

Dinâmica da expansão da soja e uso de agroquímicos em Rondônia¹

Antonio Nunes Fernandes²

Marcela Campanharo³

Jaqueline Martins Vasconcelos⁴

Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho⁵

Resumo – O crescimento exponencial do agronegócio no Brasil levou à adoção disseminada de pacotes tecnológicos e à intensificação do uso de defensivos agrícolas, tendo desencadeado impactos significativos sobre a biodiversidade. Esses impactos manifestam-se por meio de práticas como queimadas, poluição do solo, água e ar, especialmente nas áreas dedicadas ao cultivo da soja (*Glycine max*). Em Rondônia, durante o ano agrícola 2021/2022, a área destinada ao cultivo de soja abrangeu uma vastidão de 460.119 hectares. O cultivo de soja demanda, notadamente, o uso de defensivos agrícolas, inclusive herbicidas. Os dados quanto à localização das áreas com a cultura da soja dos últimos dez anos e os principais defensivos agrícolas utilizados nos últimos cinco foram extraídos do Sistema de Fiscalização do Comércio de Agrotóxicos de Rondônia (Siafro), gerenciado pela Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia (Idaron). Nas áreas cultivadas com soja no estado, foi possível observar a distribuição da soja em áreas de preservação ambiental, com mudanças de comportamento da produção e dos principais ingredientes ativos de defensivos utilizados, a classificação de uso e a quantidade destinada à cultura. De maneira notável, constatou-se que a cultura da soja é o destino principal dos agroquímicos comercializados em Rondônia. O glifosato, em sua forma pura ou composta, desponta como o ingrediente ativo predominante, cerca de 50% do volume total comercializado nos últimos cinco anos na região. Em termos quantitativos, nos últimos cinco anos, a cultura da soja demandou o total acumulado de 24.749.409 litros-quilos de defensivos, sendo 5.250.289 litros-quilos só no Município de Cerejeiras.

Palavras-chave: agronegócio, áreas degradadas, contaminação ambiental, defensivos agrícolas, *Glycine max*.

The dynamics of soybean expansion and the use of agrochemicals in the Rondônia state

Abstract – The exponential growth of agribusiness in Brazil led to the widespread adoption of technological packages and to the increased the use of agricultural pesticides, which have triggered significant impacts on biodiversity. These impacts manifest through practices such as burnings, as well as soil, water, and air pollution, mainly observed in areas dedicated to soybean (*Glycine max*) cultivation.

¹ Original recebido em 27/9/2023 e aprovado em 30/1/2024.

² Mestrando em em Conservação e Uso de Recursos Naturais. E-mail: anfgjt@terra.com.br

³ Doutora, professora do PPGRen/Unir-RO. E-mail: marcela.campanharo@unir.br

⁴ Doutora, professora do PPGRen/Unir-RO. E-mail: jaqueline.vasconcelos@unir.br

⁵ Doutor, professor do IFGoiano. E-mail: sebastiao.vasconcelos@ifgoiano.edu.br

In the state of Rondônia, during the 2021/2022 agricultural year, the area allocated to soybean cultivation covered a vast expansion of 460,119 hectares. Soybean cultivation notably demands the use of agricultural pesticides, including herbicides. The data on the locations of soybean cultivation areas over the last 10 years and the main agricultural pesticides used in the past five years were extracted from the monitoring system of Rondônia's pesticide trade (Sistema de Fiscalização do Comércio de Agrotóxicos de Rondônia – SIAFRO), managed by the Rondônia agrosilvopastoral health defense agency (Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do estado de Rondônia – IDARON). In the cultivated soybean areas of the state, the distribution of soybean was observed in environmental conservation areas, with changes in the production behavior and in the main active ingredients of pesticides used, their use classification, and the quantity allocated to the crop. Remarkably, soybean cultivation is the primary destination for agrochemicals marketed in Rondônia. Glyphosate, either in its pure or compound form, emerges as the predominant active ingredient, accounting for 50% of the total volume marketed in the region over the last five years. In quantitative terms, over the past five years, soybean cultivation demanded a total accumulated amount of 24,749,409 liters-kilograms of pesticides, with 5,250,289 liters-kilograms used solely in the municipality of Cerejeiras during the same period.

Keywords: agribusiness, degraded area, environmental contamination, agricultural pesticides, *Glycine max*.

Introdução

O Brasil, o maior produtor global de soja, atribui a Mato Grosso o título de principal estado produtor dessa cultura (Informativo Agropecuário de Rondônia, 2021). Ressalta-se que Rondônia também tem ampliado significativamente sua área cultivada, especialmente nas regiões central e norte (Silva, 2017), que abrangem 45 dos 52 municípios (Idaron, 2022). A soja, além de servir como alimento humano, é matéria-prima para rações animais e tem encontrado novas demandas em aquicultura, bioenergia e oleoquímica (Gazzoni & Dall'agnol, 2018).

Para o uso seguro de defensivos agrícolas, é necessário observar os horários de aplicação, o clima, a precipitação, a velocidade e a direção dos ventos sobre áreas adjacentes. Isso, principalmente quando não se limitam apenas ao seu alvo principal, mas às espécies não alvo, e assim não causar danos às outras culturas paralelas e vegetações próximas com a deriva desses produtos (Costa, 2006).

A deriva de agroquímicos continua sendo problema para a agricultura moderna (Carneiro et al., 2015). Isso ocorre quando eles são desviados para fora da área de cultivo, ou seja, de sua

finalidade primária de combate às espécies-alvo, também conhecidas como pragas, ou nas demais atividades que demandam esses produtos, de modo que sua toxicidade se manifesta com os efeitos indesejáveis em outros organismos vivos, ecossistemas e comunidades, além de outros componentes ambientais (Peres et al., 2005). Assim, o uso de agroquímicos afeta o meio ambiente circundante das áreas tratadas (Londres, 2011).

Informações incompletas em banco de dados sobre o uso de agroquímicos no Brasil criam dificuldades para instituições públicas, agentes de saúde e pesquisadores buscarem e divulgarem resultados precisos (Pignati et al., 2017; Gaboardi et al., 2019). Contudo, em Rondônia, pelo banco de dados do Sistema de Fiscalização do Comércio de Agrotóxicos do Estado de Rondônia (Siafro), as empresas declaram a venda desses insumos, por meio do acompanhamento dos receiptuários emitidos e do controle das embalagens dos produtos vendidos.

Além disso, a expansão da produção de soja em Rondônia pressiona as reservas legais, incluindo áreas de preservação ambiental e territórios indígenas. A abertura de novas áreas por desmatamento e do uso do fogo para atividades agropecuárias, silvícolas e mineração impacta negativamente as

reservas. Essa transgressão das leis territoriais frequentemente resulta em conflitos, violência, crimes ambientais e negação de direitos humanos e territoriais aos grupos afetados (Silva et al., 2020).

O aumento da produção de soja em Rondônia se dá pela substituição de áreas degradadas de pastagem. No entanto, observa-se a transformação de áreas florestais em pastagens, impulsionando o desmatamento e as queimadas nos últimos anos (Fearnside, 2021). Apesar de existirem tecnologias capazes de manter a produtividade sem a expansão de novas áreas (Informativo Agropecuário de Rondônia, 2021), o deslocamento de pastagens para a soja acarreta o aumento do desmatamento da Floresta Amazônica para a formação de pastagens (Fearnside, 2021).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar a expansão das áreas de produção da cultura da soja em Rondônia e os principais defensivos agrícolas empregados.

Metodologia

Foram utilizados aqui dados da Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia (Idaron), com as coordenadas geográficas de todas as propriedades com áreas plantadas com soja em Rondônia. Essas áreas estão regulamentadas, além de outras normas, no Decreto Estadual nº 14.653, de 27 de outubro de 2009, que “Dispõe sobre a Defesa Sanitária Vegetal no Estado de Rondônia e dá outras providências” (Rondônia, 2009).

E, como último regulamento, a Instrução Normativa nº 17/2021/IDARON-PROCFAS (Rondônia, 2021), que estabelece em seu Art. 15:

[...] Ao produtor, proprietário, possuidor ou detentor a qualquer título de *área* com cultivo de soja é obrigatório o cadastramento anual, pessoalmente ou pelo sítio eletrônico da Idaron, no período de 15 de setembro a 30 de dezembro de cada safra agrícola [...].

Todas as propriedades com plantio de soja são cadastradas no programa SIS-VEGETAL, con-

trolado exclusivamente pela Idaron, para fins de fiscalização no recebimento de defensivos agrícolas e controle da ferrugem asiática, principal doença da cultura, pela prática de vazio sanitário.

Foram utilizados os dados dos últimos dez anos para a análise dos avanços das áreas com soja em Rondônia e, de posse das coordenadas geográficas na Idaron, elaborou-se um mapa, com o uso da base cartográfica do IBGE (2017), com a identificação das áreas de preservação florestal, exceto as áreas indígenas, extraídas da base cartográfica da Funai (2019). Utilizou-se o software QGIS, que permitiu a visualização, a edição e a análise de dados georreferenciados. Pelo sistema de coordenadas geográficas Datum Sirgas 2000, foi confeccionado um mapa com a distribuição da expansão do cultivo da soja e as pressões sobre áreas de proteção ambiental no estado.

Da mesma forma, as informações quanto aos defensivos agrícolas mais comercializados no estado foram extraídas do Sistema de Fiscalização do Comércio de Agrotóxicos do Estado de Rondônia (Siafro), programa fornecido pela Idaron para ser utilizado nas vendas de agrotóxicos. Todos os defensivos comercializados são obrigatoriamente contabilizados nesse sistema. Foram utilizados os dados dos últimos cinco anos, período em que a Idaron desenvolveu o sistema.

Os dados de classificação de uso e seus componentes ativos foram obtidos com base na consulta on-line do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit), um banco de dados de todos os agrotóxicos e produtos afins registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária (Agrofit, 2022).

Assim, foram apresentados os defensivos mais comercializados, sua relação com a cultura da soja e a evolução anual. Foram analisadas também as quantidades utilizadas em relação à prescrição do fabricante.

Quanto aos dados de desmatamento, foram empregados os dados fornecidos pelo projeto Prodes, com imagens de satélites da classe LANDSAT, 20 a 30 metros de resolução espacial e taxa de revisita de 16 dias, com uso massivo das imagens do LANDSAT 8/OLI, CBERS 4 e IRS-2.

Independentemente do instrumento utilizado, a área mínima mapeada pelo Prodes é de 6,25 hectares.

Resultados e discussão

Na última década, Rondônia experimentou crescimento de mais de 290% na implantação de novas áreas destinadas ao cultivo da soja. Essa expansão elevou a área plantada de 157 mil hectares na safra 2012/2013 para 460 mil hectares em 2021/2022. Paralelamente, o número de propriedades envolvidas nesse empreendimento também cresceu significativamente, saltando de 694 para 2.104 (Figura 1).

As primeiras incursões da cultura da soja em Rondônia ocorreram no sul do estado, notadamente no Município de Vilhena, situado em área limítrofe com o cerrado de Mato Grosso. Mas a cultura desdobrou-se em uma expansão especialmente marcante nas regiões central e norte do estado (Silva, 2017). Na safra 2021/2022, a soja já ocupava áreas em 45 dos 52 municípios de Rondônia. As coordenadas geográficas desses locais foram cuidadosamente registradas pela Idaron nos últimos dez anos, de modo a monitorar a evolução da cultura nesse período (Idaron, 2022) (Figura 2).

O Município de Pimenteiras do Oeste é o maior produtor de soja em Rondônia na safra 2021/2022, seguido de Vilhena, Chupinguaia,

Corumbiara e Cerejeiras. Todos esses municípios estão localizados no cone sul do estado, a maior região produtora da cultura (Tabela 1).

A média das áreas com cultivo de soja é superior à média das áreas que compõem a estrutura fundiária do estado. As maiores médias são observadas no município de Chupinguaia, o dobro da média de Porto Velho, que ocupa a segunda colocação.

Observa-se que a expansão da soja acaba por ocupar espaços anteriormente dedicados à criação de gado, o que resulta no deslocamento do gado para novas áreas antes cobertas por florestas. Portanto, os produtores de soja adquirem terras já desmatadas ou em processo de degradação, e os rebanhos bovinos, que anteriormente utilizavam essas áreas, são então redirecionados para zonas recém-abertas da floresta (Torres & Branford, 2017).

A expansão da cultura da soja no território estadual segue a estrutura fundiária vigente e, dada a predominância de pequenas propriedades, tem sido limitada (Figura 3). Apesar da natureza dessa atividade ser a ocupação de grandes extensões de terra, a expansão ocorre por meio da agregação de propriedades que, muitas vezes, pertencem a diferentes proprietários. Esse fenômeno tem impulsionado o crescimento da cultura.

Conforme Osório (2018), uma característica proeminente no crescimento da produção de soja no Brasil é a concentração de terras, agrava-

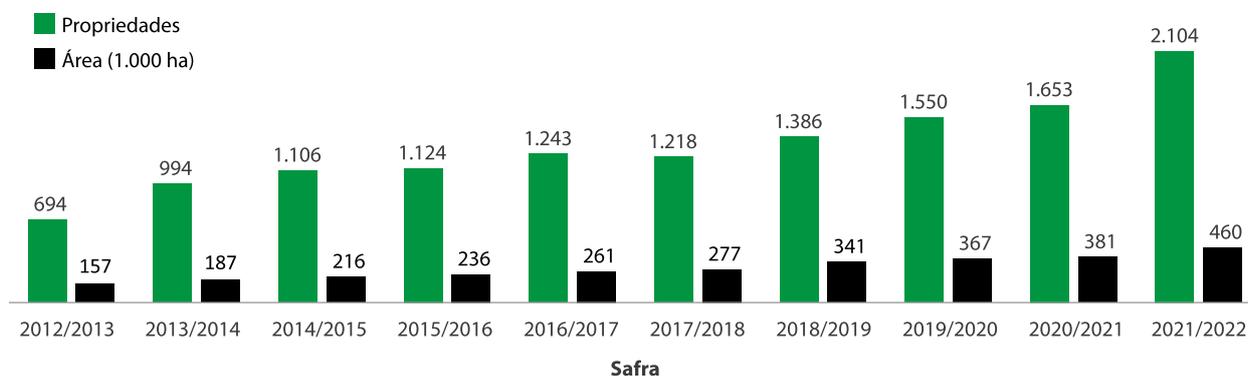


Figura 1. Rondônia – evolução da área plantada com soja e do número de propriedades.

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

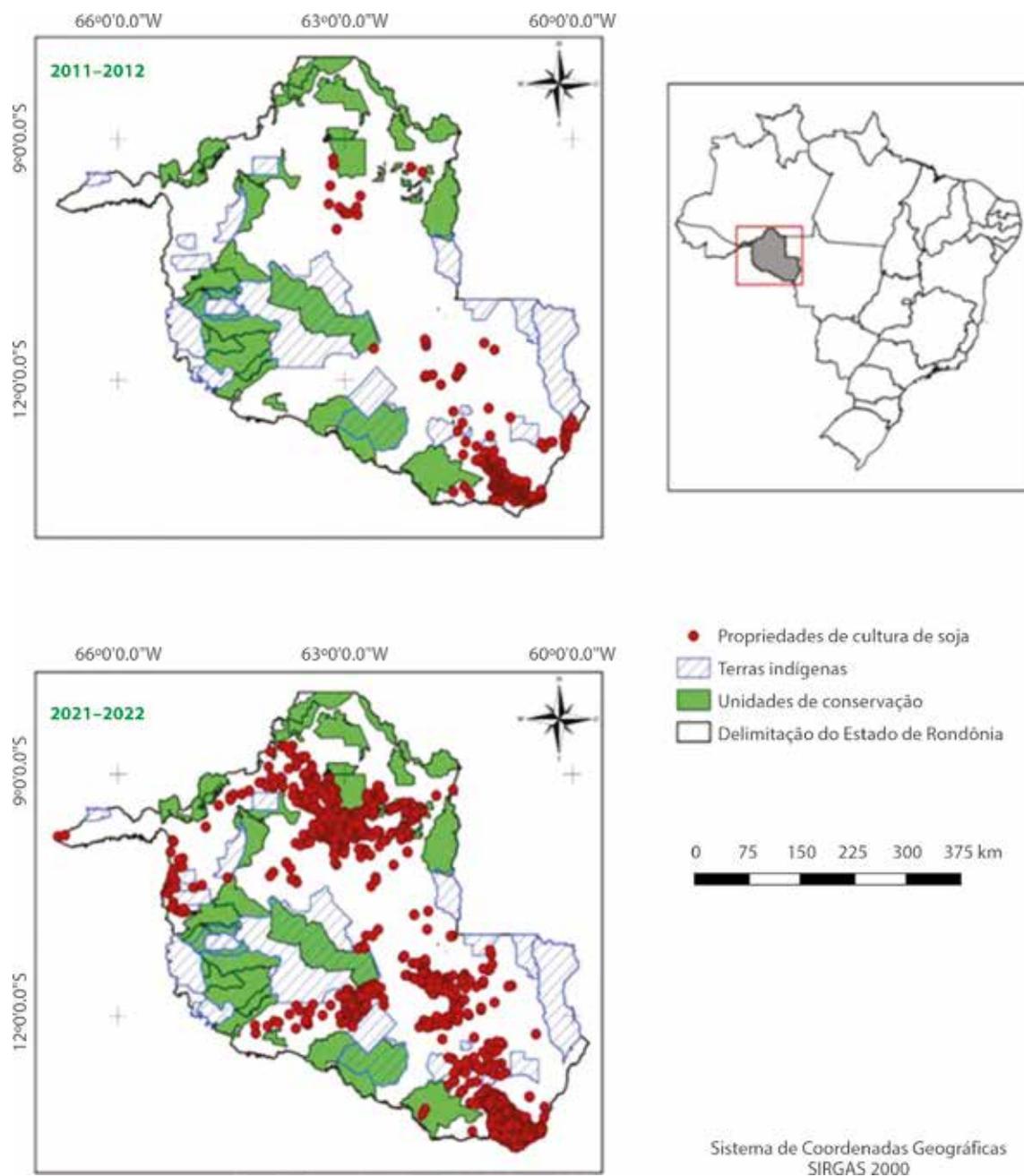


Figura 2. Rondônia – evolução da soja entre as safras 2011/2012 e 2021/2022.

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

da por causa da expansão geográfica. Com base no Censo Agropecuário de 2006, conduzido pelo IBGE (2009), constatou-se que os estabelecimentos rurais com menos de dez hectares ocupavam só 2,7% da área total, enquanto aqueles com mais de mil hectares abarcavam mais de 43%. O censo

destacou relação direta entre o crescimento do agronegócio e a concentração de terras. Todavia, tal cenário contrasta com a realidade de Rondônia, o que reforça a tese que se delineou.

Nesse contexto, a dinâmica da expansão da cultura da soja em Rondônia desafia as tendências

Tabela 1. Rondônia – maiores produtores de soja na safra 2021/2022.

Município	Nº propriedades	Área total (ha)	Área média (ha)
Pimenteiras do Oeste	225	45.499	202
Vilhena	114	43.663	383
Chupinguaia	24	39.934	1.664
Corumbiara	148	37.345	252
Cerejeiras	422	35.216	83
Porto Velho	37	31.073	839
Cabixi	210	29.982	143
Rio Crespo	50	28.512	570
Candeias do Jamari	50	23.018	460
São Miguel do Guaporé	169	21.560	128
Cujubim	50	18.789	376
Alto Paraíso	101	16.159	160
Itapuã do Oeste	67	11.075	165
Machadinho D'Oeste	71	8.966	126
Ariquemes	55	8.665	157

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

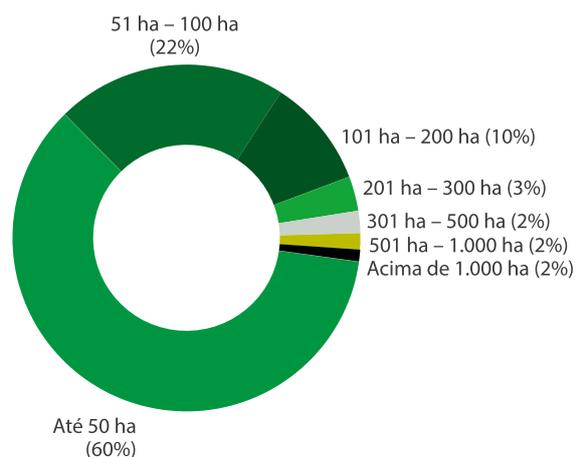


Figura 3. Rondônia – estratificação das propriedades rurais em 2022.

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

mais amplas de concentração de terras observadas em outras regiões do País. A predominância de pequenas propriedades e o caráter cooperativo do aumento das áreas de cultivo contribuem para uma configuração fundiária diferenciada, que molda o desenvolvimento da cultura da soja no estado de maneira única.

A produção de soja em Rondônia pode ser considerada pequena quando comparada à de Mato Grosso ou à da emergente fronteira agrícola do Matopiba. No entanto, mesmo nessa escala os impactos tornam-se visíveis nas proximidades de áreas protegidas, conforme apontado por Silva & Conceição (2017). Os impactos englobam riscos como a deriva de agrotóxicos, a diminuição da biodiversidade e a superposição de áreas exploradas.

Uma análise da expansão da fronteira agrícola na sub-região norte do estado revela o exemplo do município de Porto Velho: antes não caracterizado com “vocação” agropecuária, ascendeu   posição de líder na produção pecuária. Logo, um dos resultados espaciais do agronegócio da soja foi a migração da pecuária para zonas de floresta.

A dinâmica subjacente   expansão da cultura da soja em Rondônia está intrinsecamente ligada à substituição de pastagens. Esse processo envolve o arrendamento de terras e os elevados valores das propriedades agrícolas. Entretanto, o impacto espacial desse movimento é a transição

da pecuária para novas áreas, conforme observado por Silva et al. (2020). As áreas anteriormente exploradas com pastagens de baixo rendimento cedem espaço à cultura da soja. Para compensar essa substituição, novas pastagens são estabelecidas em terras recentemente desmatadas. Esse avanço coloca pressão sobre áreas protegidas, resultando na superposição de propriedades rurais sobre terras indígenas e outras áreas de conservação.

O fenômeno evidencia interação entre o crescimento da produção de soja, a expansão da pecuária e as conseqüentes implicações para o ambiente e as áreas preservadas. O deslocamento de atividades agrícolas e a redefinição das fronteiras de uso da terra têm impactos significativos e reforçam a necessidade de manejo cuidadoso e sustentável do desenvolvimento agrícola em Rondônia.

Como exemplo dessa sobreposição, segundo dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), no Município de Porto Velho existem 19.733,79 hectares de imóveis rurais sobrepostos a terras indígenas (Sicar, 2022). Nova Mamoré, município do noroeste/norte do estado, possui 165.474,35 hectares de áreas com sobreposição, sendo a maior extensão sobreposta do estado. Porto Velho e Nova Mamoré, com base nos dados do Sicar, respondem por 33,88% do total de áreas sobrepostas em Rondônia, ou seja, propriedades agropecuárias em terras indígenas.

Essa situação de sobreposição em Porto Velho e Nova Mamoré configura destaque no índice de desmatamento, conforme Prodes (2022). Porto Velho foi o segundo município da Amazônia Legal com maior número de desmatamentos em 2021/2022 (619,34 km²); já o município de Nova Mamoré ocupa a 13ª posição, com 94,68 km². Além disso, é importante observar que esses dois municípios se destacam como os maiores detentores do rebanho bovino do estado, o que indica a influência da bovinocultura no processo de desmatamento.

A Figura 4 mostra a localização geográfica das áreas com soja em Rondônia, em 2019, incluindo

do a pressão sobre áreas de preservação ambiental. As reservas de Uru-Eu-Wau-Wau, Rio Omerê, Rio Mequêns, Tumarú, Tubarão Latunde e Parque do Aripuanã são as que potencialmente estão em maior risco, por causa de sua localização – em sua maioria na parte sul do estado, onde se iniciou a implantação da cultura.

Como políticas públicas a serem adotadas, o monitoramento e a fiscalização podem ser implementados para garantir o cumprimento das leis ambientais e evitar o desmatamento ilegal e o avanço sobre áreas protegidas, e também para garantir o respeito ao zoneamento agroecológico vigente, direcionando a expansão da sojicultura em áreas adequadas, considerando critérios ambientais, sociais e econômicos.

Mas essas mesmas áreas continuam sendo ocupadas com a soja, e esse cenário não se modificou no sentido de amenizar as pressões. A abertura de novas áreas agrícolas se reveste em demanda territorial, que tende a pressionar o “estoque” de terras que está sob a gestão do Estado: unidades de conservação e terras indígenas e quilombolas (Silva et al., 2020).

O ponto central dos argumentos dos produtores de soja reside na ideia de que a cultura não é diretamente responsável pelas perdas de biodiversidade. Eles sustentam que, como a soja é implantada em terras já desmatadas, especialmente em áreas de pastagens degradadas, ela contribui, na verdade, para a recuperação desses espaços. A razão para isso é que a soja é uma leguminosa capaz de absorver nitrogênio do ar e fixá-lo tanto em seu próprio tecido vegetal quanto no solo. Esse processo resulta em melhorias para o solo. Além disso, o custo de produção de soja seria maior em áreas recentemente abertas.

O desmatamento em Rondônia cresceu 31% nos últimos dois anos, superior aos 20% ocorrido na Amazônia Legal no mesmo período. Os dados em relação ao desmatamento (Prodes, 2022), às áreas com pastagem (Mapbiomas, 2022) e à soja (Idaron, 2022) apontam, em todos os casos, para um cenário de aumento anual.

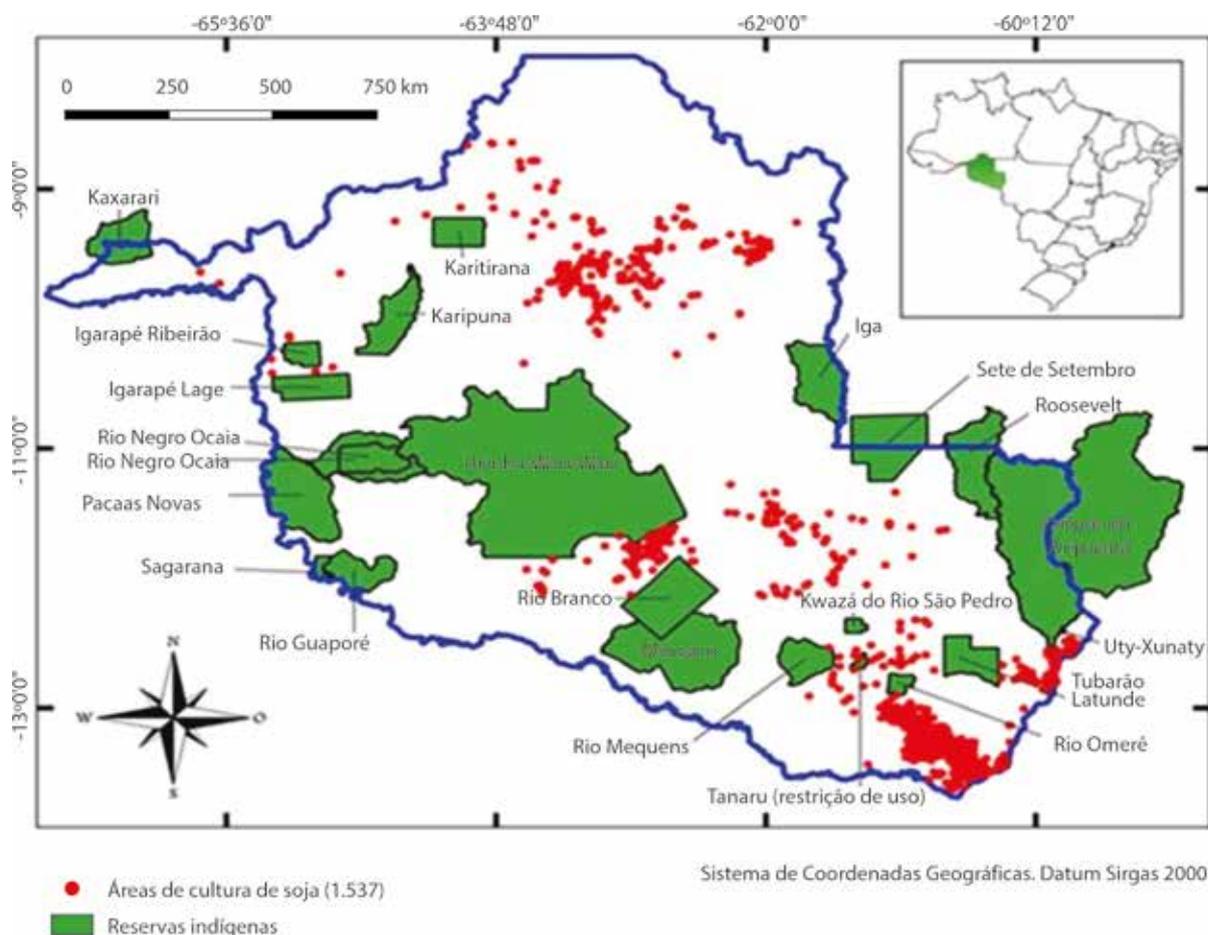


Figura 4. Rondônia – localização geográfica das áreas com a cultura da soja em 2019.

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

Nesse sentido, uma importante estratégia para evitar novas aberturas e desmatamentos é a reforma, recuperação ou renovação de pastagens em preferência à incorporação de novas áreas. Como alternativa aos sistemas tradicionais de recuperação/renovação de pastagens, existem as propostas dos sistemas agrossilvopastoris e da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) como abordagem sustentável para o problema. A soja, por ser leguminosa, participa de maneira positiva na recuperação de áreas com baixa capacidade produtiva, por meio da fixação de nitrogênio (Cruz, 2017).

Na produção de soja, é empregada a inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

(rizóbios), o que diminui o uso desse fertilizante. Resultados consistentes mostraram que a inoculação com *Bradyrhizobium* spp. resulta em ganho médio de produtividade de 8%, enquanto o uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas *Azospirillum brasilense*, recomendadas na co-inoculação, eleva os ganhos de rendimento em 16% (Hungria et al., 2013). A substituição de fertilizantes pela fixação biológica de nitrogênio diminui não apenas as emissões de GEE, mas também a contaminação ambiental de águas correntes e subterrâneas com nitritos e nitratos (Hungria & Mendes, 2015).

O aumento da área plantada com soja eleva a demanda por agroquímicos (Figura 5).

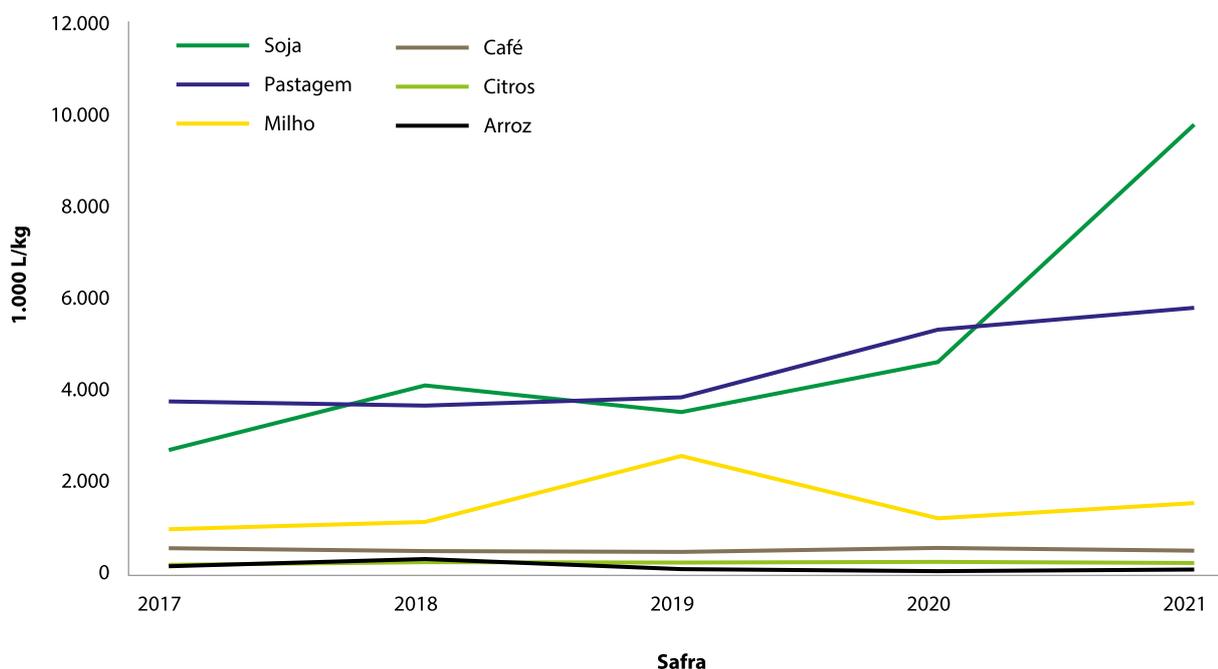


Figura 5. Rondônia – quantidade de princípio ativo de agroquímico por cultura em 2017–2021.

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

A crescente demanda por agroquímicos para a cultura do milho, terceira posição, pode estar relacionada à expansão da cultura da soja em Rondônia. Isso, porque depois da colheita da soja, a área é replantada com milho, prática conhecida como safrinha. Segundo Godinho (2022), a safrinha já responde por mais da metade da produção total de milho no estado.

Observa-se que o consumo de agroquímicos nos dez municípios que mais utilizaram esses produtos nos últimos cinco anos corresponde a 50% de todo o volume empregado no mesmo período nos outros 42 municípios. É importante mencionar que nove desses municípios estão entre os principais produtores de soja do estado (Tabela 2).

Essa interligação entre a expansão da soja, a safrinha de milho e o uso intensivo de agroquímicos mostra a complexa teia de interações que caracteriza a atividade agrícola na região. A dominância dos municípios produtores de soja nesse grupo de maiores consumidores de agrotóxicos sugere a influência direta da expansão da cultura

da soja na dinâmica do uso desses produtos químicos. A compreensão dessas interconexões é essencial para o manejo ambiental e a saúde pública no contexto do agronegócio em Rondônia.

Além desse volume de agroquímicos, comercializado pelas revendas cadastradas em Rondônia, quantidade significativa é importada de outros estados e igualmente monitorada pelo sistema Siafro da Idaron. Desse volume importado, 75,7% é direcionado para as culturas de soja e milho (Figura 6).

Esse dado ressalta ainda mais a forte associação entre os cultivos de soja e milho e o consumo de agroquímicos. A quantidade expressiva de produtos que é importada e destinada a essas duas culturas mostra o cuidado que se deve ter em relação ao uso dessas substâncias, considerando tanto os aspectos produtivos quanto os impactos ambientais e de saúde pública.

O monitoramento dessas importações e a análise do direcionamento dos agroquímicos para as culturas de soja e milho são passos importan-

Tabela 2. Rondônia – municípios maiores consumidores de agroquímicos em 2017–2021.

Município	Quantidade de agrotóxico (L/kg)					Total
	2017	2018	2019	2020	2021	
Cerejeiras	839.606	1.270.379	1.436.511	986.232	717.561	5.250.289
Corumbiara	452.887	697.743	889.958	703.662	782.899	3.527.151
Candeias do Jamari	119.703	114.712	118.135	172.617	2.933.503	3.458.670
Porto Velho	373.470	448.150	511.168	778.884	833.635	2.945.307
Alto Paraíso	245.555	266.995	375.493	523.778	1.320.587	2.732.408
Pimenteiras do oeste	285.047	335.755	416.943	400.415	1.187.357	2.625.518
Vilhena	476.639	559.564	506.475	599.433	483.055	2.625.167
Ariquemes	348.634	314.366	357.941	454.481	1.003.137	2.478.559
Rio Crespo	180.974	285.456	362.483	493.361	963.078	2.285.352
Chupinguaia	327.915	559.163	376.869	479.841	467.944	2.211.732
						30.140.153

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

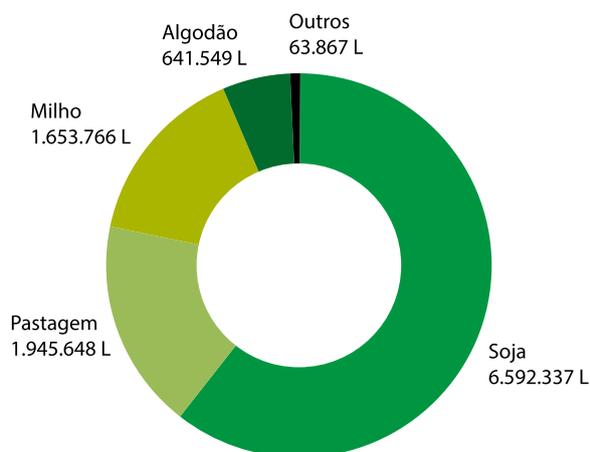


Figura 6. Rondônia – quantidade de agrotóxico importado por cultura em 2017–2021.

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

tes para compreender plenamente as implicações dessa prática no contexto agrícola de Rondônia.

Existe também a possibilidade do fornecimento de produtos não recomendados à cultura, pois a fronteira do estado com a Bolívia facilita esse tipo de transação. Com isso, acredita-se que os dados sobre o volume de agrotóxicos consumidos podem ser subestimados (Gaboardi et al., 2019).

O crescente uso dessas substâncias tem gerado preocupações quanto à contaminação dos alimentos e aos danos causados à saúde humana e animal. Já foi detectada a presença de resíduos de agroquímicos em amostras de sangue humano, no leite materno e em alimentos em geral. Os agroquímicos, de acordo com a classe química a que pertencem e ao tipo de exposição, têm sido relacionados a diversos efeitos nocivos à saúde. Podem causar desde dermatites até alguns tipos de câncer (Peres & Moreira, 2007).

O emprego de diversas e modernas técnicas nos sistemas de produção provocou a inserção de substâncias sintéticas no meio ambiente (Steffen et al., 2011). O solo é sumidouro de quantidades significativas de contaminantes sem apresentar grandes alterações em curto prazo. Porém, com o passar dos anos, as transformações por ele sofridas tornaram-se irreversíveis na maioria dos casos, e os danos causados são de difícil recuperação (Mancuso et al., 2011).

Alguns agroquímicos, quando presentes no meio ambiente ou ao atingirem o ambiente aquático, oferecem riscos às espécies de animais ali presentes, por causa da sua toxicidade e capacidade de bioacumular-se ao longo de toda a cadeia alimentar (Ribas & Matsumura, 2009).

Pelo levantamento dos dez princípios ativos mais comercializados em Rondônia, nos últimos cinco anos, observa-se que 90% são da classe dos herbicidas e 10% pertencem à classe dos inseticidas, todos com indicação para as culturas de soja, pastagem e milho. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), responsável pela classificação toxicológica dos agrotóxicos em relação ao perigo à saúde humana, por meio do novo marco regulatório do setor, em 2019 reclassificou e ampliou de quatro para cinco as categorias da classificação toxicológica desses produtos, além da inclusão do item “não classificado” para produtos de baixíssimo potencial de dano (Anvisa, 2021).

A periculosidade dos agroquímicos ao meio ambiente é de responsabilidade do Ibama, com base no estudo do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA), realizado em três etapas de avaliação. São analisados parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos predefinidos, transporte, persistência, bioconcentração, organismos do solo, organismos aquáticos, aves/abelhas e mamíferos. Atribuem-se fatores de 1 a 4 para definir o grau de periculosidade, bem como uma cor para cada grau (Ibama, 2021).

A Tabela 3 mostra a análise das periculosidades para a saúde humana e o meio ambiente

dos dez principais princípios ativos comercializados em Rondônia nos últimos cinco anos.

Portanto, os defensivos mais utilizados pertencem desde a categoria extremamente tóxica (categoria 1) até a categoria improvável de causar danos (categoria 5). Em relação ao impacto ambiental, alguns são considerados perigosos ou muito perigosos. Segundo dados da Idaron, o consumo desses produtos químicos no estado tem crescido significativamente, de 3.458.525 litros-quilos em 2017 para 11.094.447 litros-kg em 2021.

Em relação ao volume e distribuição de agroquímicos, a média de aquisição e uso entre 2017 e 2021 no estado foi de 9.646.776 litros-quilos, além do volume médio de 2.179.447 litros-quilos importado de outros estados, totalizando a média de 11.826.223 litros-quilos. Considerando a área total do estado (23.757.600 hectares), a média anual de distribuição é de quase 0,5 L/ha. No entanto, ao considerar a área efetivamente explorada (9.507.044 hectares), a média sobe para 1,24 L/ha.

Merece destaque o caso do glifosato, herbicida não seletivo amplamente utilizado na produção de soja e milho. Apesar de ser considerado de baixa toxicidade, ele acarreta efeitos adversos no

Tabela 3. Rondônia – ingredientes ativos mais comercializados, com as respectivas toxicidades humana e ambiental, em 2017–2021.

Ingrediente ativo	Quantidade (litros-quilos)	Classificação	Toxicidade humana (categoria)	Toxicidade ambiental (classe)
Glifosato	10.571.180	Herbicida	5	III
Sal de amônio de glifosate	9.169.451	Herbicida	4	III
Picloram; 2,4-d	4.415.222	Herbicida	5	III
Picloram; 2,4-d, trietanolamina	3.413.330	Herbicida	5	III
Atrazina	2.830.407	Herbicida	5	II
Glifosato, sal de potássio	2.462.843	Herbicida	5	III
Triclopir butotílico	2.218.803	Herbicida	1	II
Acefato	1.280.312	Inseticida	4	II
Dicloreto de paraquate	1.245.655	Herbicida	1	III
2,4-D	1.229.279	Herbicida	4	III

Fonte: elaborado com dados de Idaron (2022).

ambiente, como a resistência de ervas daninhas, por causa do uso contínuo, e a deriva do herbicida para plantas não alvo. A classificação do glifosato como “possivelmente cancerígeno para seres humanos”, pela Organização Mundial de Saúde, ressalta a importância de avaliar seus impactos na saúde humana e no meio ambiente.

Em ação simulada da deriva de glifosato na espécie de pequiá *Caryocar villosum*, identificaram-se os seguintes sintomas: clorose, enrolamento foliar e necrose, indicando que essa espécie pode ser sensível ao produto, com a intensificação dos danos à medida que a dosagem subiu (Vicentini, 2020).

Por se tratar de uma espécie que compõe o bioma Amazônia, esses efeitos comprovados nos estudos merecem atenção. O glifosato pode reduzir e retardar seu crescimento ou mesmo afetar sua propagação, alterando o vigor das sementes, pois, ao alcançar os órgãos da planta responsáveis pela fotossíntese e multiplicação, ele prejudicará sua perpetuação.

Em outro estudo para avaliar o efeito da deriva simulada de glyphosate sobre as alterações das características da fotossíntese e da anatomia de folhas em pequi (*Caryocar brasiliense*), com doses superiores 500 g e.a/ha, manifestaram-se sintomas de alterações visuais, anatômicas e morfológicas (Silva, 2014).

Pesquisas apontam que a substância 2,4 D + Picloram altera negativamente a germinação e o crescimento das plantas, reduzindo significativamente o tamanho das raízes e folhas mesmo em concentrações baixas. Essa combinação de herbicidas possui alto potencial tóxico, podendo ser considerada letal (Teixeira & Paulino, 2020).

A toxicidade em animais sugere potenciais riscos para humanos, mas essa área carece de pesquisas aprofundadas, especialmente na reprodução e endocrinologia, que poderiam contribuir para avaliações mais abrangentes, incluindo gerações futuras (Brito & Yada, 2018).

O uso intensivo de agroquímicos pode afetar plantas não destinadas à aplicação, ou seja, ampliar o grupo de espécies impactadas. Além

disso, a aplicação repetida pode levar ao aumento da resistência de ervas daninhas, impulsionado pela seleção natural de biótipos resistentes já presentes na população, e isso pode resultar no aumento de indivíduos resistentes a ponto de prejudicar o controle das ervas.

Para o controle de doenças da soja, havia, em 2019, o registro de 2.053 agrotóxicos, incluindo 155 biológicos, classificados como pouco tóxicos ao meio ambiente. Esse número é reflexo do processo de autorização, que triplicou de 2015 a 2019 – de 139 para 475 novos produtos –, o que mostra que deve ser crescente a preocupação com o uso de defensivos na produção da cultura e a busca por alternativas menos prejudiciais (Landgraf, 2019). Embora alguns produtores façam uso intenso de produtos fitossanitários, é possível adotar uma abordagem mais racional e sustentável.

Diversos fatores contribuem para essa abordagem, como o plantio direto, a rotação de culturas, e a seleção de sementes com bom vigor e germinação, além da escolha de variedades adaptadas à região e o uso adequado de inoculantes. O uso do vazio sanitário é necessário para interromper o ciclo de inóculos responsáveis pelas principais doenças que afetam a cultura da soja.

Portanto, a produção sustentável representa a base para o futuro equilibrado, em que a eficiência na produção se alinha com a consciência ambiental e a inclusão social. Ao adotarmos estratégias corretas no uso dos recursos naturais, na valorização da biodiversidade e fortalecimento das comunidades rurais, não apenas garantimos a continuidade dos negócios, mas também contribuimos para um mundo mais resiliente e justo. A busca pela produção sustentável não é apenas um objetivo, mas um compromisso constante em equilibrar a atividade humana com o meio ambiente, assegurando assim um legado próspero para as próximas gerações.

Conclusões

O cultivo excessivo da soja em Rondônia impõe desafios por causa do amplo uso de agro-

químicos e da necessidade de vastas extensões de terra, o que resulta em pressões sobre os recursos naturais, como o solo e água. A expansão da cultura da soja ocorre em todo o estado, substituindo áreas de pastagens de baixa produtividade, e, mesmo sem a demanda por novas terras, sua expansão frequentemente se sobrepõe a áreas de preservação. Em Rondônia, são os municípios líderes na produção de soja também os que mais fazem uso de agrotóxicos, especialmente o glifosato.

Referências

- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROFIT.html>>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regularização de Produtos e Serviços: Agrotóxicos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos>>. Acesso em: 22 jul. 2021.
- BRITO, M.A.; YADA, M.M. Impactos do Herbicida Glifosato na Saúde Humana: riscos provenientes da exposição e consumo residual. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DE TAQUARITINGA, 5., 2018, São Paulo. [Anais]. São Paulo, 2018.
- CARNEIRO, F.F.; AUGUSTO, L.G. da S.; RIGOTTO, R.M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A.C. (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde João Venâncio: São Paulo: Expressão Popular, 2015. 623p. Disponível em: <<https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/1241.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- COSTA, A.G.F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes**. 2006. 94p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.
- CRUZ, P.G. da. **Interações biofísicas em sistemas integrados de produção ILPF e ILP em Rondônia**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/208559/interacoes-biofisicas-em-sistemas-integrados-de-producao-ilpf-e-ilp-em-rondonia>>. Acesso em: 27 out. 2022.
- FEARNSIDE, P.M. **O desmatamento da amazônia brasileira: 18 - A moratória da soja**. 2021. Disponível em: <<https://amazoniareal.com.br/o-desmatamento-da-amazonia-brasileira-18-a-moratoria-da-soja>>. Acesso em: 3 set. 2021.
- FUNAI. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas>>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- GABOARDI, S.C.; CANDIOTTO, L.Z.P.; RAMOS, L.M. Perfil do uso de agrotóxicos no sudoeste do Paraná (2011-2016)/Profile of pesticides use in the southwest of Paraná (2011- 2016). **Revista Nera**, v.22, p.13-40, 2019. DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i46.5566>.
- GAZZONI, D.L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.C**. Brasília: Embrapa, 2018. 199p.
- GODINHO, V. de P. Cultivo do milho safrinha ganha força em Rondônia. **Jornal dia de campo**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=27694&secao=Artigos%20Especiais#:~:text=Os%20n%C3%BAmeros%20do%20estado%20acompanham,da%20%C3%A1rea%20cultivada%20com%20milho>>. Disponível em: 1 set. 2022.
- HUNGRIA, M.; MENDES, I.C. Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis? In: DE BRUIJN, F.J. (Ed.). **Biological nitrogen fixation**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. v.2, p.1009-1023.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v.49, p.791-801, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Avaliação-ambiental para registro de agrotóxicos seus componentes e afins de uso agrícola**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/avaliacao-e-destinacao/quimicos-e-biologicos/avaliacao-ambiental-para-registro-de-agrotoxicos-seus-componentes-e-afins-de-uso-agricola>>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2006: IBGE revela retrato do Brasil agrário**. 2009. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13719-asi-censo-agro-2006-ibge-revela-retrato-do-brasil-agrario>>. Acesso em: 27 out. 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. **SIAFRO: Sistema de Fiscalização do Comércio de Agrotóxicos do Estado de Rondônia**. SIAFRO 2.0a. 2022. Disponível em: <<http://siafro.idaron.ro.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- INFORMATIVO AGROPECUÁRIO DE RONDÔNIA. Porto Velho: Embrapa Rondônia, n.5, junho 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132171/informativo-agropecuario-de-rondonia-n-5-junho2021>>. Acesso em: 15 set. 2021.
- LANDGRAF, L. **Ministério da Agricultura aborda cenário de uso de agrotóxicos no Brasil na Reunião de Pesquisa de Soja**. 25 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/44419092/ministerio-da-agricultura-aborda-cenario-de-uso-de-agrotoxicos-no-brasil-na-reuniao-de-pesquisa-de-soja>>. Acesso em: 30 set. 2021.

- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 188p. Disponível em: <<https://br.boell.org/sites/default/files/agrotoxicos-no-brasil-mobile.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, p.151-164, 2011. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v10i2.106>.
- MAPBIOMAS. **Cobertura e Transições Bioma & Estados: coleção 8: dados de área (ha) de cobertura e uso da terra por bioma e estado de 1985 a 2022**. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas>>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- OSÓRIO, R.M.L. **A produção de soja no Oeste do Pará: a tomada de decisão do produtor rural e as características da atividade produtiva em meio à floresta amazônica**. 2018. 175p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- PERES, F.; MOREIRA J.C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um polo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.23, S612-S621, 2007. Suplemento 4. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007001600021>.
- PERES, F.; OLIVEIRA-SILVA, J.J.; DELLA-ROSA, H.V.; LUCCA, S.R. de. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.10, p.27-37, 2005. Suplemento. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232005000500006>.
- PIGNATI, W.A.; LIMA, F.A.N. de S. e; LARA, S.S. de; CORREA, M.L.M.; BARBOSA, J.R.; LEÃO, L.H. da C.; PIGNATTI, M.G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, p.3281-3293, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>.
- PRODES. **Monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite**. 2022. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 28 ago. 2022.
- RIBAS, P.P.; MATSUMURA, A.T.S. A química dos agrotóxicos: impactos sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v.10, p.149-158, 2009.
- RONDÔNIA (Estado). **Decreto nº 14653, de 27 de outubro de 2009**. Aprova o regulamento da Lei nº 2116, de 7 de julho de 2009 que “Dispõe sobre a Defesa Sanitária Vegetal no Estado de Rondônia e dá outras providências”. 2009. Disponível em: <<http://ditel.casacivil.ro.gov.br/cotel/Livros/Files/D14653.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- RONDÔNIA (Estado). **Instrução Normativa nº 17/2021/IDARON-PROCFAS**. Institui medidas para a prevenção e o controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), no estado de Rondônia. Porto Velho, 2021. Disponível em: <http://www.idaron.ro.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/SEI_ABC-0022010741-Instru%C3%A7%C3%A3o-Normativa-17-FERRUGEM-ASIATICA-2021-1.pdf>. Acesso em: 1 set. 2022.
- SICAR. **Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado de Rondônia**. Disponível em: <<http://car.sedam.ro.gov.br/#/site>>. Acesso em: 3 ago. 2022.
- SILVA, L.Q. **Alterações nas características da fotossíntese e da anatomia de folhas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sob deriva simulada de glyphosate**. 2014. 37p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde.
- SILVA, R. **A soja se expande em Rondônia e produtores tem acesso a tecnologias para melhorar a produção**. 3 mar. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21235286/a-soja-se-expande-em-rondonia-e-produtores-tem-acesso-a-tecnologias-para-melhorar-a-producao>>. Acesso em: 27 set. 2021.
- SILVA, R.G. da C.; MICHALSKI, A.; SOUZA, L.I.T. de; LIMA, L.A.P. Fronteira, direitos humanos e territórios tradicionais em Rondônia (Amazônia Brasileira). **Revista de Geografia Norte Grande**, v.77, p.253-271, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34022020000300253>.
- SILVA, R.G.C.; CONCEIÇÃO, F.S. Agronegócio e campesinato na Amazônia brasileira: transformações geográficas em duas regiões nos estados de Rondônia e Pará. **Geographia**, v.19, p.54-72, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22409/GEoGraphia2017.v19i41.a13819>.
- STEFFEN, G.P.K.; STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecno-Lógica**, v.15, p.15-21, 2011.
- TEIXEIRA, R.L.; PAULINO, M.G. Efeitos da toxicidade do solo por 2,4- d + picloram: bioensaios de germinação e desenvolvimento em *Lactuca sativa*. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v.1, art.85, 2020. Disponível em: <<https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/147>>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- TORRES, M.; BRANFORD, S. **Moratória da soja: solução contra o desmatamento ou marketing corporativo?** 16 mar. 2017. Disponível em: <<https://www.intercept.com.br/2017/03/16/moratoria-da-soja-solucao-contra-o-desmatamento-ou-marketing-corporativo>>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- VICENTINI, T.A. **Deriva simulada de glyphosate na morfologia foliar de Piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pres.)**. 2020. 30p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.