

# CAPÍTULO 4

## Polinização e Sistemas Alimentares

*Adriana Fiorussi Higino*

*Júlia Wagner Ciscato*

*Ana Clara Ledezma Greiner de Souza*

*Nathalia de Medeiros Vieira*

*Samantha Marques Vasconcelos Bonfim*

*Ana Maria Bertolini*



Foto: Júlia Wagner Ciscato.

Os sistemas alimentares estrelam grandes debates a respeito da origem do alimento, das formas de cultivo, da cadeia produtiva e formas de transporte, dos locais de comercialização e a conexão com os consumidores e, finalmente, o consumo dos alimentos. Mas, um passo fundamental que antecede todas as etapas desse sistema, que, por vezes é invisibilizado ou não é incluído nas discussões sobre alimentação; mas que ao mesmo tempo é essencial e indispensável à produção de alimentos e à garantia de segurança alimentar e nutricional é a polinização.

Neste capítulo, vamos nos debruçar sobre as discussões a respeito do serviço ecossistêmico de polinização, entender quem são os polinizadores e como ocorre a polinização (com atenção particular para as abelhas) e quais as repercussões desse serviço na garantia de segurança alimentar e nutricional.

## 1. O QUE É A POLINIZAÇÃO?

A **polinização** é o ato de transferência do pólen entre as partes masculinas e femininas das flores das plantas, possibilitando a fertilização e, posteriormente, a reprodução. A polinização pode ocorrer por diferentes meios, como a autopolinização, ou também pode ser mediada por fatores ambientais como a água e o vento. Contudo, a maioria das plantas selvagens e cultivadas de importância agrícola dependem de animais polinizadores como aves, insetos (abelhas, borboletas, besouros, vespas, moscas, tripes entre outros), anfíbios, répteis e pequenos mamíferos (morcegos, macacos, marsupiais) – os polinizadores – para realizar a transferência do pólen entre as flores. **Estima-se que cerca de 300 mil espécies, ou seja, 87,5% do total de plantas que produzem flores dependem, em algum momento, da polinização mediada por animais** (ALVES et al., 2017; OLLERTON et al., 2011). A figura abaixo ilustra alguns dos principais benefícios da polinização (Figura 1).



**Figura 1.** Benefícios da polinização



SSAN :Lê-se Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional  
(ver Capítulo 1 - Biodiversidade e Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional)  
Fonte: Elaborado pelas autoras.

## 2. QUEM SÃO OS POLINIZADORES?

Do ponto de vista evolutivo, o desenvolvimento do filo angiospermas está interligado aos insetos polinizadores. As angiospermas surgiram há milhões de anos na Era geológica do período Mesozóico Cretáceo, sendo os besouros (ordem: Coleoptera) os mais prováveis insetos polinizadores do período (RAVEN, 2014; POPP, 2017). A datação de origem dos besouros é anterior ao das angiospermas, no período Carbonífero Superior, cerca de 320 milhões de anos atrás (GULLAN; CRANSTON; POPP, 2017). A ordem Hymenoptera, que inclui as abelhas, surgiu posteriormente, no Jurássico, há cerca de 199 milhões de anos, com datações de abelhas sociais sem ferrão durante o período Cretáceo (GULLAN; CRANSTON, 2017; MONTENEGRO; SIMONI, 2021). Alguns registros fósseis de abelhas foram datados com 100 milhões de anos e o registro fóssil em âmbar mais antigo de uma abelha sem ferrão (*Cretotrigona prisca*) foi datado com 40 milhões de anos (GULLAN; CRANSTON, 2017).



As abelhas são responsáveis parcial ou totalmente pela polinização de diversas espécies vegetais, sendo as adaptações das flores relacionadas à maior participação destes insetos na polinização, incluindo variações de perfume e cores vibrantes; em relação às adaptações morfológicas das abelhas, citam-se características específicas do próprio animal, mudanças no comportamento e também na morfologia - para captar pólen, por exemplo (RECH et al., 2014).

De acordo com o Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil (2019), o país é lar de uma grande riqueza de animais polinizadores. A relação de visitantes florais é conhecida para 144 (75%) plantas cultivadas ou silvestres utilizadas direta ou indiretamente na produção de alimentos, para as quais se possui algum dado sobre a polinização. Somam-se 609 espécies de visitantes florais das quais uma parcela é considerada polinizadora em 114 cultivos (60%), representando 249 espécies. Tal diversidade de animais compreende nove grupos de polinizadores: abelhas (66,3% das espécies de polinizadores), besouros (9,2%), borboletas (5,2%), mariposas (5,2%), aves (4,4%), vespas (4,4%), moscas (2,8%), morcegos (2%) e hemípteros (0,4%). Vale dizer que esse dado é estimado e pode ser ainda maior uma vez que muitos dos animais ainda não estão identificados em nível taxonômico de espécie (BPBES, 2019. p.15 e 16).

### 3. COMO OCORRE O PROCESSO DE POLINIZAÇÃO PELAS ABELHAS?

O processo de polinização cruzada realizado pelas abelhas (denominada também de **polinização biótica**) é uma forma de reprodução sexuada das angiospermas e consiste na visita do animal em uma flor, captação do grão de pólen (gametófito masculino) na antera (região produtora de pólen) e deposição desse grão no estigma (região receptora de pólen) de outra flor (UZUNIAN; BIRNER, 2008; RAVEN, 2014). De forma prática, a polinização pode ser descrita da seguinte forma: uma abelha visita determinada flor e seu corpo fica coberto por grãos de pólen, ao voar para outra flor, os grãos de pólen são depositados no estigma dessa planta e ocorre a polinização. A polinização, é, portanto, uma ação involuntária desenvolvida pelas abelhas e essencial ao desenvolvimento, dispersão e propagação das espécies, que por sua vez se valem de sabores, cores e cheiros atrativos para as abelhas (ROBERTO et al., 2015).

Em troca, as abelhas coletam importantes recursos das flores para sua sobrevivência e nutrição, como néctar (rico em açúcares), pólen (rico em proteínas), óleos, substâncias aromáticas e resina, que servirão como alimento e como base para construção de discos de cria e de ninhos (RECH et al., 2014; ALVES et al., 2017).



As abelhas, em todas as suas fases de desenvolvimento, incluindo larvas e pupas, dependem exclusivamente de recursos florais para sua alimentação e sobrevivência. Na fase mais inicial da vida, as larvas das abelhas são alimentadas com uma mistura de pólen e néctar. Já na fase adulta, se alimentam principalmente de néctar. O pólen é utilizado como uma fonte de proteína e o néctar é a matéria prima para produção do mel.

#### **4. AS ABELHAS E A PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL**

A polinização é uma etapa de grande importância na produção de vários cultivos agrícolas e tem impactos diretos sobre o aspecto final dos frutos. Quando bem realizada, a polinização contribui para o aumento no número de frutos, bem como da qualidade das sementes (teor de óleos). Os frutos também ficam maiores, mais pesados e com menos deformações. Esses fatores contribuem para encurtar os ciclos de produção de algumas culturas agrícolas e para uniformizar o amadurecimento dos frutos, diminuindo perdas durante a colheita (WITTER et al., 2014. p.31).

As abelhas são as responsáveis pela manutenção da base da cadeia alimentar nos ecossistemas silvestres, no Cerrado brasileiro, por exemplo, as abelhas polinizam mais de 80% das espécies vegetais; já nas florestas tropicais, cerca de 50% (ALVES et al., 2017). Em relação às plantas cultivadas e utilizadas, de forma direta ou indireta na alimentação humana, as abelhas são responsáveis por polinizar 42% das 57 espécies mais cultivadas no mundo e 75% do total de espécies cultivadas (ALVES et al., 2017; BUSTAMANTE et al., 2017).

Nós, humanos, dependemos tão simbioticamente da polinização e das abelhas, mas, por vezes, não nos damos conta da importância ecossistêmica, alimentar e econômica dessa interação inseto-planta.

**Em 2006, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) indicou que 90% das flores silvestres e 75% de culturas agrícolas, como melancia, cebola e maçã, dependem da polinização de animais, sejam vertebrados ou invertebrados.**

Corroborando com esses dados, a Plataforma Intergovernamental de Política Científica sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) de 2016, alertou que 40% dos cultivos agrícolas consumidos diretamente por humanos tendem a reduzir sua produção em 90% por falta de polinização animal, e outros 45% dos cultivos po-



dem reduzir em até 40% da produção e qualidade de frutos (ALVES, 2017). Esses dados trazem à tona outra consequência inevitável: a baixa polinização acarreta em baixa produtividade, portanto, afeta economicamente o agricultor, principalmente os pequenos e os médios, além de terem importância na segurança alimentar e nutricional (MARQUES et al., 2015).

### **O Brasil possui culturas agrícolas de importância econômica que fazem parte da alimentação do brasileiro e que dependem de polinização por abelhas?**

Dois exemplos emblemáticos são os tomateiros e os açaizeiros. Os tomateiros possuem adaptações morfológicas das flores com a antera em forma de tubo, sendo necessário processos de vibração para que o pólen seja captado. O gênero *Melipona*, que inclui algumas espécies de abelhas sem ferrão como a uruçú-amarela (*Melipona flavolineata*) e a tiúba (*Melipona fasciculata*), é particularmente efetivo na polinização desse cultivar (MARQUES et al., 2015). Já em relação ao açaí, uma pesquisa realizada no ano de 2020 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) da Amazônia Oriental, em parceria com a Universidade Federal do Pará (UFPA) e Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), demonstrou que 90% da polinização do açaí é feito por abelhas nativas (LIMA, 2020). Esses animais carregam oito vezes mais pólen e representam seis em cada dez visitas de polinizadores às flores do açaizeiro, sendo 60% destas visitas por abelhas sem ferrão do gênero *Trigona*, com especial atenção às espécies arapuçá (*Trigona branneri* Cockerell) e a olho-de-vidro (*Trigona pallens* Fabricius), que visitam com maior frequência às flores, são espécies populosas e podem ser criadas (LIMA, 2020).

[Clique aqui](#) ou escaneie o código QR ao lado para acessar os diferentes tipos de cultivos agrícolas e as abelhas responsáveis pela polinização (Quadro 1).



## **5. ABELHAS SEM FERRÃO E A SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL**

Primeiramente, vamos retomar uma breve definição citada no primeiro capítulo. Você se lembra sobre o que se trata a Segurança Alimentar e Nutricional?



Segundo a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), a SAN:

*...consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (LOSAN, art. 3º (BRASIL, 2006).*

A garantia de SAN perpassa ainda modo de produção mais sustentáveis. O fortalecimento de redes de abastecimento mais curtas, alinhadas à produção em pequena escala de agricultores familiares apresentam diversos benefícios: além de serem mais sustentáveis, valorizam a segurança sanitária, a qualidade dos alimentos, o comércio justo e as habilidades culinárias. Neste contexto, beneficiam tanto os consumidores quanto os produtores, sobretudo aquelas cujos sistemas de produção são de base orgânica/agroecológica (DAROLT, 2016), sendo os polinizadores fortes contribuintes para este tipo de produção.

Contudo, como vimos, a perda contínua de biodiversidade evoca preocupações sobre a SA, isto porque as abelhas são as principais responsáveis pela polinização de uma grande variedade de cultivos. No Brasil, as abelhas nativas representam a polinização de 40 a 90% das espécies arbóreas das florestas nativas.

(PORTAL BRASIL - Meio Ambiente, 2015).

### **5.1. Nível de dependência de polinizadores e a SAN**

A expansão da agricultura ocorreu em ritmo acelerado nos últimos anos, particularmente em áreas que anteriormente existiam florestas tropicais e subtropicais (CURTIS, 2018), e também se tornou cada vez mais dependente de polinizadores (AIZEN, 2009; AIZEN; HARDER, 2009). A literatura mostra que este aumento pode ser atribuído à expansão agrícola de culturas dependentes de polinizadores, que incluem a maioria das culturas oleaginosas, nozes e frutas, em paralelo com a menor expansão de culturas não dependentes de polinizadores, que incluem culturas básicas, como cereais.

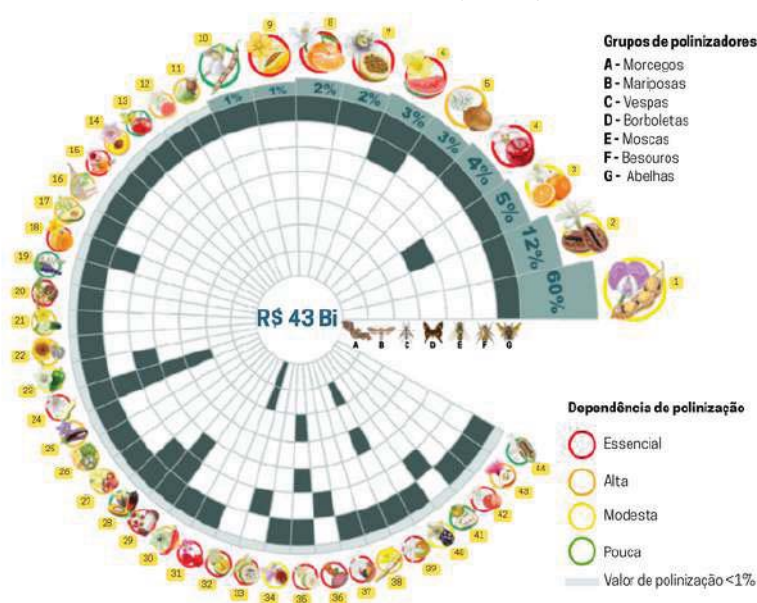
No Brasil, o valor do serviço ecossistêmico de polinização, prestado por morcegos, mariposas, vespas, borboletas, moscas, besouros e abelhas (indicados na porção central da Figura 2) para a produção de alimentos no país gira em torno de R\$ 43 bilhões anuais – cálculo feito para 2018 (BPBES, 2019). Os pesquisadores diferenciam as culturas em categorias usando uma escala de dependência de polinizadores.





Essa escala varia entre culturas não dependentes a essencialmente dependentes (KLEIN et al., 2007; AIZEN; HARDER, 2009; AIZEN, 2019). As espécies vegetais sem percentual assinalado representam menos de 1% do valor total estimado. A taxa de dependência (TD) de cada cultivo é demonstrada pela cor do círculo ao redor da imagem correspondente a cada cultivo, sendo vermelho = essencial; laranja = alta; amarelo = modesta; verde = pouca (BPBES, 2019).

**Figura 2.** Plantas cultivadas e de uso extrativista ligadas à produção de alimentos no Brasil (ordem decrescente do valor de polinização)



**Plantas cultivadas e de uso extrativista ligadas a produção de alimentos no Brasil (ordem decrescente do valor de polinização):**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 01 - soja ( <i>Glycine max</i> )                        | 21 - pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )          | 41 - graviola ( <i>Annona muricata</i> )    |
| 02 - café ( <i>Coffea</i> spp.)                         | 22 - girassol ( <i>Helianthus annuus</i> )      | 42 - pitanga ( <i>Eugenia</i> spp.)         |
| 03 - laranja ( <i>Citrus sinensis</i> )                 | 23 - pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> )        | 43 - jambo ( <i>Syzygium melleocarpus</i> ) |
| 04 - maçã ( <i>Malus domestica</i> )                    | 24 - pera ( <i>Pyrus communis</i> )             | 44 - gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> )    |
| 05 - cebola ( <i>Allium cepa</i> )                      | 25 - berinjela ( <i>Solanum melongena</i> )     |   |
| 06 - melancia ( <i>Citrullus lanatus</i> )              | 26 - mamão ( <i>Ricinus communis</i> )          |   |
| 07 - maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> )              | 27 - guaraná ( <i>Paulinia cupena</i> )         |   |
| 08 - tangerina ( <i>Citrus reticulata</i> )             | 28 - dendê ( <i>Elaeis guineensis</i> )         |   |
| 09 - melão ( <i>Cucumis melo</i> )                      | 29 - cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )  |   |
| 10 - feijão ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )               | 30 - pimenta ( <i>Capsicum chinense</i> )       |   |
| 11 - erva-mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> )           | 31 - ecorola ( <i>Malpighia emarginata</i> )    |   |
| 12 - goiaba ( <i>Psidium guajava</i> )                  | 32 - pecuá ( <i>Caryocar brasiliense</i> )      |   |
| 13 - tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )             | 33 - pinha ( <i>Annona squamosa</i> )           |   |
| 14 - pêssego ( <i>Prunus persica</i> )                  | 34 - urucum ( <i>Bixa orellana</i> )            |   |
| 15 - caju ( <i>Anacardium occidentale</i> )             | 35 - umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )          |   |
| 16 - palmito ( <i>Bactris gasipaes</i> )                | 36 - buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> )        |   |
| 17 - abacate ( <i>Persea americana</i> )                | 37 - copaliba ( <i>Copaifera langsdorffii</i> ) |   |
| 18 - abóbora ( <i>Cucurbita</i> spp.)                   | 38 - canola ( <i>Brassica napus</i> )           |   |
| 19 - uva ( <i>Vitis labrusca</i> )                      | 39 - manga ( <i>Manihot speciosa</i> )          |   |
| 20 - castanha-do-brasil ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) | 40 - amorá ( <i>Rubus</i> sp.)                  |   |

Fonte: BPBES, 2019, p.23.





O nível de dependência de cultivos do Brasil nos mostra quais culturas se enquadram em cada categoria (Quadro 2):

**Quadro 2.** Nível de dependência de cultivos do Brasil

<b>NÍVEL DE DEPENDÊNCIA CULTIVOS DO BRASIL</b>	
<b>DEPENDÊNCIA ESSENCIAL</b>	
<b>PARA 35% (32) DOS CULTIVOS</b>	
<b>ABÓBORA</b> (CUCURBITA SPP.), <b>ACEROLA</b> (M. EMARGINATA), <b>CAJÁ</b> (S. MOMBIN), <b>CAJU</b> (ANACARDIUM OCCIDENTALE), <b>CASTANHA-DO-BRASIL</b> (B. EXCELSA), <b>CUPUAÇU</b> (T. GRANDIFLORUM), <b>MAÇÃ</b> (M. DOMESTICA), <b>MARACUJÁ</b> (P. EDULIS), <b>MELANCIA</b> (C. LANATUS), <b>MELÃO</b> (C. MELO), <b>PEQUI</b> (C. BRASILIENSIS), <b>PINHA</b> (A. SQUAMOSA) E <b>TANGERINA</b> (CITRUS RETICULATA).	
<b>ALTA DEPENDÊNCIA</b>	
<b>PARA 24% (22) DOS CULTIVOS</b>	
<b>ABACATE</b> (PERSEA AMERICANA), <b>AMEIXA</b> (PRUNUS SALICINA), <b>BAUNILHA</b> (VANILLA SPP.), <b>BERINJELA</b> (S. MELONGENA), <b>CANOLA</b> (BRASSICA NAPUS), <b>CEBOLA</b> (A. CEPA), <b>ERVA-MATE</b> (I. PARAGUARIENSIS), <b>GOIABA</b> (P. GUAJAVA), <b>GUARANÁ</b> (P. CUPANA), <b>JAMBO</b> (SYZYGIUM MALACCENSE), <b>PALMITO</b> (E. EDULIS), <b>PEPINO</b> (CUCUMIS SATIVUS), <b>PÊSSEGO</b> (PRUNUS PERSICA).	
<b>DEPENDÊNCIA MODESTA</b>	
<b>PARA 10% (9) DOS CULTIVOS</b>	
<b>AMORA</b> (RUBUS SP.), <b>CAFÉ</b> (C. ARABICA), <b>SOJA</b> (G. MAX), <b>LARANJA</b> (C. SINENSIS) E <b>PIMENTÃO</b> (C. ANNUUM).	
<b>POUCA DEPENDÊNCIA</b>	
<b>PARA 7% (6) DOS CULTIVOS</b>	
<b>FEIJÃO</b> (PHASEOLUS VULGARIS), <b>TOMATE</b> (S. LYCOPERSICUM) E <b>UVA</b> (V. LABRUSCA).	
RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE POLINIZAÇÃO, POLINIZADORES E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NO BRASIL, 2019.	

Fonte: BPBES, 2019.



O Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil (BPBES, 2019) mostrou que das 191 plantas cultivadas e silvestres relacionadas à alimentação dos brasileiros para as quais existem informações acerca do serviço ecossistêmico de polinização associado, é possível inferir, para 91 delas, a classe de dependência de polinizadores. Os Autores Gallai e Vaissière (2009) descrevem as taxas de dependência (TD) a partir de quatro faixas de incremento, sendo elas:

- 1) **Essencial** (TD = 0,95): incremento de 90% a 100% na produção com a ação de polinizadores;
- 2) **Alta** (TD = 0,65): 40% a 90%;
- 3) **Modesta** (TD = 0,25): 10% a 40%;
- 4) **Pouca** (TD = 0,05): 0% a 10%.

Antes de seguir a leitura, faça o seguinte exercício: pense nos alimentos que você conhece, e tente imaginar quão dependentes eles são de insetos polinizadores. Talvez, no início, isso seja um pouco difícil, pois essa interdependência entre o que comemos e a polinização quase não está no nosso horizonte quando pensamos e falamos sobre a alimentação! No Quadro 3 apresentamos em maiores detalhes os alimentos e o grau de dependência em relação a polinização.

**Quadro 3.** Quão dependentes são os alimentos dos insetos polinizadores?

NÃO DEPENDENTES	RENDIMENTOS NÃO SÃO AFETADOS POR POLINIZADORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEREAIS: TRIGO, MILHO, ARROZ, SORGO, CEVADA, CENTEIO, MILHO, AVEIA</li> <li>• RAÍZES E TUBÉRCULOS: MANDIOCA, BATATA, BATATA DOCE, CENOURA</li> <li>• LEGUMINOSAS, INCLUINDO LENTILHAS, ERVILHAS, GRÃO DE BICO</li> <li>• FRUTAS E VEGETAIS, INCLUINDO BANANAS, ABACAXIS, UVAS, ALFACE, PIMENTA</li> <li>• CULTURAS AÇUCAREIRAS: CANA-DE-AÇÚCAR E BETERRABA AÇUCAREIRA</li> </ul> <p>TAMBÉM INCLUI: NOZES DE ARECA, ESPARGOS, COUVES, MAMONA, COUVE-FLOR, RAÍZES DE CHICÓRIA, TÂMARAS, ALHO, AVELÃS, SEMENTES DE JOJOBA, ALHO-FRANCÊS, AZEITONAS, ANIÕES, PISTÁCIOS, QUINOA, ESPINAFRES, TARO, NOZES TRICALE, INHAME.</p>	



<b>POUCA DEPENDÊNCIA</b>	REDUÇÃO DE RENDIMENTO DE 0% A 10% SEM POLINIZADORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FRUTAS E VEGETAIS INCLUINDO LARANJAS, TOMATES, LIMÕES, LIMAS, PAPAÍAS</li> <li>• OLEAGINOSAS INCLUINDO PALMA, SEMENTE DE PAPOILA, SEMENTE DE LINHAÇA, SEMENTE DE CÁRTAMO</li> <li>• LEGUMINOSAS INCLUINDO FEIJÃO, ERVILHAS, FEIJÃO BÔER</li> <li>• AMENDOIM</li> </ul> <p>TAMBÉM INCLUI: FEIJÃO BAMBARA, PIMENTA, TORANJA, CAQUI, VAGEM</p>	
<b>DEPENDÊNCIA MODESTA</b>	REDUÇÃO DE RENDIMENTO DE 10% A 40% SEM POLINIZADORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• OLICROPS INCLUINDO SEMENTES DE GIRASSOL, COLZA, GERGELIM, SEMENTES DE MOSTARDA</li> <li>• SOJA</li> <li>• FRUTAS, INCLUINDO MORANGOS, GROSELHAS, FIGOS, GROSELHAS, BERINJELA</li> <li>• COCOS E QUIABO</li> <li>• GRÃOS DE CAFÉ</li> </ul> <p>TAMBÉM INCLUI: FAVAS, NOZES DE KARITÉ, ALGODÃO EM CAROÇO</p>	
<b>ALTA DEPENDÊNCIA</b>	REDUÇÃO DE RENDIMENTO DE 10% A 90% SEM POLINIZADORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FRUTAS, INCLUINDO MAÇÃS, DAMASCOS, MIRTILOS, CEREJAS, MANGAS, PÊSSEGOS, AMEIXAS, PERAS, FRAMBOESAS</li> <li>• NOZES, INCLUINDO AMÊNDOAS, CASTANHAS DE CAJU, NOZES DE COLA</li> <li>• ABACATES</li> </ul> <p>TAMBÉM INCLUI: CUCUMBER, BUCKHEAT, NOZ-MOSCADA, ANIS, FUNCHO, COENTRO</p>	
<b>ESSENCIAL</b>	REDUÇÃO DE RENDIMENTO DE 10% A 90% SEM POLINIZADORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FRUTAS, INCLUINDO KIWI, MELÃO, ABÓBORA, MELANCIA</li> <li>• SEMENTES DE CACAU</li> <li>• CASTANHA-DO-PARÁ</li> </ul> <p>TAMBÉM INCLUI: BAUNILHA, MARMELOS</p>	
<p>Para 35% (32) dos cultivos analisados, o serviço ecossistêmico de polinização é <b>essencial</b>, como é o caso da produção de abóbora (<i>Cucurbita</i> spp.), acerola (<i>M. emarginata</i>), cajá (<i>S. mombin</i>), caju (<i>A. occidentale</i>), castanha-do-brasil (<i>B. excelsa</i>), cupuaçu (<i>T. grandiflorum</i>), maçã (<i>M. domestica</i>), maracujá (<i>P. edulis</i>), melancia (<i>C. lanatus</i>), melão (<i>C. melo</i>), pequi (<i>C. brasiliensis</i>), pinha (<i>A. squamosa</i>) e tangerina (<i>Citrus reticulata</i>).</p>	



Os cultivos que apresentam **alta dependência** de polinizadores contabilizam 24% (22), incluindo abacate (*Persea americana*), ameixa (*Prunus salicina*), baunilha (*Vanilla* spp.), berinjela (*S. melongena*), canola (*Brassica napus*), cebola (*A. cepa*), erva-mate (*I. paraguariensis*), goiaba (*P. guajava*), guaraná (*P. cupana*), jambo (*Syzygium malaccense*), palmito (*E. edulis*), pepino (*Cucumis sativus*), pêssego (*Prunus persica*), entre outros. Muitos desses cultivos caracterizados por uma dependência essencial e alta necessitam de animais polinizadores nativos, ainda não manejados.

Um total de 10% (9) dos cultivos tem **dependência modesta** dos polinizadores, como amora (*Rubus* sp.), café (*C. arabica*), soja (*G. max*), laranja (*C. sinensis*) e pimentão (*C. annuum*); e 7% (6) estão na faixa de **pouca dependência**, como ocorre com feijão (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*S. lycopersicum*) e uva (*V. labrusca*).

Fonte: BPBES, 2019

Evidências apontam que o manejo das abelhas sem ferrão contribui para a polinização e reprodução de pelo menos 13 cultivos: as abelhas *Centris analis* na **acerola** (*M. emarginata*) (MAGALHÃES; FREITAS, 2013), *Melipona fasciculata* na **berinjela** (*S. melongena*) (NUNES-VILA; HRNCIR; DA SILVA, 2013), *Melipona quadrifasciata* no **café** (*C. arabica*) (NOGUEIRA NETO, 1997), *Plebeia emerina* e *Tetragonisca fiebrigi* na **canola** (*B. napus*) (WITTER, 2014), *Partamona cupira* e *Melipona subnitida* na **goiaba** (*P. guajava*) (ALVES; FREITAS, 2006), *M. quadrifasciata* na **maçã** (*M. domestica*) (VIANA et al., 2014), *Xylocopa frontalis* no **maracujá** (*P. edulis*) (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2003; JUNQUEIRA; AUGUSTO, 2017), *Tetragonisca angustula*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Plebeia nigriceps* no **morango** (*F. x ananassa*) (MALAGODI; PEIXOTO, 2004; WITTER, 2014), *Plebeia remota* no **palmito** (*E. edulis*) (DORNELES et al., 2013), *Scaptotrigona* sp. e *Nannotrigona testaceicornis* no **pepino** (*C. sativus*) (SANTOS; ANTONINI, 2008), *M. quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* no **pimentão** (*C. annuum*) (CRUZ; FREITAS; DA SILVA, 2005; ROSELINO; SANTOS; BEGO, 2010) e *M. quadrifasciata* no **tomate** (*S. lycopersicum*) (DEL SARTO; PERUQUETTI; CAMPOS, 2005; BARTELLI; NOGUEIRA-FERREIRA, 2014).

Outros alimentos, que representam grande importância econômica, também são polinizados por abelhas (WITTER; BLOCHTEIN, 2003; SATURNI; JAFFÉ; METZGER, 2016), como por exemplo a **soja** (*Glycine max*), o **café** (*Coffea arabica*), a **maçã** (*Malus domestica*), a **cebola** (*Allium cepa*), a **erva-mate** (*I. paraguariensis*), o **melão** (*Cucumis melo*), o **tomate** (*Solanum lycopersicum*) e o **feijão** (*Phaseolus* spp.).



Vimos que cada cultivo tem uma taxa de dependência (TD) diferente, sendo para alguns a polinização essencial e para outros pouca ou até mesmo nenhuma. Através desta informação de TD, podemos estimar o valor monetário referente ao serviço ecossistêmico de polinização associado à produção de alimentos. Para termos dimensão deste valor, multiplica-se a TD pelo valor da produção anual de um determinado cultivo (GALLAI; VAISSIÈRE, 2009).

A primeira valoração do serviço ecossistêmico da polinização foi de 70 bilhões de dólares por ano em 1997 (COSTANZA et al., 1997). Já em 2009, o valor apontado foi 153 bilhões de euros por ano (GALLAI; VAISSIÈRE, 2009). Mais recentemente, no Relatório de Avaliação sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES, a atualização deste valor trouxe um valor estimado entre 235 bilhões e 577 bilhões de dólares (IPBES, 2016). Mais especificamente no Brasil, o relatório aponta que a polinização relacionada à produção agrícola tem um valor anual de 12 bilhões de dólares (GIANNINI, 2015). Ou seja, quanto mais polinizadores, maior a economia dos produtores sobre os cultivos, tornando a produção mais rentável e o alimento mais acessível ao consumidor final.

Por fim, para concluirmos o pensamento sobre o que foi dito neste capítulo, é importante que fique claro para você leitor que a preservação dos polinizadores, sobretudo das ASF, em conjunto com o incentivo à agricultura familiar e à produção biodiversa poderá contribuir para fomentar sistemas alimentares mais saudáveis, justos, sustentáveis e adaptados à cultura alimentar brasileira, fortalecendo a produção e o acesso a alimentos regionais (BPBES, 2019).

## **5.2. Polinização, alimentação e o Guia Alimentar para a População Brasileira**

Alguns alimentos como a maçã, que é encontrada praticamente o ano todo nas feiras e mercados de todo Brasil; o café que faz parte da rotina diária da maior parte dos brasileiros; a cebola que dá sabor e cheiro ao refogado base de diversas preparações; o tomate, que junto com a cebola e o alface compõem a salada mais famosa do Brasil; além de muitos outros alimentos que fazem parte do nosso hábito alimentar, dependem do serviço ecossistêmico de polinização.

Para pensarmos sobre o impacto e a dependência da polinização dos cultivos e alimentos, nada melhor do que ilustrarmos exemplos de refeições tradicionais que compõem a mesa dos brasileiros e brasileiras diariamente. Para isso, utilizaremos como referência O Guia Alimentar para a População Brasileira. Este documento incentiva o consumo de alimentos que sofrem pouco ou nenhum processamento antes do consumo, produzidos localmente, pela agricultura familiar e que valorizem a



cultura alimentar, estimulando o resgate aos bons hábitos alimentares tendo como objetivo a SAN da população (BRASIL, 2006; BRASIL, 2014).

O Guia traz exemplos de refeições completas, baseadas em alimentos in natura e minimamente processados, com o objetivo de inspirar hábitos alimentares saudáveis e culturalmente adaptados. Um dos exemplos de prato demonstrado pelo Guia como opção para **café da manhã** é composto por: café com leite, bolo de milho e melão. Nesta refeição, a dependência de polinização pelas abelhas está no café (polinizado pela *Melipona quadrifasciata* - *C. arabica*) (NOGUEIRA-NETO, 1997) e no melão (polinizado pela *Cucumis melo*).

Um dos exemplos de prato demonstrado pelo Guia como opção para **almoço** é composto por: Salada de alface e tomate, arroz, feijão, berinjela e suco cupuaçu. Nesta refeição temos a berinjela (*S. melongena*) polinizada pela abelha *Melipona fasciculata* (Nunes-Silva et al. 2013), a *M. quadrifasciata* no tomate (*S. lycopersicum*) (DEL SARTO; PERUQUETTI; CAMPOS, 2005; BARTELLI & NOGUEIRA-FERREIRA, 2014) e o cupuaçu (*T. grandiflorum*), cultivo essencialmente dependente de polinização.

Para o **jantar**, umas das opções demonstrada pelo Guia é composto por: sopa de legumes, farinha de mandioca e açaí. Nesta refeição, além dos legumes que apresentam diferentes níveis de dependência de polinizadores, temos o açaí, alimento tradicional do Brasil, em específico da região norte do país. Um estudo recente realizado por Bezerra et al., 2020 mostrou que as abelhas são responsáveis por mais de 90% da polinização do cultivo de açaí, entre elas, as espécies sem ferrão do gênero *Trigona*, a arapuaá (*Trigona branneri* Cockerell) e a olho-de-vidro (*Trigona pallens* Fabricius) (BEZERRA, 2020).

O Guia também apresenta opções para pequenas refeições, nas quais as frutas frescas ou secas são excelentes alternativas, bem como castanhas e nozes (oleaginosas), alimentos com alto teor de nutrientes e que podem ser facilmente transportados.

As frutas e oleaginosas são alimentos que ocupam níveis altos na escala de dependência de polinizadores. Muitas variedades de frutas e oleaginosas, como as nozes, são parcialmente dependentes. Em ambos os grupos também temos culturas que são totalmente dependentes de polinizadores, como a castanha do Brasil (*B. excelsa*) e, entre as frutas, a maçã, o maracujá, a melancia, a tangerina, o kiwi e o melão.



## PARA SABER MAIS...

### Guia Alimentar para a População Brasileira

Todas essas refeições citadas anteriormente estão compostas por alimentos denominados como in natura e minimamente processados, de acordo com a classificação **NOVA** que é utilizada no Guia.

A classificação NOVA, classifica os alimentos de acordo com o seu **grau de processamento**, sendo eles:

- **In natura:** alimentos obtidos diretamente de plantas ou de animais (como folhas e frutos ou ovos e leite) e adquiridos para consumo sem que tenham sofrido qualquer alteração após deixarem a natureza.
- **Minimamente processados:** alimentos in natura que, antes de sua aquisição, foram submetidos a alterações mínimas. Exemplos incluem grãos secos, polidos e empacotados ou moídos na forma de farinhas, raízes e tubérculos lavados, cortes de carne resfriados ou congelados e leite pasteurizado.
- **Processados:** são fabricados pela indústria com a adição de sal ou açúcar ou outra substância de uso culinário a alimentos in natura para torná-los duráveis e mais agradáveis ao paladar. Exemplos incluem: geléias, compotas, carnes salgadas, etc.
- **Ultraprocessados:** alimentos ultraprocessados, feita em geral por indústrias de grande porte, envolve diversas etapas e técnicas de processamento e muitos ingredientes, incluindo sal, açúcar, óleos e gorduras e substâncias de uso exclusivamente industrial. Exemplos incluem: biscoitos, pães industrializados, sorvetes, salsicha etc.





O Guia apresenta que a **base da alimentação** deve ser composta por **alimentos in natura** ou **minimamente processados**, em grande variedade e predominantemente de **origem vegetal**, compondo assim uma alimentação nutricionalmente balanceada, saborosa, culturalmente apropriada e promotora de um sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável.

Como vimos, muitos alimentos que garantem uma alimentação baseada em alimentos in natura e minimamente processados e garantem a diversidade da nossa alimentação são dependentes da polinização em vários níveis, sendo que, com a diminuição dos polinizadores, em especial das abelhas, teríamos maior custo para produzir e consumir esses alimentos. Você já tinha pensado sobre isso?

Para saber mais sobre o processamento dos alimentos e dicas de refeições saudáveis e sustentáveis acesse o [Guia Alimentar Para a População Brasileira](#) na íntegra. Este documento é gratuito e acessível para todos.

Conforme mencionado ao longo deste capítulo, as abelhas desempenham papel crucial na garantia de segurança alimentar e nutricional por meio da polinização. Grande parte dos alimentos in natura e minimamente processados como frutas, legumes, sementes e verduras, que garantem diferentes cores, sabores e texturas à nossa alimentação, dependem das mais diferentes espécies de abelhas para serem produzidos. E embora a polinização seja um serviço indispensável, o desconhecimento sobre a importância das abelhas para a garantia de alimentos e para nossa sobrevivência pode dificultar o desenvolvimento de ações para promoção e conservação das espécies nativas. Esperamos que este capítulo tenha reunido evidências e informações sobre a relevância das abelhas sem ferrão (e do serviço ecossistêmico de polinização) na produção e na garantia de uma alimentação equilibrada, saborosa e saudável.



## 6. REFERÊNCIAS

AIZEN, M. A. et al. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of botany**, v.103, n.9, p.1579-1588, 2009.

AIZEN, M.A.; HARDER, L.D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Curr Biol**, v.19, p. 915–918, 2009.

AIZEN, M. A. et al. Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. **Global change biology**, v. 25, n.10, 2019.

ALVES, J.E; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Rev Ciênc Agrônômica**, v. 37, p. 216–220, 2006.

ALVES, I. C. et al. **Biodiversidade em ação: conservando espécies nativas, corredores ecológicos urbanos...** Seguindo a trilha da Jataí em São Paulo. São Paulo: A.B.E.L.H.A (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas). 2017. 52 p.

BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology**, v. 61, p. 510–516, 2014.

BEZERRA, L. A. Pollen loads of flower visitors to açai palm (*Euterpe oleracea*) and implications for management of pollination services. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 4, p. 482-490, 2020.

BPBES - Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. **Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil**. São Paulo, 2019.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN, estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** [internet]. 18 set, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2006/lei/11346.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/11346.htm)

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. 2. ed. Brasília : Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BUSTAMANTE, P. G., BARBIERI, R. L., SANTILLI, J. **Conservação e uso da agrobiodiversidade**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017.



COSTANZA R.D. R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997.

CRUZ, D. D.; FREITAS, B. M.; DA SILVA, L. A. **Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper**. *Pesqui Agropecu Bras* 40:1197–1201, 2005. doi: 10.1590/ S0100-204X2005001200006

CURTIS, P. G.; SLAY, C. M.; HARRIS, N. L.; TYUKAVINA, A. & HANSEN, M. C. Classifying drivers of global forest loss. **Science**, v. 361, p. 1108–1111, 2018.

DAROLT, M. R. et al. Alternative food networks and new producer-consumer relations in france and in brazil. **Ambiente & Sociedade** [online], v.19, n. 2, p. 01-22, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC121132V1922016>. Acesso em: 03 nov. 2022.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Meli - pona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **J Econ Entomol**, 98, p.260–266, 2005.

DORNELES, L. L. et al. Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) e associação com abelhas sociais. **Iheringia**, v. 68, p. 47–57, 2013.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA- FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 33, p.1135–1139, 2003.

GALLAI, N.; VAISSIÈRE, B.E. **Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale**. FAO, Rome, 2009.

GIANNINI, T. C. et al. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **J Econ Entomol**, v.108, p.849–857, 2015.

GULLAN, P.J. CRASTON , P. S. **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Roca, 2017.

IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. Bonn. 552p, 2016.

JUNQUEIRA, C. N., AUGUSTO, S. C. Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhancement on fruit production and quality. **Apidologie**, v. 48, p.131–140, 2017.



KLEIN, A. M. et al. **A Polinização agrícola por insetos no Brasil**: Um Guia para Fazendeiros, Agricultores, Extensionistas, Políticos e Conservacionistas. UNFR. Albert-Ludwigs University Freiburg, Nature Conservation and Landscape Ecology, 2020.

LIMA, A. L. Mais de 90% da polinização do açaí é realizada por abelhas da Amazônia. EMBRAPA, Pará, 04 ago. 2020. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53883946/mais-de-90-da-polinizacao-do-acai-e-realizada-por-abelhas-da-amazonia>>. Acesso 24 maio 2021.

MALAGODI, K.S.; PEIXOTO, A.D.M. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses?. **Aust J Agric Res**, v. 55, p. 771–773, 2004.

MAGALHAES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, p. 234–239, 2013.

MARQUES, M. F. et al. **Polinizadores na agricultura**: ênfase em abelhas. Rio de Janeiro: FUNBIO, 2015.

MONTENEGRO, M.; SIMONI, J. **Atlas dos insetos**: fatos e dados sobre as espécies mais numerosas da Terra. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Boll, 2021.

NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae)**. São Paulo: Editora Chácaras e Quintais, Editora Nogueirapis, São Paulo, SP. 365p, 1997.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; DA SILVA, C. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, p. 537–546, 2013.

OLLERTON, J.; WINFREE, R., & TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.

PORTAL BRASIL, Meio Ambiente. Preservação dos polinizadores será política pública no Brasil. P Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18469233/estudo-apontam-prioridades-de-politicas-publicas-para-preservar-polinizadores-em-nivel-mundial>. Acesso em: 28 mai. 2023.

POPP, J. H. **Geologia Geral**. (7ª ed). Rio de Janeiro: LTC, 2017. 9788521634317.

RAVEN. **Biologia Vegetal**. (8ª ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 978-85-277-2384-8.



RECH, A. R., AGOSTINI, K., OLIVEIRA, P. E., MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. (2ª ed). Rio de Janeiro: Projeto Cultura, 2014. 527 p.

ROBERTO, G.B.P. et al. **As abelhas polinizadoras nas propriedades rurais**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

ROSELINO, A. C.; SANTOS, S. A. B.; BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Rev Bras Biociências**, v. 8, p. 154–158, 2010.

SANTOS, G. M. ANTONINI, Y. The traditional know - ledge on stingless bees (Apidae: Meliponina) used by the Enawene-Nawe tribe in western Brazil. **J Ethnobiol Ethnomedicine**, v. 4, p. 1–9, 2008.

SATURNI, F. T.; JAFFÉ, R.; METZGER, J.P. Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales. **Agric Ecosyst Environ**, v. 235, p. 1–12, 2016.

UZUNIAN, A., BIRNER, E. **Biologia**. (3ª ed). São Paulo: HARBRA, 2008.

VIANA, B. F. et al. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, v.14, p.261–269, 2014.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesqui Agropecu Bras**, v. 38, p. 1399–1407, 2003.

WITTER, S. et al. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014. 143 p.

