

UMA BREVE REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE OS IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS NA BIODIVERSIDADE DO BRASIL

Vívian Ariane de Oliveira Costa¹

Tális Pereira Matias²

Adriana Maria Imperador³

Luciana Botezelli⁴

Saúde Ambiental

Resumo

O modelo de produção agrária hegemônico no Brasil tem na sua essência a monocultura para exportação. Nele, a presença de agrotóxicos é intensa, uma vez que contribuem para elevados índices de produtividade. Neste cenário, o país é considerado o maior consumidor de agrotóxicos no mundo, impactando negativamente a saúde pública e o meio ambiente, reduzindo a biodiversidade. Desse modo, tem-se a necessidade de entender como este campo do conhecimento está se organizando em estudos mais recentes. Para isso, o objetivo deste artigo foi realizar uma breve revisão sobre a produção científica referente aos efeitos dos agrotóxicos na biodiversidade nos últimos anos. A metodologia utilizada foi a revisão sistemática da literatura sobre a relação entre os agrotóxicos e a biodiversidade na base de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e uma discussão dialética, na qual resultou em três artigos que relatam os impactos dos agrotóxicos em anuros na Amazônia central, em macrófitas no Rio Grande do Sul e na horticultura urbana no Nordeste do Brasil. Como principal conclusão, tem-se que é importante atuar fortemente no desenvolvimento de políticas públicas que fomentem a agricultura orgânica em todo o país e na cobrança de autoridades por uma regulamentação mais rígida de pesticidas, a fim de evitar danos ao ecossistema e à biodiversidade.

Palavras-chave: Saúde; Conservação; Meio ambiente; Pesticidas.

¹ Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas – Campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia (PPGCA), viviariane12@gmail.com.

² Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas – Campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia (PPGCA), talismatias12@gmail.com.

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas – Campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia, adrianaimperador@yahoo.com.br.

⁴ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas – Campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia, luciana.botezelli@gmail.com.



INTRODUÇÃO

O modelo de produção agrária hegemônico no Brasil, caracterizado pela introdução do capitalismo no campo e pela Revolução Verde que lhe dá suporte, tem na sua essência a monocultura para exportação. Nele, a presença de agrotóxicos é intensa, uma vez que contribuem para elevados índices de produtividade (REBELO, 2010).

Embora isso tenha ocorrido, depara-se ainda com o desafio da fome no mundo, que não deveria mais ser uma realidade nas proporções existentes, aliado com os impactos no meio ambiente (EHLERS, 1996) e na saúde da humanidade. Neste contexto, em Primavera Silenciosa, livro fundador do movimento ambientalista moderno, a autora Rachel Carson (1962) já alertava sobre os efeitos do uso indiscriminado de pesticidas.

Desde 2008, o Brasil é considerado o maior consumidor de agrotóxicos no mundo (FROTA e SIQUEIRA, 2021), impactando negativamente a saúde pública, pela intoxicação direta de trabalhadores rurais e agricultores camponeses, pela ingestão de alimentos contaminados e envenenamento indireto (DUTRA e SOUZA, 2017), e o meio ambiente, reduzindo a biodiversidade, por meio da contaminação do solo e mananciais de água e da eliminação de espécies e plantas nativas (BELCHIOR *et al.*, 2014; LOPES e ALBUQUERQUE, 2018).

Em um sentido contrário às evidências, o atual governo do país se configura em um movimento que indica uma amenização dos problemas causados pelo uso dos agrotóxicos, cedendo assim à pressão da indústria agroquímica através de isenções de impostos, paralisação dos processos de fiscalização das indústrias e flexibilização das regras para o seu uso (FROTA e SIQUEIRA, 2021). Como exemplo, tem-se a liberação de 474 novos produtos no ano de 2019 (BRASIL, 2019; BRASIL, 2019a) e 22 dentre os 50 mais utilizados, com ingredientes proibidos pela União Europeia (ABRASCO, 2015).

Entre os ingredientes ativos mais vendidos no Brasil nos últimos dez anos estão o glifosato, 2,4,D e a atrazina. Estes compostos apresentam diversos efeitos adversos à biodiversidade, o que frisa a importância de monitoramento, precaução e prevenção no uso destes agrotóxicos (MATIAS *et al.*, 2021; MATIAS *et al.*, 2021a).

Mesmo com os alertas de ambientalistas e de alguns setores populares interessados

na qualidade dos alimentos e em seus meios de produção, é possível sugerir que, mantida a atual tendência dominante, é muito provável que a sociedade, especialmente os menos privilegiados, sofram, cada vez mais, com danos diretos e indiretos do uso indiscriminado de agrotóxicos. Isso porque cresce o número e se diversifica a origem de investidores interessados em terras agricultáveis, para a continuidade de modelos tradicionais insustentáveis.

Desse modo, vivendo diariamente a mercantilização da natureza e a artificialização da agricultura, em uma longa tendência histórica de neocolonialismo, sentiu-se a necessidade de entender como este campo do conhecimento está se organizando em estudos mais recentes. Por isso, o objetivo deste artigo foi realizar uma breve revisão sobre a produção científica referente aos efeitos dos agrotóxicos na biodiversidade nos últimos anos, ressaltando a necessidade de se discutir estas consequências no país e alertar a comunidade científica e a sociedade como um todo sobre os impactos do uso indiscriminado de agrotóxicos na biodiversidade.

METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de uma revisão sistemática da literatura (TRANFIELD, DENYER e SMART, 2003) sobre a relação entre os agrotóxicos e a biodiversidade. A execução da revisão seguiu os três estágios sugeridos pelos autores na obra: o planejamento, a sua condução e o relatório final com a disseminação do conhecimento.

Inicialmente, por meio da fundamentação teórica foi identificada a necessidade de uma revisão sobre o assunto. Posteriormente, foi escolhido a base de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, por ser a principal biblioteca digital da América Latina e de acesso livre, onde foi realizada a busca pela opção de pesquisa avançada.

Foram inseridas as palavras-chave “Agrotóxicos”, com a seleção do operador booleano *and* e acrescentado a palavra “Biodiversidade”, em todos os índices. Não foram utilizados outros filtros para a referida busca.

De forma complementar à revisão sistemática desenvolvida, foi realizada uma avaliação e seleção de artigos citados nas referências dos trabalhos para a discussão segundo o método dialético, definido por Pereira *et al.* (2018). Para isso, empregou-se nesta



pesquisa qualitativa, uma análise dentro de um contexto social, político, ambiental e econômico, gerando assim contradições que requerem soluções (PEREIRA, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à pequena quantidade de itens resultantes (Quadro 1) e por serem recentes publicações, todos os três artigos foram selecionados para a revisão sistemática (Quadro 2).

Quadro 1. Classificação dos periódicos segundo o sistema brasileiro de avaliação de periódicos Qualis*

ISSN	Título	Classificação
0044-5967	ACTA AMAZONICA (IMPRESSO)	B1
0102-0536	HORTICULTURA BRASILEIRA (IMPRESSO)	B1
1519-6984	BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY (IMPRESSO)	B1

*Evento de Classificação: Quadriênio 2013-2016 e Área de Avaliação: Ciências Ambientais

Quadro 2. Resultados da busca na base de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*

Título	Autores	Revista e Ano da Publicação
<i>Evidence of mutagenic and lethal effects of herbicides on Amazonian frogs</i>	Lucas Ferrante e Philip M. Fearnside	Acta Amazonica 2020
<i>The multifunctionality of urban horticulture and its integration with the city ecosystem: a brief review of concepts and the case of São Luís</i>	João Flávio B. Gomes; Renata SB Gomes e Alex Souza	Horticultura Brasileira 2019
<i>Comparison of aquatic macrophyte community structure between natural wetlands and rice fields with different cultivation ages</i>	A. S. Rolon; R. S. Godoy e L. Maltchik	Brazilian Journal of Biology 2018

Dois deles se referem a pesquisa de campo (FERRANTE e FEARNSSIDE, 2020; ROLON *et al.*, 2018) e um a relato de caso (GOMES *et al.*, 2019). Todos são relevantes para o tema tratado, pois apresentam a interdisciplinaridade ao abordar sobre a variedade biológica animal e vegetal, além de questões sociais, em diferentes regiões do Brasil.

No estudo de Ferrante e Fearnside (2020), foram relatadas observações de anfíbios em uma localidade na Amazônia central brasileira. Nos locais de amostragem e nas proximidades das observações, os autores descreveram a pulverização de glifosato (Roundup®), Disparo®, Picloram e Select 240 EC®, um herbicida contendo Cletodim e Alquilbenzeno.

O estudo demonstrou a ausência de duas espécies de anuros e encontrou indivíduos com malformações. Os indivíduos com malformações pertenciam a três espécies de *Leptodactylidae*: *Leptodactylus fuscus*, *L. macrosternum* e *L. podicipinus*. Três indivíduos de *L. fuscus* e um de *L. macrosternum* tiveram braquidactilia (dígito encurtado) (Figura 1). Um indivíduo de *L. podicipinus* teve microftalmia (um olho pequeno) (Figura 2). E, em uma outra área mais longe das áreas onde os herbicidas foram aplicados, foram encontradas as mesmas espécies, porém sem qualquer anomalia (FERRANTE e FEARNSSIDE, 2020).

As duas espécies ausentes foram *Scinax ruber* (Hylidae) e *Rhinella marina* (Bufonidae), ambas encontradas abundantemente na mesma área, em todas as outras pesquisas, desde 2016. A inexistência dessas espécies em mais de 250 m da área de aplicação de herbicida é consistente com os resultados de um estudo controlado de Carvalho *et al.* (2019), em que demonstrou a letalidade do glifosato em girinos de *Rhinella arenarum*.

Tais observações neste caso se assemelham muito aos impactos observados na Mata Atlântica, discutido anteriormente por Ferrante *et al.* (2019), onde a baixa diversidade de anuros revelou o severo impacto do uso de agroquímicos nas lavouras de café e cana-de-açúcar fortemente cultivadas na região.

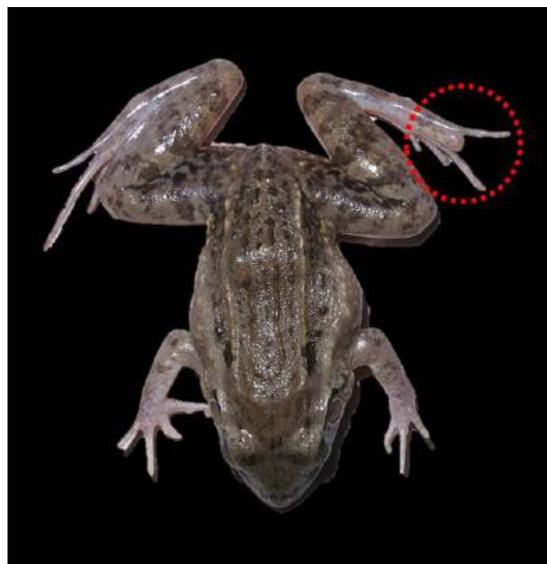


Figura 1: Indivíduo de *Leptodactylus fuscus* mostrando braquidactilia (dígito encurtado) observado na fazenda da UFAM em Manaus, na Amazônia central brasileira.

Fonte: Ferrante e Fearnside (2020).



Figura 2: Indivíduo de *Leptodactylus podicipinus* mostrando microftalmia (pequeno olho) observado na fazenda da UFAM em Manaus, no centro da Amazônia brasileira.

Fonte: Ferrante e Fearnside (2020).

Houve concordância da contaminação do ambiente por presença de agrotóxicos nos estudos de Rolon *et al.* (2018), interferindo mais especificamente neste caso, na variedade de plantas aquáticas. Os autores trouxeram estudos recentes que demonstraram a contribuição de arrozais na conservação da sua rica biodiversidade (REID e HEITMEYER, 1995).

Os campos de arroz são considerados importantes habitats para o desenvolvimento de macrófitas, podendo abrigar raras e importantes espécies (BAMBARADENIYA *et al.*, 2004; LINKE *et al.*, 2014; ROLON e MALTCHIK, 2010). Além delas, eles são habitats suplementares para muitas espécies de invertebrados, anfíbios, pássaros e peixes em todo o mundo (BAMBARADENIYA e AMERASINGHE, 2004; LAWLER, 2001; MALTCHIK *et al.*, 2011; ROLON e MALTCHIK, 2010). Porém, seus efeitos podem variar de acordo com as técnicas de produção (LINKE *et al.*, 2014). A intensificação do cultivo de arroz, o uso de fertilizantes e pesticidas e a má gestão do solo podem diminuir a importância dos campos de arroz como refúgios biológicos.

Ainda segundo os autores (ROLON *et al.*, 2018) o cultivo repetido pode reduzir a diversidade de espécies abrigadas nos campos de arroz, porque com a aplicação de agroquímicos e a homogeneização ambiental podem selecionar espécies mais tolerantes à perturbação, e então reduzir a diversidade de plantas, alterando assim, a estrutura da assembleia de macrófitas (riqueza, biomassa e composição de espécies).

Os resultados do estudo indicaram que a riqueza e a biomassa média de macrófitas foram similares entre os arrozais de diferentes idades, porém menores nas áreas artificiais. Ou seja, as zonas úmidas naturais atuam como ambientes excelentes para a conservação da diversidade de macrófitas aquáticas. Os autores associaram o primeiro resultado à uma seleção inicial durante os primeiros anos de cultivo de espécies tolerantes ao uso de herbicida (ROLON *et al.*, 2018).

Em consonância com as duas pesquisas anteriores, Gomes *et al.* (2019) trouxeram uma revisão sobre a agricultura urbana, sem o uso de agrotóxicos, como alternativa para responder aos desafios colocados pela crescente urbanização. Neste sentido, registraram sua multifuncionalidade e sua importância na segurança alimentar, na qualidade de vida, na



saúde da população, na renda dos trabalhadores, na preservação da biodiversidade, no uso do espaço urbano e na gestão adequada da água e do solo.

Os autores apresentaram ao longo do artigo experiências de sucesso em diferentes países do mundo e no Brasil, em que este assunto é recente. Eles citaram o modelo em Teresina (PI) (GOMES *et al.*, 2019; SINIMBU, 2015) e iniciativas de sucesso na região metropolitana de Belo Horizonte e São Paulo (BELO HORIZONTE, 2011; PORTAL DA AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA, 2016; SÃO PAULO, 2013).

O estudo de caso relatado no artigo se tratou de São Luís/MA, um município situado em uma ilha com características de áreas periurbanas, onde 79% dos produtores utilizam alguma prática sustentável de adubação e 69% não usam agrotóxicos. Embora este número seja significativo, ainda é uma realidade preocupante, visto que 31% dos produtores ainda utilizam pesticidas em suas atividades, sem qualquer assistência técnica de instruções sobre o que usar, como pulverizar e onde descartar as embalagens (GOMES *et al.*, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da revisão sistemática realizada, afirma-se que a literatura consultada traz importantes contribuições da produção científica sobre os impactos prejudiciais do uso de agrotóxicos sobre a biodiversidade. Os estudos confirmam o que há tempos ambientalistas, cientistas, movimentos sociais e população consciente têm alertado sobre os riscos que todo o ecossistema corre.

Para que se avance no enfrentamento de uma lógica puramente capitalista, que denomina os agrotóxicos de “defensivos agrícolas” e justifica o seu uso abusivo como “um mal necessário”, mesmo isto implicando em impactos negativos à biodiversidade, faz-se importante e urgente, uma mudança de conduta.

É necessário, portanto, atuar fortemente no desenvolvimento de políticas públicas que fomentem a agricultura sustentável, favorecendo práticas como a agroecologia e o controle biológico, visando a redução e até a eliminação do uso de agrotóxicos nas lavouras, além de cobrar das autoridades competentes uma regulamentação mais rígida e monitoramento mais eficaz. O caso de São Luís expôs uma carência de apoio público aos agricultores urbanos e a falta de assistência pública e técnica, de infraestrutura e de suporte

tecnológico.

Assim como na Amazônia central, onde foi identificado que grande parte dos produtores não seguem as recomendações fornecidas nas bulas incluídas nas embalagens dos produtos químicos agrícolas e em que dezenas deles são utilizados doses mais altas do que as sugeridas por seus fabricantes.

Notou-se que a riqueza e saúde de espécies das macrófitas e anfíbios, são diretamente influenciadas pelos efeitos do uso de agrotóxicos nas proximidades de seus habitats. E que a agricultura urbana, sem o uso de agrotóxicos, pode ser um meio para proteger os recursos naturais e fomentar a educação ambiental.

Neste sentido, a agroecologia e o controle biológico se apresentam como princípios científicos para início de uma mudança. Conjuntamente, eles podem contribuir para um desenvolvimento de fato sustentável e justo, pois são instrumentos valiosos na mitigação dos impactos ambientais e contrários ao padrão tecnológico dominante, prezando assim pela conservação de recursos naturais e da biodiversidade, tão ameaçada.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Alfenas (PPGCA) e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABRASCO, Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

BAMBARADENIYA, C. N. B.; AMERASINGHE, F. P. **Biodiversity associated with the rice field agro-ecosystem in Asian countries: a brief review.** Colombo: International Water Management Institute. Working Paper, no. 63, 2004. Disponível em: http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Working_Papers/working/WOR63.pdf Acesso em: 25 jun. 2021.

BAMBARADENIYA, C. N. B.; EDIRISINGHE, J. P.; DE SILVA, D.N.; GUNATILLEKE, C. V. S.; RANAWANA, K. B; WIJEKOON, S. Biodiversity associated with an irrigated rice agroecosystem in Sri Lanka. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 9, p. 1715-1753, 2004.

BELO HORIZONTE. Lei nº 10.255, de 13 de setembro de 2011. **Institui a política**



municipal de apoio à agricultura urbana e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/2011/1026/10255/lei-ordinaria-n-10255-2011-institui-a-politica-municipal-de-apoio-a-agricultura-urbana-e-da-outras-providencias> Acesso em: 25 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ato nº 82, de 25 de novembro de 2019.** Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/ato-n-82-de-25-de-novembro-de-2019-229899956> Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ato nº 91, de 26 de dezembro de 2019.** Diário Oficial da União, 2019a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/ato-n-91-de-26-de-dezembro-de-2019-235559622> Acesso em: 19 jul. 2021.

CARSON, R. L. **Primavera silenciosa.** São Paulo: Melhoramentos, 1969.

CARVALHO, W. F.; ARCAUTE, C. R.; PÉREZ-IGLESIAS, J. M.; LABORDE, M. R. R.; SOLONESKI, S.; LARRAMENDY, M. L. 2019. DNA damage exerted by mixtures of commercial formulations of glyphosate and imazethapyr herbicides in *Rhinella arenarum* (Anura, Bufonidae) tadpoles. **Ecotoxicology**, v. 28, p. 367–377, 2019.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Impactos negativos do uso de agrotóxicos à saúde humana. **Hygeia**, v. 13, n. 24, p. 127-140, 2017.

EHLERS, Eduardo. **Agricultura sustentável: Origens e perspectivas de um novo paradigma.** São Paulo: Livros da Terra, 1996.

FERRANTE, L.; FEARNside, P. M. Evidence of mutagenic and lethal effects of herbicides on Amazonian frogs. **Acta Amazonica**, v. 50, n 4, p. 363-366, 2020.

FERRANTE, L.; LEONEL, A. C. M.; GAIGA, R.; KAEFER, I. L.; FEARNside, P. M. Local extinction of *Scinax caldarum*, a tree frog in Brazil's Atlantic forest. **Herpetological Journal**, v. 29, n. 4, p. 295-298, 2019.

FROTA, M. T. B. A.; SIQUEIRA, C. E. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cad. Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 1-5, 2021.

GOMES, J. F. B.; GOMES, R. SB.; SOUZA, A. O. The multifunctionality of urban horticulture and its integration with the city ecosystem: a brief review of concepts and the case of São Luís. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 252-259, 2019.

LAWLER, S. P. Rice fields as temporary wetlands: a review. **Israel Journal of Zoology**, v. 47, n. 4, p. 513-528, 2001.

LINKE, M. G.; GODOY, R. S.; ROLON, A. S; MALTCHIK, L. Can organic rice crops help conserve aquatic plants in southern Brazil wetlands? **Applied Vegetation Science**, v. 17, n. 2, p. 346-355, 2014.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MALTCHIK, L.; ROLON, A. S.; STENERT, C.; MACHADO, I. F.; ROCHA, O. Can rice field channels contribute to biodiversity conservation in Southern Brazilian wetlands? **Revista de Biología Tropical**, v. 59, n. 4, p. 1895-1914, 2011.

MATIAS, T. P.; NETO, T. Z. C.; BOTEZELLI, L.; IMPERADOR, A. M. Os agrotóxicos mais vendidos no Brasil: Implicações em meio ambiente e saúde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. 1-12, 2021.

MATIAS, T. P.; BRAGA, J. K.; DAMASCENO, L. H. S.; BRUCHA, G. Aspectos envolvidos na biodegradação da atrazina sob diferentes condições de oxirredução. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. 1-16, 2021a.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da Pesquisa Científica**. 1. ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PORTAL DA AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA. **Iniciativas Produtivas**. 2016.

Disponível em:

https://www.agriculturaurbana.org.br/iniciativas/menu01_iniciativas_produtivas.html Acesso em: 25 jun. 2021.

REBELO, R. M. **Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental**. Brasília, DF: Ibama, 2010.

REID, F. A.; HEITMEYER, M. E. Waterfowl and rice in California's Central Valley. **California Agriculture**, v. 49, n. 6, p. 62-62, 1995.

ROLON, A. S.; GODOY, R.; MALTCHIK, L. Comparison of aquatic macrophyte community structure between natural wetlands and rice fields with different cultivation ages. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 224-232, 2018.

ROLON, A. S.; MALTCHIK, L. Does flooding of rice fields after cultivation contribute to wetland plant conservation in southern Brazil? **Applied Vegetation Science**, v. 13, n. 1, p. 26-35, 2010.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Programa de Agricultura Urbana e Periurbana**. 2013. Disponível em:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/servicos/proaurp/index.php?p=30091 Acesso em: 26 jun. 2021.

SINIMBU, F. **Uma horta agroecológica modelo**. 2015. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3529851/uma-horta-agroecologica-modelo> Acesso em: 25 jun. 2021.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.