# Abelhas na Polinização da Canola

## benefícios ambientais e econômicos

Sidia Witter, Patrícia Nunes-Silva e Betina Blochtein (orgs.)



ediPUCRS

# Abelhas na Polinização da Canola

## benefícios ambientais e econômicos






Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

**Chanceler**
Dom Jaime Spengler
**Reitor**
Joaquim Clotet
**Vice-Reitor**
Evilázio Teixeira

**Conselho Editorial**
Jorge Luis Nicolas Audy | **Presidente**
Jeronimo Carlos Santos Braga | **Diretor**
Jorge Campos da Costa | **Editor-Chefe**

Agemir Bavaresco
Ana Maria Mello
Augusto Buchweitz
Augusto Mussi
Bettina Steren dos Santos
Carlos Gerbase
Carlos Graeff-Teixeira
Clarice Beatriz da Costa Söhngen
Claudio Luis Crescente Frankenberg
Érico João Hammes
Gilberto Keller de Andrade
Lauro Kopper Filho

# Abelhas na Polinização da Canola

## benefícios ambientais e econômicos

Sidia Witter
Patrícia Nunes-Silva
Betina Blochtein
Organizadoras



ediPUCRS
Porto Alegre, 2014

© 2014, EDIPUCRS
**Capa** Bruno Nunes Silva
**Diagramação** Bruno Nunes Silva
**Revisão de Texto** EDIPUCRS

Edição revisada segundo o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

EDIPUCRS – Editora Universitária da PUCRS
Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 33
Caixa Postal 1429 – CEP 90619-900
Porto Alegre – RS – Brasil
Fone/fax: (51) 3320 3711
E-mail: edipucrs@pucrs.br
Site: www.pucrs.br/edipucrs

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A141 Abelhas na polinização da canola : benefícios ambientais e econômicos [recurso eletrônico] / Sidia Witter, Patricia Nunes-Silva, Betina Blochtein orgs. – Dados Eletrônicos. – Porto Alegre : EDIPUCRS, 2014.
71 p.

Modo de Acesso: <http://www.pucrs.br/edipucrs>
ISBN 978-85-397-0591-7

1. Canola - Cultivo. 2. Abelhas. 3. Polinização. 4. Agricultura. I. Witter, Sidia. II. Nunes-Silva, Patricia. III. Blochtein, Betina.

CDD 574.524

**Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação da BC-PUCRS.**

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial, bem como a inclusão de qualquer parte desta obra em qualquer sistema de processamento de dados. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do *Código Penal*), com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenizações diversas (arts. 101 a 110 da Lei 9.610, de 19.02.1998, Lei dos Direitos Autorais).



# Agradecimentos

Nosso profundo agradecimento aos agricultores Celso Snitowski, Valdir Karlec, Jorge Rupp, Paulo Rupp, Odilo Donadel, Alcides Hannus, Miguel Hannus, Airton Scortegna, Daniel Kapelinski, Nadir Mahlmann e Ilso Kich, por permitirem a realização dos estudos sobre polinizadores de canola em suas propriedades.

Ao agrônomo Wilson Groff, pelo apoio constante durante todo o período de estudo e por sua ajuda na interlocução com os agricultores em Guarani das Missões.

Ao fotógrafo Fernando Dias, pela dedicação em busca da melhor imagem.

À Annelise Souza Rosa, pelas realizações dos primeiros estudos sobre polinização de canola no RS, os quais foram precursores da Rede Canola, e pelo auxílio em trabalhos de campo e laboratório.

As colegas Letícia Azambuja Lopes, Juliana Galaschi Teixeira e Mardiore Pinheiro pelo importante auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Aos estudantes e colaboradores vinculados à PUCRS, pelo auxílio nas atividades de campo e laboratório: Mariana Fernandes, Jenifer Ramos, Daniel Guidi, Tatiana Kaehler, Pâmela Mânica, Nicole Garcia, Luiza Ruckheim, Andressa Piazza, Isadora Schmitz, Daniela Ferreira, Suzane Hilgert-Moreira e Nadilson Ferreira.

Aos alunos Marcio Groff e Tiago Teiko da Escola Técnica de Guaramano e Helena Muller e Guilherme Abreu, estudantes de Agronomia da UFRGS, pelo apoio durante o trabalho de campo e de laboratório.

Ao estudante da PUCRS, Cristiano Kern, pelas imagens das abelhas obtidas em laboratório.

À empresa Giovelli & Cia. Ltda., por viabilizar o estudo em Guarani das Missões.

À empresa Rota Agrícola, pelo apoio com os produtores em Esmeralda.

À empresa BSBios e ao funcionário Matheus Sartori, pelo apoio com os produtores de Estrela.

Ao Sr. José Sippel e a Cooperagri, pelo apoio no campo com os produtores de Estrela.

Ao pesquisador Gilberto Tomm, da Embrapa Trigo, pelo apoio e incentivo para o desenvolvimento dos estudos sobre polinização, bem como aos produtores de canola.

Ao professor Wilson Sampaio, da UCS, e aos alunos dessa intituição, pelo auxílio nas coletas e triagens: Felipe Gonzatti, Eduardo Valduga, Sabrina Schuh, Priscila Paris e Sabrina Tolotti; e no sensoriamento remoto: Francieli Sbersi, Cassiano Marchett e Renan Saggin.

À pesquisadora Carolina Bremm, da Fepagro, pelo apoio com as análises estatísticas.

Ao professor Aroni Sattler e ao técnico da



# AGRADECIMENTOS

UFRGS José Adair Rocha de Souza, pelo apoio nos experimentos com *A. mellifera*.

Ao professor Dieter Wittmann, pelas imagens de *Callonychium petuniae*.

À Marli Politowski, pela parceria constante aos pesquisadores e estudantes em Guarani das Missões.

À Barbara Gemmill-Herren e Bernard Vaissière, pela ajuda na aplicação do protocolo para detectar e avaliar os déficits de polinização nas lavouras estudadas.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pelo apoio de professores, técnicos, funcionários e estudantes, além da infraestrutura, para a realização da coordenação do projeto Rede Canola.

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul, pelo apoio de pesquisadores, técnicos, e funcionários, além da infraestrutura, para a realização do projeto Rede Canola.

À Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul pelo apoio ao pesquisador.

Ao Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), em conjunto com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO), pelo suporte para a realização de atividades de pesquisa e apoio à participação em reuniões científicas.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro ao Projeto Rede Brasileira sobre Polinização de Canola, processo: 556635/2009-4, referente ao Edital MCT/CNPq/CT-AGRO nº 24/2009.



# Prefácio

**Betina Blochtein**

Neste livro apresentamos uma síntese do conhecimento atual sobre a relação entre a planta oleífera *Brassica napus*, conhecida como CaNoLa, e seus principais polinizadores: as abelhas. O propósito maior desta compilação de informações a respeito dos polinizadores e da polinização dessa cultura agrícola é proporcionar, de modo simples, o acesso a importantes informações em benefício dos polinizadores e do aumento da produtividade da CaNoLa. Visamos, em última instância, contribuir de modo singelo, mas direto, para a sustentabilidade no meio agrícola, com o acréscimo de conceitos que possam resultar na adoção de boas práticas ambientais e repercutir positivamente na nossa sociedade.

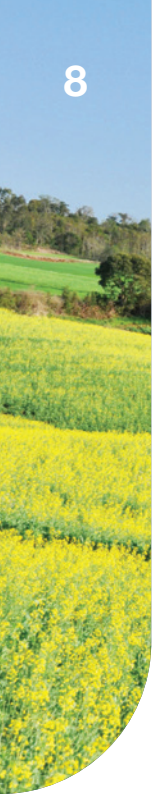
Nos sete capítulos apresentados é dada ênfase especial aos estudos resultantes do Projeto Rede Brasileira para Polinização de Canola, financiado pelo edital MCT/CNPq/CT-AGRO nº 24/2009. Também contamos com o importante apoio do Projeto Internacional Conservação e Manejo de Polinizadores para Agricultura Sustentável através de uma Abordagem Ecossistêmica, financiado pelo Fundo Mundial para o Meio Ambiente (GEF) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), e coordenado no Brasil pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), tendo o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) como agência responsável pela sua execução.

No **primeiro capítulo** é apresentado o diagnóstico agrícola da CaNoLa nos níveis mundial, nacional e regional. Os indicadores assinalados apontam para um crescimento nesse segmento em todos os níveis, inclusive no consumo da CaNoLa no mercado interno brasileiro. A perspectiva positiva da cultura instigou o conhecimento de sua ecologia através de estudos como o da biologia floral, apresentado no **segundo capítulo**. Nesta leitura é possível compreender os mecanismos e as transformações das flores que as permitem produzir os valorosos grãos de CaNoLa.

A polinização das belas flores amarelas da CaNoLa por operárias de *Apis mellifera*, conhecidas como abelhas domésticas, é tratada no **terceiro capítulo**. Essas abelhas são as mais presentes e destacadas polinizadoras da cultura em vários países, inclusive no Brasil.

O consórcio da apicultura com a polinização agrícola é incentivado, pois os benefícios para ambos os setores podem ser mútuos – ganhos com a maior produtividade de grãos com o uso de abelhas, e colmeias fortalecidas devido ao abundante fluxo de néctar e pólen da floração de inverno da CaNoLa.

No **quarto capítulo** os polinizadores nativos



# PREFÁCIO

da CaNoLa no Rio Grande do Sul são apresentados e associados aos seus nomes populares e ecologia de várias espécies. O valor dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores é tratado no **capítulo seguinte** com a demonstração de dados monetários e a repercussão da polinização no rendimento da safra.

No contexto dos serviços ambientais dos polinizadores é indissociável o papel das paisagens para a conservação e manutenção de populações de insetos. Esse assunto é tratado no **sexto capítulo,** em que a classificação de paisagens agrícolas, com o uso de imagens de satélite, em três regiões do Rio Grande do Sul, alerta para a dominância de áreas homogêneas, com baixos percentuais de áreas seminaturais usadas como refúgios pelos polinizadores.

No **último capítulo** são apresentadas práticas para a conservação e o manejo de populações de polinizadores em áreas agrícolas – as chamadas práticas amigáveis aos polinizadores. As sugestões constituem-se de medidas simples, e várias delas são complementadas com ilustrações para facilitar a compreensão e inspirar o leitor a proteger os valiosos polinizadores da canola e, de modo mais amplo, os serviços ambientais de polinização.

Betina Blochtein
*Coordenadora do Projeto*
**REDE BRASILEIRA PARA POLINIZAÇÃO DE CANOLA**



# Sumário

**Agradecimentos** 5

**Prefácio** 7

**Capítulo 1:**
A cultura da canola **11**

**Capítulo 2:**
Aspectos botânicos e reprodução da canola **17**

**Capítulo 3:**
Importância de *Apis mellifera* na polinização e produtividade de canola **25**

**Capítulo 4:**
Polinizadores nativos presentes nas lavouras de canola no RS **29**

**Capítulo 5:**
Valor dos serviços ambientais de polinização **37**

**Capítulo 6:**
A paisagem do entorno das plantações de canola do RS **41**

**Capítulo 7:**
Práticas amigáveis aos polinizadores em áreas agrícolas **49**

**Referências** 61

**Autores** 67

**Autoria das Imagens** 71



# A cultura da canola

**Andressa Linhares Dorneles**

A canola foi desenvolvida por pesquisadores canadenses da Universidade de Manitoba, em 1974, a partir do melhoramento genético da colza. O nome canola foi criado em 1978 para distinguir o produto da colza comum, grão que era associado ao consumo animal e que tinha toxicidade conhecida para os seres humanos, devido ao alto teor de ácido erúcico e glucosinolatos.

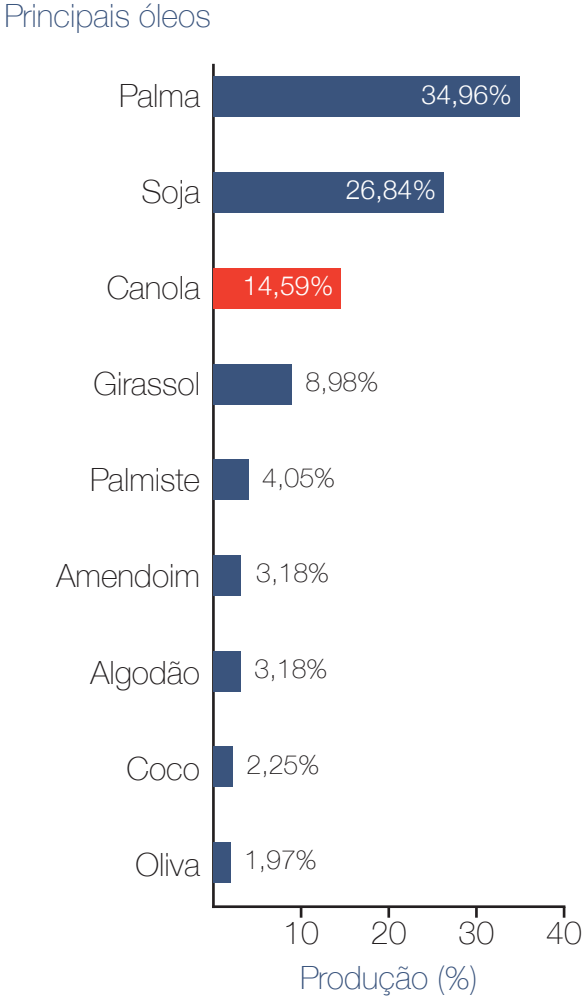
A variação denominada "Tower" foi a primeira a apresentar teor de ácido erúcico e glucosinolato reduzido. Em 1977, foram desenvolvidas na Europa mais duas variedades que preenchiam os mesmos padrões de qualidade, as quais foram denominadas "duplo baixo". Após a nova denominação o óleo de canola passou a ser definido oficialmente como "um óleo que deve conter menos de 2% de ácido erúcico, e menos do que 30 micromoles de glucosinolatos por grama".

**CANadian Oil Low Acid**
**óleo canadense de baixo teor ácido**

## Dados de produção

A canola é a terceira oleaginosa mais produzida mundialmente (14,59%), superada apenas pela palma (34,96%) e soja (26,84%) (Figura 1).

Figura 1 – Produção mundial de óleos vegetais – participação em percentuais – safra 2012/13. Fonte: USDA, maio/2013.



# CAPÍTULO 1

Atualmente a produção de canola está voltada principalmente para obtenção de grãos, óleo comestível, óleo para biocombustível e produção de farelo para ração animal.

A produção mundial do grão de canola em 2011/2012 foi de 61 milhões de toneladas e a projeção para a safra de 2013/2014 deve ser em torno de 63 milhões de toneladas (Tabela 1).

Os maiores produtores e consumidores de canola encontram-se na União Europeia – composta por 27 países (EU-27), com uma produção superior a 19 milhões de toneladas e rendimento de 2.863 kg/ha para a safra de 2011/12 (Tabela 2; Figura 2). O segundo maior produtor e consumidor de canola grão é a China, com uma produção de 13 milhões de toneladas na safra 2012/13 e consumo previsto de 16 milhões de toneladas (Tabela 2; Figura 2).

Embora a canola seja uma oleaginosa muito cultivada em outros países, no Brasil a expansão da área de cultivo comercial somente ganhou destaque a partir de 1998, passando de uma área média de cultivo de 11.444 hectares no período de 1980-1997 para 31.000 ha no período de 1998-2011 (Figura 3). As pesquisas e o cultivo de canola iniciaram-se no noroeste do Rio Grande do Sul em 1974 e no início dos anos 80 expandiram-se para o Paraná, e no Mato Grosso do Sul o cultivo iniciou em 2006.

Tabela 1 – Área, rendimento, oferta e demanda de canola no mundo.

| Item | 2011/12 | 2012/13* | 2013/14** |
|---|---|---|---|
| Área colhida (milhões de ha) | 33,43 | 34,99 | 34,27 |
| Rendimento (kg/ha) | 1.828 | 1.747 | 1.850 |
| Produção (milhões de t) | 61,12 | 61,14 | 63,39 |
| Estoque inicial (milhões de t) | 7,21 | 5,01 | 3,02 |
| Importação (milhões de t) | 13,19 | 11,23 | 11,96 |
| Total do Suprimento | 81,53 | 77,38 | 78,38 |
| Exportação (milhões de t) | 12,89 | 11,34 | 12,12 |
| Consumo Total (milhões de t) | 63,62 | 63,01 | 63,44 |
| Estoque Final (milhões de t) | 5,01 | 3,02 | 2,82 |

Fonte: USDA, maio/2013 (*Estimativa, **Projeção).

Tabela 2 – Área, rendimento e produção de canola, dos principais países produtores, nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14.

| País | Área (Milhões hectares) | | | Rendimento (Kg/ha) | | | Produção (Milhões de toneladas) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2011/12 | 2012/13* | 2012/14** | 2011/12 | 2012/13* | 2012/14** | 2011/12 | 2012/13* | 2012/14** |
| EU-27 | 6,70 | 6,21 | 6,50 | 2.863 | 3.071 | 3.077 | 19,18 | 19,07 | 20,00 |
| China | 7,35 | 7,20 | 7,00 | 1.827 | 1.875 | 1.857 | 13,43 | 13,50 | 13,00 |
| Índia | 6,60 | 6,75 | 6,80 | 939 | 1.007 | 1.029 | 6,20 | 6,80 | 7,00 |
| Canadá | 7,59 | 8,59 | 7,65 | 1.925 | 1.549 | 1.895 | 14,61 | 13,31 | 14,50 |
| Austrália | 1,81 | 2,40 | 2,15 | 1.724 | 1.288 | 1.302 | 3,12 | 3,09 | 2,80 |
| Outros | 2,29 | 2,45 | 2,85 | 1.459 | 1.502 | 1.551 | 3,34 | 3,68 | 4,42 |
| Total | 32,34 | 33,60 | 32,95 | 1.852 | 1.769 | 1.873 | 59,88 | 59,45 | 61,72 |

Fonte: USDA, maio/2013 (*Estimativa, **Projeção).

Figura 2 – Produção e consumo mundial de canola – Safra 2012/13. Produção da Safra 2012/13: 62.134 mil/ton. Consumo da Safra 2012/13: 63.014 mil/ton.

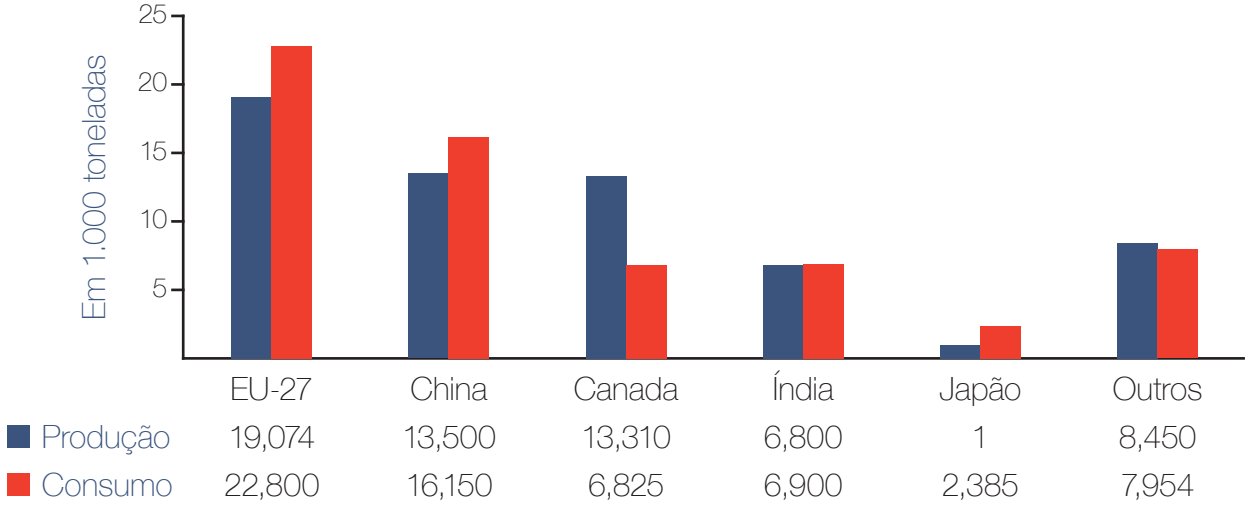
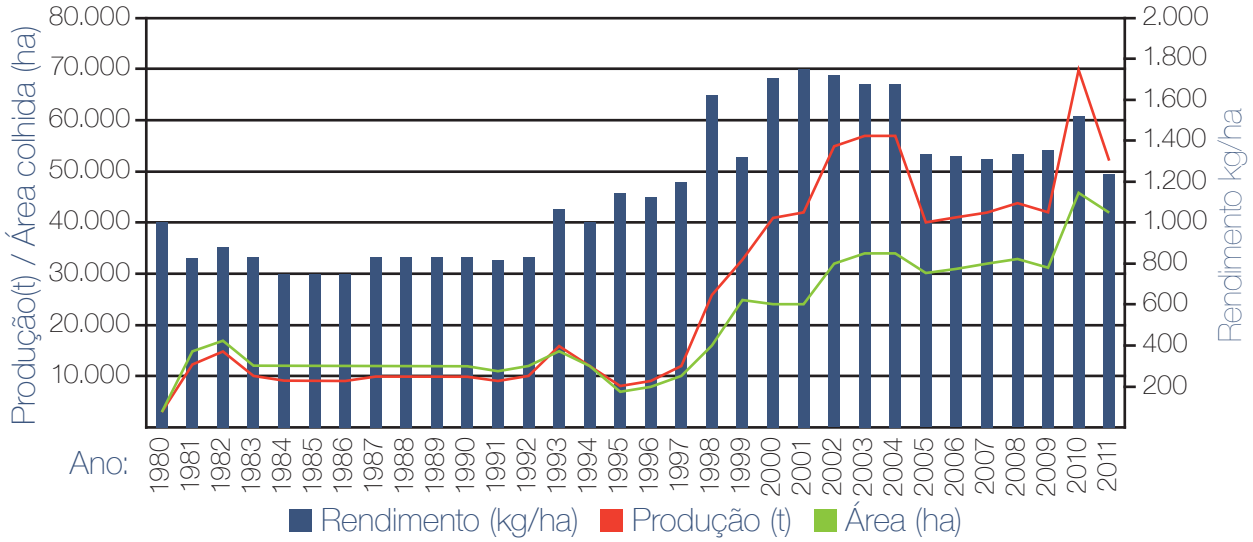


Figura 3 – Evolução da área colhida (ha), produção (t) e produtividade (kg/ha) de grãos de canola, no Brasil, entre 1980 e 2011. Fonte: FAO, 2013.




No levantamento realizado pela Conab, em abril de 2013, a produção nacional da safra de canola para 2012/13 foi da ordem de 60,5 mil toneladas, ficando 16,3% maior que a safra anterior (Tabela 3). A produtividade foi de 1.381 kg/ha, com aumento de 12,6%, se comparada com a safra 2011/12. A área semeada de canola no país na safra de 2012/13 aportou 42,4 mil hectares, sendo 28,2 mil ha no Estado do Rio Grande do Sul e 12,9 mil ha no Paraná (Tabela 3).

O Rio Grande do Sul é o estado brasileiro com a maior produção de canola – 36,3 milhões de toneladas para a safra 2012/13. A região noroeste do estado foi a que obteve maior aumento de produção (57%), devendo semear cerca de 4.800 hectares.

O estudo de Zoneamento de Risco Climático da Canola é uma ação de fomento à cadeia. Ele indica os melhores períodos e as regiões mais aptas para plantio, prevenindo perdas por eventos climáticos. As instituições financeiras e o programa de subvenção ao seguro rural se baseiam nesse estudo para concessão de crédito. A canola é originária de regiões de clima frio e se adapta bem às condições do sul do Brasil. O zoneamento aponta que o clima ideal para o cultivo da canola é semelhante ao exigido pelo trigo (desenvolve-se bem em baixas temperaturas).

No Brasil a canola cultivada é de primavera, *Brassica napus* L. var. oleífera. Quase toda área da América do Sul é semeada com híbridos importados da Austrália. No país, não se cultiva cano-



Tabela 3 – Área, rendimento e produção de canola no Brasil, Safras 2011/12 e 2012/13.

| Estado | Área (Mil hectares) | | Rendimento (kg/ha) | | Produção (Mil toneladas) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2011/12 | 2012/13 | 2011/12 | 2012/13 | 2011/12 | 2012/13 |
| MS | 2,3 | 2,3 | 1.033 | 1.0331 | 2,4 | 2,4 |
| PR | 13,5 | 12,9 | 1.152 | 1.667 | 15,6 | 21,50 |
| SC | 0,4 | 0,4 | 775 | 775 | 0,3 | 0,3 |
| RS | 26,2 | 28,2 | 1.287 | 1.287 | 33,7 | 36,3 |
| Brasil | 42,4 | 43,8 | 1.226 | 1.381 | 52,0 | 60,5 |

Fonte: Conab, 2013.

la transgênica, devido ao risco de cruzamento com outras crucíferas, como a nabiça e o nabo forrageiro. Somente são liberadas para comércio sementes testadas e comprovadas como livres de OGMs (organismos geneticamente modificados).

## Aspectos socioeconômicos da cultura

A canola destaca-se como uma excelente alternativa socioeconômica para a diversificação de culturas no inverno, contribuindo para a geração de emprego e renda pela produção de grãos no sul do país.

A produção de canola em esquema de rotatividade auxilia na redução de doenças radiculares e foliares que afetam o trigo, contribuindo dessa forma para melhorar a qualidade e reduzir custos de produção. A canola também traz benefícios para as leguminosas como o feijão e a soja, e para as gramíneas como o milho, reduzindo problemas causados por mancha de diplodia e cercosporiose.

Os grãos de canola produzidos no Brasil possuem em média de 24 a 27% de proteína e 38% de óleo. O farelo extraído dos grãos possui de 34 a 38% de proteínas, sendo um excelente suplemento na formulação de rações para aves, bovinos, ovinos e suínos.

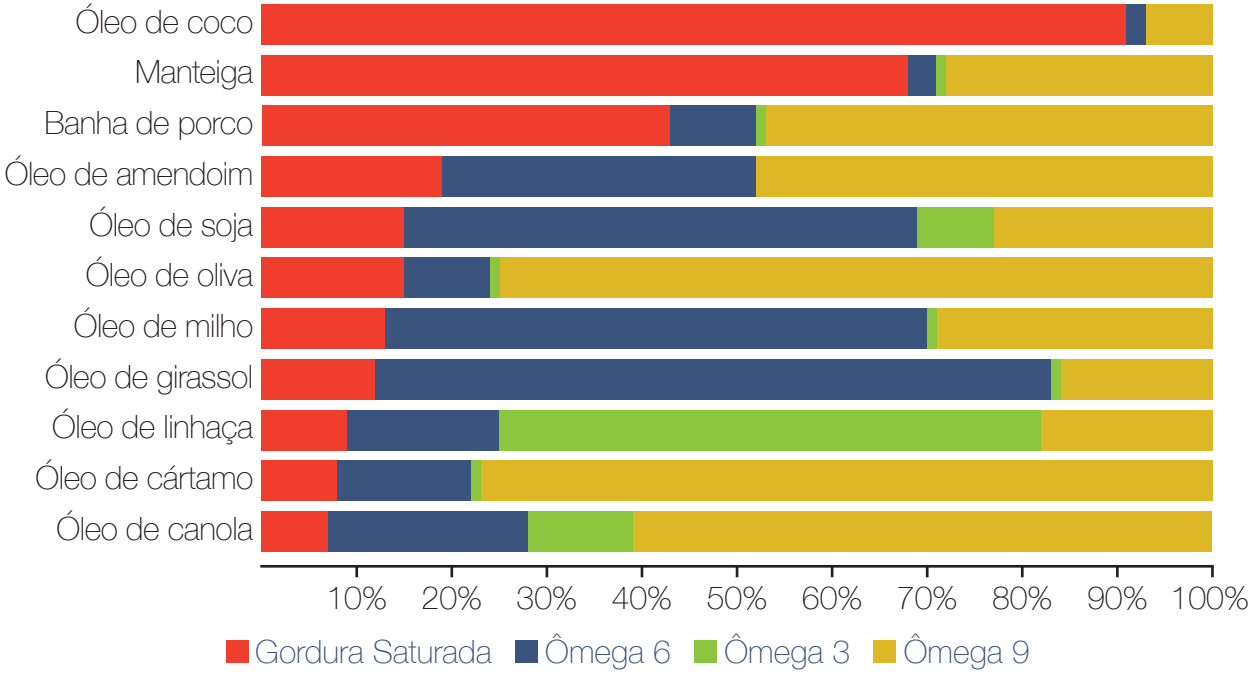
## Canola e saúde

Atualmente, observa-se o crescente consumo do óleo de canola como alimento funcional, indicado para pessoas que buscam hábitos alimentares saudáveis, devido a sua excelente composição de ácidos graxos.

# CAPÍTULO 1

O óleo de canola possui um elevado percentual de gorduras insaturadas (93%), isento de gorduras trans, e seu percentual de gordura saturada é o mais baixo, comparado aos demais óleos (7%) (Figura 4).

Figura 4 – Composição dos óleos vegetais. Fonte: adaptada da canola-council.



# Aspectos botânicos e reprodução da canola

**Patrícia Nunes-Silva**

## Classificação botânica e descrição da planta

A canola é uma planta herbácea anual da família das crucíferas. A altura das plantas de canola varia entre 70 e 170 cm, de acordo com a variedade e as condições ambientais. Elas se desenvolvem a partir de sementes, não havendo relatos de reprodução vegetativa no campo. Suas folhas apresentam cor verde-escuro e suas flores são amarelas, as quais apresentam quatro pétalas e quatro sépalas dispostas em forma de cruz e agrupadas em inflorescências terminais (Figura 1A). A floração ocorre de baixo para cima na inflorescência e na planta desde a base até o ápice. O fruto alongado é chamado síliqua com deiscência longitudinal por onde as sementes (de 20 a 30/síliqua) caem facilmente quando maduras (Figura 1B).

Figura 1A – Flores de canola (*Brassica napus*). Figura 1B – Síliquas.





# CAPÍTULO 2

## Biologia floral

As flores de canola são hermafroditas, ou seja, apresentam órgãos femininos (gineceu) e masculinos (androceu) (Figura 2). O gineceu é formado pelos pistilos. As flores de canola possuem um pistilo e este apresenta três partes (Figura 2): (a) ovário, o qual abriga os óvulos, sendo, em média, em número de 28 por flor de canola; (b) estilete, que é a porção mediana do pistilo; e (c) estigma, que é a superfície que recebe os grãos de pólen. Já o androceu é formado pelos estames (Figura 2). As flores de canola apresentam seis estames, sendo quatro longos e dois curtos. Cada estame é constituído por um filete que sustenta uma antera (Figura 2). As anteras contêm os grãos de pólen, os quais são acessíveis após a abertura da antera e constituem os gametas masculinos das plantas.

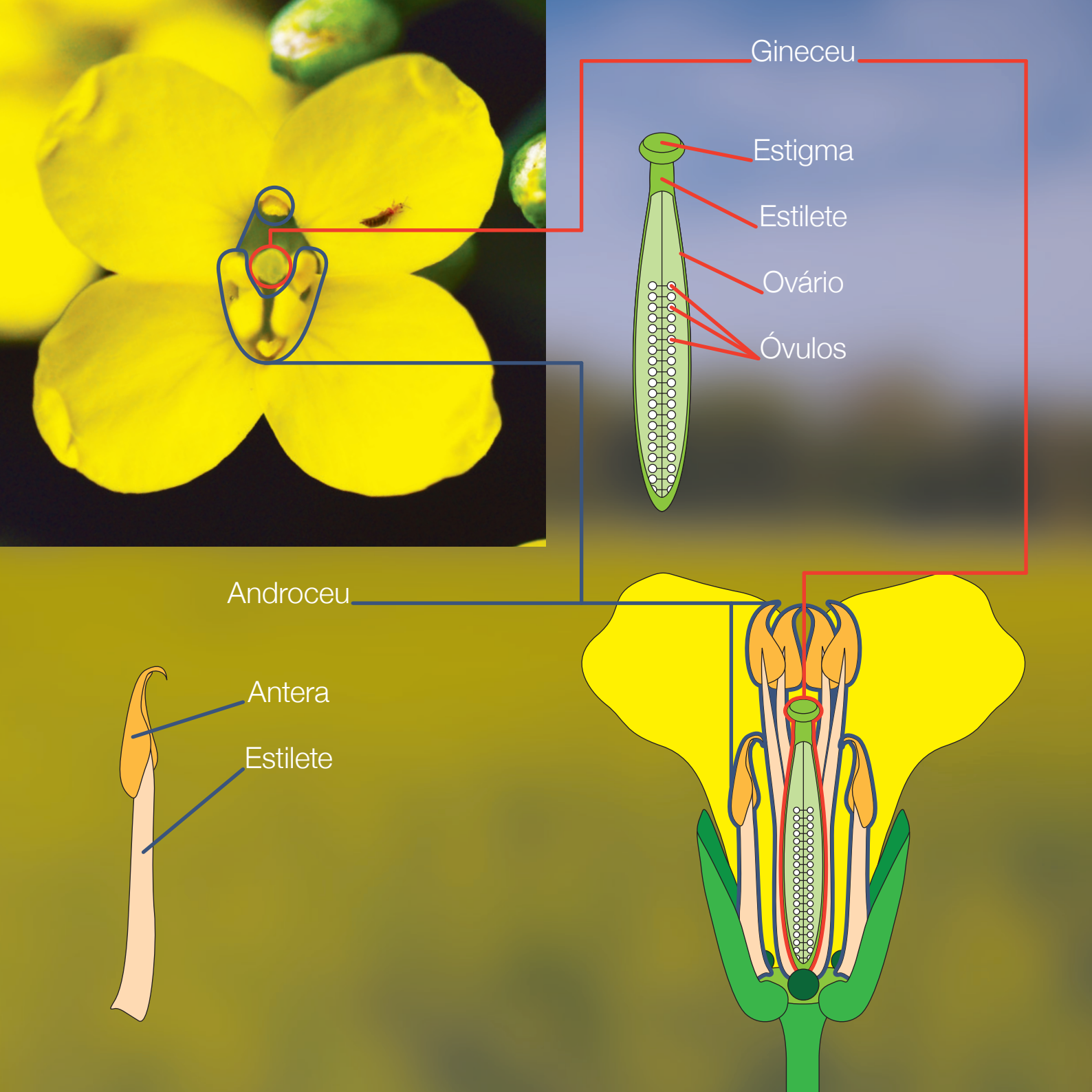
Estudar a biologia floral é analisar o tempo em que a flor permanece aberta, chamado de antese, e as mudanças em sua morfologia ao longo desse tempo, caracterizando diferentes fases. Nesse tipo de estudo também se verifica quando a flor está pronta para ser polinizada e oferece recursos (pólen e néctar) para seus visitantes.

A biologia floral da canola pode variar de acordo com a cultivar e o clima, porém essa variação ocorre principalmente no tempo de vida da flor e na duração de suas fases. Aqui será apresentada uma sequência geral baseada nas cultivares já estudadas (Hyola 61 e Hyola 420) e que pode ser aplicada às demais, e, a seguir, uma discussão sobre as diferenças entre as cultivares.

Tudo começa com os botões florais. A fase em que esses botões florais ainda estão fechados é chamada de pré-antese. Quando esses botões estão parcialmente abertos os seus estigmas ainda não estão receptivos, ou seja, mesmo que recebam grãos-de-pólen, não oferecem condições para que esses fecundem os óvulos. As anteras estão viradas para o interior da flor, em direção ao estigma. Quando as pétalas já estão totalmente abertas o estigma já está receptivo e, assim, se receber os grãos-de-pólen, permite sua germinação. O que é e o que ocorre após a germinação dos grãos-de pólen será explicado na sessão seguinte. Nesse estágio, as anteras já estão abertas e o pólen disponível. Ao invés de estarem viradas para o interior da flor, agora as anteras estão viradas para o exterior da flor, em direção às pétalas. Conforme as flores envelhecem o pistilo cresce em altura, ultrapassando os estames longos (Figura 3). Quando a flor atinge a senescência o estigma não está mais receptivo, há pouca disponibilidade de pólen e as pétalas caem.

As flores de canola permanecem abertas de 12 a 96 horas, sendo que o período em que podem ser fertilizadas varia entre 4 a 24 horas. As cultivares com maior tempo de antese permanecem mais tempo receptivas. A cultivar Hyola 420 é a que apresentou menor tempo de antese (12h) entre as já estudadas, sendo que Hyola 61 (36h) e CTC-4 (entre 24 e 48h) apresentaram tempo intermediário e Hyola 432, o maior tempo (72h).

Figura 2 (à direita) – Órgãos reprodutivos das flores de canola.

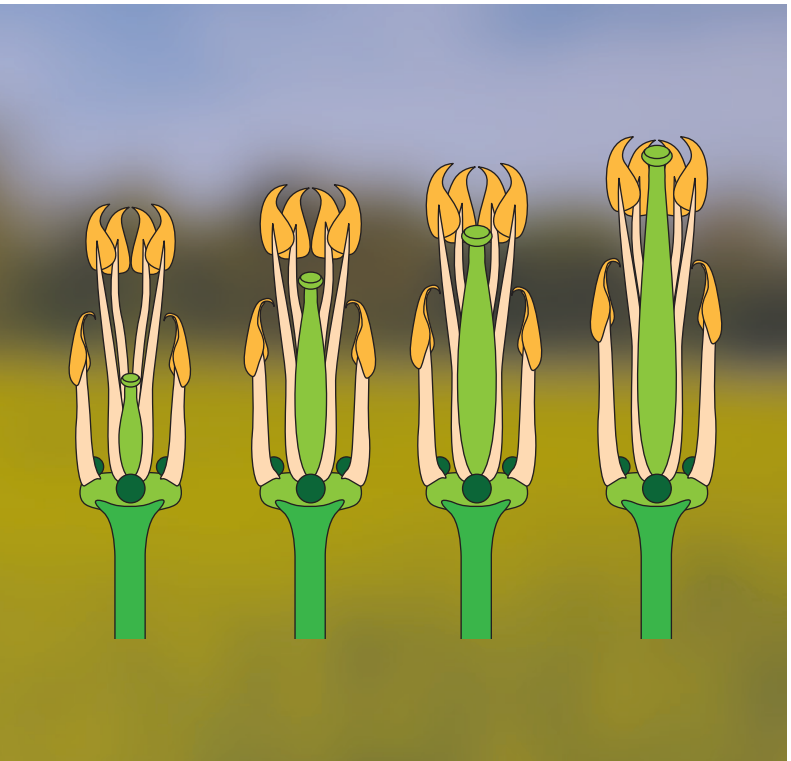

Gineceu
Estigma
Estilete
Ovário
Óvulos
Androceu
Antera
Estilete



## Polinização e sistema reprodutivo

A polinização é o transporte dos grãos de pólen das anteras para o estigma de uma flor. Ela é classificada em dois tipos: autogamia ou autopolinização – quando a polinização ocorre em uma mesma flor ou entre flores diferentes pertencentes a um mesmo indivíduo (Figura 4A); xenogamia ou polinização cruzada – quando a polinização ocorre entre flores de indivíduos diferentes (Figura 4B). Esse transporte é feito por diversos agentes polinizadores, os quais podem ser abióticos ou bióticos. Os agentes abióticos podem ser a água ou o vento, por exemplo. Já os agentes bióticos são animais como morcegos, aves e insetos, que são atraídos pelas flores geralmente em busca de alimento.

Figura 3 – Variação do tamanho do pistilo em flores de canola de diferentes idades. As pétalas foram removidas das flores para expor os órgãos sexuais masculinos e femininos.



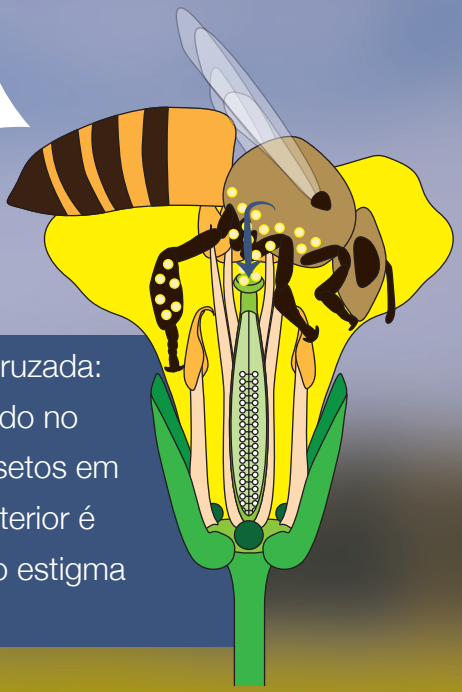
É com a polinização que se inicia o processo de reprodução das plantas. Após o depósito dos grãos de pólen no estigma receptivo, eles germinam. A germinação é o processo de crescimento do tubo polínico, o qual cresce dentro do estilete em direção ao ovário. No ovário, o tubo polínico penetra em um óvulo e o material genético do grão de pólen se une com o material genético do óvulo, ocorrendo a fecundação. Dessa maneira, o tubo polínico serve como meio de transporte do material genético do grão de pólen, que permanece no estigma, para o óvulo. Após a fecundação os óvulos se transformam em sementes e estimulam o crescimento do ovário, que se transforma em fruto. Na canola esse fruto é chamado de síliqua (Figura 5).

O sistema reprodutivo de uma planta se refere ao tipo de polinização (cruzamento) que ela necessita para produzir frutos. Há espécies de plantas em que a autopolinização não resulta na formação de frutos devido a diversos mecanismos genéticos de autoincompatibilidade. Esses mecanismos impedem a germinação ou o crescimento do tubo polínico no estilete das flores, ou ainda causam o aborto de sementes. Exemplos de espécies autoincompatíveis são a maçã e o maracujá. Nessas

Figura 4 (à direita) – Tipos de polinização: A) Autopolinização; B) Polinização cruzada.



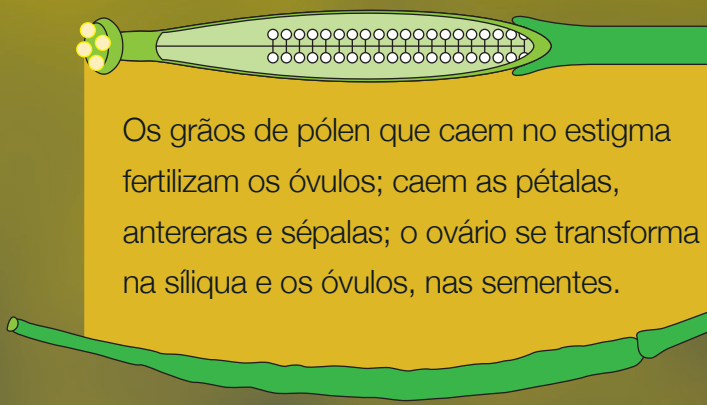
Autopolinização: o pólen das anteras cai no estigma com o balanço da flor pelo vento ou com a visita de insetos.



Polinização cruzada: o pólen aderido no corpo dos insetos em uma visita anterior é transferido ao estigma de outra flor.



Ao visitar as flores o pólen adere ao corpo do visitante.



Os grãos de pólen que caem no estigma fertilizam os óvulos; caem as pétalas, antereras e sépalas; o ovário se transforma na síliqua e os óvulos, nas sementes.



espécies a polinização cruzada é obrigatória para a produção de sementes e frutos. No entanto, também há espécies de plantas que apresentam autocompatibilidade, e, assim, a autopolinização resulta na produção de sementes e frutos.

A canola é autocompatível e, dessa maneira, tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada resultam em frutos e sementes. É provável que as flores sejam mais susceptíveis à autopolinização durante o início da antese, quando as anteras estão viradas para o interior da flor e o estigma está abaixo delas, facilitando que o pólen caia sobre o estigma. Já quando o estigma ultrapassa a altura das anteras não é possível que o pólen da própria flor caia sobre ele. A autopolinização realizada por um agente polinizador, como um inseto, ainda é possível, mas os pesquisadores supõem que esse seja um mecanismo que favorece a polinização cruzada.

Os agentes polinizadores de canola são insetos, principalmente abelhas. Nos capítulos seguintes serão discutidos os efeitos da polinização por insetos na produtividade, ou seja, na quantidade e características das síliquas, como número e peso das sementes.

Figura 5 – Desenvolvimento da flor de canola da fase de botão até a formação da síliqua.





Habitats florestais e campestres próximos às lavouras abrigam polinizadores que contribuem para aumentar a produtividade das safras.

**Em escala global, o valor do serviço de polinização prestado por *A. mellifera* representou 153 bilhões de euros, o equivalente a 9,5% do valor da produção agrícola, em 2005.**





# Importância de *Apis mellifera* na polinização e produtividade de canola

**Rosana Halinski**

Os insetos são importantes na polinização de diversas culturas, entre elas a canola, pois interferem diretamente na produtividade, ou seja, na qualidade e quantidade de grãos formados. Dentre os insetos, as abelhas se destacam como efetivos polinizadores de canola. A abelha mais utilizada em culturas agrícolas para a polinização atualmente é *A. mellifera*, conhecida como abelha melífera ou doméstica (Figura 1). É uma espécie exótica originada da Europa e da África e que foi disseminada em todo o mundo.

Embora estudos mostrem que a canola seja autofértil, pode haver um aumento na produtividade devido à visitação de insetos às flores, tendo como principal agente polinizador a *A. mellifera*, em função de sua abundância, como discutiremos a seguir. Dessa maneira, a introdução de colmeias nas lavouras aumenta a produtividade da cultura (Figura 2). No Canadá, por exemplo, estudos constataram um aumento de 46% na produtividade com a introdução de três colônias de *A. mellifera* por hectare (Tabela 1). No Rio Grande do Sul, na cidade de Três de Maio, estudos na canola cultivar 432, mostraram que a

Tabela 1 - Estudos sobre o aumento de produtividade de canola com a introdução de colônias de *A. mellifera* nas lavouras em diferentes regiões.

| Canola (cultivar) | Nº de colônias / hectare | Aumendo de produtividade (%) | Local | Autor/Ano |
|---|---|---|---|---|
| Artus, Spirit e Bilbao | 6,5 | 50,34 | Chile | Durán et al., 2010 |
| Hyola 357RR, LG3235RR e Invigor247LL | 3 | 46 | Québec | Sabbahi et al., 2005 |
| Karoo | não consta | 18 | Austrália | Smith, 2002 |
| Karoo | 1 | >20 | Austrália | Manning & Wallis, 2005 |

Figura 1 (à esquerda) – *Apis mellifera* visitando flores de canola.



## CAPÍTULO 3

*A. mellifera* pode aumentar até 70% a produtividade, mostrando que essa abelha é eficiente polinizadora da cultura e pode ser manejada para esse fim. Outras pesquisas realizadas no Estado, nos municípios de Estrela, Esmeralda e Guarani das Missões mostraram que, embora outras espécies de abelhas estivessem presentes na canola, a maior abundância foi de *A. mellifera*. Esse fato pode ser atribuído ao seu comportamento social, com numerosos indivíduos, hábito alimentar generalista (se alimenta de diversas flores) e colônias perenes. Além disso, *A. mellifera* possui estratégias de recrutamento em massa e habilidade de comunicar o local e a disponibilidade de alimento, o que a torna uma forte competidora com as demais abelhas.

Atualmente, a apicultura tem ganhado maior visibilidade no cenário econômico brasileiro com o aumento da produção de mel ao longo dos anos e o avanço nas pesquisas sobre polinização. Aliada a isso, a importância dos polinizadores nas áreas agrícolas tem sido percebida pelos produtores que cada vez mais fazem consórcio com apicultores para aumentar a produtividade. Por exemplo, na cultura da maçã essa prática já é usual. Enquanto o produtor de maçã precisa das abelhas para os serviços de polinização e produção da cultura, o apicultor precisa das floradas para que suas colônias se alimentem e produzam mel, assim ambos se beneficiam. A canola, por ser uma cultura de inverno (período de escassez de alimentos), representa uma possibilidade para fortalecer as colônias de abelhas, no entanto, poucos consórcios foram estabelecidos até agora no Brasil. Assim, é desejável, que apicultores e produtores de canola estreitem relações e estabeleçam consórcios, pois ambos se beneficiam (Tabela 2).

Tabela 2 – Benefícios do consórcio entre apicultor e produtor.

| Apicultor | Agricultor |
|---|---|
| Alimento para abelhas em período de escassez | Abelhas polinizando na lavoura |
| Aumento da quantidade de mel produzido | Aumento da produção de grãos |
| Aumento no lucro do mel | Aumento no lucro das sacas de grãos |

Figura 2 (à direita) – Colmeias de *A. mellifera* colocadas junto de lavoura de canola.





**Presença de áreas de solo sem cobertura vegetal beneficia as abelhas que nidificam no solo e estimula a presença de polinizadores nas áreas de cultivo.**



# Polinizadores nativos presentes em lavouras de canola no Rio Grande do Rul

**Sidia Witter e Flavia Tirelli**

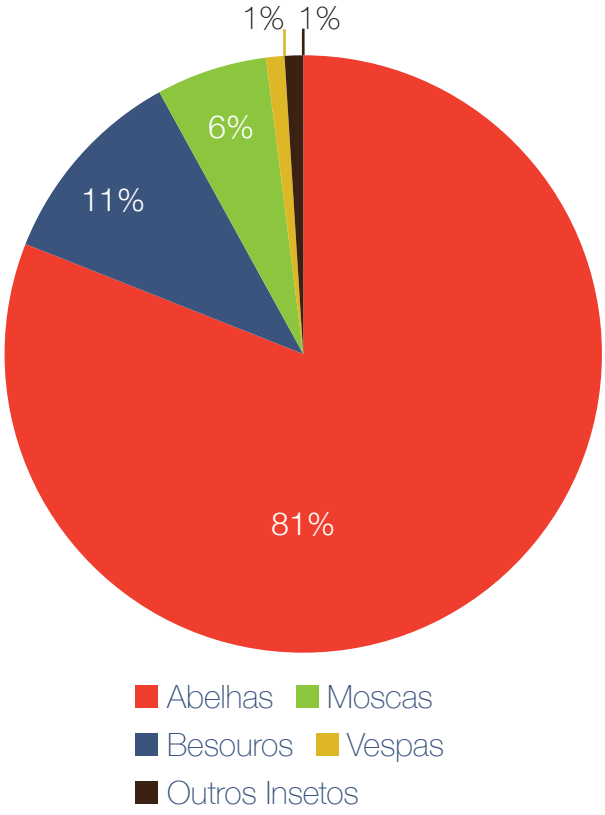
Na agricultura, as abelhas são os mais importantes polinizadores, e *A. mellifera* é a principal espécie manejada para a polinização. Com o declínio das populações da abelha melífera surgiu uma grande preocupação: as perdas extensivas de colônias dessa espécie poderiam afetar a produção de alimentos no mundo?

Os dados alarmantes sobre o fenômeno conhecido como CCD (Colony Collapse Disorder) ou desaparecimento das abelhas têm alertado cientistas, apicultores e agricultores para o risco da dependência de uma única espécie de polinizador para a agricultura. Assim, a identificação de polinizadores alternativos, seu potencial para polinização das diversas culturas e a conservação de suas populações nativas de cada região precisam de mais atenção.

Outra questão a ser considerada em relação aos serviços de polinização prestados por *A. mellifera* é que, apesar dessa espécie ser responsável pela polinização de 95 culturas só nos Estados Unidos, um estudo recente com dados mundiais revelou que as espécies de abelhas nativas podem ser, em geral, mais eficientes que ela e constituem uma importante fonte de polinização.

A abundância e riqueza de insetos polinizadores em flores de canola variam de uma região para outra. Em lavouras de canola no Rio Grande do Sul, registraram-se insetos nativos de diversos grupos, predominantemente abelhas (Hymenoptera), moscas (Diptera) e besouros (Coleoptera) (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Insetos registrados em flores de canola em Guarani das Missões, RS, 2011.





## CAPÍTULO 4

O maior percentual de insetos capturados com rede entomológica nas flores de canola no Rio Grande do Sul foi de abelhas (Figura 1), com a presença marcante da abelha melífera.

Abelhas nativas de 38 espécies das famílias Colletidae, Andrenidae, Halictidae e Apidae foram registradas em lavouras de canola no Estado, sendo as mais abundantes Apidae e Halictidae (Figuras 3 e 4; Quadro 1).

Representantes dessas duas famílias são encontrados o ano todo em flores. Esse dado é indicativo de seu potencial polinizador, já que a canola é uma cultura de inverno e precisa de polinizadores disponíveis nesse período. As diversas espécies de abelhas apresentam diferentes padrões de atividade mensal ou sazonal. Há uma diminuição da atividade das abelhas durante os meses mais frios (maio a setembro), e em parte desse período ocorre a floração de canola.

As espécies de abelhas encontradas nas lavouras de canola apresentam diferentes graus de sociabilidade. Algumas são sociais como as abelhas sem ferrão, e podem ser manejadas para polinização das culturas, assim como a abelha melífera (Figura 5). Entretanto, a grande maioria das espécies de abelhas é solitária ou apresenta graus de socialidade inferior à abelha doméstica, o que







Figura 2 (à direita) – Insetos registrados em flores de canola: A) Abelha (Andrenidae); B) Abelha jataí (*Tetragonisca fiebrigi*); C) e D) Besouro (Coleoptera); E) Mariposa (Lepidoptera); F) Vespa (Hymenoptera); G) Mosca (Diptera); H) e I) Borboletas (Lepidoptera). Guarani das Missões, RS, 2011.


B
C
D
F
G
H
I



dificulta o manejo de suas populações para a polinização de culturas agrícolas. No mundo há cerca de 20.000 espécies de abelhas conhecidas e mais de 90% destas são solitárias. No Brasil há registro de cerca de 1.700 espécies nominadas e no Rio Grande do Sul são conhecidas 400 espécies.

Abelhas solitárias, como o próprio nome diz, vivem sozinhas. A fêmea emerge do ninho e após ser fecundada constrói e cuida do seu próprio ninho, produzindo um número geralmente reduzido de descendentes. A fêmea fundadora do ninho morre antes das crias tornarem-se adultas impossibilitando o contato entre as gerações, ou seja, entre mãe e filhos.

As espécies de Colletidae e Andrenidae são exemplos de abelhas solitárias observadas nas flores de canola (Figura 6). Essas duas famílias apresentaram maior abundância e número de espécies em Guarani das Missões.

Estudos mostram que espécies de Andrenidae são particularmente abundantes na primavera, a exemplo de *Rhophitulus*, *Anthrenoides*, *Psaenythia* e *Callonychium* (ver Capítulo 7, Quadro 3), o que também foi constatado em lavouras de canola no RS. Essas abelhas solitárias podem contribuir nos serviços de polinização no período de floração de canola quando aumenta a demanda por esse serviço.

Figura 3 – Abelhas nativas em flores de canola: A) exemplar da família Apidae; B) fêmea da família Halictidae.

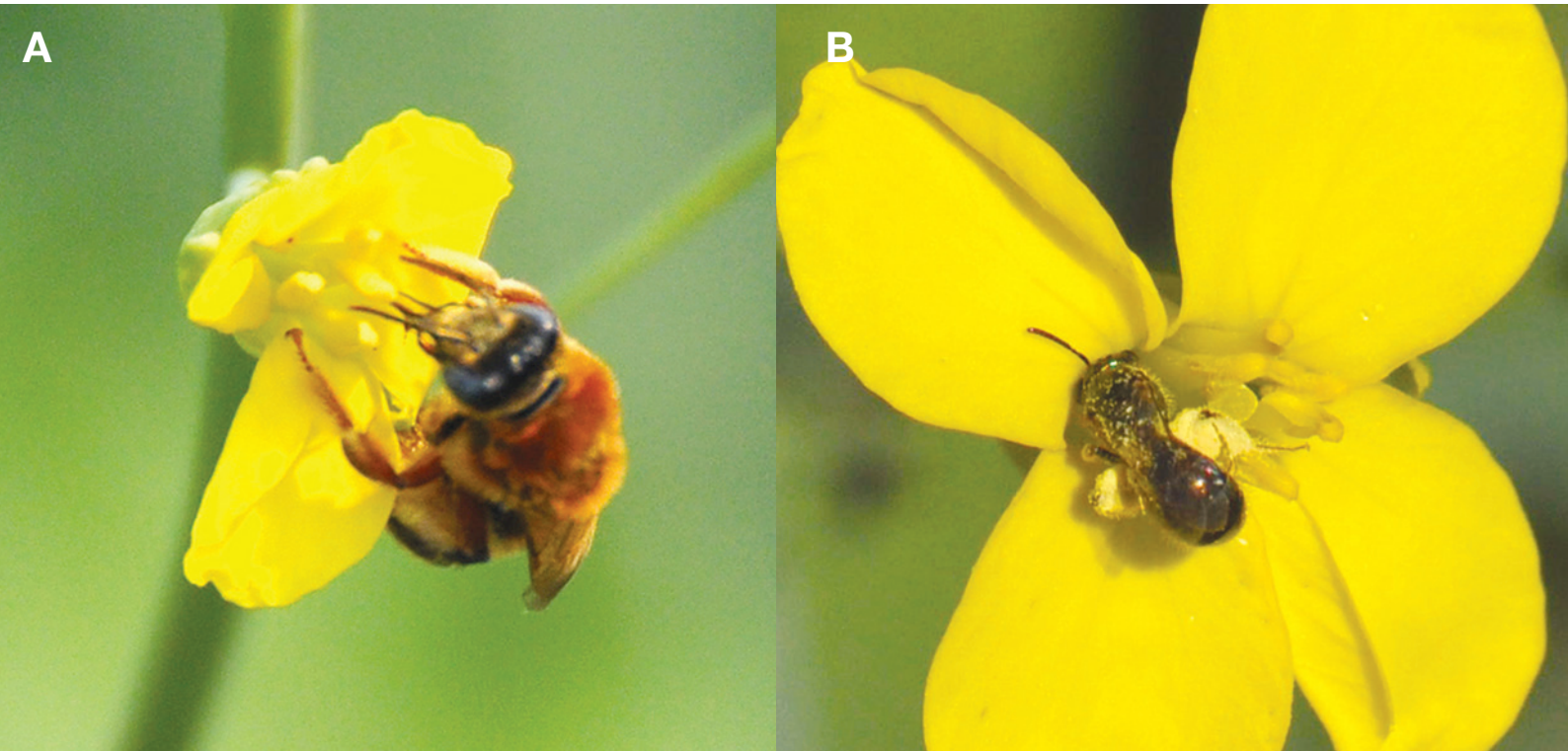




Figura 4 – Percentual de indivíduos por família de abelhas amostrados em lavouras de canola em Esmeralda, Estrela e Guarani das Missões, RS.

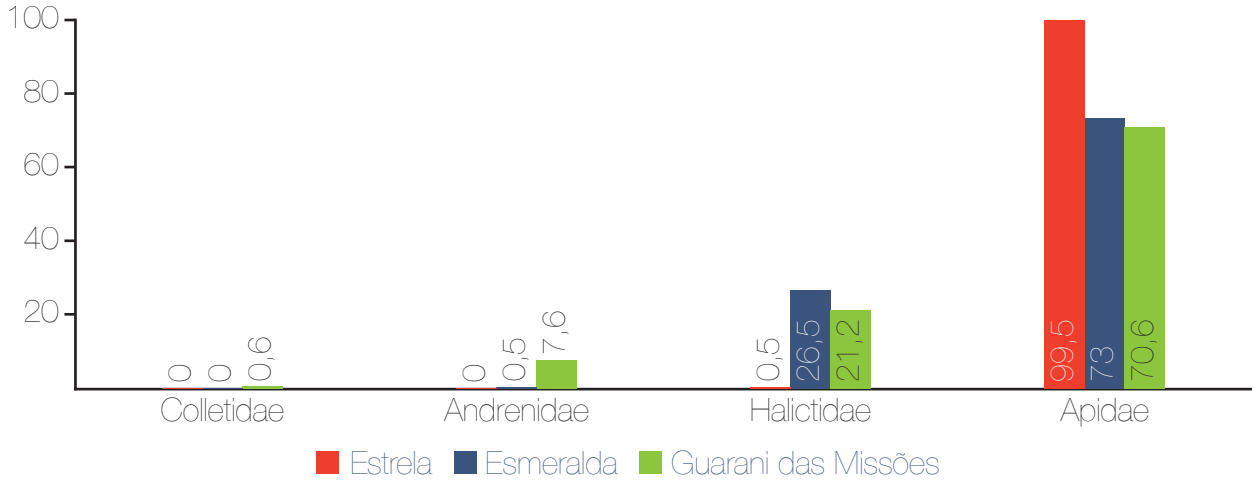



Figura 5 – Estrutura do ninho da espécie social de abelha sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* conhecida popularmente como iraí: A) favo de cria; B) potes de alimentos.



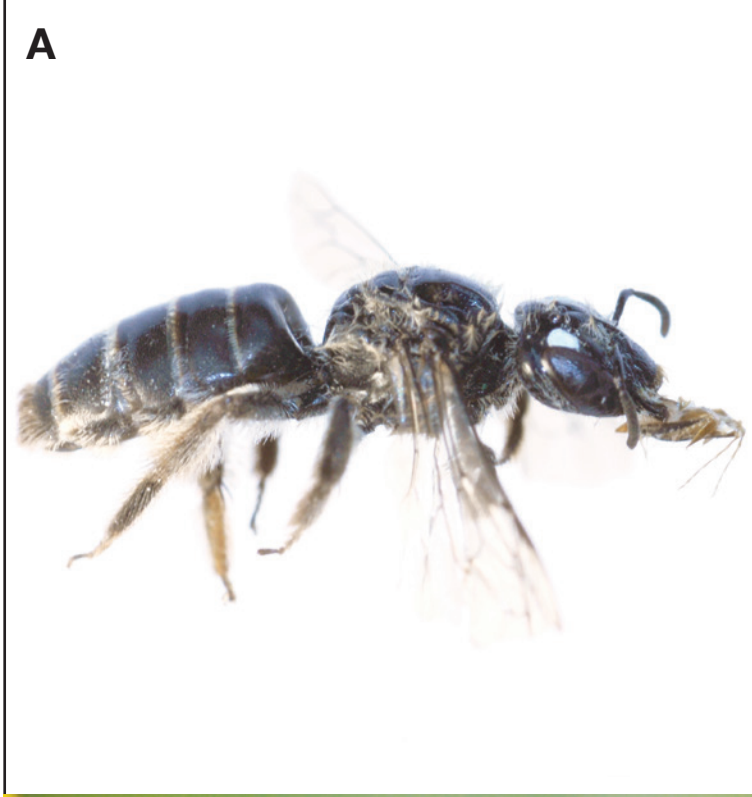


## CAPÍTULO 4

Abelhas sociais vivem em colônias onde existe uma rainha, responsável pela reprodução, operárias que realizam os trabalhos para o ninho, e machos. Nessas colônias há cuidado com a cria e sobreposição de gerações (convívio entre a mãe e os filhos). Esse grupo, ao contrário do que se pensa, é pequeno, representando menos de 10% das espécies de abelhas conhecidas, a exemplo das abelhas melíferas (*A. mellifera*) e das abelhas sem ferrão (Meliponini) (Figura 5).

Nas áreas de produção de canola no Rio Grande do Sul, foram identificadas oito espécies de abelhas sem ferrão (Quadro 1). As espécies mais abundantes foram a bieira (*Mourella caerulea*) e a tubuna (*Scaptotrigona bipunctata*) em Esmeralda e jataí (*Tetragonisca fiebrigi*) e mirim emerina (*Plebeia emerina*) em Guarani das Missões (Figura 7). Essas espécies são polinizadoras de canola nessas regiões, pois coletam néctar e pólen tocando partes masculinas e femininas das flores, e, com exceção da bieira que nidifica no solo, as outras espécies podem ser manejadas para os serviços de polinização com a prática da meliponicultura.

Entre esses dois extremos de organização solitária e social existem categorias intermediárias que se diferenciam pela presença e domínio de uma rainha. Como exemplos deste grupo de abelhas nas flores de canola citam-se as espécies da família Halictidae. Alguns estudos já indicam



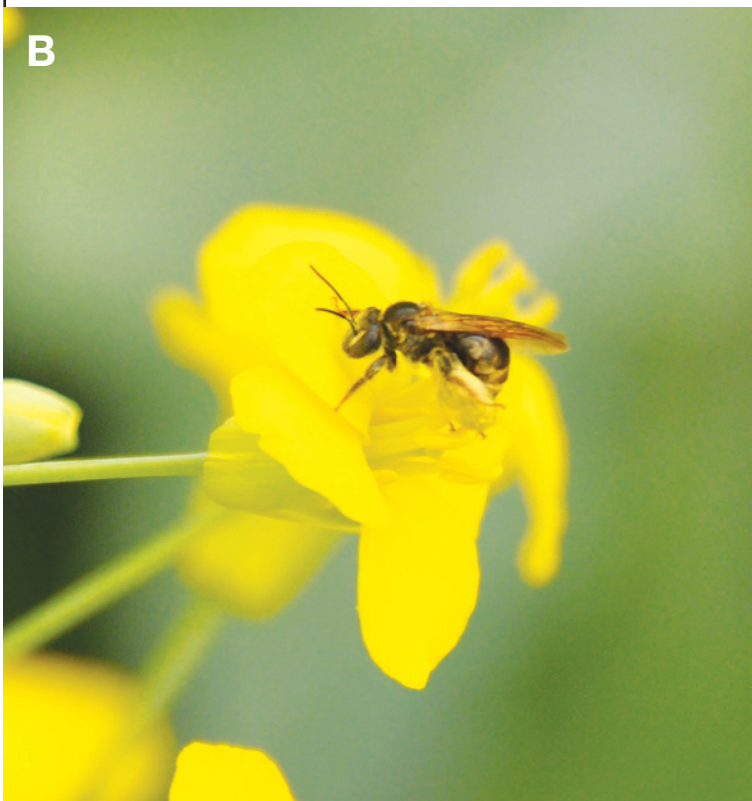




Figura 6 (à direita) – Exemplares de abelhas solitárias registradas em lavouras de canola: A) Colletidae; B) Andrenidae em flor de canola.










espécies de Halictidae para a polinização das flores de canola. No Rio Grande do Sul destaca-se a espécie *Pseudagapostemon tesselatus* pela abundância nas lavouras de canola tanto em Esmeralda quanto em Guarani das Missões (Figura 8).

Pesquisas mostram que a alta abundância de abelhas nativas pode aumentar a produtividade de canola havendo uma relação positiva entre a abundância de abelhas nativas e a redução nos déficits de polinização da cultura.

Figura 7 (à esquerda) – Abelhas sem ferrão em flores de canola: A: Bieira (*Mourella caerulea*); B: Jataí (*Tetragonisca fiebrigi*); C: Mirim emerina (*Plebeia emerina*).

Figura 8 – *Pseudagapostemon tesselatus* (Halictidae) espécie de abelha nativa mais abundante em flores de canola.





Quadro 1 – Espécies de abelhas registradas em lavouras de canola nos municípios de Esmeralda (ESM), Estrela (EST) e Guarani das Missões (GM), Rio Grande do Sul de 2010 a 2012.

| Família | Espécie | Nome popular | Município |
|---|---|---|---|
| **Colletidae** | *Hexantheda missionica* Ogloblin, 1940 | - | GM |
| **Andrenidae** | *Anthrenoides eloi* Urban, 2008 | - | GM |
| | *Anthrenoides petuniae* Urban, 2005 | - | GM |
| | *Anthrenoides ornatus* Urban, 2005 | - | GM |
| | *Callonychium petuniae* Cure & Wittmann, 1990 | Abelha da petúnia | GM |
| | *Psaenythia* sp. | - | GM |
| | *Rhophitulus reticulatus* (Schlindwein & Moure, 1998) | - | GM |
| | *Rhophitulus* sp. | - | ESM |
| **Halictidae** | *Augochlora amphitrite* (Schrottky, 1909) | Abelha do suor | ESM - GM |
| | *Augochlora* spp. | | GM |
| | *Augochlorella* sp. Sandhouse, 1937 | | ESM - GM |
| | *Augochloropsis melanochaeta* Moure, 1950 | | GM |
| | *Augochloropsis* spp. | | ESM - GM |
| | *Caenohalictus* spp. | | ESM |
| | *Dialictus pabulator* (Schrottky, 1910) | | ESM |
| | *Dialictus* spp. | | ESM - EST - GM |
| | *Neocorynura* sp. | | GM |
| | *Paraxystoglossa* cf. *brachycera* Moure, 1960 | | ESM |
| | *Pseudagapostemon* spp. Schrottky, 1909 | | ESM - GM |
| | *Pseudagapostemon olivaceosplendens* (Strand, 1910) | | ESM - GM |
| | *Pseudagapostemon pruinosus* Moure & Sakagami, 1984 | | GM |
| | *Pseudagapostemon tesselatus* Cure, 1989 | | ESM – EST – GM |
| **Apidae** | *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 | Abelha melífera | EST |
| | *Bombus pauloensis* Friese, 1913 | Mamangava de chão | GM |
| | *Ceratina* spp. | - | GM |
| | *Exomalopsis perikalles* Silveira & Almeida, 2009 | - | GM |
| | *Exomalopsis* sp. | - | ESM |
| | *Mourella caerulea* (Friese, 1900) | Mirim de chão, bieira | GM |
| | *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836) | Iraí | ESM - GM |
| | *Plebeia emerina* (Friese, 1900) | Mirim | EST – ESM – GM |
| | *Plebeia nigriceps* (Friese, 1901) | Mirim mosquito | EST – ESM – GM |
| | *Scaptotrigona bipunctata* (Lepeletier, 1836) | Tubuna | EST – ESM |
| | *Schwarziana quadripunctata* (Lepeletier, 1836) | Mel de chão | EST - GM |
| | *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz, 1938) | Jataí | ESM |
| | *Thygater mourei* Urban, 1961 | - | GM |
| | *Thygater* sp. | - | EST – GM |
| | *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) | Irapuá | GM |
| | *Xylocopa* sp. | Mamangava de pau | EST |

# Valor dos serviços ambientais de polinização

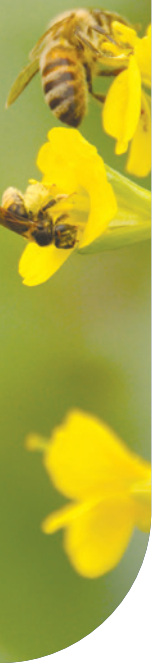
**Rosana Halinski**

O serviço de polinização é fundamental para manutenção da biodiversidade, alimentação humana (polinização eficaz resulta em maior qualidade e quantidade de frutos e sementes) e produção de biocombustíveis. Em dados monetários, pesquisa realizada por Costanza e colaboradores, em 1997, demonstrou que o serviço de polinização representa 112 bilhões de dólares/ano de um total de 33 trilhões de todos os serviços ecossistêmicos. Já no ano de 2009, outros pesquisadores estimaram o valor do serviço de polinização em 200 bilhões de dólares/ano. Na América do Sul, em 2010, esse valor foi estimado em 11,6 bilhões de euros por ano.

Sabe-se que 75% das culturas agrícolas no mundo dependem de polinização por animais. As abelhas são consideradas as mais eficientes, pois são dependentes de recursos florais para sua própria alimentação e da sua cria. Possuem o corpo coberto por pelos ramificados, o que facilita a aderência dos grãos de pólen, e estruturas especializadas para transporte do pólen (Figura 1).

Figura 1 – Abelha melífera com carga de pólen nas corbículas (estruturas de transporte de pólen), em flor de canola.



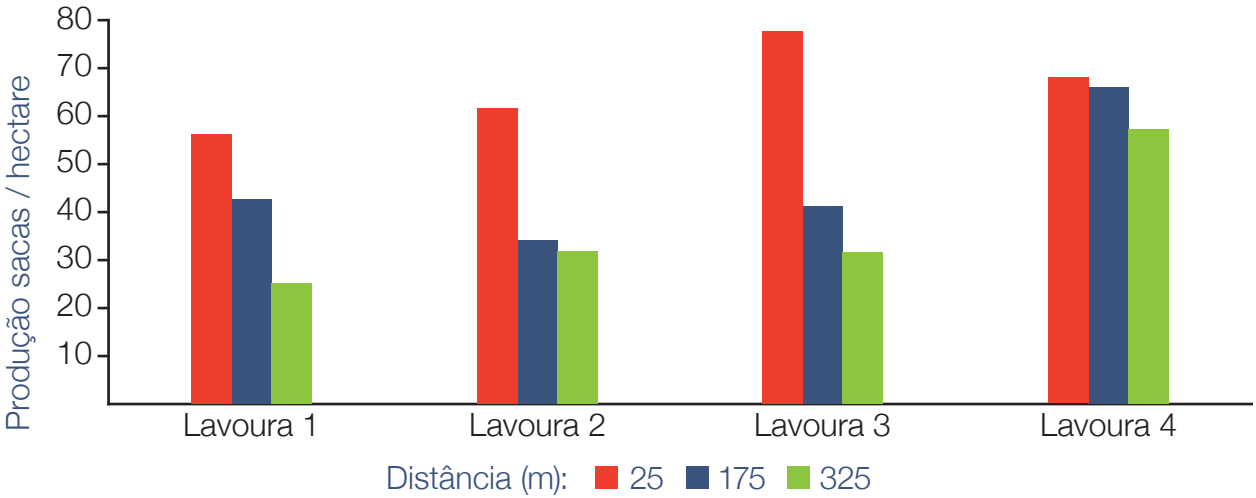


Estudos em culturas agrícolas indicam que há declínio de polinizadores conforme aumenta a distância de remanescentes florestais, ocasionando assim uma diminuição de produtividade. Os entornos dos plantios podem oferecer suporte à permanência das abelhas ao longo do ano. As áreas seminaturais são fundamentais para as abelhas para obtenção de recursos alimentares e de locais para construção dos ninhos e reprodução. Ainda pode-se dizer que a quantidade necessária de polinizadores depende da espécie e variedade da cultura e das condições climáticas nas respectivas áreas agrícolas.

Para avaliar o potencial de rendimento de uma cultura, calcula-se o rendimento máximo quando as condições são ótimas, ou seja, o máximo de produção de grãos de canola quando os polinizadores e fatores abióticos são favoráveis. Nesse sentido, no Rio Grande do Sul, o efeito da distância de remanescentes florestais na produção de grãos e no valor econômico da canola (Hyola 420) alterou o rendimento das lavouras. Quanto mais próximas dos remanescentes florestais as áreas avaliadas se localizavam, maiores as quantidades de grãos formados e de sacas colhidas por hectare (Figura 2).

Assim, os remanescentes florestais apresentaram um importante papel no rendimento dos grãos de canola e, consequentemente, no lucro da safra para os agricultores. Os agricultores devem preservar as áreas de capões ou remanescentes florestais, pois são elas que fornecem suporte aos polinizadores. Outras recomendações de manejo de polinizadores são apresentadas no capítulo 7.

Figura 2 – Produção de grãos de canola em sacas por hectare nas distâncias de 25 m, 175 m e 325 m da borda dos remanescentes florestais, no município de Esmeralda, RS, segundo Halinski (2013).



**Quanto mais próximas dos remanescentes florestais as áreas avaliadas se localizavam, maiores as quantidades de grãos formados e de sacas colhidas por hectare.**





**Áreas seminaturais associadas a ecossistemas agrícolas (paisagem heterogênea), como vista na foto, fornecem alimentos e locais para construção dos ninhos das abelhas, sendo amigáveis aos polinizadores.**

# A paisagem do entorno das plantações de canola do Rio Grande do Sul

**Rosane Maria Lanzer, Gisele Agra e Alois Eduard Schäfer**

## Diversidade de habitats e polinizadores

A intensificação da agricultura com o aumento da utilização de pesticidas tem sido identificada como uma das principais ameaças à biodiversidade. Esse cenário é agravado por mudanças na paisagem, devido ao aumento das áreas de cultivo e da perda gradual dos recursos naturais. Essa situação pode conduzir ao rompimento das interações entre plantas e polinizadores. Portanto, a perda de habitats é prejudicial para os polinizadores e consequentemente para a reprodução sexuada de plantas.

A abundância e a diversidade de polinizadores variam conforme a estrutura da paisagem. Variações na estrutura da paisagem podem ser caracterizadas pela diversidade e proporção de habitats favoráveis aos polinizadores e o tamanho e arranjo espacial destes. A caracterização da paisagem no entorno de lavouras de canola é, dessa forma, importante para se estimar a ação de polinizadores na cultura.

## Caracterização da paisagem agrícola

A estrutura das paisagens, determinada a partir de imagens de satélite (Landsat TM 5, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e processada por meio de programa computacional (ENVI® – Environment for Visualizing Images ArcGIS®) é uma ferramenta útil para caracterizar e dimensionar a qualidade dos habitats no entorno de cultivos dependentes de polinizadores.

Uma análise da paisagem de entorno de lavouras de canola em três municípios produtores da cultura no Rio Grande do Sul (Figura 1) classificou o uso da terra em áreas artificiais, áreas agrícolas, áreas florestais, seminaturais e corpos hídricos.



Figura 1– Municípios no Rio Grande do Sul cuja paisagem de entorno das lavouras de canola foi analisada em 2010 e 2011.



O estudo realizado considerou um raio de 2 km do centro das lavouras, subdividido em raios de 500, 1.000 e 2.000 metros, os quais representam escalas espaciais concêntricas, escolhidas de acordo com distâncias de voo e forrageamento das abelhas (Figuras 2, 3 e 4).

Figura 2 – Classes de uso do solo no entorno de lavouras de canola analisadas em raios de 500 m, 1.000 m e 2.000 m no município de Esmeralda, RS, em 2010 e 2011.

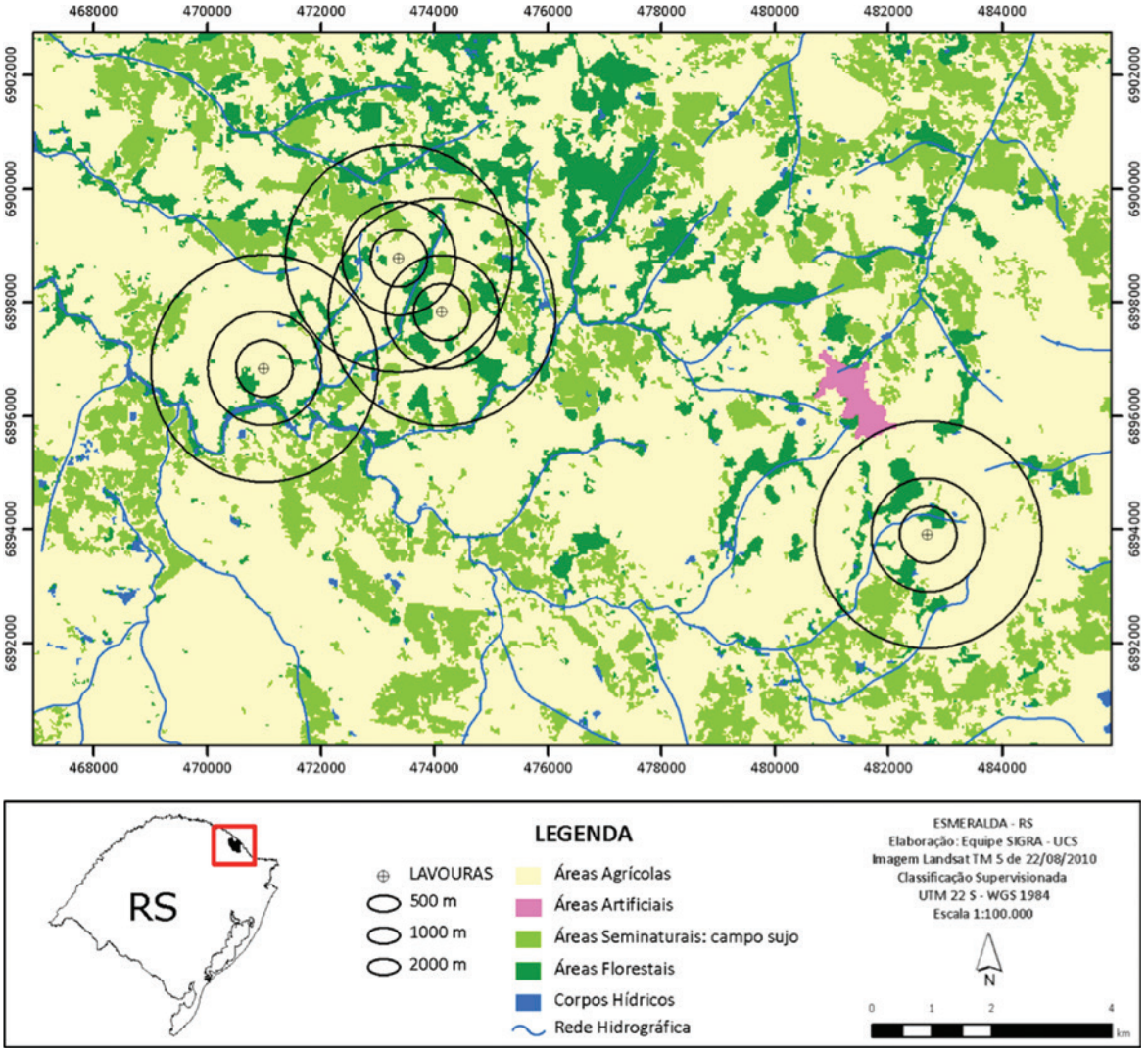


Figura 3 – Classes de uso do solo no entorno de lavouras de canola analisadas em raios de 500 m, 1.000 m e 2.000 m no município de Estrela, RS, em 2010.

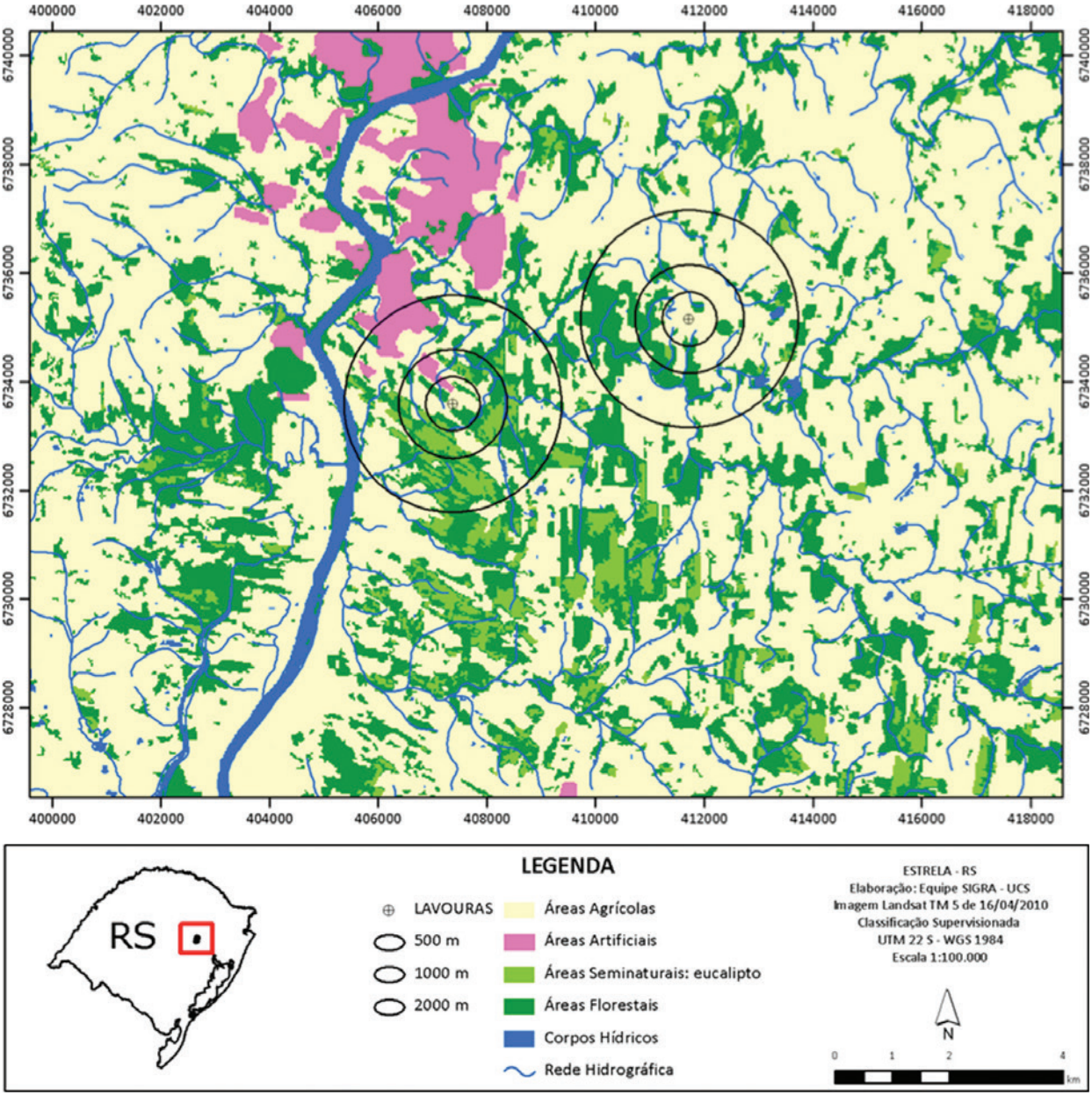
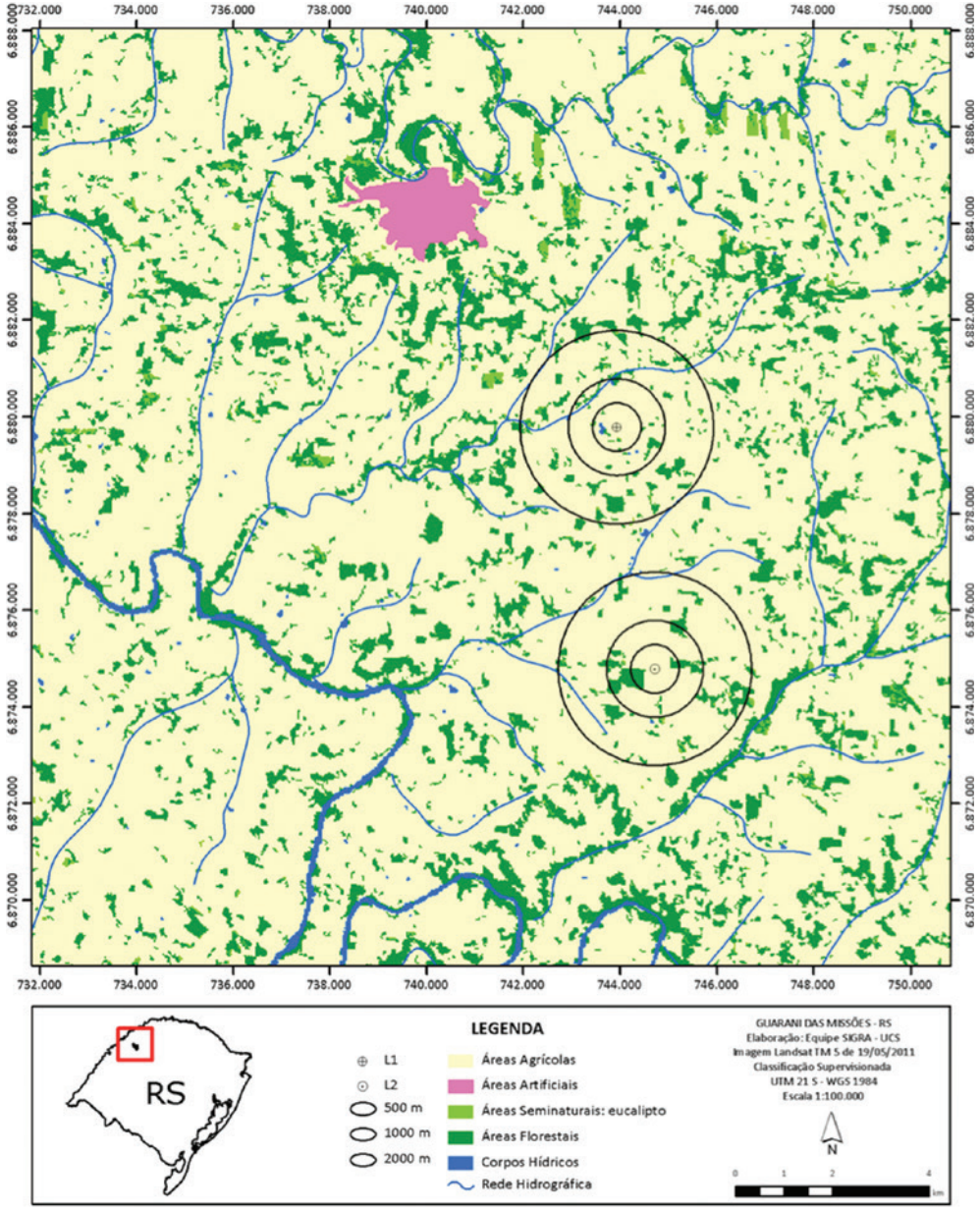


Figura 4 – Classes de uso do solo no entorno de lavouras de canola analisadas em raios de 500 m, 1.000 m e 2.000 m no município de Guarani das Missões, RS, em 2010 e 2011.



A classe de áreas agrícolas se constitui na maior cobertura nos três municípios, seguida de áreas florestais e seminaturais (Figura 5). Somente em Estrela foi constatada a classe de áreas artificiais, com pequena cobertura.

Outra análise realizada em Guarani das Missões, no Rio Grande do Sul, em 2011, considerando o entorno de oito lavouras de canola, identificou que a paisagem é homogênea, com predominância de áreas agrícolas (Tabela 1). A abundância e riqueza de abelhas nativas foram muito baixas, e a abelha melífera destacou-se como a visitante floral predominante nas flores da cultura.

De acordo com as considerações apresentadas no capítulo anterior, as áreas seminaturais (remanescentes de mata) são redutos de polinizadores e, assim, sua presença resulta no aumento da produtividade nas lavouras de canola.

A reduzida quantidade de áreas amigáveis aos polinizadores nas regiões estudadas é uma das causas da baixa abundância e diversidade de abelhas detectadas. Frente a essa realidade, práticas podem ser adotadas para promover a conservação e o aumento das populações dos polinizadores, algumas das quais são abordadas no próximo capítulo.

Figura 5 – Tipos de paisagem encontrados no entorno de 2 km nos municípios de Esmeralda, Estrela e Guarani das Missões.

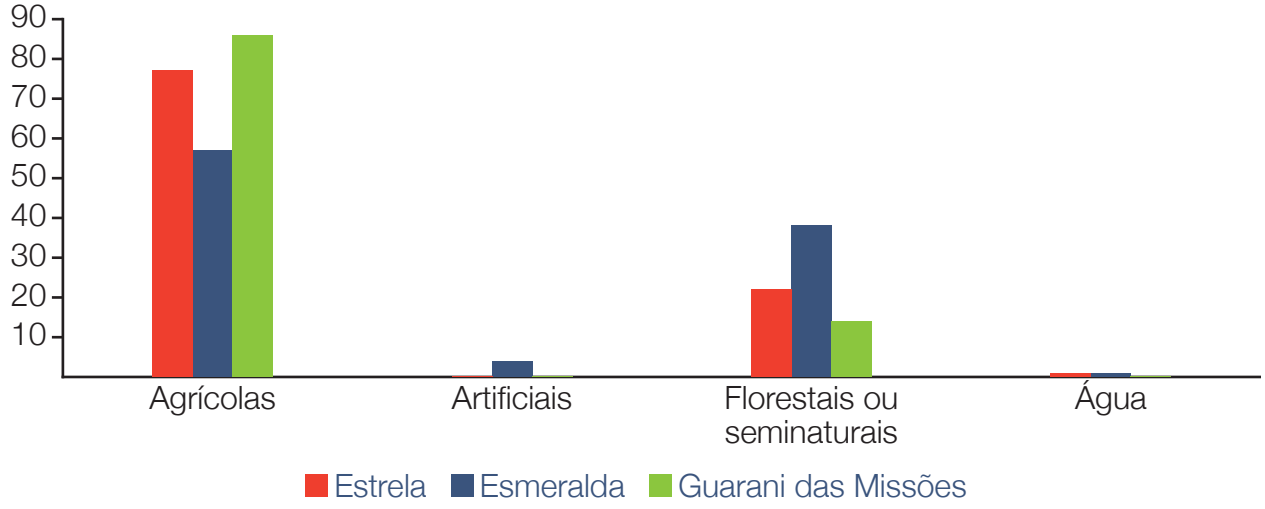


Tabela 1 – Percentuais de áreas seminaturais (SN), áreas florestais (F) e áreas agrícolas (A) nos raios de 500 m, 1.000 m e 2.000 m no entorno de seis lavouras de canola em Guarani das Missões, RS, 2011.

| Área (%) | SN500 | SN1000 | SN2000 | F500 | F1000 | F2000 | A500 | A1000 | A2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L1 | 0,23 | 0,3 | 0,35 | 10 | 6,04 | 12 | 90 | 94 | 87 |
| L2 | 0 | 0 | 0,16 | 2,5 | 9 | 16 | 97 | 91 | 81 |
| L3 | 0 | 0 | 0 | 21 | 13 | 13 | 74 | 79 | 82 |
| L4 | 0,34 | 1 | 1,6 | 5 | 8 | 9,8 | 95 | 90 | 88 |
| L5 | 0 | 2 | 2,7 | 1,2 | 9 | 11 | 99 | 90 | 85 |
| L6 | 0 | 0 | 8,4 | 2 | 7 | 10 | 98 | 93 | 81 |



**A composição da paisagem afeta os polinizadores?**

Áreas com agricultura intensiva, que apresentam estrutura de paisagem homogênea, são prejudiciais às populações de abelhas nativas. Nessas condições os serviços ambientais de polinização são prejudicados e reduzem a produtividade de canola.



**Paisagens agrícolas homogêneas, com escassez de áreas amigáveis às abelhas, perdem a parte da produção que poderia ser promovida por esses importantes polinizadores.**



**ATENÇÃO: muitos agrotóxicos podem prejudicar as populações de polinizadores, causando sua morte ou tornando-os mais susceptíveis ao ataque de doenças.**



# Práticas amigáveis aos polinizadores em áreas agrícolas

**Sidia Witter, Patrícia Nunes-Silva e Bruno Brito Lisboa**

Houve um tempo em que era relativamente fácil não perceber os benefícios dos serviços ambientais de polinização. Isso ainda é possível em determinadas áreas onde existem grandes e sustentáveis populações de abelhas, quer sejam manejadas, quer ocorram naturalmente. Nesses lugares, a polinização raramente significa um fator limitante na produtividade das culturas. Mas a paisagem de entorno dos sistemas de cultivo e a densidade de polinizadores em muitos países estão mudando profundamente, revelando que a polinização será cada vez mais insuficiente para atender às demandas de ofertas e qualidade de alimentos no século XXI. Atualmente as áreas agrícolas são muito mais extensas e há carência de habitats para sustentar os polinizadores nativos, inclusive nas lavouras de canola do Rio Grande do Sul, como vimos no capítulo anterior. À medida que a agricultura aumenta suas áreas cultivadas, a comunidade de polinizadores silvestres tende a se tornar escassa para uma polinização eficiente.

A redução das populações de polinizadores nativos já foi constatada. Entre as principais causas do declínio, estão o cultivo intensivo da terra que destrói plantas que servem como fonte de alimento e locais para construção dos ninhos, a fragmentação de habitats, queimadas e o uso indiscriminado de agrotóxicos. Em resumo, o equilíbrio estabelecido entre planta e polinizador tem sofrido sérias ameaças, reduzindo drasticamente as populações de polinizadores. As mudanças que o homem tem imposto ao meio ambiente colocam em risco não só a biodiversidade como também a produção de alimentos em todo o mundo.

Atualmente uma série de práticas amigáveis aos polinizadores tem sido sugerida para auxiliar na conservação de abelhas em áreas agrícolas e dessa forma contribuir para a manutenção dos serviços de polinização para as culturas.

## O que são práticas amigáveis aos polinizadores?

São ações que possibilitam a atração e a permanência de polinizadores em áreas agrícolas, contribuindo dessa forma para a produtividade da cultura e a conservação da biodiversidade regional. Muitas dessas ações são simples e não envolvem gastos ou dependem de baixo investimento para o agricultor.

## O que podemos fazer para ajudar as abelhas?

**1. Manter ou fornecer locais para construção de ninhos.**

As abelhas constroem seus ninhos em diversos locais (Quadro 1). Assim é importante conservar



as áreas onde eles existem e até fornecer esses substratos para que novos ninhos sejam estabelecidos.

Muitas espécies de abelhas nidificam em pequenos orifícios preexistentes ou ocos nos troncos e ramos das árvores (Figura 1; Quadro 2). Dessa maneira, é importante manter áreas com árvores próximas às lavouras, como áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente (APPs). Nesses fragmentos de florestas é recomendável também a presença de madeira em decomposição (Quadro 3), onde muitas espécies de abelhas nativas constroem seus ninhos.

Áreas de vegetação periférica, como bordas de campo, cercas vivas, margens de estradas, e matas ciliares, também fornecem locais para nidificação e ainda podem propiciar um corredor por onde os polinizadores e outros insetos benéficos podem migrar através da paisagem agrícola. A manutenção das matas ciliares, além de favorável aos polinizadores, evita a erosão e o consequente assoreamento dos recursos hídricos, conservando a qualidade e volume da água.

Muitas espécies de abelhas nidificam no solo (Figura 2; Quadro 4). Dessa forma, áreas de solo desnudo, como barrancos ou áreas livres de vegetação, também oferecem substratos de nidificação, e sua manutenção é importante.

Áreas em que as abelhas nidificam não devem

Figura 1 – A) entrada do ninho de jataí localizado em oco de árvore; B) entrada do ninho de mirim (*Plebeia nigriceps*) localizado em mourão de cerca. Guarani das Missões, RS.





ser queimadas, visto que algumas espécies constroem seus ninhos sob a vegetação. A aragem, que promove o revolvimento do solo, também é uma prática que pode destruir ninhos de abelhas estabelecidos na área (Quadro 4).

O suprimento de substratos para nidificação também pode ser feito artificialmente pelo agricultor. Para abelhas que nidificam em madeira, é possível fornecer pedaços de tronco ou então manter os mourões de madeira de cercas (Figura 1B). Caso seja necessário trocá-los, sugere-se mantê-los em áreas na propriedade. Ninhos "artificiais" de madeira que substituem troncos também podem ser confeccionados. O agricultor pode fazer furos com diferentes diâmetros em blocos de madeira e disponibilizar esses blocos no ambiente.

Outros substratos podem ser oferecidos. Muitas espécies constroem seus ninhos dentro de bambus. Para oferecer esse substrato, basta cortar os gomos dos bambus de forma a deixar um lado aberto e o outro fechado. Esses gomos podem ser distribuídos em locais protegidos do sol.

Colmeias ou armadilhas (garrafas pet) podem ser utilizadas para atrair enxames de abelhas sem ferrão (Figura 3).

Figura 2 (à esquerda) – Orifício de entrada do ninho de abelha halictidae localizado em solo desnudo próximo a lavoura de canola. Guarani das Missões, RS.


A
B



**2. Fornecer fontes alimentares.**

As abelhas se alimentam do pólen e do néctar encontrado nas flores. Assim, além de fornecer locais para a construção de ninhos, as árvores também oferecem alimento. No entanto, arbustos e herbáceas também podem ser utilizados como recursos florais. A necessidade de eliminar ervas consideradas daninhas deve ser avaliada, pois determinadas plantas podem constituir fontes alimentares importantes para as abelhas (Quadro 5).

Jardins, hortas e pomares, além de decorativos e de produtores de alimentos, também constituem importantes fontes de recursos florais para as abelhas que necessitam de uma dieta diversificada.

**3. Usar racionalmente pesticidas e herbicidas.**

Uma das causas do declínio das populações de polinizadores é o uso intensivo de pesticidas. O consumo de agrotóxicos aumentou desproporcionalmente ao da área agrícola, sendo que, nas últimas décadas, para um aumento de 78% na área plantada, o seu consumo aumentou 700%. Utilizar agrotóxicos de forma correta e/ou minimizar seu uso na propriedade é uma prática favorável às abelhas e a muitos outros insetos benéficos. Também é possível optar por agrotóxicos menos tóxicos. Essas substâncias podem causar a morte ou a alteração do comportamento das abelhas e trazer prejuízos aos serviços de polinização. Já foi comprovado que, além dos inseticidas, alguns fungicidas e herbicidas também prejudicam as abelhas.

Dentre os agrotóxicos utilizados em canola, sabe-se que Lufenuron (EC – emulsão concentrada, 75 mL i.a/100 L d'água) apresenta toxicidade para operárias adultas de A. mellifera. Embora essa toxicidade seja considerada baixa, esse químico causa a morte de larvas, inibe a oviposição da rainha e o desenvolvimento das glândulas hipofaringeanas. Essas glândulas são responsáveis pela produção de geleia real, alimento das larvas e da rainha.

Formas alternativas de aplicação também podem ser utilizadas para diminuir o impacto dos agrotóxicos sobre as abelhas. Na canola, por exemplo, a maior atividade desses insetos se concentra nas horas mais quentes do dia. A aplicação pode ser realizada no final da tarde, a fim de minimizar o contato das abelhas com os produtos, por exemplo.

Além do efeito direto da aplicação na lavoura, muitas espécies de plantas, como a canola, absorvem os resíduos de agrotóxicos, como do inseticida Imidacloprid, do solo. Estudos indicam que é possível que as plantas passem a apresentar essas substâncias em algumas partes, como no pólen. Dessa maneira, a aplicação de agrotóxicos pode influenciar também áreas próximas e plantações estabelecidas nas áreas onde anteriormente se utilizaram essas substâncias.

Figura 3 (à esquerda) – Armadilhas utilizadas para atrair enxames de abelhas sem ferrão. A) caixa-isca de madeira; B) Entradas de ninhos-isca de garrafa pet.



## Quadro 1 – Mamangavas, mamangavas-de-chão

*Bombus pauloensis* **Friese, 1913**

Figura 4 – Mamangava visitando flor de feijão.



Essa espécie ocorre nos estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo. A distribuição da espécie corresponde com a das florestas tropicais e subtropicais, bem como de campos e cerrados moderadamente secos. Existe variação no padrão de cor dos pelos do corpo ao longo de sua distribuição geográfica. Na Região Sul, possuem o corpo coberto por pelos de cor preta e com faixas amarelas.

São abelhas de grande, porte que vivem em sociedade onde as rainhas são de tamanho maior que as operárias e machos. Os ninhos podem ser subterrâneos, estabelecidos em pequenas cavidades, refúgios habitados anteriormente por pequenos mamíferos, como roedores, enquanto outras espécies nidificam sob moitas densas de ervas ou detritos vegetais na superfície do solo. As mamangavas são importantes polinizadores de canola e outras culturas de interesse agrícola como tomate, berinjela e leguminosas utilizadas como forrageiras para animais.

### Práticas amigáveis à espécie

Manutenção de áreas de campo com touceiras vegetais para nidificação. Proteção das áreas com ninhos a partir de placas indicativas.

Quadro 2 – Mirim

*Plebeia emerina* **Friese, 1900**

É uma espécie de abelha sem ferrão, de ocorrência no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo.

São abelhas sociais, pequenas (4,5 mm de tamanho), mansas e de fácil manejo. Os ninhos são construídos em ocos de árvores e espaços existentes em paredes de alvenaria. Uma característica da espécie é a capacidade de armazenar acúmulos isolados de própolis no interior dos ninhos.

Figura 5 – A) Mirim coletando pólen em flor de canola; B) entrada do ninho de mirim localizado em oco de árvore. Guarani das Missões, RS.







**Práticas amigáveis à espécie**

Manutenção de áreas de floresta próximas às lavouras para a conservação de suas populações. A prática da meliponicultura é indicada em áreas agrícolas para a polinização de culturas.

## Quadro 3 – Abelhas metálicas

*Augochlora amphitrite* **Schrottky, 1909**

Essa espécie ocorre no Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná e Minas Gerais.

Uma característica marcante dessas abelhas é a coloração metálica brilhante do corpo, sendo frequentemente confundidas com moscas de mesmo padrão de cor. Constroem seus ninhos em madeira macia ou em decomposição (troncos caídos). Estudos revelaram que árvores da família Salicaceae, conhecidas popularmente por salso, salgueiro ou chorão, são utilizadas como substrato de nidificação preferencial dessa espécie. Além disso, travessas de madeira de estradas de ferro dormente e de trilhas constituem substratos de nidificação para essa espécie, especialmente em nós e rachaduras onde a decomposição suavizava a madeira.

### Prática amigável à espécie

Conservação de fragmentos de florestas, matas ciliares e outros locais que contenham madeira em decomposição para construção dos ninhos.

Figura 6 – Abelha metálica (*Augochlora amphitrite*).



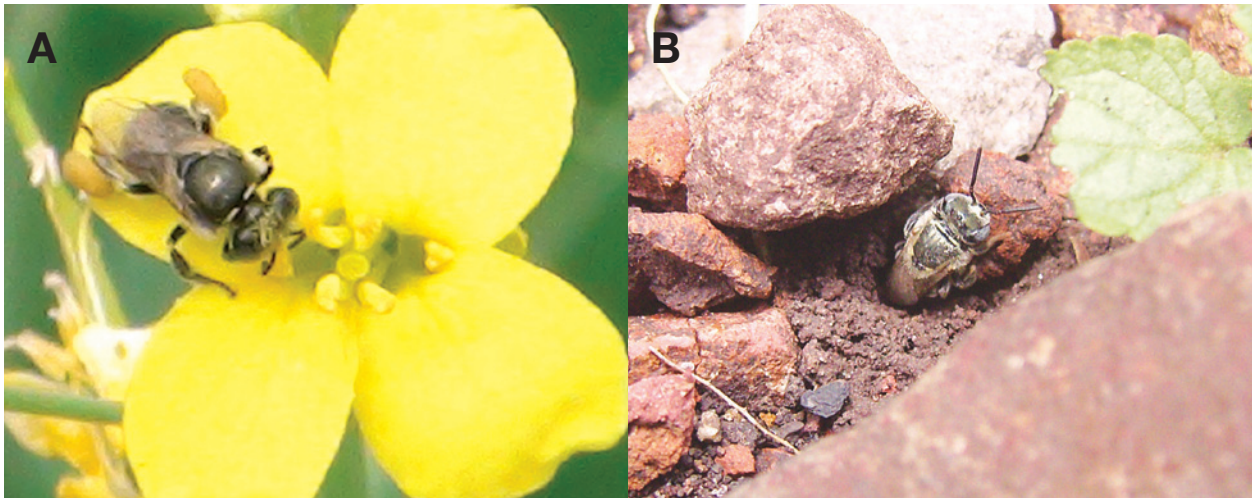
Quadro 4 – Abelhas sem ferrão, "mirim-de-chão ou bieira"

*Mourella caerulea* **(Friese, 1900)**

A bieira é encontrada nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Paraná está incluída na lista das espécies ameaçadas de extinção.

É uma espécie de abelha sem ferrão (Figura 7A) que apresenta a cabeça e o tórax com suave brilho metálico, verde-azulado. Os ninhos são subterrâneos, construídos em espaços localizados entre as raízes de plantas ou pequenos buracos, em solos bem iluminados, drenados e de origem granítica, a uma profundidade de 40 a 50 cm. A entrada do ninho é um buraco inconspícuo, com cerca de 0,5 cm de diâmetro, circundado por um pequeno monte de solo e partículas graníticas (Figura 7B).

Figura 7 – A) Bieira coletando pólen em flor de canola; B) entrada do ninho de bieira.




### Práticas amigáveis à espécie

A conservação das populações de abelhas com ninhos subterrâneos está associada ao uso do solo e manejo da paisagem. Os ninhos dessa espécie no Rio Grande do Sul são destruídos acidentalmente nas operações de preparo do solo para implantação de culturas. A baixa movimentação do solo, proporcionada pela adoção do plantio direto, protege os ninhos dessa e de outras espécies de abelhas que nidificam no solo. A proteção dos ninhos pode ser aumentada a partir de placas sinalizadoras, evitando-se perdas acidentais com o uso de implementos agrícolas.



## Quadro 5 – Abelhas das petúnias

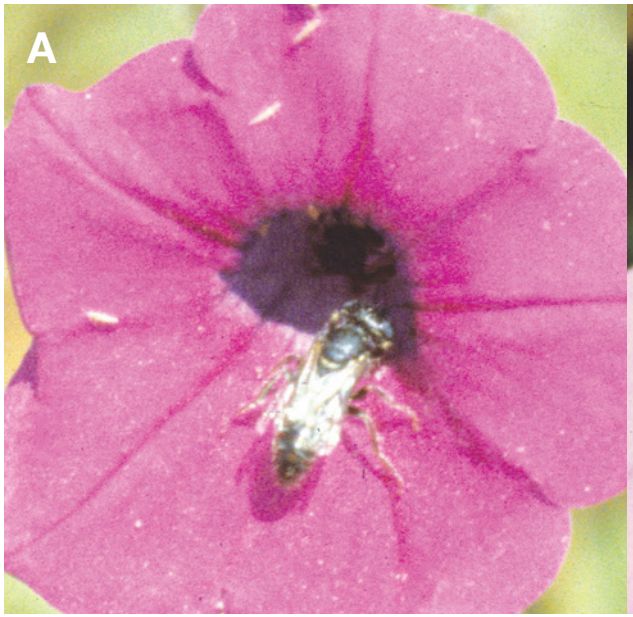
### *Callonychium petuniae* Cure & Wittmann, 1990

Essas abelhas ocorrem no Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina.

Os indivíduos dessa espécie (Figura 8A) discriminam a cor púrpura das flores de petúnias. No Rio Grande do Sul, essas abelhas utilizam flores de petúnia não só para coletar recursos alimentares, mas também para repouso e reprodução (Figura 8B).

Os machos emergem dos ninhos antes das fêmeas e são ativos nas flores de petúnia de outubro a fevereiro. Nos demais meses do ano permanecem no interior dos ninhos sob forma imatura. As cópulas ocorrem durante a coleta de recursos alimentares pelas fêmeas. *Petunia integrifolia* a exemplo de outras espécies da família Solanaceae possuem anteras poricidas, o que dificulta a retirada de pólen pelos polinizadores. Essa planta necessita de polinizadores especializados para sua reprodução e atrai abelhas de poucas espécies.

Figura 8 – A) *Callonychium petuniae*, em flor de petúnia; B) cópula de *C. petuniae*, em flor de petúnia; C) presença de petúnias no entorno (beira de estrada) de lavoura de canola em Guarani das Missões, RS.






Os estudos também mostraram que *C. petuniae* é a espécie mais eficiente na reprodução de P. integrifolia no Rio Grande do Sul. Os ninhos são construídos no solo.

Fêmeas e machos dessa espécie foram registrados em lavouras de canola em Guarani das Missões. Paralelamente também foi observada a presença de petúnias nas áreas de entornos das lavouras, em barrancos e em lavouras abandonadas (Figura 8C).

### Práticas amigáveis à espécie

A conservação da vegetação das áreas onde estas plantas crescem naturalmente (entorno de lavouras, barrancos, beira de estradas) pode servir para a alimentação de fêmeas e machos das abelhas das petúnias, bem como locais para dormir e acasalar. Outra possibilidade é o cultivo de petúnias nativas com vistas a manutenção e aumento das populações de abelhas nas áreas de produção de canola.





**Plantações de canola em paisagens homogêneas perdem serviços dos polinizadores e, em consequência, produzem menores safras.**

# Referências


ABROL, D. P. Honeybees and rapeseed: a pollinator-plant interaction. **Advances in Botanical Research**, v. 45, p. 337-367, 2007.

ADEGAS, J. E. B.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var Oleifera) in Brazil. **Apidologie**, v. 23, n. 1, p. 203-209, 1992.

AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honeybees in Argentine 'chaco serrano'. **Ecological Applications**, v. 4, p. 378-392, 1994.

ALI, M.; SAEED, S.; SAJJAD, A.; WHITTINGTON, A. In search of the best pollinators (*Brassica napus* L.) production in Pakistan. **Applied Entomology and Zoology**, v. 46, p. 353-361, 2011.

AUSTRALIAN GOVERNMENT OFFICE OF THE GENE TECHNOLOGY REGULATOR. **The biology of** *Brassica napus* **L. (canola)**. Disponível em: <http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/canola-3/$FILE/biologycanola08_2.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2013.

BLANCHE, K. R.; LUDWIG, J. A.; CUNNINGHAM, S. A. Proximity to rainforest enhances pollination and fruit set in orchards. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 1182-1187, 2006.

BOMMARCO, R.; MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. E. Insect pollination enhances seed yield, quality, and marked value in oilseed rape. **Oecologia**, v.169, p. 1025-1032, 2012.

CAMARGO, J. M. F.; WITTMANN, D. Nest architecture and distribution of the primitive stingless bee, *Mourella caerulea* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae): evidence for the origin of *Plebeia* (s.lat.) on the Gondwana continent. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 24, p. 213-229, 1989.

CAMILO, E. **Polinização do Maracujá**. Ribeirão Preto: Holos, Ribeirão Preto, 2003.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **The History of Canola**. Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/oil-and-meal/what-is-canola/the-history-of-canola/>. Acesso em: 18 mai. 2013.

CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. A. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bording premontane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 18-27, 2006.

COMPANHIA NACIONAL EM ABASTECIMENTO. **Canola.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_05_06_16_52_23_apresentacaocanolaabril.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2013.

COMPANHIA NACIONAL EM ABASTECIMENTO. **Canola em Números**. Disponível em:



## REFERÊNCIAS


<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/economia/2013_05_CANOLA%20em%20numeros.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2013.

DALMAZZO, M.; ROIG-ALSINA, A. Nest structure and notes on the social behavior of *Augochlora Amphitrite* (Schrottky) (Hymenoptera, Halictidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 26, p. 17-29, 2012.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. Wallingford: CABI Publishing, 2000.

DONALDSON, J.; NÄNNI, I.; ZACHARIADES, C.; KEMPER, J. Effects of habitat fragmentation on pollinator diversity and plant reproductive success in Renosterveldshrublands of South Africa. **Conservation Biology**, v. 16, p. 1267-1276, 2002.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M. T. Evaluation of yield component traits of honeybee-pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.). **Chilean Journal of Agricultural Research,** v. 70, p. 309-314, 2010.

EICKWORT, G. C.; GINSBERG, H. S. Foraging and mating behavior in Apoidea. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 421-446, 1980.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 20 mai. 2013.

FREITAS, B. M. The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.). 197 f. Thesis (PhD), University of Wales, Cardiff, 1995.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância da polinização. **Mensagem Doce**, v. 80, p. 44-46, 2005.

GARIBALDI, L. A. et al. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. **Science**. Disponível em: <www.sciencemag.org/content/early/recent>. Acesso em: 22 jun. 2013.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic evaluation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.

GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, p. 1-26, 2003.

GUEDES, F. B.; SECHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica. Lições aprendidas e Desafios**. Brasília: MMA, 2011. Disponível em: <www.mma.org.br>. Acesso em: 22 mar. 2013.

HALINSKI, R.; ROSA, A.; LOOSE, D.; BLOCHTEIN, B. Floral biology of *Brassica napus* (cv.

Hyola 420) allows cross pollination by bees, in Esmeralda, southern Brazil. *Anais do X Encontro sobre Abelhas,* Ribeirão Preto, São Paulo, p. 246, 2012.

HALINSKI, R. **Assembleia de abelhas e efeito da distância de remanescentes florestais na produção de grãos e no valor econômico de** *Brassica napus* **(Hyola 420) no sul do Brasil.** 92 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2013.

HASENACK H.; WEBER E. (org.) Base cartográfica digital da Serra Gaúcha – escala 1:50.000. (Série Geoprocessamento, 2). Porto Alegre: UFRGS – Centro de Ecologia, 2007. CD-ROM.

HOEHN P.; TSCHARNTKE, T.; TYLIANAKIS, J. M.; STEFFAN-DEWENTER, I. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. **Proceedings of the Royal Society** B: Biological Sciences, v. 275, p. 2283-2291, 2008.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. **Polinizadores do Brasil. Contribuição e perspectivas para Biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012, 488p.

JAUKER, F.: BONDARENKO, B.; BECKER, H. C; STEFFAN-DEWENTER, I. Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. **Agric. For. Entomology**, v. 14, p. 81-87, 2012.

KAMLER, F; JAŠ, S. Influence of pollination by honeybee on seed yield on selected cultivars of winter rape. **Journal of Apicultural Science** v. 47, n. 2, p. 119-125, 2003.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, n. 270, p. 955-961, 2003.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B**, n. 274, p. 303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, p. 16812-16816, 2002.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 265-278, 2008.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C.I.; HCNCIR, M.; QUEIROZ, R.T.; IMPERATIRZ-FONSECA, V. **Guia de Plantas visitadas por abelhas**. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.





## REFERÊNCIAS


MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: Department of Agriculture, 1976.

MANNING, R.; WALLIS, R. 2005. Seed yields in canola (*Brassica napus* cv. Karoo) depend on the distance of plants from honeybee apiaries. **Australian Journal of Experimental Agriculture** v. 45, p. 1307-1313, 2005.

MESQUIDA, J.; RENARD, M.; PIERRE, J. S. Rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity: the effect of honeybees (*Apis mellifera* L.) and different pollination conditions in cage and field tests. **Apidologie**, v. 19, p. 51-72, 1988.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2000. 913 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria Nº 329, de 6 de dezembro de 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>. Acesso em: ago. 2013.

MORANDIN, L. A.; WINSTON, M. L. Wild bee abundance and seed production in conventional, organic, and genetically modified canola. **Ecology Applied**, v. 15, p. 871-881, 2005.

MORITZ, R. F. A.; KRAUS, F. B.; KRYGER, P.; CREWE, M. The size of wild honeybee populations (*Apis mellifera*) and its implications for the conservation of honeybees. **Journal Insect Conservation**, v. 11, p. 391-397, 2007.

MOURE, C. M. F.; SAKAGAMI, S. F. As mamangavas sociais do Brasil (*Bombus* Latr.) (Hymenoptera, Apoidea). **Studia Entomologica**, v. 5, n. 1-4, 1962.

MOURE, J.S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007.

MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. Studies of the Floral Biology and Reproductive System of *Brassica napus* L. (Cruciferae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 1, p. 111-117, 2000.

POTTS, S.G.; ROBERTS, S. P. M.; DEAN, R.; MARRIS, G.; BROWN, M. A.; JONES, R.; NEUMANN, P.; SETTELE, J. Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe? **Journal Apicultural Research**, v. 49, p. 15-22, 2010.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 499-515, 2008.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B.; FERREIRA, N. R.; WITTER, S. *Apis mellifera* (Hymenoptera:



Apidae) as a potential *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (Brassicaceae) in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1075-1081, 2010.

ROUBIK, D. W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge: University Press, 1989.

SABBAHI, R, D.; OLIVEIRA, MARCEU, J. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) density on production of canola. **Journal Economic Entomology**, v. 98, p. 367-372, 2005.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. Wild bee biocoenotics in São José do Pinhais (PR), South Brazil. **Preliminary report. Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University [Series VI, Zoology]**, v. 16, p. 253-291, 1967.

SILVA, O. **Importância de** *Callonychium petuniae* **Cure & Wittmann, 190 (Insecta, Hymenoptera, Andrenidae) e outras abelhas no sucesso reprodutivo de** *Petunia integrifolia* **(Hooker) Shinz et Thellung (Solanaceae).** 50 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas Brasileiras**: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253 p.

SMITH, W. 2002. Honey bees on canola. New South Wales Agriculture, Department of Primary Industries, Orange, New South Wales, Australia. Disponível em: <http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0013/117112/bee-on-canoloa.pdf>.Acesso em 10 set. 2013.

STEHMANN, J. R.; SEMIR, J. Biologia Reprodutiva de *Calibrachoa elegans* (Miers) Stehmann & Semir (Solanacea). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 43-49, 2001.

STEFFAN-DEWENTER, I.; MÜNZENBERG, U.; BÜRGER, C.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. **Ecology**, v. 83, p. 1421-1432, 2002.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil.** Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm>. Acesso em: 20 mai. 2013.

TOMM, G. O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm>. Acesso em: 20 mai. 2013.

TOMM, G. O. **Canola:** planta que traz muitos benefícios à saúde humana e cresce em importância no Brasil e no mundo. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/aspectos_nutricionais.htm>. Acesso em: 20 mai. 2013.

TOMM, G. O. Cultivo de canola. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Canola/CultivodeCanola/index.htm>. Acesso em: 20 mai. 2013.



# REFERÊNCIAS


TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul.** Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2013.

TOMM, G.O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P.; CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010.

TRUYLIO, B.; HARTER-MARQUES, B. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas florestais do parque Estadual de Itapuã (Viamão, RS): diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 97, n. 4, p. 392-399, 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Economic Research Service**. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/canola.aspx#.Ufkbju68a_g>. Acesso em: 20 mai. 2013.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to Detect and Assess Pollination Deficits in Crops:** A Handbook For Its Use. FAO/IFAD Project: "Development of Tools and Methods for Conservation and Management of Pollination Services for Sustainable Agriculture". Rome: FAO, 2011. 70 p.

WATANABE, M. E. Pollination worries rise as honeybees decline. **Science**, v. 265, p. 1170, 1994.

# Autores



**Alois Eduard Schäfer**

Possui graduação em Biologia/Geografia – Universität Des Saarlandes (1973), doutorado (1975) em Biogeografia, livre docência em Biogeografia Universität des Saarlandes (1989). Atualmente é professor Doutor Adjunto III da Universidade de Caxias do Sul. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Ecossistemas.



**Andressa Linhares Dorneles**

Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Atuou como bolsista DTI 3 no Projeto Rede Brasileira para Polinização de Canola. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zoologia da PUCRS, sob orientação da Dra. Betina Blochtein. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Ecologia de Abelhas.

# AUTORES



**Betina Blochtein**

Possui graduação em Ciências Biológicas (1984) e mestrado (1989) em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e doutorado (1995) em Biologia na Universidade de Tübingen, Alemanha. É vinculada à PUCRS, como professora titular na Faculdade de Biociências, com atuação na graduação em Ciências Biológicas e no Programa de Pós-Graduação em Zoologia, e diretora do Instituto do Meio Ambiente. Tem experiência na área de Entomologia, com ênfase em conservação, ecologia e manejo de abelhas nativas e polinização agrícola.



**Bruno Brito Lisboa**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestrado em Ciência do Solo (UFRGS) e doutorado em Ciência do Solo (UFRGS). Atualmente é pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). Atua com pesquisa em microbiologia do solo, ligada aos temas bactérias promotoras de crescimento vegetal, supressividade do solo a doenças vegetais e fixação biológica de nitrogênio.



**Flavia Tirelli**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, mestrado em Biologia Animal, pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é doutoranda na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.





**Gisele Agra**

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade de Caxias do Sul (2006), graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade de Caxias do Sul (2007) e mestrado em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco (2009). Tem atuado na área de ecologia, geoprocessamento e geração de mapas digitais.



**Patrícia Nunes-Silva**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo, mestrado em Ecologia pelo Departamento de Ecologia Geral, IB-USP, e doutorado em Entomologia pelo Departamento de Biologia da FFCLRP-USP. Tem atuado em pesquisas sobre biologia e ecologia de abelhas e ecologia da polinização. Atualmente é pós-doutoranda na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.



**Rosana Halinski**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e mestrado em Zoologia pela PUCRS. Atualmente, é bolsista de doutorado (CAPES) no Programa de Pós-Graduação em Zoologia da PUCRS vinculado à Rede Brasileira de Polinização de Canola, sob orientação da Profa. Dra. Betina Blochtein. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Abelhas, polinização agrícola, valoração ambiental, curadoria de coleção, banco de dados e educação ambiental.





**Rosane Maria Lanzer**

Possui Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestrado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e é Ph.D. em Biogeografia pela Universitat Des Saarlandes. Atualmente, é doutora adjunta III da Universidade de Caxias do Sul. Tem experiência na área de ecologia aquática e estudos das interfaces do turismo com o meio ambiente.



**Sidia Witter**

Pesquisadora da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do sul (FZB) na área de zoologia e ecologia, com ênfase em conservação de abelhas nativas. Temas de pesquisa: biologia e ecologia de abelhas nativas, polinização de cultivos de importância agrícola, criação, manejo e conservação de abelhas sem ferrão.



# Autoria das Imagens

**Bruno Nunes Silva:** figura 2 (cap. 2, p. 19); figura 3 (cap. 2, p. 20); figura 4 (cap. 2, p. 21); figura 1 (cap. 6, p. 41); gráficos e tabelas.

**Cristiano Menezes:** figura 3B (cap. 7, p. 52).

**Cristiano Kern:** figura 6A (cap. 4, p. 34); figura 8 (cap. 4, p. 35); figura 6 (cap. 7, p. 56).

**Dieter Wittmann:** figura 8A e 8B (cap. 7, p. 58).

**Fernando Dias:** fotos da capa; fotografias das bordas das páginas; fotografia p. 10; figura 1 (cap. 2, p. 17); fotografia flor de canola inserida na figura 2 (cap. 2, p. 19); fotografia (p. 23); figura 1 (cap. 3, p. 24); figura 2 (cap. 3, p. 27); fotografia (p. 28); figura 2 (cap. 4, p. 30-31); figura 3 (cap. 4, p. 32); figura 6B (cap. 4, p. 34); figura 7B e 7C (cap. 4, p. 35); figura 1 (cap. 5, p. 37); fotografia (p. 39); fotografia (p. 40); fotografia (p. 46); fotografia (p. 47); fotografia (p. 48); figura 4 (cap. 7, p. 54); figura 5 (cap. 7, p. 55); figura 8C (cap. 7, p. 59); fotografia (p. 60); fotografia (p. 70); fotografia contra-capa.

**Flavia Tirelli:** figura 7A (cap. 4, p. 35); figura 7A (cap. 7, p. 57).

**Juliana Galaschi Teixeira:** figura 7B (cap. 7, p. 57).

**Patrícia Nunes-Silva:** figura 5 (cap. 4, p. 33).

**Sidia Witter:** figura 5 (cap. 2, p. 22); figura 1 (cap. 7, p. 50); figura 2 (cap. 7, p. 51).

**Vânia Maria Ambrosi Sganzerla:** figura 3A (cap. 7, p. 52).

| | |
|---|---|
| **Editoração Eletrônica** | Bruno Nunes Silva |
| **Revisão Textual** | EDIPUCRS |
| **Formato** | 21 x 21 cm |
| **Tipografia** | Helvetica Neue e Garamond |
| **Papel** | Offset |
| **Número de páginas** | 72 |

EDITORA AFILIADA

Associação Brasileira das Editoras Universitárias

Clube dos Editores do RS

Câmara do Livro

*Ler pra valer.*

ediPUCRS
www.pucrs.br/edipucrs



UCS
UNIVERSIDADE
DE CAXIAS DO SUL

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

ediPUCRS
www.pucrs.br/edipucrs

PUCRS

ISBN 978-85-397-0591-7