2000. Extrativismo e biodiversidade: o caso fava d'anta. *Ciência Hoje*, v. 27, n 161, p. 66-69.
- Gonçalves AC. 2007. Estrutura genética em populações naturais de *Dimorphandra mollis* Benth. (Fabaceae). Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, MG.
- Gonçalves AC, Reis CAF, Vieira F de A, Carvalho D de. 2010. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região Norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 325-332.
- Hamilton AC. 2004. Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiversity and Conservation* 13: 1477-1517.
- Huang YF, Yang MX, Zhang H, Zhuang XY, Wu XH, Xie W. 2009. Genetic diversity and genetic structure analysis of the natural populations of *Lilium brownii* from Guangdong, China. *Biochemical Genetics* 47: 503-510.
- Hubinger SZ, Salgado HRN, Moreira RRD. 2009. Controles físico-químico, químico e microbiológico dos frutos de *Dimorphandra mollis* Benth., Fabaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.19.
- Jha AK. 1995. Medicinal Plants: Poor regulation blocks conservation. *Economic and Political Weekly* 30 (51): 3270-3270.
- Kala CP. 2000. Status and conservation of rare and endangered medicinal plants in the Indian trans-Himalaia. *Biological Conservation* 93: 371-379.
- Kala CP, Farooque NA, Dhar U. 2004. Priorization of medicinal plants on the basis of available knowledge, existing practices and use value status in Uttaraanchal, Índia. *Biodiversity and Conservation* 13: 453-469.
- Lacerda DR, Lemos JP, MDP, Lovato MP. 2002. Molecular differentiation of two vicariant neotropical tree species, *Plathy-  
menia foliosa* and *P. reticulata* (Mimosoidae), inferred using RAPD markers. *Plant Systematics and Evolution* 235: 67-77.
- Lykke AM. 2000. Local perceptions of vegetation change and priorities for conservation of woody-savanna vegetation in Senegal. *Journal of Environmental Management* 59: 107-120.
- Lynch M, Milligan BG. 1994. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. *Molecular Ecology* 3: 91-99.
- Maikhuri RK, Rao KS, Chauhan K, Kandari LS, Prasad P, Rajasekaran C. 2003. Development of marketing medicinal plants and other forest products – can it be a path way for effective management and conservation? *Indian Forester* 129(2): 169-178.
- Martin CJ. 1994. Conservation and ethnobotanical exploration. CIBA Foundation Symposium 185: 228-239.
- Martins ER, Castro DM, Castellani DC, Dias JE . 1994. Plantas Mediciniais. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária.
- Ministério da Saúde. 2006. A fitoterapia no SUS e o programa de pesquisa de plantas medicinais da Central de Medicamentos. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Série B. Textos Básicos de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde.
- Ministério da Saúde. 2007. Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos. Secretaria de Ciências, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Brasília DF. 77p.
- Montano HG, Silva GS, Rocha RC, Jimenez NZA, Pereira RC, Brioso PST. 2007. Phytoplasma in “fava d'anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. *Bulletin of Insectology* 60 (2): 147-148.
- Murali KS, Shankar R, Shaanker KN, Ganeshaiah & Bawa KS. 1996. Extraction of non-timber forest products in the forests of Biligiri Tangan Hills, India. Impact of NTFP extraction on regeneration, population structure, and species composition. *Economic Botany* 50: 252-269.
- Nepstad DC, Brown F, Luz L, Alechandra A, Viana V. 1992. Biotic impoverishment of Amazonian forests by rubber tappers, loggers, and cattle ranchers. In: Nepstad DC and Schwartzman S (eds). 2009. Non-Timber Products from Tropical Forests. *Advances in Economic Botany* 9: 690-696.
- Rai LK, Prasad P, Sharma E. 2000. Conservation threats to some important medicinal plants of the Sikkin Himalaia. *Biological Conservation* 93: 27-33.
- Ramamurthy G. 1998. Conservation, rejuvenation and preventing extinction of rare herbal species with application of remote sensing techniques. *Journal Human Ecology* 9(3): 517-518.
- Rizzini CT, Mors WB. 1995. Botânica Econômica Brasileira. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995.
- Rodrigues HG, Diniz YS, Fainne LA, Almeida JA, Fernandes AAH, Novell ELB. 2003. Suplementação nutricional com antioxidantes naturais: efeito da rutina na concentração de colesterol-HDL. *Revista de Nutrição* 16 (3): 315-320.
- Santos NKA, Angélico EC, Rodrigues FFG, Caldas GF, Mota ML, Silva MR, Pereira CKB, Sousa EO, Fonseca AM, Lemos TLG, Costa JGM. 2006. Avaliação dos constituintes químicos e atividades antioxidante e toxicidade de *Dimorphandra gardneriana* (Leguminosae). *Cadernos de Cultura e Ciência, Universidade Regional do Cariri*, vol. I, nº I.
- Schlötterer C. 2004. The evolution of molecular markers - just a matter of fashion? *Nature Reviews Genetics* 5: 63-69.
- Schulman AH. 2007. Molecular markers to assess genetic diversity. *Euphytica*, v.158.
- Shinwari ZK, Gilani SS. 2003. Sustainable harvest of medicinal plants at Bulashbar Nullah, Astore (Northen Pakistan).

- Journal of Ethnopharmacology 84: 289-298.
- Silva ACO, Albuquerque UP. 2005. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (northeast Brazil). *Acta Botanica Brasilica* 19(1):17-26.
- Silva MF da. 1986. *Dimorphandra* (Caesalpinaceae). *Flora Neotropica*, New York: The New York Botanical Garden. p. 1 – 128.
- Silva SR. 2007. Tese de Doutorado. Ecologia de População e Aspectos Etnobotânicos de *Dimorphandra gardneriana* Tullasne (Leguminosae-Mimosaceae) na Chapada do Araripe, Ceará-CE. Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília.
- Sousa MP, Matos MEO, Matos FJ de A, Machado MIL, Craveiro AA. 1991. Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras. Fortaleza. EUFC.
- Souza GA, Martins ER. 2004. Análise de risco de erosão genética de populações de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 6: 42-47.
- Sudré CP, Rodrigues R, Gonçalves LSA, Martins ER, Pereira MG, Santos MH dos. 2011. Genetic divergence among *Dimorphandra* spp. accessions using RAPD markers. *Ciência Rural*, Santa Maria, Online ISSN 0103-8478.
- Tomassini E, Mors WB. 1966. *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra gardneriana* Tul., novas e excepcionais fontes de rutina. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38: 321-323.
- Van staden J. 1999. Medicinal plants in southern Africa: utilization, sustainability, conservation – can we change the mindsets? *Outlook on Agriculture* 28 (2): 75-76.
- Vieira IGP. 2003. Tese de Doutorado, Estudo químico de *Dimorphandra* ssp (Leguminosae) e preparação de complexos flavonóides com fosfolipídios. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Witkowski ETF, Lamont BB, Obbens FJ. 1994. Commercial picking of *Banksia hookeriana* in the wild reduces subsequent shoot, flower and seed production. *Journal of Applied Ecology* 31: 508-520.
- Zaghloul MS, Hamrick JL, Moustafa AA, Kamel WM, El-ghareeb R. 2006. Genetic diversity within and among Sinai populations of three *Ballota* species (Lamiaceae). *Journal of Heredity* 97: 45-54.

# Brasil e as pesquisas com células-tronco: visão geral

Brazil and stem cell research: an overview

**Maria Alzira do Carmo Aragão\***, Francisco Taiã Gomes Bezerra

*Departamento de Biologia, Universidade do Vale do Aracáú*

Contato do autor: alzira.carmo@hotmail.com

**Resumo.** A ciência está cada dia mais democrática e, independentemente da situação econômica do país, hoje a troca de informações entre pesquisadores é significativa. O Brasil, assim como muitos outros países beneficia-se desta conjuntura e vem amplamente se destacando nas pesquisas relacionadas às células-tronco. Mesmo com as restrições jurídicas iniciais, o país conseguiu destacar-se com iniciativas inovadoras, mas teve seu apogeu após a liberação das pesquisas com células-tronco embrionárias, ocorrida em 2008. O Brasil tem demonstrado possuir condições de alavancar ainda mais suas pesquisas, entretanto é importante controlar as expectativas da população diante dos resultados, que embora promissores, ainda requerem anos até que sejam amplamente utilizados em terapias de rotina.

**Palavras-chave.** *Biotechnologia; Medicina regenerativa.*

**Abstract.** Science is becoming more democratic, and regardless of the economic situation of the country, today the exchange of information among researchers is significant. In Brazil, as well as in many other countries around the world, profits from this situation and it stand out widely in researches related to the stem cells. Even with the initial juridical restrictions, the country managed to be outstanding with new initiatives, but it happened only after the release of researches with embryonic stem cells in 2008. Brazil has proved to have conditions to take its researches beyond, nevertheless it's important to be in control of people's expectations facing the results, even if they are encouraging, it could take years until it will be widely used in routine therapies.

**Keywords.** *Biotechnology; Regenerative medicine.*

Recebido 02abr12  
Aceito 26jul12  
Publicado 27dez12

## Introdução

As células-tronco (CT) podem ser embrionárias ou adultas, e ambas têm extrema importância nas pesquisas, entretanto as embrionárias são as mais vantajosas em termos de aplicabilidade. Estas últimas têm atraído especial atenção devido à sua origem e plasticidade, pois são pluripotentes, ou seja, capazes de originar células de todas as três camadas embrionárias (ectoderma, mesoderma e endoderma). Em contraste, as adultas são consideradas multipotentes dando origem a tipos celulares de apenas uma linhagem particular (Tabela 1).

Em teoria, as CT podem ser multiplicadas, pois apresentam grande capacidade de proliferação e autorrenovação, e podem ser induzidas em laboratório com o objetivo de formar tipos celulares específicos. Assim, podem ser utilizadas na regeneração de tecidos, na chamada terapia celular (Pereira, 2008).

As primeiras observações acerca das células-tronco datam de meados do século XIX. Em 1968 foi realizado, nos Estados Unidos, o primeiro transplante de medula óssea com sucesso (Gatti et al, 1968). Na década de 1970, após experimentos, as células de carcinoma embrionário passaram a ser exploradas como modelos de desenvolvi-

mento de embriões de camundongos (Rodrigues, 2006). Destaca-se, contudo, que somente em 1998 James Thomson da *University of Wisconsin-Madison* conseguiu isolar as primeiras CT pluripotentes do interior da massa celular de blastocistos humanos, com posterior cultivo e estabelecimento de linhagens (Thomson et al, 1998).

No ano 2000, pesquisadores do *Karolinska Institutet* (Suécia), liderado por Jonas Frisen, concluíram que células-tronco neurais de camundongos adultos possuíam capacidade generalizada de diferenciação. Com isto, poderiam gerar, quando injetadas em embriões de galinha e camundongo, qualquer tipo celular, de um músculo cardíaco até células do tecido estomacal, intestino, fígado e rim (Clarke et al, 2000).

Diante deste cenário, as pesquisas brasileiras têm acompanhado as novas tecnologias e influenciado de maneira significativa na temática em questão. Mas, como foram os passos iniciais e em que estado técnico encontram-se as pesquisas no Brasil? Este artigo teve por objetivo mostrar alguns dos fatos marcantes nas investigações desenvolvidas em território nacional.

Tabela 1. Graus de potência das células-tronco (Jaenisch e Young, 2008).

Potência	Capacidade de desenvolvimento celular
Totipotentes	Capazes de se dividir e produzir todas as células diferenciadas no organismo, incluindo os tecidos extraembrionários
Pluripotentes	Conseguem se diferenciar em todos os tecidos humanos, exceto a placenta e os anexos embrionários.
Multipotentes	Capacidade das CT adultas para formar vários tipos de células de uma linhagem.
Unipotentes	Capacidade de formar apenas um tipo de célula (o tecido a que pertencem)
Reprogramadas	CT somáticas que têm sua potência aumentada através de reprogramação molecular

### Brasil e os primeiros passos

O Brasil tem integrado esta rede de pesquisas de forma ativa ao longo dos anos. Na América Latina, o Brasil foi pioneiro, tendo realizado em 1979 o primeiro transplante de medula óssea no país (Dóro e Pasquini, 2000).

Em 2001, foi inaugurado o Primeiro Banco Privado de Células de Sangue de Cordão Umbilical e Placentário do Brasil, para uso autólogo (o doador é o próprio receptor), sendo esta data marcante nas pesquisas com células-tronco no Brasil, por meio da criação dos Institutos do Milênio. A importância desta data é refletida pela implementação dos recursos direcionados às pesquisas. Estes institutos correspondem a uma rede virtual, patrocinada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Deste então, deu-se início às investigações de bioengenharia tecidual, com a finalidade de desenvolver pesquisas a nível pré-clínico (com animais) no tratamento de doenças degenerativas do sistema cardiovascular, do sistema nervoso, dos ossos e das cartilagens. A partir desta iniciativa, diversas outras foram realizadas no intuito de inserir cada vez mais o Brasil no campo de pesquisas com células-tronco.

Os acontecimentos e datas citados a seguir foram obtidos do informe técnico institucional, divulgado pelo Departamento de Ciência e Tecnologia, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos e Ministério da Saúde em 2010.

Em 2002, o Instituto Nacional do Câncer (INCA) foi pioneiro na criação de um banco público de sangue de cordão umbilical.

Em 2003 foram realizados estudos clínicos utilizando CT em cardiologia, nos quais 21 pacientes foram tratados por esta metodologia, que se baseava na injeção de células-tronco oriundas da medula óssea (Carvalho, 2005).

Desde 2004 o Ministério da Saúde, em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia e, por intermédio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), publicou editais que previam investimentos de R\$ 24 milhões em pesquisas na área. Entre as ações estimuladas na ocasião estavam o fomento a pesquisas clínicas e pré-clínicas em terapia celular.

Também em 2004, o Ministério da Saúde inaugurou uma rede nacional de bancos de sangue de cordão umbilical (Rede BrasilCord), composta inicialmente por quatro institutos, cujo objetivo era facilitar as chances de localização de doadores para os pacientes que necessitassem de transplante de medula óssea (Silva Junior et al, 2009).

A Rede BrasilCord realiza tanto pesquisas pré-clínicas quanto clínicas, sendo estas atividades reguladas pela Portaria nº 931 de Maio de 2006 da ANVISA (BRASIL, 2006). Esta portaria regulamenta o transplante de células-tronco hematopoiéticas (medula óssea e outros precursores hematopoiéticos) e estabelece os critérios técnicos de indicação desses transplantes.

As doações para transplantes são voluntárias e os pacientes receptores são tratados de doenças como leucemias, linfomas, anemias graves, doenças congênitas, imunodeficiências, melanomas, doenças do sistema sanguíneo e da imunidade e na medicina regenerativa de diferentes órgãos.

Em 2005 foi lançado um edital que visava à formação e o fortalecimento de grupos de pesquisa que promovessem o desenvolvimento de metodologias terapêuticas utilizando CT. Dentre os 45 projetos de pesquisa aprovados na ocasião, 11 (24%) correspondiam a pesquisas clínicas, 13 (29%) a pesquisas pré-clínicas e 21 (47%) a pesquisas básicas (conhecimentos sem a aplicação prática prevista). Quanto ao tipo celular, 87% dos projetos utilizaram CT adultas e 13%, CT embrionárias.

### Cenário jurídico

Assim como os demais países, o Brasil, por questões éticas e jurídicas, tinha suas pesquisas limitadas ao uso de CT adultas. De 2005 a 2008, antes da liberação das pesquisas, as investigações realizadas aqui faziam uso de CT embrionárias (CTE) humanas advindas de laboratórios norte-americanos.

Em 2005, este cenário mudou com o artigo da Lei de Biossegurança (11.105/05), aprovada pelo Congresso Nacional, que autorizou a utilização de CTE oriundas de embriões humanos armazenados há mais de três anos em clínicas de fertilização para fins de pesquisa. Os embriões a serem utilizados eram "inviáveis", que por interpretação da lei, correspondiam àqueles com alterações genéticas comprovadas. Portanto, seriam aproveitados somente os que não seriam usados para fins reprodutivos, após os procedimentos de diagnóstico (Avelino e Diniz, 2009).

Em maio de 2008 o Supremo Tribunal Federal (STF) aprovou a liberação das pesquisas com CTE humanas, considerando constitucional e legalizando, assim, as pesquisas (Del Cerlo, et al, 2009). Neste atual contexto de liberação das pesquisas, o Sistema Nacional de Embriões (SisEmbrião) tem um importante papel no censo de embriões congelados em clínicas reprodutivas no Brasil (Diniz e Avelino, 2009).

Com a aprovação do STF, os grupos de pesquisa brasileiros nessa área têm aumentado. Segundo censo realizado pelo CNPq no ano de 2008 existiam, na ocasião, 102 linhas de pesquisa e 91 grupos de investigação em células-tronco. A partir destes estudos, até o referido ano, foram



produzidos 1.525 artigos científicos sobre o assunto. Até então, existiam 276 pesquisadores cadastrados nesta linha de pesquisa e 314 estudantes envolvidos.

Em 2009 foi criada a Rede Nacional de Terapia Celular (RNTC), formada por oito Centros de Terapia Celular (CTC) localizados em cinco estados. O objetivo principal da RNTC é aumentar a integração entre os pesquisadores brasileiros e facilitar a troca de informações relacionadas à medicina regenerativa.

### Avanços técnicos

É fato o valor das pesquisas brasileiras e, podem-se destacar como marcos dos últimos anos dois avanços ocorridos em 2008: a produção da primeira linhagem de células-tronco embrionárias humanas no Brasil (batizada de BR-1) e a produção da primeira linhagem de CT obtidas sem o uso de embriões - CT pluripotentes induzidas (ou células *iPS* - do inglês *Induced pluripotent stem cells*) (Leite, 2009).

BR-1: produzida a partir de embriões recolhidos de clínicas particulares de fertilização, tornou o Brasil independente da necessidade de importação de culturas primárias de CTE, facilitando o desenvolvimento de novas pesquisas no país. Entretanto, a primeira linhagem de CT embrionárias, após análises de compatibilidade realizadas, revelou-se não representativa da população brasileira. A BR-1 foi avaliada, comparando-se a amostras obtidas do Registro Nacional de Doadores de Medula Óssea (Redome), que possui um banco de dados com registros de mais de um milhão de pessoas oferecendo, assim, uma boa idéia da variabilidade genética no país (Fraga et al, 2011). A comparação foi feita baseando-se na análise do perfil proteico do antígeno leucocitário humano (*HLA* - do inglês *Human Leukocyte Antigen*), presente na superfície de células humanas, e que indica uma identidade celular entre indivíduos que apresentam proteínas similares. Com isto é possível afirmar que, quanto mais semelhantes, menores são as chances de rejeição nos casos de transplantes alogênicos (doador e receptor geneticamente diferentes) (Fraga et al, 2011).

Segundo as análises realizadas, a BR-1 apresentou maior identidade com linhagens oriundas dos Estados Unidos e da Europa (98,4%), revelando, assim, certo limite no que tange ao uso de embriões disponíveis para pesquisa no Brasil. Uma explicação para esta discrepância pode ser o fato de estes embriões terem sido coletados de clínicas particulares que possuem como clientes pessoas de elevado padrão e que, em sua maioria, apresentam uma ascendência estrangeira.

*iPS* - assim como as CT embrionárias genuínas são capazes de gerar qualquer tecido do corpo de um indivíduo adulto, a diferença é que não são provenientes de embriões.

No Brasil, foram desenvolvidas duas linhagens que foram denominadas *Rio-1* (gerada a partir de fibroblastos da pele de camundongos) e a *iPS293* (gerada pela reprogramação de células de uma linhagem celular de rim de embrião humano).

A produção, pela primeira vez no país, de CT reprogramadas inseriu o Brasil num seleto grupo, sendo o quin-

to país do mundo a dominar esta técnica (Del Cerlo et al, 2009). Até então os únicos países detentores do protocolo eram o Japão, os Estados Unidos, a Alemanha e a China.

Células reprogramadas são geneticamente idênticas ao doador, potencialmente eliminando os riscos de incompatibilidade e rejeição no caso de serem transplantadas. Por se tratarem de células paciente-específicas, pode-se, neste ponto, prever a criação de uma medicina personalizada, bem como oferecer suporte e possibilidades técnicas de reduzir as extensas listas de pacientes que esperam na fila por um transplante. Embora seja considerada uma panaceia para as questões éticas, vale destacar que ainda existem vieses técnicos a considerar, como exemplo a utilização de vetores retrovirais para a inserção dos genes nas células, que podem ser mutagênicos (Montoliu, 2009).

O mais recente trabalho publicado sobre as *iPS*, no Brasil relata uma nova metodologia (Beltrão-Braga et al, 2011), baseada na utilização de células extraídas da polpa do dente de crianças brasileiras e não de células da pele (método mais utilizado).

### Terapias celulares no Brasil

O sucesso alcançado em ensaios pré-clínicos tem oferecido a justificativa para o uso dessas células para ensaios clínicos em humanos. Embora ainda em andamento, os resultados preliminares indicam que, até o momento, não há efeitos adversos em transplante autólogo de CT da medula óssea. Entretanto, a cautela diante destes resultados ainda é importante, pois serão necessários muitos estudos clínicos para se afirmar, com clareza, a verdadeira influência dessas células sobre o homem (Del Cerlo et al, 2009). Atualmente há um grande número de testes clínicos em humanos, que avaliam o uso terapêutico em diferentes patologias (Tabela 2).

Apesar do entusiasmo dos pesquisadores e das esperanças da população em geral, vale destacar que mesmo com os resultados animadores, as pesquisas desenvolvidas ainda não são aplicadas em larga escala para terapias das massas populacionais.

### Considerações Finais

O Brasil tem apresentado grande potencial em suas pesquisas e, certamente, ainda há muito a ser conquistado. O grande desafio é manter o nível das investigações e controlar o excesso de expectativas que pode encurtar o caminho entre experimentação e aplicabilidade destas técnicas em terapias de rotina.

É importante salientar que ainda serão necessários mais de estudos para poder garantir a verdadeira eficácia das CT sobre as mais diversas patologias tratáveis pela terapia celular. Além disso, ainda é necessário ter em mente a possibilidade de algum efeito colateral na saúde humana. E para garantir total segurança no uso destas metodologias, serão necessários mais alguns anos de pesquisa.

Anseia-se, contudo, que no futuro ocorra a incorporação destas terapias nos serviços de saúde (públicos e particulares), da população mundial.

Tabela 2. Pesquisas realizadas com células-tronco registradas até junho de 2011 no Clinical Trials, tanto as que já se encontram na etapa clínica, como aquelas ainda em andamento.

Foco da pesquisa	Início/ Término	Instituição responsável
Pacientes recém-diagnosticados com diabetes do tipo 1	2008/2015	Universidade de São Paulo
Pacientes com diabetes tipo 1, precoce	2003/2012	Universidade de São Paulo
Pacientes com AVC (acidente vascular cerebral) isquêmico	2005/2011	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Pacientes com silicose	2009/2011	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Pacientes com lesão medular		
2010/2013		
Hospital São Rafael		
Pacientes com epilepsia do lobo temporal		
2008/2013		
Instituto do Cérebro de Brasília		
Ressincronização cardíaca	2008/2011	Instituto de Moléstias Cardiovasculares
Pacientes com retinose pigmentar	2009/2010	
Universidade de São Paulo		
Pacientes com anemia aplástica	2011/ 2011	Universidade de São Paulo
Pacientes com lipodistrofia	2007/ 2011	Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre
Pacientes com doença crônica pulmonar obstrutiva	2009/2011	Universidade Estadual Paulista / Botucatu

## Contribuição dos autores

Levantamento bibliográfico sobre os assuntos e discussão dos dados encontrados: Maria Alzira do Carmo Aragão<sup>1</sup> e Francisco Taiã Gomes Bezerra<sup>2</sup>.

## Referências

- Avelino D, Diniz D. 2009. International perspective on embryonic stem cell research. *Revista de Saúde Pública* 43: 1-11.
- Beltrão-Braga PI, Pignatari GC, Maiorka PC, Oliveira NA, Lizzier NE, Wenceslau CV, Miglino MA, Muotri AR, Kerkis I. 2011. Feeder-free derivation of induced pluripotent stem cells from human immature dental pulp stem cells. *Cell Transplantation* 20: 1707-1719.
- BRASIL. 2006. PORTARIA Nº 931 DE 2 DE MAIO DE 2006. Diário Oficial da União 03 maio 2006.
- Carvalho AC. 2005. Megaestudo de células tronco dignifica a cardiologia brasileira. *Jornal Sociedade Brasileira de Cardiologia* 68: 65.
- Clarke DL, Johansson CB, Wilbertz J, Veress B, Nilsson E, Karlström H, Lendahl U, Frisén J. 2000. Generalized potential of adult neural stem cells. *Science*. 288:1660-1663.
- Clinical Trials . Disponível em:  
<[http://www.clinicaltrials.gov/ct2/results?term=Brazil+stem+cell&pg=1&show\\_flds=Y](http://www.clinicaltrials.gov/ct2/results?term=Brazil+stem+cell&pg=1&show_flds=Y)> .Acesso em 11 de junho de 2011.
- CNPQ – Diretórios dos grupos de pesquisa no Brasil. Disponível em: <<http://dgp.CNPq.br/buscagrupo>>. Acesso em 20 de junho de 2011.
- Del Cerlo RJ, Monteiro BS, Argolo Neto NM. 2009. Avanços no estudo de células-tronco no Brasil e suas implicações. *Revista Ceres* 56: 446- 450.
- Diniz D, Avelino D. 2009. Cenário internacional da pesquisa em células-tronco embrionárias. *Revista de Saúde Pública* 43: 541- 547.
- Dóro MP, Pasquini R. 2000. Transplante de medula óssea: uma confluência Biopsicossocial. *InterAÇÃO* 4: 39- 60.
- Fraga AM, Soukoyan M, Laconelli Jr A, Franco Jr JG, Borges Jr E, Pereira L da V. 2011. Establishment of a new line of human embryonic stem cells from the Brazilian population in defined medium: implications for cell therapy in an ethnically diverse population. *Cell Transplantation* 20, 431- 440.
- Gatti RA, Meuwissen HJ, Allen HD. 1968. Immunological reconstitution of sex-linked lymphopenic immunological deficiency. *Lancet* 2: 1366- 1369.
- Jaenisch R, Young R. 2008. Stem cells, the molecular circuitry of pluripotency and nuclear reprogramming. *Cell* 132: 567-82.
- Leite M. 2009. Overcoming Opposition, Brazil Banks on Stem Cells. *Science* 324: 26.
- Montoliu L. 2009. Células pluripotentes inducidas. In: *Células madre y terapia regenerativa*. Madrid: Instituto de España Real Academia Nacional de Farmacia, 83- 99.
- Pereira L da V. 2008. A importância do uso das CT para a saúde pública. *Ciência & Saúde Coletivas* 13: 7- 14.
- Rodrigues PCR. 2006. Células-tronco e terapia regenerativa do tecido muscular cardíaco. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio.
- Silva Junior FC da, Odongo FCA, Dulley FL. 2009. Células-tronco hematopoéticas: utilidades e perspectivas. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia* 31: 53- 58.
- Thomson JA, Itskovitz-Eldor J, Shapiro SS, Waknitz MA, Swiergiel JJ, Marshall VS, Jones JM. 1998. Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science* 282: 1145-1147.

# Corpo, gênero e ciência: na interface entre biologia e sociedade

Body, gender and science: on the interface between biology and society

Adriano Souza Senkevics<sup>1,\*</sup>, Juliano Zequini Polidoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

\*Contato do autor: [adriano.senkevics@usp.br](mailto:adriano.senkevics@usp.br)

**Resumo.** A procura por qualidades que possam diferenciar os corpos e os sexos masculino e feminino na biologia tem levado a uma série de interpretações enviesadas a respeito do que entendemos por homens e mulheres ou por masculino e feminino na sociedade, as quais historicamente sustentaram posições conservadoras do ponto de vista social e político. Com o objetivo de introduzir novos elementos em um debate fundamentalmente interdisciplinar, procuramos desenvolver uma análise que se centre sobre a interface entre a biologia e os estudos sociais, a fim de reconceituar a construção do corpo, do sexo e do gênero.

**Palavras-chave.** *Relações de gênero; Determinismo biológico; Sociobiologia; Feminismo.*

**Abstract.** The search for qualities which can differentiate the masculine and feminine bodies and sexes on biology have led to many misconceptions about what we understand as men and women or masculine and feminine on society, which have historically supported both social and political conservative positions. Aiming to introduce new elements on a fundamentally interdisciplinary debate, we tried to develop an analysis centered on the interface between biology and social studies, in order to reconceptualize the construction of body, sex and gender.

**Keywords.** *Gender relations; Biological determinism; Sociobiology; Feminism.*

Recebido 10abr12

Aceito 25set12

Publicado 27dez12

Estudos sobre sexo e reprodução são extremamente importantes para uma ciência que estuda a vida, uma vez que muitas das espécies de seres vivos dependem da reprodução sexuada para a sua perpetuação. Em grande parte dessas populações, ocorre dimorfismo sexual e uma série de características, desde a anatomia dos órgãos genitais a comportamentos, são diferentemente atribuídos aos sexos masculino e feminino. Entretanto, na busca de qualidades que possam diferenciar os sexos, especialmente na espécie humana, certos aspectos são naturalizados por um discurso que tende a colocar sobre a biologia a responsabilidade pelas diferenças atualmente percebidas entre o que entendemos por homem e mulher ou por masculino e feminino, prescrevendo uma concepção do corpo fundamentalmente pautada pelas explicações biológicas, sem que aspectos sociais, culturais e políticos sejam considerados em sua devida relevância.

Neste ensaio, nosso objetivo é apresentar alguns elementos do pensamento científico que historicamente sustentaram posições conservadoras, do ponto de vista político e social, a respeito do corpo, do sexo e do gênero. Com auxílio dos estudos de gênero, especialmente no que se refere às construções sociais sobre masculinidade e feminilidade e o conceito de gênero propriamente dito, pretendemos tecer um diálogo interdisciplinar entre o

biológico e o social, visando uma compreensão conjunta das duas áreas.

## Contextualizando um embate

Desde as últimas décadas, as ciências humanas têm travado intensas disputas com as ciências biológicas pelo fim das chamadas afirmações determinísticas ou “biologismos” (Henning, 2008). Se havia, por um lado, um interesse acadêmico na formulação de interpretações que não levassem em conta apenas aspectos biológicos, tidos como naturais e imutáveis, havia também uma crescente articulação das ciências sociais com movimentos sociais – entre eles o movimento feminista e o das “minorias sexuais” e de gênero – que gradativamente reivindicavam posturas científicas a serviço de uma sociedade mais justa e igualitária (Keller, 2006), o que necessariamente passava pela desnaturalização de hierarquias e desigualdades sociais, presentes tanto nos trabalhos de importantes pesquisadores quanto no senso comum.

Embora os exemplos dessa visão determinista sejam numerosos, consideramos mais proveitoso compreender quais são e como se estruturam as concepções de sexo e gênero que estão na base do pensamento científico moderno a sistematizar uma crítica detalhada a uma determi-

nada obra, tendo em vista que, nesse último caso, criar-se-ia uma falsa impressão de haver um ou alguns “responsáveis” pelo determinismo biológico corrente. Na realidade, a tendência determinística, na biologia, tem amplamente se sustentado muito mais por um “senso comum” do fazer científico que, a seu modo, repercute na sociedade e é também influenciado por concepções que circulam social e culturalmente (Connell, 2009).

Neste sentido, entender alguns elementos da base de um pensamento moderno, o qual atribui à ciência e à comunidade científica a autoridade enquanto produtora de “verdades” sobre os corpos masculino e feminino, remete ao próprio desenvolvimento da ciência que, paulatinamente, substituiu a religião, notadamente o catolicismo apostólico romano, como a principal provedora de explicações sobre o ser humano, a vida e o universo. Não é à toa que, de forma paralela ao crescimento hegemônico do racionalismo científico moderno, em meados dos séculos XVIII e XIX, nascem diversas noções sobre sexo e gênero que até hoje influenciam nossa forma de compreender as relações de gênero e a sexualidade (Corbin, 2008).

Tais concepções científicas a respeito do corpo e do sexo nunca estiveram isentas de juízos de valor. As ciências médicas no século XIX, por exemplo, representavam o corpo feminino como incompleto, doente e instável. Em clássico estudo, Laqueur (1990) descreve que foi a partir dessa época que se constituiu a noção de uma espécie bissexual, dicotomizada entre os dois sexos que conhecemos atualmente; antes disso, as mulheres eram entendidas como “homens invertidos”, explicação a qual encontrava ressonância em estudos que descreviam, com detalhes, como a genitália feminina era uma versão invertida, e imperfeita, do aparelho genital masculino. Ou seja, as diferenças anatômicas entre homens e mulheres justificavam uma suposta inferioridade feminina, e mesmo os estudos sobre os gametas (que atestavam o espermatozóide como ativo, ágil e forte, e o óvulo como passivo, à espera de um espermatozóide) resultavam em interpretações acerca do homem e da mulher (Fernandes, 2009; Keller, 2006). Como bem observa Rohden (2003), a visão predominante apoiava-se na ideia de que a natureza, por si só, já havia determinado uma ordem baseada no sexo, a qual poderia ser acessada por meio da razão científica, e caberia à sociedade respeitá-la na esfera social e política.

Para completar, a visão determinista está amplamente difundida no senso comum. Pesquisas sobre escola (Carvalho, 2009), mídia (Fischer, 2001) ou espaços de sociabilidade infanto-juvenil (Ribeiro, 2006; Souza, 2010) denunciam formas tradicionais de enunciar o masculino e o feminino, pautadas por um determinismo que não só valoriza apenas um perfil masculino e feminino, como estigmatiza perfis desviantes (Welzer-Lang, 2001). Em suma, herdamos, nos mais variados meios de relações sociais, um discurso que naturaliza uma essência, tanto masculina quanto feminina, eterna e universal, por consequência, inquestionável (Kehl, 1998).

Torna-se patente, em decorrência, o esforço de buscar uma teorização que caminhe na fronteira entre a biologia, entendida como uma ciência que produz enuncia-

ções sobre o corpo, o sexo e a reprodução, e a sociedade, pensando-a no contexto de novos olhares que têm questionado valores tradicionais e desigualdades sobre mulheres, homens e as ditas “minorias sexuais”. Tal esforço demanda um exercício de reflexão, que procure reconceituar certas “verdades”, discutindo a biologia à luz dos estudos sociais. Em vista disso, nosso foco reside nesta interface.

## Novos elementos em debate

Para avançar na reflexão, devemos introduzir elementos e conceitos de uma abordagem do chamado “construcionismo social” para, em seguida, retomar a construção do corpo, do sexo e do gênero.

### *Homens e mulheres: sexo ou gênero?*

Em célebre frase para o feminismo, Simone de Beauvoir afirmou, na sua principal obra, que “ninguém nasce mulher; torna-se mulher” (Beauvoir, 2009, p. 361). Essa frase traduz, de forma sintética, a importância de se insistir na qualidade fundamentalmente social das distinções baseadas no sexo. Foi com esse intuito que o conceito de gênero foi desenvolvido, conforme preconiza a historiadora Joan Scott (1995).

Em um primeiro momento, havia uma dicotomia entre sexo e gênero. O primeiro referia-se às qualidades biológicas (o corpo) e o segundo às qualidades sócio-culturais (caráter, comportamento) dos indivíduos (Nicholson, 2000). Embora este ainda seja o uso mais frequente no senso comum, não é o sentido atualmente adotado por parte dos estudos feministas (Carvalho, 2011; Scott, 2010).

Nicholson (2000) destaca as diferentes formas de se entender as construções sociais sobre o masculino e o feminino, sobretudo os corpos. A autora argumenta que

“se o próprio corpo é sempre visto através de uma interpretação social, então o ‘sexo’ não pode ser independente do ‘gênero’; antes, sexo nesse sentido deve ser algo que possa ser subsumido pelo gênero (Nicholson, 2000).”

Gênero, nessa concepção, torna-se uma forma de organizar socialmente os sexos, mais do que uma mera interpretação cultural dos mesmos. Partindo dessa perspectiva, se a própria percepção do corpo e do sexo é tomada como cultural, o conceito de sexo é apropriado pelo conceito de gênero, como define Judith Butler (2010a). Manter uma rígida dicotomia entre sexo e gênero faz transparecer a ideia de que apenas um deles é construído (o gênero), relegando o sexo a uma posição segura e confortável da “natureza”, isto é, como se fosse possível compreender a “natureza” à parte de um conhecimento produzido sobre ela (Scott, 1988).

Isso não significa que o gênero “produza” ou “reflita” diferenças fixas e naturais entre os homens e mulheres, e sim que é um saber que estabelece significados para tais diferenças (Scott, 1988). É como se o corpo, ao ser incorporado à cultura, passasse por um filtro, podendo apenas ser entendido a partir de uma perspectiva histórica, a qual dê conta dos aspectos socioculturais que marcam tal cons-

trução do corpo.

Em resumo, o que essas autoras buscam enfatizar é que os corpos de homens e mulheres não originam essências ou naturezas femininas e masculinas (Carvalho, 2011). Antes, são as formas de compreensão das diferenças e semelhanças entre esses corpos que determinam como os mesmos são apreendidos socialmente. A partir das diferenças percebidas entre os sexos, constrói-se todo um sistema simbólico sobre mulheres e homens (Scott, 1995), o qual repercute em praticamente todos os aspectos das sociedades ocidentais: a divisão sexual do trabalho, o acesso à educação, a violência sexual, entre outros.

Uma decorrência dessa visão é que o gênero fica aberto à mudança histórica. Por mais que habitemos em uma sociedade que separa, de forma extremamente binária, um sexo masculino e um feminino, não podemos generalizar que todas as culturas, ao longo da história, adotaram tal perspectiva. Voltando ao exemplo de Laqueur (1990) a respeito da noção das mulheres enquanto “homens invertidos” que perdurou até o século XVIII, podemos adicionar que por mais que as diferenças anatômicas dos sexos fossem reconhecidas, essas diferenças não serviam de base para uma visão tão bipolarizada e oposicional de gênero: duas “naturezas”, duas “essências” e dois “cérebros” antagonísticos; um de Marte, outro de Vênus.

A visibilidade crescente para grupos homossexuais, bissexuais e transexuais tem enfatizado que, longe de coerentes e contínuas, as identidades de gênero e sexualidades são absolutamente diversas, de tal modo que a presença ou não de um cromossomo Y pouco diz respeito ao lugar social daquele indivíduo. O mesmo podemos dizer sobre sua personalidade, comportamento e aptidões. Cada vez mais, esses casos reforçam a complexidade das relações de gênero e a inexistência de uma correlação fixa e linear entre o que cotidianamente tratamos como sexo, gênero e orientação sexual.

Logo, ao pensarmos em homens e mulheres, devemos entendê-los como categorias mutáveis. Essa dinamicidade não existe só no binarismo entre homem e mulher, como também no interior de cada um. Butler (2010a) ressalta que a reafirmação de uma coerência e unidade dentro da categoria “mulheres” rejeita a multiplicidade, as divergências e as contradições do que entendemos por “mulheres”. Em outras palavras, suprimem-se as diferenças dentro de cada categoria em nome de uma falsa unidade. Os universos feminino e masculino, pois, são muito mais amplos do que usualmente se supõe.

### *Masculinidades e Feminilidades*

Ao destacarmos as diferenças entre homens e mulheres, especialmente no interior de cada uma dessas categorias, devemos trazer à tona as contribuições da australiana Raewyn Connell. Ao se referir às configurações de práticas que posicionam os homens nas relações de gênero, Connell (1995) trabalha com o conceito de masculinidades. De forma simétrica e relacional, podemos entender a feminilidade.

Levantando características visíveis na nossa sociedade a respeito do que entendemos por homem e mulher,

uma série de adjetivações se permite possível: a agressividade, virilidade e insensibilidade dos homens; a sentimentalidade, submissão e instabilidade emocional das mulheres; a preferência dos meninos em brincadeiras que simulam guerras, lutas e violência, permeadas por cores vivas e fortes; a preferência das meninas por bonecas e atividades que simulem tarefas domésticas e de “cuidado”, coloridas em tons de rosa. Enfim, uma série de características, conectadas em torno de ideais de masculinidade e feminilidade, nos descrevem.

A nossa biologia – sejam os genes, a anatomia ou mesmo os hormônios – não seria capaz de explicar características tão variáveis de cultura a cultura e tão permeadas de sentidos e significados particulares a determinados contextos, isto é, não podemos esperar que um certo genótipo explique a preferência pela cor azul ou que um conjunto de alelos leve ao interesse por bonecas em vez de dinossauros. Esse argumento não retira a importância das disciplinas relacionadas à genética ou psicologia do comportamento, mas faz algumas ponderações às afirmações de caráter assertivo e generalizante.

Ao negar a contribuição do determinismo biológico na construção de uma feminilidade e masculinidade, o primeiro impulso é considerar que o aprendizado em torno de “ser homem” e “ser mulher” ocorre por meio de uma socialização de “papéis sexuais”, ou seja, os homens e as mulheres incorporam papéis pré-determinados na sociedade. Connell (1995) tece fortes críticas à teoria dos “papéis sexuais”, afirmando sua incapacidade em contemplar diferentes formas de “ser homem” e “ser mulher”, além de adotar uma perspectiva funcionalista e destituída das relações de poder. Não se fala, por exemplo, em “papéis de raça” ou “papéis de classe”, porque nesses casos as hierarquias estão muito claras (Carvalho, 2011).

A saída, para a autora, seria assumir as construções de múltiplas masculinidades e feminilidades, arranjadas em meio a estruturas de poder (Connell, 2005). Pensando por um momento apenas nas masculinidades, essas seriam construídas por processos de incorporação e negação de padrões vigentes na sociedade, sendo que a constituição de uma masculinidade sempre se dá em relação a uma feminilidade e a outras formas de masculinidade.

As masculinidades e feminilidades, portanto, emergem como importantes conceitos para destrinchar a construção social do masculino e do feminino, na mesma linha de raciocínio estabelecida para o conceito de gênero, qual seja, homens e mulheres são categorias socioculturais, construídas historicamente a partir de práticas, sentidos e significados que, em determinado contexto, nomeiam o que pertence a um universo masculino ou feminino.

### **O corpo biológico e o corpo social**

Após esse passeio por conceitos inseridos no âmbito do “construcionismo social”, faz-se necessário retomar a ideia central do trabalho, revisitando a construção do corpo, do sexo e do gênero na interface entre a biologia e a sociedade. Fernandes (2009) enfatiza que, em nossa espécie, coabitam um corpo biológico e um corpo social, em perma-

nente diálogo. É sobre esse diálogo que vamos prosseguir.

A respeito da presença do corpo na teoria social, em especial relativa a gênero, Connell (1995, p. 188-9) é assertiva ao afirmar que “não devemos temer a biologia, nem devemos ser tão refinados ou engenhosos em nossa teorização do gênero que não tenhamos lugar para os corpos suados”, chamando atenção para a necessidade de articular o corpo aos estudos feministas e à conceituação de sexo e gênero. Essa aproximação, no entanto, nem sempre é bem sucedida. Connell (2009) destaca que há várias tentativas de compreender o corpo e as diferenças sexuais na teoria social, sendo a maioria delas insuficiente.

Uma delas, gestada pelo determinismo biológico, trata o corpo como uma espécie de “máquina” que produz diferenças de gênero (Connell, 2009). Práticas como o estupro ou os maiores índices de criminalidade entre os homens tornam-se sinais de diferenças fisiológicas entre os sexos, que fariam os homens mais agressivos e violentos em decorrência, entre outras, da produção de testosterona. Mesmo desigualdades complexas, como o acesso dificultado das mulheres ao mercado de trabalho, são explicadas pela suposta falta de competitividade inata às mulheres ou outras características que digam respeito à pretensa “essência” da mulher e do homem. Seja qual aspecto que esteja em pauta, essa concepção do corpo e das relações de gênero tende ao reducionismo. Para piorar, tais explicações são justificadas por enunciados pseudocientíficos sobre a evolução humana, inspirados em uma aplicação descuidada do conceito darwinista de seleção natural. Fica evidente, com efeito, o caráter puramente especulativo dessas explanações, as quais se concentram sobre campos de pesquisas como a sociobiologia e a psicologia evolutiva e que encontram grande ressonância no senso comum, em especial àquilo que Connell (2005) chama de “psicologia pop”: uma literatura com fins exclusivamente comerciais que versa sobre as “diferenças” entre mulheres e homens e seus efeitos para compreender questões do cotidiano, como o cuidado dos filhos, o adultério e a sexualidade.

Diametralmente oposta encontra-se a visão de que o corpo é uma “tela”, uma superfície, sobre a qual a cultura imprime o gênero (Connell, 2009). Aqui, o risco é deslizar para um construcionismo radical que não dê conta de entender aspectos básicos do corpo, dentre as diferenças anatômicas e fisiológicas que são facilmente atestadas. É necessário reiterar que há, sim, características biológicas distintas para corpos distintos, de tal forma que uma desconstrução unicamente discursiva dessas diferenças se mostra inadequada, configurando o erro de negligenciar as diferenças com o intuito de superar as desigualdades. O equívoco dessa perspectiva é supervalorizar o efeito da cultura e do social sobre os corpos, ignorando sua própria materialidade (Butler, 2010b). Os corpos, ao contrário de serem superfícies vazias à introdução de elementos culturais, participam dos processos sociais por meio de seu desenvolvimento, capacidades, habilidades, necessidades, prazeres, dores etc.

Se tanto a noção do corpo como uma “máquina”, quanto a do corpo como uma “tela”, não são adequadas, é difícil acreditar que uma mescla entre as duas se seja (Con-

nell, 2005).

É necessária uma compreensão sobre o corpo que reconheça tanto a sua agência (i.e. sua capacidade de “agir”, de ser agente) quanto a sua construção social, de forma que a biologia e o social não sejam compreendidos de maneira separada, mas que se confluam em uma explicação conjunta. Nesse contexto, Connell (2009, p. 67, tradução nossa) escreve que:

“Corpos são tanto objetos da prática social quanto agentes da prática social. Os mesmos corpos, ao mesmo tempo, são ambos. As práticas nas quais os corpos estão envolvidos formam estruturas sociais e trajetórias pessoais, as quais, em retorno, fornecem as condições para novas práticas que se dirigem para os corpos. Há um *loop*, um circuito, ligando processos corporais e estruturas sociais.”

Anteriormente, definimos as masculinidades como uma configuração de práticas em torno das posições dos homens nas relações de gênero. Essas práticas, por sua vez, partem de limites e capacidades corpóreas e, ao mesmo tempo, modificam o corpo, construindo-o dentro das relações de gênero. O processo é sempre reflexivo.

Corpos de mulheres e homens são trabalhados em diversas instâncias da sociedade. Na medicina, nos esportes, no mercado de trabalho, na mídia, na política, na moda etc, diferentes características de homens e mulheres são realçadas ou negligenciadas em virtude dos objetivos, interesses e demandas de cada uma dessas áreas. Os efeitos dessas diferentes esferas sobre os corpos não são apenas simbólicos, mas tem bases materiais: a título de exemplo, podemos mencionar que a pressão pela estética leva muitos meninos à academia de ginástica com o intuito de adquirir massa muscular, da mesma forma que pressiona as garotas a rígidas dietas de emagrecimento.

Diferenças biológicas também estimulam a produção de práticas sociais diferenciadas: só faz sentido falar em maternidade, por exemplo, e delinear todo um mercado voltado para gestantes, mães e bebês, porque são as mulheres que engravidam, e não os homens – ou melhor, são os indivíduos do sexo feminino que são capazes de engravidar, dado que a transexualidade tem gradativamente nos apresentado casos de “homens” ou “pais” os quais engravidam. O mesmo se aplica à indústria têxtil e à moda, e um exemplo simples pode facilmente ilustrar esse ponto: os sutiãs são voltados para as mulheres por ser um acessório útil apenas para quem possui seios. Esses casos, no entanto, não anulam a constatação de que há muita arbitrariedade nas relações de gênero, de tal forma que certas diferenças são deliberadamente ressaltadas. Não há motivo algum que explique o porquê de homens e mulheres não serem autorizados de usufruir determinadas maquiagens, acessórios e roupas, sem que haja um custo do ponto de vista social, pois a partir do momento que são estabelecidas normas que regem a conduta social, os padrões desviantes são usualmente rejeitados, ignorados ou, quando não, violentados.

Vemos, portanto, que ora as práticas sociais derivam

das condições as quais os corpos se encontram e são percebidos, ora são os corpos que se modificam em resposta a influências da sociedade e da cultura. Em ambos os casos, temos uma construção contínua do corpo e do social (Connell, 2009). Se entendermos, em seguida, que dentro dessas práticas sociais estão incluídas as práticas que configuram as masculinidades/feminilidades e a construção do gênero, chegamos à seguinte ideia: a fim de construir um masculino e um feminino, homens e mulheres “constroem” também os seus corpos, seja por meio de gestos, trejeitos, roupas e comportamentos, seja por processos mais complexos como os estilos de vida almejados, as perspectivas de atuação profissional e as expectativas de relacionamento afetivo-sexual. Para todos esses fatores, é possível vislumbrar significados sociais e corporais, que se constituem em amplo diálogo e interface.

Adquirindo tal olhar, torna-se ainda mais inaceitável sustentar o determinismo biológico ou qualquer outro pensamento das ciências biológicas que, a seu modo, reproduza posturas discriminatórias. Ao se tomar o corpo, o sexo e o gênero a partir de uma perspectiva interdisciplinar, sua faceta sociocultural traz, inevitavelmente, uma dimensão política. É nesse sentido que a bióloga Fausto-Sterling (2000) defende que “homem” e “mulher” são, em primeiro lugar, categorias políticas, posição cuja consequência na sociedade caminha para a mudança social e a transformação das relações de gênero.

## Conclusão

A alta complexidade social da nossa espécie, sobre a qual podemos destacar as extensas redes de relações sociais, as complexas construções de sentidos e significados e as estruturas de poder no âmbito material e simbólico, nos impõe certas dificuldades a respeito da natureza de nossas ações, pensamentos e compreensões. Não poderíamos afirmar que todas as nossas ações são frutos do nosso instinto enquanto espécie biológica, ou esperar que todos os aspectos da sociedade possam ser analisados sob a ótica da evolução e adaptabilidade. Por outro lado, seria um erro afirmar que as construções sociais e culturais, trabalhadas historicamente, seriam responsáveis pela “criação” de características biológicas ou pelo desenvolvimento de caracteres físicos ou corporais.

Essas ressalvas apontam as dificuldades em se tecer estudos que transitem entre o biológico e o social. Sugere, também, que não é possível suprimir um em prol do outro, tampouco separá-los para evitar interfaces problemáticas, visto que as ciências biológicas frequentemente debruçam-se em aspectos compartilhados com as ciências sociais e vice-versa. A grande questão é: como entendê-las em conjunto, especialmente ao se tratar de um tema de suma importância para as duas ciências?

Uma reflexão desta grandeza exigiria uma resposta à altura. Está fora, entretanto, tanto dos limites desse ensaio quanto de nossa capacidade tocar neste ponto. Todavia, por este ser um artigo escrito de biólogos para biólogos, acreditamos que pudemos tecer certas considerações, de modo a contribuir para um diálogo entre os estudos das

relações de gênero e a área das ciências biológicas. Não estamos afirmando que todos os biólogos devem se aprofundar em aspectos sociais para fazer suas pesquisas, mas que têm o dever de serem cuidadosos em conclusões que lidam com temas de alta complexidade e interdisciplinaridade.

A biologia – aqui representada especialmente pela sociobiologia, psicologia evolutiva e a genética comportamental – não pode seguir ingênua em conclusões universalizantes, essencializantes e etnocêntricas. São afirmações que, justamente por estarem sustentadas unicamente na biologia, carregam conclusões sociais, políticas e culturais inadequadas.

O reconhecimento das construções sociais sobre o corpo, o sexo e o gênero, tal como apresentamos ao longo do artigo, deve servir de estímulo à reflexão sobre os limites das afirmações que historicamente foram sendo postuladas no bojo do pensamento científico. Para além de ser um conhecimento científico, há um caráter especulativo, de pano de fundo conservador, que marcou tal produção de enunciados e conceitos. Conforme defende Fausto-Sterling (2000), existem decisões e escolhas que orientam a formulação de “verdades”, uma vez que essas são orientadas por crenças, valores e princípios defendidos ou reproduzidos pelos pesquisadores, assim como o são por qualquer cidadão.

Trata-se do desafio de nos colocar permanentemente diante de tais questionamentos e repensar uma ciência que esteja a serviço de posicionamentos políticos sintonizados a demandas sociais, essas cada vez mais em pauta: a igualdade de gênero e a diversidade sexual, para citar dois exemplos.

Afinal, se as interpretações, usos ou conclusões biológicas servirem de apoio para ideologias sexistas, machistas ou homofóbicas, a biologia estará, imediatamente, equivocada.

## Agradecimentos

Agradecemos a Revista da Biologia pela oportunidade de publicar esse trabalho. Agradecemos também, pela revisão e sugestões, a Carlos Eduardo Henning, Beatriz Hobi Moreira e Renato Grigoli Pereira. Por fim, agradecemos à Fapesp e à Capes.

## Contribuição dos autores

Levantamento bibliográfico, leituras e redação do ensaio realizados por ambos os autores.

## Referências

- Beauvoir S. 2009. O segundo sexo. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Butler J. 2010a. Problemas de gênero: feminismo e subversão da identidade. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Butler J. 2010b. Corpos que pesam: sobre os limites discursivos do “sexo”. In: Louro GL, organizadora. O corpo educado: pedagogias da sexualidade. Belo Horizonte: Autêntica p151-172.

- Carvalho MP. 2009. Avaliação escolar, gênero e raça. Campinas: Papirus.
- Carvalho MP. 2011. O conceito de gênero: uma leitura com base nos trabalhos do GT Sociologia da Educação da ANPED (1999-2009). *Revista Brasileira de Educação* 16:99-117.
- Connell RW. 2009. *Gender: in world perspective*. Cambridge/Malden: Polity Press.
- Connell RW. 1995. Políticas da masculinidade. *Educação & Realidade* 20:185-206.
- Connell RW. 2005. *Masculinities*. Berkeley/Los Angeles: University of California Press.
- Corbin A. 2008. O encontro dos corpos. In: Corbin A, Courtine JJ e Vigarello G, organizadores. *História do corpo: da revolução à grande guerra*. Petrópolis: Vozes p181-266.
- Fausto-Sterling A. 2000. *Sexing the body: gender politics and the construction of sexuality*. New York: Basic Books.
- Fernandes MGM. 2009. O corpo e a construção das desigualdades de gênero pela ciência. *Physis Revista de Saúde Coletiva* 19:1051-1065.
- Fischer RMB. 2001. Mídia e educação da mulher: uma discussão teórica sobre modos de enunciar o feminino na TV. *Estudos Feministas* 2:586-599.
- Henning CE. 2008. Gênero, sexo e as negações do biologicismo: comentários sobre o percurso da categoria gênero. *Revista Ártemis* 8:57-67.
- Kehl MR. 1998. *Deslocamentos do feminino*. Rio de Janeiro: Imago.
- Keller EF. 2006. Qual foi o impacto do feminismo na ciência? *Cadernos Pagu* 27:13-34.
- Laqueur TW. 1990. *Making sex: body and gender from the Greeks to Freud*. Cambridge: Harvard University Press.
- Nicholson L. 2000. Interpretando o gênero. *Estudos Feministas* 8:9-42.
- Oliveira PP. 2004. *A Construção Social da Masculinidade*. Belo Horizonte/Rio de Janeiro: Editora UFMG/IUPERJ.
- Ribeiro JSB. 2006. Brincadeiras de meninas e meninos: socialização, sexualidade e gênero entre crianças e a construção social das diferenças. *Cadernos Pagu* 26:145-168.
- Rohden F. 2003. A construção da diferença sexual na medicina. *Cadernos de Saúde Pública* 19:201-212.
- Scott JW. 1995. Gênero: uma categoria útil de análise histórica. *Educação & Realidade* 20:71-100.
- Scott JW. 1988. *Gender and the politics of history*. New York: Columbia University Press.
- Scott JW. 2010. Gender: still a useful category of analysis? *Diogenes* 225:7-14.
- Souza R. 2010. Rapazes negros e socialização de gênero: sentidos e significados de “ser homem”. *Cadernos Pagu* 34:107-142.
- Welzer-Lang D. 2001. A construção do masculino: dominação das mulheres e homofobia. *Estudos Feministas* 9:460-482.