



## Tecnologia para Produção de Brotos de Soja

Marcelo Alvares de Oliveira<sup>1</sup>  
Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi<sup>2</sup>

### Introdução

Denomina-se alimento germinado quando qualquer semente cujo metabolismo, estimulado pelo contato com a água, o ar e o calor resulta no crescimento de uma planta. As sementes germinadas dão lugar ao caule e às folhas originando os brotos (LOURES, 2007), os quais são alimentos altamente nutritivos, em cuja produção não se utiliza nenhum tipo de adubo ou de defensivo. Por isso, são produtos isentos de contaminação química, que necessitam apenas dos constituintes de reserva contidos nas sementes para germinarem e alcançarem o tamanho necessário para serem consumidos (VIEIRA; LOPES, 2001).

Sementes germinadas e brotos são didaticamente diferenciados. A semente germinada diz respeito ao primeiro estágio pós-germinação, e o broto corresponde a um estágio mais avançado de desenvolvimento, com 8 a 10 cm de comprimento e folhas definidas (LOURES et al., 2009).

Como alimento os brotos são apreciados pelo seu paladar, valor nutritivo e medicinal. Eles são fonte de enzimas, minerais, vitaminas, proteínas e possuem baixo valor calórico. O feijão-moyashi, também conhecido como feijão mungo ou mungo-verde, é a espécie mais utilizada para a produção de brotos no Brasil. Mais de 30 espécies de plantas, principalmente de olerícolas (brócolis, rabanete, cebola, mostarda, etc.) e de leguminosas (feijão-moyashi, alfafa, trevo, lentilha, etc.), têm sido utilizadas para essa finalidade. Alguns brotos têm sabor picante, como o de rabanete, outros são delicados e de sabor suave, como o de alfafa e de trevo. Já o broto de feijão-moyashi é utilizado para o preparo de pratos orientais. A produção leva pouco tempo, de 3 a 7 dias e, em qualquer época do ano, sem necessidade de solo, fertilizantes, agrotóxicos e de luz solar direta (VIEIRA, 2007).

As sementes devem ser de elevada qualidade, com alta pureza física, principalmente livres de sementes de outras espécies. São necessárias sementes com alto poder germinativo e vigor, para garantir

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc., pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc., pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

a qualidade do produto. O rendimento (proporção semente/broto) é alto, um quilo de sementes pode produzir entre 5 e 12 quilos de brotos, dependendo da espécie vegetal empregada e do tempo de brotação (VIEIRA; LOPES, 2001).

A exemplo do feijão-moyashi, que apresenta sementes pequenas, a soja para ser utilizada na produção de brotos também precisa ter essa característica especial, ou seja tamanho pequeno de sementes. Portanto, genótipos específicos de soja com sementes pequenas, que tenham peso de 100 sementes ao redor de 10 gramas ou menos, podem ser destinados a este fim.

A BRS 216 é a primeira cultivar brasileira de soja que apresenta característica adequada para produção de brotos, pois suas sementes são pequenas e apresentam peso de 100 sementes igual a 10,4 g. Os grãos da BRS 216 apresentam tegumentos e hilo amarelos, que são aspectos importantes no processamento de alimentos para melhor coloração no produto final. Esta cultivar também apresenta altos teores de isoflavonas (260 mg.100 g<sup>-1</sup>), teor de óleo ao redor de 17% e de proteína próximo a 43% (CARRÃO-PANIZZI et al., 2002) (Figura 1).

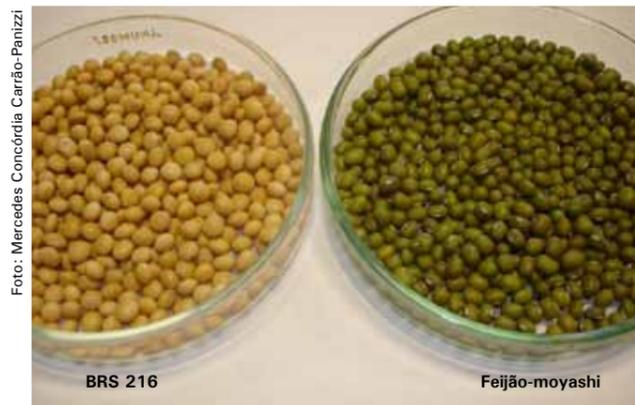


Figura 1. Sementes da cultivar de soja BRS 216 comparadas com as sementes de feijão-moyashi.

Com a germinação das sementes de soja, ocorre aumento do valor nutritivo, pela melhoria da digestibilidade e do valor do quociente de eficiência proteica. Observa-se também redução dos fatores antinutricionais, tais como inibidores de tripsina e lectinas, e provoca a hidrólise de oligossacarídeos (rafinose e estaquiose) os quais são causadores de flatulência. Por fim, a germinação leva à redução do conteúdo de fitatos, que indisponibilizam impor-

tantes minerais tais como: Fe, Zn, Mg e Ca, pelo aumento da atividade da enzima fitase mobilizando os fitatos (BARRUETO-GONZALEZ, 2008). Bau e Debry (1979) *apud* Morais e Silva (1996) relataram a melhoria da qualidade nutricional da soja germinada principalmente pela diminuição de 30% da atividade antitriptica dos inibidores de proteases e pelo aumento no teor de vitamina C, que apresenta apenas traços em grãos maduros de soja.

Estudos com três cultivares de soja germinada por três dias mostraram que os teores de proteínas alcançaram valores máximos após 48 horas do início da germinação, sendo observado que a germinação, além de induzir o aumento do conteúdo proteico, diminuiu o nível de atividade da lipoxigenase-1 (BORDINGNON, 1995).

Atualmente, a produção de brotos é feita de forma simples, podendo ser utilizados vários tipos de recipientes como madeira resistente à umidade, tanque de aço inox, caixas de isopor, baldes, etc. No caso dos brotos produzidos sem a presença da luz, como os de feijão-moyashi e de soja, os recipientes devem ser de coloração escura.

A proposta apresentada é uma tecnologia para produção de brotos, de forma automatizada e ecologicamente correta. O processo estabelecido é simples e eficaz, utilizando equipamentos para controle de temperatura, da água de irrigação e de seu possível reaproveitamento. O processo de irrigação é controlado por um timer, no qual o produtor poderá programar quantas vezes o sistema de irrigação será acionado por dia e o tempo que ficará em funcionamento.

### Equipamento para Produção de Brotos de Soja

O equipamento foi construído a partir dos seguintes componentes:

- Caixas d'água de capacidade de 100 litros.
- Bombas de drenagem de água próprias de máquina de lavar roupa de 127 Volts.
- Mangueiras de PVC preta e verde com diâmetro nominal de 7/8 polegadas.
- Bicos de aspersão.
- Bombona de PVC de capacidade de 200 litros, com 90 cm de altura e diâmetro de 62 cm (depósito de água).

- "Timers" para controle de frequência e tempo de irrigação.
- Materiais elétricos: fios e cabos.
- Materiais hidráulicos: canos de PVC, ralos de PVC, braçadeiras, junções, adaptadores e conectores.
- Peneiras confeccionadas em aço inox com 1,5 m<sup>2</sup> de área, 50 cm de diâmetro, e malha 25 mesh.
- Sistema controlador de temperatura da água (aquecedor elétrico + termostato de aquário).
- Boia para controle do nível da água no reservatório.

O reservatório para água de irrigação foi construído com uma bombona com capacidade para 200 litros, que é utilizada para o transporte de essências nas indústrias alimentícias.

Nesta bombona foi fixada uma boia de caixa d'água na lateral superior do reservatório, para controlar a entrada de água da rede pública. Em seguida, na parte inferior da bombona foi feito um furo para saída da água de irrigação, utilizando-se para tal um adaptador soldável com anel acoplado a um pedaço de cano de PVC, e uma mangueira de PVC preta ligada às entradas das bombas de drenagem de água, responsáveis pelo acionamento do sistema de irrigação (Figura 2a).

Também foi acoplado na parte superior do reservatório um termostato de aquário e um aquecedor com a finalidade de manter a temperatura da água em torno de 25°C (Figura 2b).



Figura 2. (a) Bombona de 200 litros com a tampa recortada, e com uma boia acoplada para regular o nível d'água. Detalhe na parte inferior do reservatório a saída de água, composta por um adaptador soldável com anel acoplado a um pedaço de cano de PVC. (b) Termostato de aquário com aquecedor fixado na lateral da bombona.

Caixas d'água plásticas com 100 litros de capacidade foram dispostas em sequência. Na parte superior fixaram-se mangueiras de PVC de coloração verde para promover a irrigação. Nessas mangueiras foram presos bicos de aspersão, tendo ao final da linha de irrigação um terminal para impedir a saída de água, no detalhe da figura 3a (Figuras 3a, 3b, 3c).

No fundo de cada caixa d'água foi instalado um ralo de plástico, responsável pelo escoamento do excesso da água de irrigação. Abaixo de cada ralo foi acoplado um cano de PVC (detalhe na figura 3c) formando um sistema de coleta do excesso da água de irrigação.

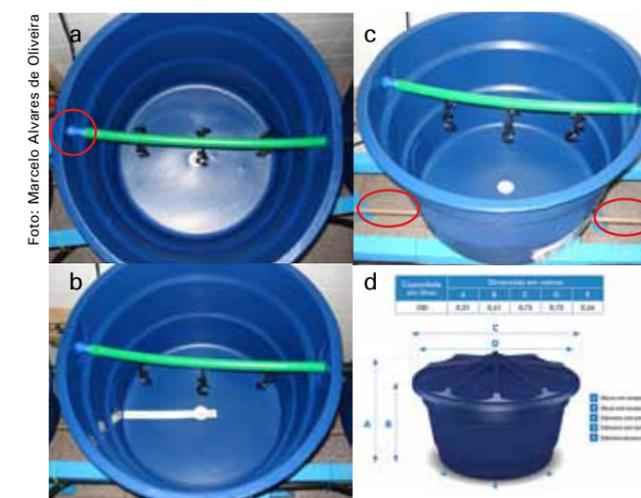


Figura 3. Caixas d'água de 100 litros com a mangueira e os bicos aspersores para promover a irrigação. Ao fundo, no meio da caixa, o ralo plástico para escoamento do excesso de água oriundo da irrigação. No detalhe, o terminal para impedir a saída de água (a) e o sistema de coleta do excesso da água de irrigação (c).

As mangueiras de PVC de coloração verde fixadas na parte superior das caixas foram unidas a um conector de 90°, acoplado à mangueira da saída da bomba de drenagem de água, dando origem à linha de irrigação (Figura 4a).

No interior das caixas foi colocada uma peneira de aço inox que serviu de suporte para a germinação das sementes e escoamento do excesso de água que passa pelas sementes, que darão origem aos brotos (Figura 4a). As "caixas germinadoras" foram colocadas sobre cavaletes de madeira, mantendo-as assim elevadas para instalação do sistema de coleta do excesso da água de irrigação, a qual poderá ser reutilizada no processo de irrigação (Figura 4b).



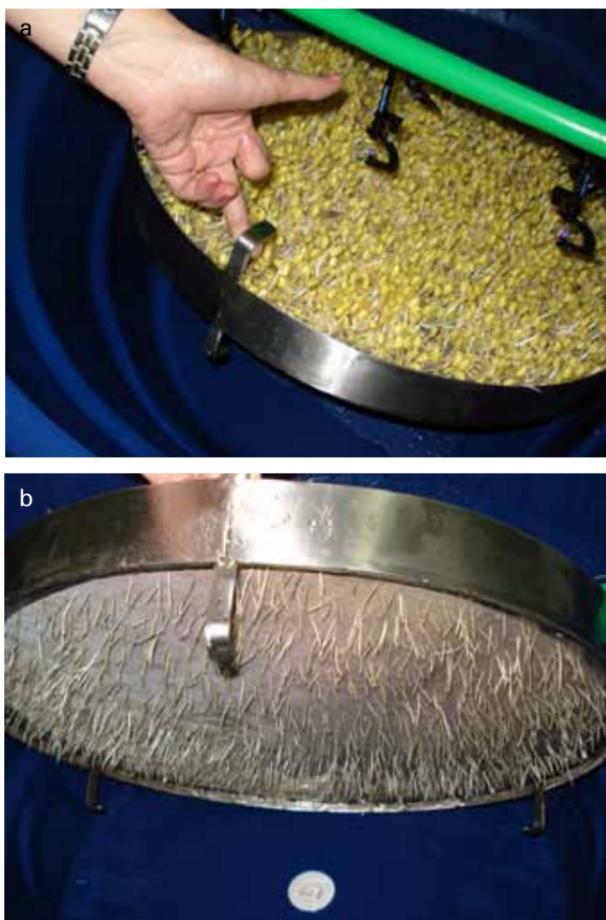
**Figura 4.** (a) Caixa d'água de 100 litros com a mangueira de irrigação, bicos aspersores e nos detalhes a bomba para promover a irrigação e o conector 90°. No fundo da caixa a peneira de aço inox onde foram colocadas as sementes para produção dos brotos. (b) Sequência das "caixas germinadoras" fechadas para não permitir a entrada de luz durante o processo de produção de brotos, e colocadas sobre cavaletes.

Nas Figuras 5a e 5b, pode-se observar os brotos produzidos sobre as peneiras de aço inoxidável, mostrando os detalhes parte aérea (a) e das raízes (b).

Por fim, o processo de irrigação foi controlado por um timer que acionará o sistema de irrigação conforme a programação feita (número de vezes por dia e tempo de duração da irrigação), automatizando assim o processo (Figura 6).



**Figura 6.** Conjunto de caixas e na parede, no detalhe, o "timer" de controle do horário, frequência e tempo em minutos de irrigação.



**Figura 5.** (a) Parte superior da peneira de aço inoxidável, mostrando os brotos produzidos. (b) Parte inferior da peneira de aço inoxidável, mostrando as raízes dos brotos.

## Processo de Produção dos Brotos de Soja

Inicialmente as sementes da cultivar de soja BRS 216 passaram por um processo de assepsia, no qual elas foram imersas em hipoclorito de sódio 0,2% de cloro ativo (100 mL de água sanitária + 900 mL de água) durante 4 minutos e enxaguadas com água clorada da rede pública. Para uma germinação mais uniforme do lote, as sementes passaram por um processo de condicionamento fisiológico, no qual foram deixadas de molho em água a 25°C, durante 4 horas, visando estimular o metabolismo das sementes por meio da ativação das enzimas responsáveis pela germinação (Figura 7).



**Figura 7.** Processo de assepsia seguido do condicionamento fisiológico das sementes de soja da cultivar BRS 216.

Em seguida as sementes de soja embebidas foram dispostas sobre as peneiras de aço inoxidável (Figura 8). As peneiras possuem aproximadamente 1,5 m<sup>2</sup> de área, ou seja cerca de 50 cm de diâmetro e malha 25 mesh, sobre as quais podem ser dispostas aproximadamente 1 kg de sementes embebidas.



**Figura 8.** Sementes de soja da cultivar BRS 216 embebidas e em processo de germinação.



**Figura 9.** Brotos de soja da cultivar BRS 216 cultivados sob condições de temperatura ambiente (27,5 + 5,1 °C) e temperatura da água de irrigação a 25 °C, com frequência de irrigação em intervalos de quatro horas, durante sete dias.

Finalmente, depois de colocadas as sementes para germinar, as caixas foram tampadas para evitar a entrada de luz, pois o processo de produção dos brotos de soja deve ocorrer na ausência de luz, a qual evita a formação de clorofila nos cotilédones, o que poderia ocasionar o aparecimento de coloração verde nos brotos. A temperatura ideal da água de irrigação é de 25°C.

A partir dos resultados obtidos por Oliveira et al. (2013) e Silva et al. (2015), concluiu-se que sob condições de temperatura ambiente e com a água de irrigação à temperatura de 25 °C, é possível produzir brotos de soja entre três a sete dias de germinação, sendo que o comprimento dos brotos é o fator determinante para colheita. Assim, se a intenção for produzir brotos maiores, deve-se realizar a germinação durante sete dias, mas se a opção for por reduzir o tamanho dos brotos antecipa-se a colheita.

Na figura 9, pode se observar brotos de soja da cultivar BRS 216, cultivados a temperatura ambiente (27,5 + 5,1 °C), com a temperatura da água de irrigação a 25 °C e a frequência de irrigação a cada quatro horas durante sete dias. Nessas condições, obteve-se maior produtividade, teores mais elevados de proteínas e menores teores de inibidor de tripsina, embora o tamanho dos brotos tenham alcançado mais do que 10 cm de comprimento, o que não seria o tamanho ideal para comercialização desse produto.

De acordo com Oliveira et al. (2013) para cada quilograma de semente da cultivar BRS 216 foram produzidos cerca de 2,5 kg de brotos.

Logo após a produção dos brotos, esses foram imersos em água fervente para inativação enzimática, evitando assim a formação de clorofila, que acarretaria uma coloração esverdeada nos brotos. Posteriormente os brotos foram lavados em água fria corrente (Figura 10).



Figura 10. Choque térmico para inativação enzimática dos brotos de soja da cultivar BRS 216.

## Teste de Aceitabilidade dos Brotos de Soja

A avaliação de aceitabilidade dos brotos de soja foi conduzida no restaurante da Embrapa Soja, com a participação de 67 provadores não treinados, que receberam os brotos de soja cozidos em água fervente por 2 minutos e uma ficha de avaliação conforme a escala hedônica estruturada de nove pontos entre 01 (desgostei extremamente) e 09 (gostei extremamente) (MINIM, 2006).

As características avaliadas foram: cor, aparência, odor, textura, sabor e avaliação global. Na ficha de avaliação também foi questionado sobre a compra do produto se estivesse disponível no mercado. O índice de aceitabilidade foi calculado pela fórmula:

$$\text{Índice de aceitabilidade} = \frac{\sum \text{das notas dos provadores} \times 100}{\text{Número de provadores} \times 9}$$

O índice de aceitabilidade dos brotos de soja da cultivar BRS 216 foi superior a 70 em todas as características avaliadas a exceção do odor. Em relação à compra, duas pessoas de cada três que experimentaram os brotos de soja comprariam o produto (Oliveira et al., 2013) (Figura 11).

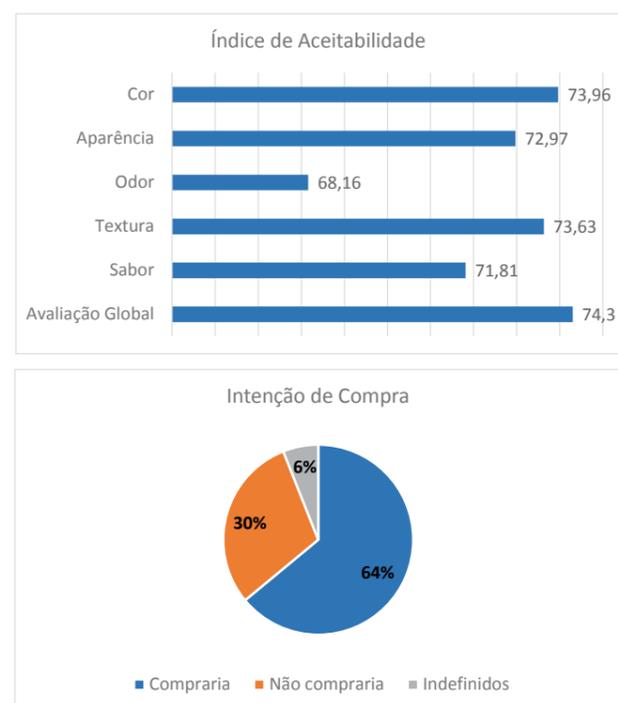


Figura 11. Resultado do índice de aceitabilidade dos brotos de soja da cultivar BRS 216 e resultados da enquete de consumidores sobre a compra de brotos de soja, caso estivessem disponíveis no mercado.

## Referências

BARCELOS, M. F. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, M. A. C. Aspectos nutricionais de brotos de soja e de milho combinados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.817-825, 2002.

BARRUETO-GONZALEZ, N. B. Biodisponibilidade de minerais das fontes leguminosas. **Revista Simbiologias**, Botucatu, v.1, n.1, p. 174-183, 2008.

BORDINGNON, J. R.; IDA, E. L.; OLIVEIRA, M. C. N.; MANDARINO, J. M. G. Effect of germination on the protein content and on the level of specific activity of lipoxygenase-1 in seedlings of three soybean cultivars. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 45, n. 3, p. 222-226, 1995.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; SILVA, J. B. da; KIKUCHI, A.; MANDARINO, J. M. G.; MIRANDA, L. C. Desenvolvimento de germoplasma de soja com características adequadas para o consumo humano in natura e para a indústria de alimentos (04.2000.321-07). In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2001: melhoramento e transferência de tecnologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 19-22. (Embrapa Soja. Documentos, 191).

LOURES, N. T. P. **Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha da variedade Precoz**. 57f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Cascavel.

LOURES, N. T. P.; NÓBREGA, L. H. P.; COELHO, S. R. M. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha da variedade PRECOZ. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 599-606, 2009.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 67p.

MORAIS, A. A. C.; SILVA, A. L. **Soja: suas aplicações**. Rio de Janeiro: MEDSI Médica e Científica, 1996. 259p

OLIVEIRA, M. A. de, CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S. Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: caracterização físico-química e teste de aceitabilidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 34-41, 2013.

SILVA, M. B. R.; MENDONÇA, G. M. N.; LEITE, R. S.; BENASSI, V. T.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A.; IDA, E. I. Transformações no perfil de isoflavonas em brotos de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. **Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 3 p. 1 CD-ROM.

VIEIRA, R. F. Produção de brotos comestíveis. **Revista Tecnologia e Treinamento**. Disponível em: <<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/sessao.php?go=materiastecnicas&mat=0317>>. Acesso em: 18 abr. 2007.

VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. **Produção de brotos comestíveis: feijão moyashi, alface, trevo, rabanete e brócolis**. Viçosa: CPT, 2001. 108p.

### Comunicado Técnico, 90



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Soja**  
 Rodovia Carlos João Strass, s/n  
 Acesso Orlando Amaral  
 Caixa Postal 231, Distrito de Warta  
 CEP 86001-970, Londrina/PR  
 Fone: (43) 3371 6000 - Fax: 3371 6100  
[www.embrapa.br/soja](http://www.embrapa.br/soja)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

1ª edição  
 Publicação digitalizada (2016)

### Comitê de publicações

**Presidente:** Ricardo Vilela Abdelnoor  
**Secretário-Executivo:** Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite  
**Membros:** Alvaldi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi

### Expediente

**Coordenadora de Edição:** Vanessa F. Dall' Agnol  
**Bibliotecário:** Ademir Benedito Alves de Lima  
**Edição eletrônica:** Marisa Yuri Horikawa