



ESPACIALIZAÇÃO DE DADOS EM MAPAS NA WEB: PLANTAS DANINHAS RESISTENTES E SUSCEPTÍVEIS A HERBICIDAS NO BRASIL

Victória Roberta Machado da **Silva**¹; Paulo Augusto Vianna **Barroso**²; Júlio César **Bogiani**³;
Cristina Aparecida Gonçalves **Rodrigues**⁴

Nº 21508

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi apresentar a espacialização, a partir de ferramentas da web, de dados obtidos a partir da literatura sobre plantas daninhas resistentes e susceptíveis a diferentes herbicidas no Brasil. Dos artigos consultados, foram retirados os seguintes atributos: gênero, espécie, coordenadas geográficas, mecanismos de ação, grupos químicos e resistência aos herbicidas. Para organização, tabulação, quantificação, vetorização e elaboração de layout dos mapas, foram utilizados os softwares Excel, ArcGis Pro, Qgis Desktop 3.18.1. e GitHub. Observou-se que, do total de 311 biótipos de plantas daninhas avaliados quanto à resposta à aplicação de herbicidas, 132 eram susceptíveis, 93 apresentaram resistência múltipla e 86, resistência simples. O conjunto avaliado compreendeu 57 gêneros de plantas daninhas. Para criação de um web map, foi utilizada a ferramenta qgis2web do Qgis Desktop 3.18.1. Os arquivos obtidos foram inseridos no GitHub, para tornar os dados públicos através de um link criado na plataforma, de modo que qualquer pessoa pudesse ter acesso e interação com o mapa. Os resultados mostraram que a maioria dos biótipos de plantas daninhas coletados e avaliados eram resistentes a herbicidas. Porém, parte dos biótipos suspeitos era, na verdade, susceptível. A espacialização dos dados revelou que boa parte dos casos registrados na literatura concentram-se nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Palavras-chave: plantas daninhas, resistência, herbicidas, espacialização, dados, ArcGis, Qgis.

¹ Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP; vroberta751@gmail.com.

² Orientador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP; paulo.barroso@embrapa.br.

³ Colaborador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP.

⁴ Colaboradora: Pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas, SP.



ABSTRACT – *The objective of this work was to spatialize, using web tools, literature data on weeds resistant and susceptible to different herbicides in Brazil. The following attributes were extracted from the articles: genus, species, geographic coordinates, mechanisms of action, chemical groups and herbicide resistance. For organization, tabulation, quantification, vectorization and layout of the maps, Excel, ArcGis Pro, Qgis Desktop 3.18.1 software and GitHub were used. We observed that, out of the total 311 weed biotypes evaluated for their response to herbicide application, 132 were susceptible, 93 showed multiple resistance and 86, simple resistance. The evaluated set comprised 57 weed genera. To create a web map, the qgis2web tool in Qgis Desktop 3.18.1 was used. The files obtained were uploaded to GitHub, so that the data were made public through a link created on the platform and anyone could have access and interact with the map. The results show that most of the weed biotypes collected and evaluated were resistant to herbicides. However, some of the suspicious biotypes were actually susceptible. The spatialization of the data reveals that most of the cases recorded in the literature are concentrated in the South and Southeast regions of Brazil.*

Keywords: weeds, resistance, herbicides, spatialization, data, ArcGis, Qgis.

1. INTRODUÇÃO

Por definição,

a resistência de plantas daninhas a herbicidas está ligada a capacidade herdável selecionada em um biótipo de planta daninha, previamente susceptível ao herbicida, de sobreviver à aplicação e completar seu ciclo quando este herbicida é utilizado em sua dose recomendada, em condições agrícolas. (Heap; Lebaron, 2001).

Já a susceptibilidade de uma espécie de planta daninha a um determinado herbicida é definida como o grau de injúria ou morte da planta que é observado após a aplicação de um produto, e é uma característica inata de cada espécie (Christoffoleti et al., 2016).



O registro, na literatura, das resistências das plantas daninhas é importante por colaborar para a identificação, o manejo e o controle das espécies em diferentes culturas. O manejo das plantas daninhas está ligado diretamente ao tipo de cultura em que ela ocorre, e é portanto um fator decisivo para a aplicação e dosagem correta dos herbicidas, a depender da espécie das ervas daninhas.

A cultura e a incidência dessas plantas daninhas podem ser mais facilmente identificadas por meio da informação espacializada, com a opção de filtragem dos dados mais complexos, como o tipo de espécie, os herbicidas utilizados e tipo de resistência, otimizando o tempo e facilitando a busca por esse tipo de dados para estudos.

Diante disso, o objetivo presente trabalho foi espacializar atributos relacionados à resistência das plantas daninhas a herbicidas, a partir de ferramenta web e dados advindos da revisão do estado da arte. O intuito é colaborar com a geração de informações para subsidiar a tomada de decisão por parte de agricultores, órgãos governamentais, técnicos e indústrias, para o melhor manejo das culturas que sofrem com a invasão das plantas daninhas. Além disso, as informações podem auxiliar a definir prioridades de pesquisa em determinadas regiões com ausência de estudos sobre o tema, além de apoiar pesquisadores e profissionais da área em ações voltadas a novas pesquisas e atividades de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a etapa de levantamento de dados a partir do estado da arte, inicialmente foi feita uma pesquisa booleana em bases de periódicos na web, que compreendeu publicações do período de 1996 a 2020, conforme detalhamento apresentado na Tabela 1.



Tabela 1. Quantidade de periódicos/resumos utilizados.

Periódicos/resumos	Quantidade
Agriculture	4
Agronomy	3
Bragantia	4
Congresso Brasileiro de Ciência das Plantas Daninhas	5
Informe Técnico - PGA/UEM	1
Journal of Environmental Science and Health	2
Pesquisa Agropecuária Brasileira	3
Revista Brasileira de Herbicidas	147
Revista Planta Daninha	140
Scientia Agricola	1
VII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado	1
Total	311

A partir da revisão da literatura, foi elaborada uma planilha no software Excel e foram inseridos os dados coletados para gênero, espécie, nome comum, nome em inglês, cultura estudada, sistema de produção, município, unidade da federação, geocódigo, coordenadas (latitude e longitude), data e ano da coleta, periódico, DOI, referências, grupo, mecanismo de ação, grupos químicos, herbicidas aplicados e a sensibilidade da planta ao herbicida (resistente ou susceptível).

Com base nos dados dos herbicidas que foram aplicados em cada estudo e da resposta quanto à resistência ou não das espécies para cada um deles, foi criada uma fórmula a partir da função “SE”, na qual, para cada caso estudado, o valor 1 correspondeu a resistente e -1, a susceptível. Foi criada, então, uma coluna que gerou a soma do número de herbicidas de cada caso. Posteriormente, foi formulada a seguinte lógica no Excel:

$$=SE(\text{número de herbicidas} < 1; "susceptível"; SE(\text{número de herbicidas} = 1; "resistência simples"; SE(\text{número de herbicidas} > 1; "resistência múltipla")))$$

Para elaborar o gráfico dos casos por região, foram somados os valores por atributos usando a ferramenta Tabela Dinâmica no Excel e, com os dados, foi criado um gráfico de barras. Para quantificar os atributos por região, foi utilizada a fórmula CONT.SE e, com os valores obtidos, foi criada uma coluna com a frequência absoluta e outra com a frequência relativa.



Com a tabulação e classificação dos dados de gênero, espécie, município, coordenadas, herbicidas e resistências por herbicidas, os dados foram exportados para o software ArcGis Pro, e a planilha foi adicionada na aba “dados de pontos XY”. Na ferramenta de geoprocessamento, os dados foram transformados em vetores de ponto a partir das coordenadas correspondentes.

Para a elaboração do layout, os vetores de ponto foram exportados para o software Qgis Desktop 3.18.1, e foi inserida uma camada com um mapa base Open Street Map Standard (OSM Standard). Os pontos foram modificados a partir da simbologia, para melhor visualização. Posteriormente foi instalado o complemento “qgis2web”, ferramenta que permitiu a filtragem e interação com dados no mapa por meio da web.

Por fim, os arquivos da ferramenta “qgis2web” foram baixados e adicionados à plataforma GitHub como um projeto público, e foi criado um link na web. Assim, este trabalho criou um recurso que possibilita o acesso, a visualização e a interação com o mapa das resistências de plantas daninhas no Brasil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos sobre a sensibilidade das plantas daninhas aos herbicidas no Brasil, foi elaborado um gráfico que quantifica os casos nas diferentes regiões do país (Figura 1). As regiões Sudeste e Sul apresentam mais casos com registro na literatura, 111 e 127 casos, respectivamente. Para a região Norte não foi encontrado nenhum caso.

A frequência absoluta caracteriza-se pelo número absoluto de casos, e a frequência relativa é a porcentagem da razão entre a frequência absoluta dos casos por região e o valor total de casos, ou seja, $FR\ absoluta / FR\ absoluta\ total$. O resultado é mostrado na Figura 1.

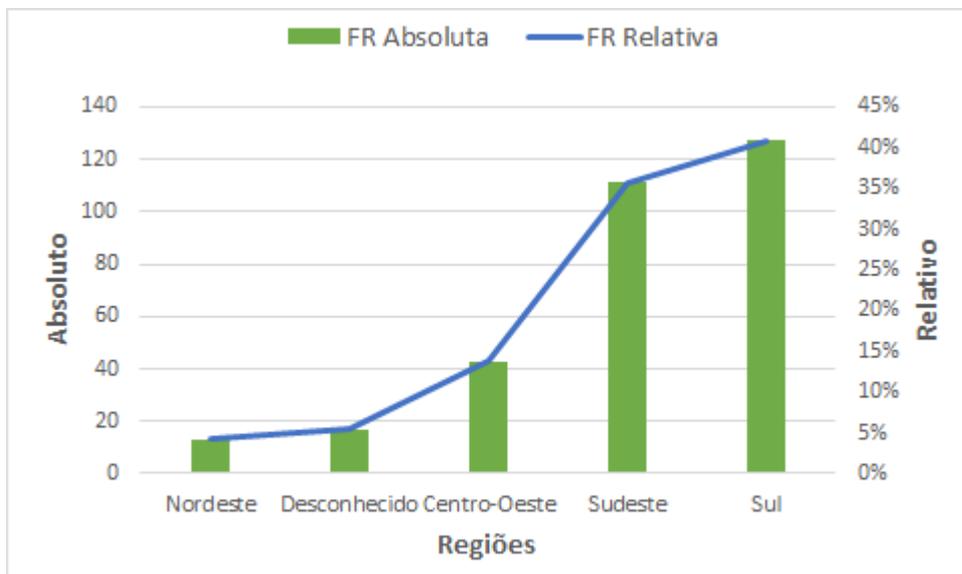


Figura 1. Frequências absoluta e relativa dos casos de plantas daninhas por região.

Com a separação por região, os casos no Brasil foram contabilizados usando a ferramenta Tabela Dinâmica do Excel e divididos entre resistência simples, resistência múltipla e susceptível (Figura 2). Nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, foram observados mais casos de plantas daninhas susceptíveis. Inversamente, na região do Nordeste, apesar de haver poucos registros sobre as plantas daninhas, houve mais casos de resistência simples e resistência múltipla do que de susceptível (Figura 2).

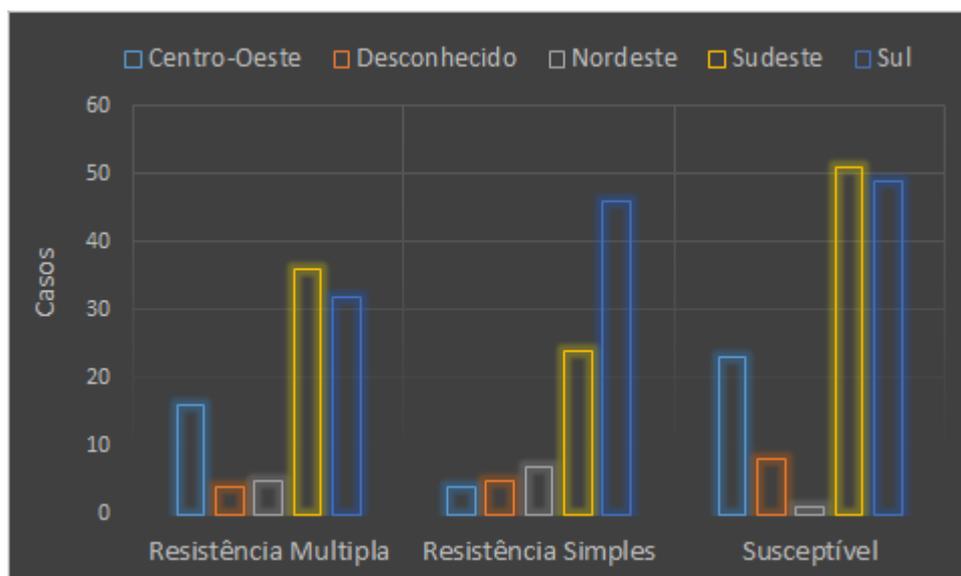


Figura 2. Número de casos de resistências e susceptibilidade de plantas daninhas por região.

Com a tabulação dos dados, observou-se também que, do total de 311 biótipos de plantas daninhas avaliados quanto à resposta à aplicação de herbicidas, 132 eram susceptíveis, 93 apresentaram resistência múltipla e 86, resistência simples. O conjunto avaliado compreendeu 57 gêneros de plantas daninhas.

A partir do gerenciamento de dados, a ferramenta “qgis2web” no Qgis Desktop 3.18.1 foi de suma importância para o objetivo do trabalho, pois permitiu a construção de um mapa interativo na web (Figuras 3 e 4) sobre a sensibilidade das plantas daninhas aos herbicidas, com utilização das coordenadas geográficas (graus, minutos e segundos, GMS) obtidas a partir da revisão bibliográfica e posteriormente convertidas para coordenadas geográficas decimais.



Figura 3. Distribuição e resistência de plantas daninhas avaliadas no Brasil: ferramentas e filtros.

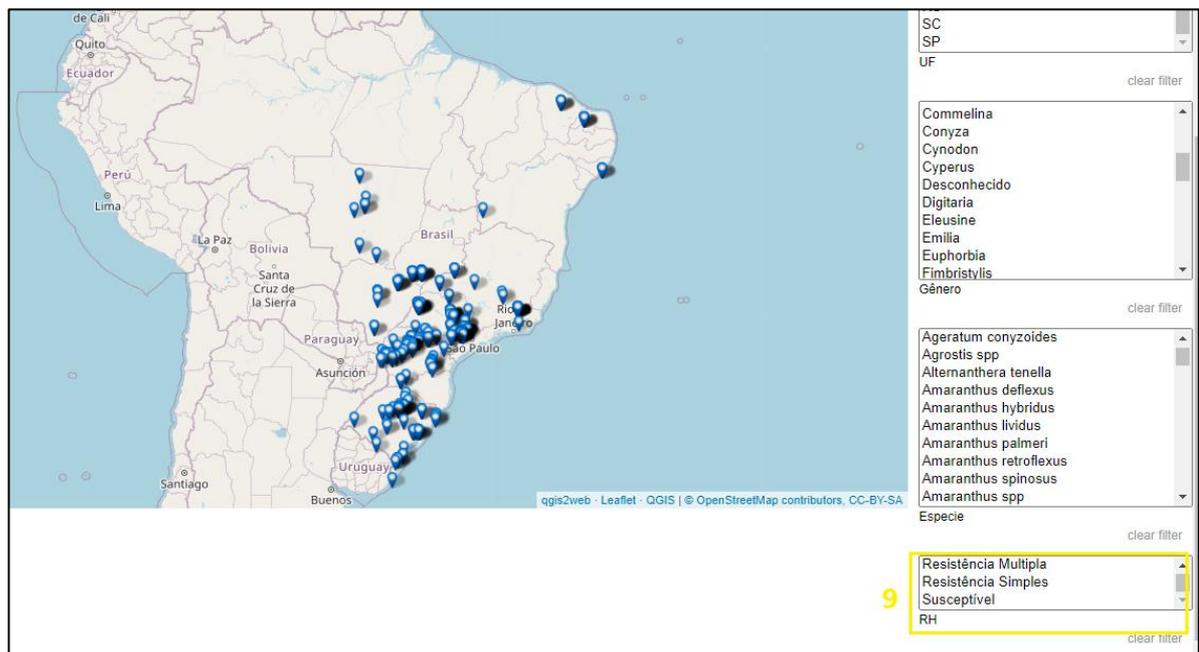


Figura 4. Distribuição e resistência de plantas daninhas avaliadas no Brasil: ferramentas e filtros.

As ferramentas e filtros (Figuras 3 e 4) disponíveis no mapa, são:

- Ferramentas:

1. Zoom;
2. Localização em tempo real do usuário;
3. Busca por gênero;
4. Camadas.

- Filtros:

5. Unidade da Federação;
6. Gênero;
7. Espécies;
8. Resistência por herbicida;
9. Limpar filtro.

Os atributos podem ser vistos ao clicar em qualquer um dos pontos (Figura 5).

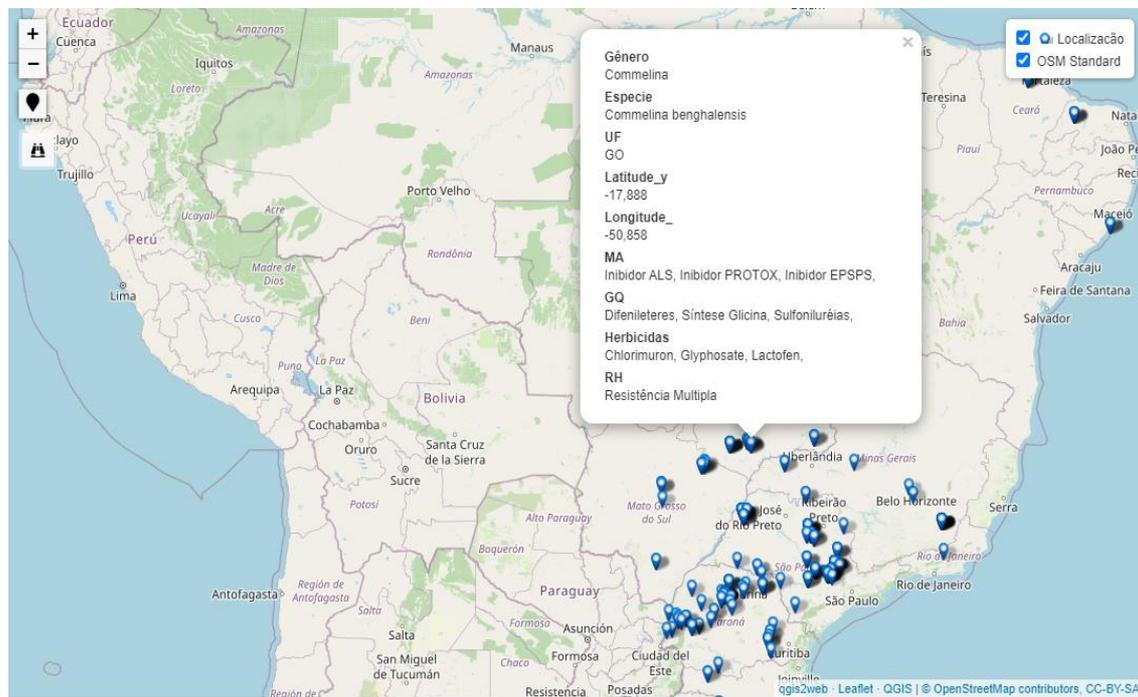


Figura 5. Distribuição e resistência de plantas daninhas avaliadas no Brasil: atributos.

A ferramenta permite otimizar tempo na busca por atributos e os filtros podem ser relacionados com as diferentes variáveis, conforme o interesse do usuário. Por exemplo: durante uma busca, no estado de São Paulo, pelo gênero *Euphorbia* susceptível, os usuários podem ter acesso detalhado aos atributos sobre quais herbicidas foram utilizados, mecanismo de ação e grupo químico da planta.

Por fim, na plataforma GitHub, foram transferidos os arquivos CSS, Javascript e HTML para um repositório, a partir do qual foi criado um domínio público para a criação do link na web para acesso e interação dos usuários com o produto: <https://robertag1.github.io/plantas-daninhas/>.

Como pode ser observado tanto nos gráficos quanto no mapa, as regiões Sul e Sudeste compreendem cerca de 35 a 40% dos casos registrados na amostragem utilizada. A região Nordeste apresentou menos de 5% do total de casos. Para esse entendimento, é importante considerar fatores relacionados com a presença de centros de pesquisa e universidades nessas regiões, concentração de áreas destinadas à agricultura, forma de manejo das invasoras e acesso a tecnologias mais promissoras.

Há décadas a tecnologia vem se tornando um fator decisivo para determinar a competitividade das organizações, quer pela sua importância no emprego de recursos e na redução de custos, quer pelo impacto que causa na produtividade e qualidade dos produtos e serviços oferecidos (Augusto et al., 2012). No que se refere às plantas daninhas, é conhecido o



seu potencial para causar prejuízos aos cultivos (Concenço et al., 2014), especialmente as plantas resistentes a herbicidas (Adegas et al., 2017). Perdas das áreas de produção em locais com problemas de resistência podem atingir níveis insustentáveis para os produtores – como perdas de 87% em lavouras de algodão nos EUA (Burgos et al., 2006) e de 35% em lavouras de soja no Brasil (Trezzi et al., 2014) –, em função da presença de plantas daninhas resistentes a glifosato, por exemplo. Portanto, o uso desta ferramenta pode ampliar o acesso ao conhecimento sobre os locais de ocorrência e a dispersão das plantas daninhas conforme o caso de resistência aos herbicidas, a fim de ajudar na tomada de decisão quanto às estratégias de manejo mais adequado para evitar os prejuízos que elas causam nas lavouras. Cabe ainda mencionar que esta ferramenta auxilia nos estudos sobre as plantas invasoras, mas que em muitos casos a questão é mais complexa e deve ser baseada em diferentes estudos.

4. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou a distribuição espacial de atributos – gênero, espécie, coordenadas geográficas, mecanismos de ação, grupos químicos e resistências dos herbicidas relacionados com a sensibilidade das plantas daninhas aos herbicidas – relacionados com a sensibilidade das plantas daninhas aos herbicidas a partir de filtros e ferramentas web e com base no levantamento de dados em literatura específica. Os resultados mostraram que a consulta, em escala nacional, tornou-se mais rápida e simples, e pode beneficiar o setor produtivo. Para futuros trabalhos, recomenda-se o aprimoramento na amostragem de dados, com a ampliação da base de periódicos e da série temporal investigada.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) concedida. E a Paulo Vianna, Júlio Bogiani e Cristina Rodrigues, por toda a paciência e os ensinamentos durante o período desta bolsa.



6. REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L.; KARAM, D.; SILVA, A. F.; AGOSTINETTO, D. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 132).

BURGOS, N.; CULPEPPER, S.; DOTRAY, P.; KENDING, J.; WILCUT, J.; NICHOLS, R. **Managing herbicide resistance in cotton cropping systems**. Memphis, Tennessee. USA: National Cotton Council of America, 2006.

AUGUSTO, C. A.; TAKAHASHI, L. Y.; SACHUK, M. Y. A influência da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho em usinas de açúcar e álcool paranaenses. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 1-14, 2012.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; SILVA, A. F.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: MONQUEIRO, P. A. (Org.). **Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas**. São Carlos, SP, RiMa: 2014. p 1-31.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; OVEJERO, R. F. L.; BORGATO, E. A.; NETTO, A. G.; MELO, M. S.C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: termos e definições importantes. In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. (Org.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas, 2016, p. 11-31.

HEAP, I.;LEBARON, H. Introduction and overview of resistance. In: POWLES, S. B.; SHANER, D. L. (Ed.). **Herbicide resistance and world grains**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 1-22.

TREZZI, M. M.; MACHADO, A. B.; XAVIER, E. Soja: impacto do leiteiro e estratégias de manejo. **Cultivar**, n. 183, p. 8-10, 2014.