

**CASCA DE ARROZ COMO BIORSORVENTE DE GLIFOSATO EM ÁREAS DE PLANTIO DE ARROZ IRRIGADO - RESULTADOS PRELIMINARES**DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.XV-011>

Laura Anselmo Rossi (*), Nádia Teresinha Schröder 2, Renata Farias Oliveira 3

* Universidade Luterana do Brasil e e-mail.

RESUMO

Para o cultivo de arroz no sistema irrigado há disponíveis 22 produtos químicos de diferentes classes toxicológicas registrados e recomendados para o controle de plantas daninhas. Para isso tem sido usado o glifosato, que é um herbicida pós-emergente. Neste caso, além da preocupação ambiental referente ao uso dos defensivos agrícolas, existe também a questão da geração de resíduos das agroindústrias. Empregá-los como biossorventes é uma maneira de reduzir seu impacto ambiental. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi demonstrar os efeitos deletérios do glifosato no meio ambiente, bem como propor uma solução mitigadora dos seus impactos ambientais, a partir do uso da casca de arroz como biossorvente, na descontaminação de solo e água de áreas de plantio de arroz sob o sistema de inundação. Os resíduos da casca de arroz (*in natura*) e o solo utilizado nas áreas experimentais foram obtidos com os produtores de arroz irrigado. Foram implantadas três estações experimentais que reproduziram as condições de uma lavoura de arroz. Na ÁREA 01, foram adicionados 55 g de biossorvente (altura de 0,5 cm). Na ÁREA 02 foram adicionados 90 g (altura de 1,0 cm) e na ÁREA 03 foram adicionados 110 g (1,5 cm de altura). A mistura do líquido usado no experimento foi 125 mL de glifosato e 125 mL de água e foi aplicado com borrifador. A concentração de glifosato na mistura líquida aplicada nas áreas foi de 410,5 g/L respeitando-se o tempo de um dia. Cada área experimental recebeu 83 mL dessa mistura. Para as análises dos ensaios para a determinação de adsorção de glifosato no biossorvente, foram encaminhadas quatro amostras, sendo uma considerado a amostra branco sem adição de glifosato ou qualquer tratamento e as demais representando cada área experimental. As análises foram realizadas pela Operator Assessoria e Análises Ambientais Ltda. A metodologia utilizada foi a Cromatografia Iônica e procedimentos normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT: NBR 10006/2004 e NBR 10005/2004. Com os resultados identificou-se que a casca de arroz apresentou valores de adsorção de glifosato, indicando a sua possível utilização como um método viável de remoção de glifosato.

PALAVRAS-CHAVE: adsorção, casca de arroz, biossorvente, glifosato**ABSTRACT**

In Rio Grande do Sul, as one of the largest producers and the largest processor of national rice, 22 chemical products of different toxicological classes are available and recommended for the control of weeds in rice cultivation under the irrigated system. For this, glyphosate has been used, which is a post-emergence herbicide used after the emergence of weeds in the crop. In this case, in addition to the environmental concern regarding the use of pesticides, there is also the issue of the generation of residues from agro-industries. Using them as biosorbents is one way to reduce their environmental impact. In view of the above, the objective of this work was to demonstrate the deleterious effects of the agricultural pesticide glyphosate on the environment, as well as to propose a solution to mitigate the environmental impacts of its use by making use of rice husk acting as a biosorbent, in the decontamination of soil and water of rice planting areas under the flood system. Rice husk residues (*in natura*) and the soil used in the experimental areas were obtained from irrigated rice producers. In order to simulate the conditions of a rice field, three experimental stations were implanted. In AREA 01, 55 g of biosorbent were added (height of 0.5 cm). In AREA 02, 90 g (height of 1.0 cm) were added and in AREA 03, 110 g (1.5 cm of height) were added. The mixture of the liquid used in the experiment was 125 mL of glyphosate and 125 mL of water and was applied with a spray bottle. The concentration of glyphosate in the liquid mixture applied to the areas was 410.5 g/L, respecting the time of one day. And each experimental area received 83 mL of this mixture. The analysis of the assays for the determination of adsorption of glyphosate in the biosorbent were carried out by Operator Assessoria e Análises Ambientais Ltda. The methodology used to determine the adsorption of glyphosate on rice husk was Ion Chromatography and procedures standardized by the Brazilian Association of Technical Norms – ABNT: NBR 10006/2004 - Procedure for obtaining solubilized extract of solid waste and NBR 10005/2004 - Procedure for obtaining leached extract of solid waste. For the analyses, four samples were sent, one being considered the white sample without the addition of glyphosate or any treatment and the others representing each experimental area. With the results it was identified that the rice husk showed glyphosate adsorption values, indicating its possible use as a viable method of glyphosate removal.

KEY WORDS: adsorption, rice husk, biosorbent, glyphosate, soil.



INTRODUÇÃO

A abertura de novas fronteiras agrícolas, a intensificação do uso do solo, a utilização de defensivos agrícolas, de variedades melhoradas e a introdução de plantas transgênicas são tecnologias utilizadas com objetivo de obtenção de uma maior produção de alimentos para a população (MANCUSO; NEGRISOLI; PERIM, 2011). Em relação ao suprimento de demandas alimentares humana, ocorre a produção de arroz sob o sistema irrigado, que utiliza grande número de defensivos agrícolas, especialmente os herbicidas.

A utilização de defensivos agrícolas nas culturas se tornou uma prática comum na agricultura. Iniciada a partir do ano de 1950 nos Estados Unidos, denominada de “Revolução Verde”. Tinha como um dos objetivos a proteção das lavouras pelo combate, controle e prevenção de doenças e pragas, além de modernizar as práticas agrícolas e aumentar sua produtividade (ANVISA, 2019; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; VALENZUELA et al., 2011).

Defensivos agrícolas são produtos e agentes formados por uma vasta variedade de compostos químicos ou biológicos (ANVISA, 2019). Eles são produtos químicos comercializados com o objetivo de contribuir, de forma positiva, nos processos de produção agrícola no mundo (VALENZUELA et al., 2011). Depois da aplicação de um defensivo agrícola, diversos processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos estabelecem seu comportamento. Desta forma, o entendimento dos processos de transporte dos defensivos agrícolas no ambiente é de extrema importância para direcionar planos de gestão dos seus resíduos (SPADOTTO; GOMES, 2019).

Os resíduos de defensivos agrícolas no meio ambiente podem colocar em risco a saúde humana e os organismos aquáticos e terrestres, além de provocar efeitos ecológicos indesejáveis, nas diferentes matrizes ambientais, como por exemplo a alteração da dinâmica bioquímica natural e a contaminação dos corpos hídricos. Pode ser considerado como resíduos de defensivos agrícolas suas frações que, após a sua aplicação podem alcançar outras áreas pelos processos de carreamento superficial, lixiviação e volatilização. Em relação às frações, essas concentrações dependem da carga contaminante e do comportamento e destino dele no ambiente. Isso é definido pela maneira como as suas moléculas reagem em específico ambiente. Esse comportamento é regulado pelas propriedades dos compostos de cada tipo de defensivo agrícola, do meio onde será inserido e das condições climáticas (SPADOTTO; GOMES, 2019). Quanto aos processos de transporte entre compartimentos ambientais, o escoamento superficial favorece a contaminação das águas superficiais, pela sua adsorção às partículas do solo. Já o processo de lixiviação do defensivo, ocorre a partir do perfil do solo e tende a resultar em contaminação das águas subterrâneas, onde as substâncias químicas são carregadas em solução juntamente com a água que alimenta os aquíferos. Isso se deve principalmente pelo fluxo preferencial existente no solo, ou pelas zonas de recarga do aquífero (GAVRILESCU, 2005; SPADOTTO; GOMES, 2019). De acordo com Barrigossi, Lanna e Ferreira (2004), o tipo de solo onde o defensivo agrícola é aplicado tem grande influência no impacto causado pelo produto no meio ambiente. Solos arenosos possuem grandes quantidades de espaço entre as suas partículas e pouca matéria orgânica. Neste tipo de solo, é possível que o defensivo percole com maior facilidade e atinja o reservatório de água do subsolo. Em solos argilosos, estes possuem inúmeras partículas com compostos ativos, que funcionam como sítios de represamento dos defensivos agrícolas.

De acordo com Silva e Canto-Dorow (2011), a legislação ambiental é um dos instrumentos utilizados para a preservação dos recursos naturais estimulando a utilização de técnicas de manejo sustentável, em especial, nas atividades agrícolas que utilizam água como insumo na produção, como por exemplo, o plantio de arroz irrigado. Neste contexto, os defensivos agrícolas, no Brasil, são regidos pela Lei n° 7.802/1989, que dispõe sobre a pesquisa, experimentação fabricação, comercialização, fiscalização entre outros, e respectivo Decreto n° 4.074/2002. A Portaria Normativa IBAMA n° 84, de 15 de outubro de 1996 estabelece os procedimentos a serem adotados, para efeito de registro e avaliação do potencial de periculosidade ambiental de agrotóxicos, seus componentes e afins. Em seu Art. 3°, classifica os defensivos agrícolas quanto ao potencial de periculosidade ambiental (Tabela 1) baseando-se nos parâmetros de bioacumulação, sua persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico.

Tabela 1 - Classificação dos defensivos agrícola quanto ao potencial de periculosidade ambiental.

Fonte: IBAMA (1996)

CLASSE	PRODUTO
Classe I	Altamente Tóxico
Classe II	Muito Perigoso
Classe III	Perigoso
Classe IV	Pouco Perigoso



Para Matos (2014), a classificação do nível de periculosidade de um defensivo agrícola no meio ambiente, é baseada em estudos sobre as propriedades físico-química, toxicológicas e ecotoxicológicas. Nesta perspectiva, no Brasil, um defensivo agrícola é classificado, de acordo com a indicação das classes toxicológicas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2019), conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação toxicológica dos defensivos agrícolas. Fonte: ANVISA (2019).

CATEGORIA	TIPO DE PRODUTO	COR DA FAIXA	Nº DE PRODUTOS
Categoria 1	Extremamente Tóxico	Vermelha	43
Categoria 2	Altamente Tóxico	Vermelha	79
Categoria 3	Moderadamente Tóxico	Amarela	136
Categoria 4	Pouco Tóxico	Azul	599
Categoria 5	Improvável de Causar Dano Agudo	Azul	899
Não Classificado	Não Classificado	Verde	168

Segundo a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado - SOSBAI (2018) há indicação de 22 produtos químicos de diferentes classes toxicológicas registrados e recomendados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Dentre esses, destaca-se a utilização do defensivo agrícola glifosato, nome comum do N-(fosfometil) glicina.

O glifosato era classificado, pela ANVISA, como Classe IV (pouco tóxico), porém, após o processo de reavaliação de diversos defensivos agrícolas, ele passou a ser classificado como Categoria 1, produto extremamente tóxico, conforme Nota Técnica Nº 23/2018/SEI/CREAV/GEMAR/ GGTOX/ DIRE3 /ANVISA. De acordo com Amarante Júnior et al. (2002), a toxicidade do herbicida pode ser considerada baixa em mamíferos e animais, porém, pelo mesmo ser não-seletivo e de largo espectro, o glifosato pode ocasionar degradação e por consequência destruição de ambientes naturais e de fontes de alimentos de algumas espécies de pássaros e anfíbios. Para Matos (2014), o uso excessivo de glifosato faz com que sua concentração aumente consideravelmente nos compartimentos ambientais (solo, água e sedimentos), tornando-o de alta periculosidade ambiental, sendo tóxico as diversas populações microbiológicas, à fauna, bem como ao homem.

O herbicida glifosato possui grande expressão e importância no meio agropecuário, em virtude deste produto poder ser aplicado em baixos volumes comparando-se a outros herbicidas convencionais (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). O glifosato é um herbicida utilizado após a emergência de plantas daninhas na cultura e antes que elas interfiram no seu desenvolvimento. É considerado um defensivo agrícola que apresenta amplo espectro de ação, possibilitando um excelente controle de plantas daninhas anuais ou perenes (GALLI; MONTEZUMA, 2005; PEZENTE, 2013).

Na maioria dos casos em que se ocorre a aplicação do glifosato em uma determinada área de plantio, ele não é totalmente metabolizado pela planta, e devido a isso, grande parte da sua concentração chega ao solo na sua forma original (PRATA; LAVORENTI, 2000). Segundo Moraes e Rossi (2010), o glifosato apresenta tempo de permanência no solo (meia vida) maior do que em água, porém isso vai depender de fatores envolvidos de ambos. Dependendo das características biológicas, físicas e químicas do solo e número de aplicações, a influência do defensivo na fauna do solo pode ser de forma direta ou indireta. O glifosato em contato com o solo apresenta grande capacidade de adsorção. Uma vez adsorvido, o glifosato pode ficar como resíduo ligado permanecendo no ambiente até sua completa degradação, que pode durar dias ou meses dependendo das características do solo (TONI; SANTANA; ZAIA, 2006).

Na água, as principais vias de dissipação do glifosato são por degradação microbiológica e a sua união com sedimentos. Uma das características do glifosato em corpos hídricos é a sua lenta degradação, podendo ficar ativo em meio aquoso de 7 a 70 dias (GYESI et al.; 1997 apud COSTA, 2014). De acordo com Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA), é estabelecido o valor de 700 g/L de glifosato em água potável como "Limite Consultivo" (US EPA, 1991; apud PEZENTE, 2013). Entretanto, a Comunidade Econômica Europeia (EEC) estabelece como "Concentração Máxima Admissível" para defensivos agrícolas em água potável, o limite de 0,1 g/L, e que a concentração total não ultrapasse 0,5 g/L (PEZENTE, 2013).

Na legislação brasileira, ainda não há limites legais estabelecidos para concentrações do herbicida glifosato em descarte de efluentes em corpos hídricos e no solo. Porém para a água, há a resolução do Conselho Nacional do Meio



Ambiente (CONAMA) n° 357/2005, que estabelece como valor máximo permitido para as águas classe I – Água doce, a concentração de 0,065 mg/L, e para águas classe III – Água doce, a concentração de 0,28 mg/L do herbicida glifosato. A Portaria n° 518/2004 (BRASIL, 2004), estabelece uma concentração máxima de glifosato de 0,5 mg/L para padrão de potabilidade da água para consumo humano. Diante do exposto, identifica-se uma falha na legislação quanto a limites de concentração referente ao herbicida para os solos brasileiros e uma incoerência quanto ao limite que serve como parâmetro para consumo humano, uma vez que, não é previsto no tratamento de água no Brasil a identificação e remoção de defensivos agrícolas. Neste contexto, existe a necessidade de minimizar o impacto da utilização destes produtos no meio ambiente e na saúde do ser humano. Com o aumento de áreas para cultivo tem-se observado, conseqüentemente, o uso de defensivos agrícolas. Essa prática tem despertado uma preocupação com o destino destes produtos no meio ambiente.

O Rio Grande do Sul é um dos maiores produtores de arroz do Brasil e que fazem uso do glifosato no sistema de arroz irrigado. Além disso é o maior beneficiador nacional do grão e esse processo gera um subproduto, a casca de arroz, que, na maioria das vezes, é considerado como um resíduo, sendo descartado em aterros pelas indústrias de beneficiamento. Cabe ressaltar que por se tratar de um resíduo orgânico, a casca do arroz emite grandes quantidades de gás metano. Esta prática causa impactos ambientais negativos uma vez que contribui para o efeito estufa, afetando diretamente a biota e indiretamente a saúde da população (WALTER; ROSSATO, 2010).

A casca de arroz por se tratar de um resíduo orgânico, pode ser utilizado como bioissorvente, e entre as vantagens destaca-se a sua abundância no Brasil, baixo custo, facilidade de obtenção, sua estrutura granular, insolubilidade em água e estabilidade química (MIMURA et al., 2010). Neste contexto, há necessidade de além de demonstrar os efeitos deletérios no meio ambiente da utilização do defensivo agrícola glifosato, também propor uma solução mitigadora dos impactos ambientais da utilização deste herbicida pela utilização de um bioissorvente, a casca de arroz, como possível agente de descontaminação de solo e lâmina d'água, de áreas de plantio de arroz sob o sistema de inundação.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a utilização da casca de arroz como bioissorvente de glifosato em áreas de plantio de arroz irrigado.

METODOLOGIA

Os resíduos da casca de arroz foram obtidos junto aos produtores rurais que fazem beneficiamento do arroz no município de Sertão Santana/RS. O solo utilizado nas áreas experimentais foi doado por proprietários que cultivam arroz irrigado no município de Santo Antônio da Patrulha/RS.

O bioissorvente utilizado no experimento foi a casca de arroz (*in natura*). A fim de simular as condições de uma lavoura de arroz, foi implantado três estações experimentais (ÁREA 01, ÁREA 02, e ÁREA 03), que receberam a mesma quantidade de solo, porém quantidades diferentes de bioissorventes. Na ÁREA 01, foram adicionados 55 g de bioissorvente correspondendo a uma altura de 0,5 cm. Na ÁREA 02 foram adicionados 90 g de bioissorvente e uma altura de 1,0 cm, e na ÁREA 03 foram adicionados 110 g de bioissorvente e altura de 1,5 cm.

O reagente utilizado no experimento foi o glifosato, a partir do produto comercial *Roundup* Original DI da Indústria Monsanto. Este herbicida é a base de sal de Di-amônio de N-(fosfonometil) glicina (445 g/L), equivalente ácido de N-(fosfonometil) glicina (370 g/L), outros ingredientes não especificados pela empresa Monsanto (751 g/L). A mistura líquida aplicada nos ensaios foi feita com 125 mL de glifosato e 125 mL de água. Tendo-se em vista que a dosagem deste produto é diferente para cada tipo de cultura, bem como pode diferir pelo tamanho da propriedade, para este experimento, foi estipulado o volume de 83 mL da mistura. A concentração de glifosato, conforme rotulagem do produto, na calda aplicada nas áreas, foram obtidas através das equações 1, 2, 3 e 4:

Cálculo concentração glifosato [sal Di-amônio de N-(fosfonometil)] no volume de 125 mL equação (1)

$$\text{sal Di-amônio de N-(fosfonometil)} = \frac{445 \text{ g} \times 0,125 \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{sal Di-amônio de N-(fosfonometil)} = 55,625 \text{ g}$$

Cálculo concentração glifosato [ácido de N-(fosfonometil) glicina] no volume de 125 mL equação (2)



$$\text{ácido de N-(fosfonometil) glicina} = \frac{370 \text{ g} \times 0,125 \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{ácido de N-(fosfonometil) glicina} = 46,25\text{g}$$

Cálculo concentração glifosato [sal Di-amônio de N-(fosfonometil)] no volume da solução final de 250 mL equação (3)

$$\text{sal Di-amônio de N-(fosfonometil)} = \frac{55,625 \text{ g}}{0,250 \text{ L}}$$

$$\text{sal Di-amônio de N-(fosfonometil)} = 225,5 \text{ g/L}$$

Cálculo concentração glifosato [ácido de N-(fosfonometil) glicina] no volume da solução final de 250 mL equação (4)

$$\text{ácido de N-(fosfonometil) glicina} = \frac{46,25\text{g}}{0,250 \text{ L}}$$

$$\text{ácido de N-(fosfonometil) glicina} = 185 \text{ g/L}$$

A concentração de glifosato na mistura líquida aplicada nas áreas foi de 410,5 g/L respeitando-se o tempo de um dia. E cada área experimental recebeu 83 mL dessa mistura. Os ensaios para a determinação de adsorção de glifosato no biossorvente, foram armazenada e encaminhadas para a empresa Operator Assessoria e Análises Ambientais Ltda, localizada no município de Cotia, estado de São Paulo, responsável pela realização das análises. A metodologia utilizada pela empresa Operator para a determinação da adsorção de glifosato na casca de arroz, foi a Cromatografia Iônica e procedimentos normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - (ABNT) NBR 10006/2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos e NBR NBR 10005/2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Para a realização dos ensaios, foram encaminhadas quatro amostras, sendo uma considerado a amostra branco sem adição de glifosato ou qualquer tratamento. As amostras 01, 02 e 03 correspondem respectivamente às áreas experimentais 01, 02 e 03.

RESULTADOS

A partir das análises, foi possível observar as concentrações da adsorção do glifosato pela casca de arroz utilizado nos experimentos como biossorvente, como pode ser visualizado na Tabela 3. Observa-se que a amostra em branco, da qual no experimento deste trabalho não teve nenhum contato com a calda de glifosato, apresentou um valor de 0,1 g/kg de glifosato. Ressalta-se que a aplicação de defensivos agrícolas em áreas de plantio de arroz irrigado é realizada normalmente no pré-plantio e em casos necessários, sobre a lâmina de água na forma de pulverização e benzedura (WILLEMAN et. al, 2007).

Tabela 3 - Resultados analíticos de adsorção das amostras

AMOSTRA	CONCENTRAÇÃO (g/kg)
Branco	0,1
Área 01	100
Área 02	81
Área 03	50

Apesar de não haver estudos referente a detecção de glifosato em águas de áreas de plantio de arroz irrigado, entende-se que há uma grande possibilidade de que elas possam vir com quantidades de glifosato e AMPA ao serem utilizadas em sistemas irrigados de plantio de arroz, e dessa forma transferir o glifosato para a planta. Analisando-se o



sistema de plantio direto, muito utilizado no Rio Grande do Sul para o cultivo de arroz irrigado, pode-se supor que, nestes sistemas, a matéria orgânica inserida ou reutilizada de culturas anteriores pode adsorver quantidades significativas de glifosato e impedir que ela seja degradada pelo solo, visto que esta matéria orgânica fica em sua parte superficial, servindo como uma barreira. Neste sentido, pressupõem-se que existe a possibilidade de sorção da matéria orgânica em sistemas de plantio direto para a semente, planta, e até mesmo para a lâmina d'água. Destaca-se, ainda, que não foi levado em consideração a utilização de glifosato em uma situação de pós-emergência, onde a utilização do herbicida após semeadura e desenvolvimento da cultura, se dá em virtude do surgimento de ervas daninhas, uma vez que os produtores que doaram a casca de arroz referenciaram a não utilização do glifosato em situação de pós-emergência.

Com os resultados obtidos de adsorção de glifosato a partir da casca de arroz *in natura*, verificou-se que houve uma taxa de adsorção alta, demonstrando a sua potencialidade em ser utilizado como biossorvente. Comparado esses resultados a de outros estudos que utilizaram a casca de arroz na adsorção de poluentes emergentes observa-se a eficiência da casca de arroz como alternativa sustentável para tratamento e descontaminação de compartimentos ambientais, pela utilização da técnica de adsorção (SILVA, 2013; PENHA et al., 2016; ROSA et al., 2019).

Pela avaliação dos resultados obtidos, verificou-se que quanto menor for a massa de adsorvente no sistema, conseqüentemente com uma menor área superficial, há uma maior adsorção do glifosato, enquanto ao aumentar a massa de adsorvente diminui a concentração de poluente por grama de sólido. Com relação a questões operacionais e econômicas, o biossorvente pode ser considerado atrativo, porque mesmo com quantidade baixa de adsorvente há retenção de glifosato.

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste trabalho, a expectativa era de que o resíduo agroindustrial – casca de arroz *in natura*, testado no experimento fosse capaz de adsorver de forma eficiente o glifosato, além disto, gerar resultados que poderiam servir de base para futuros estudos de aplicação desse biossorvente. O sistema proposto deste método foi apresentar semelhança nas condições de áreas de plantio que utilizam o fazer de forma direta, visto que a principal característica a ser levada em conta, é a fácil utilização da técnica para uma possível adesão por pequenos e grandes produtores rurais.

A casca de arroz, apresentou valores de adsorção de glifosato, indicando a sua possível utilização como um método barato e prático de remoção de glifosato, apresentando-se como um possível candidato para adsorção deste produto. Ele, também, deverá ser melhor avaliado quanto as questões de sua inserção como biossorvente em uma propriedade rural. O potencial e sucesso de novas técnicas, desde que bem avaliadas, em áreas de lavouras para mitigação e descontaminação de defensivos agrícolas, podem tornar-se algo do cotidiano do produtor rural. Para uma avaliação total da proposta deste trabalho, há necessidade de se avaliar os demais parâmetros, integralizando todas as variáveis, como clima, tipo de solo, análise da qualidade da água e do solo inseridos no sistema, condições climáticas no dia da aplicação, bem como o custo operacional dessa medida.

Considerando a técnica proposta de adsorção de glifosato em áreas de plantio de arroz irrigado, será necessário dar prosseguimento mais aprofundada no estudo. Diante do exposto, recomenda-se também realizar: análises em triplicata para amostras; testes com outras concentrações de glifosato no biossorvente; análise de solo do estado do RS para a determinação da concentração de glifosato e AMPA e para as variáveis básicas, como pH, CTC, granulometria, matéria orgânica; análises de água, previamente a inserção da lâmina d'água na cultura; análises de solo e água, após a inserção do biossorvente e glifosato no sistema; experimentos em áreas com condições semelhantes à de cultura de arroz irrigado; medições de custo operacional para o produtor, com a inserção do biossorvente. E por fim identificar a eficiência da utilização do biossorventes na cultura de arroz, se assemelhando a técnica de plantio direto.

Perante o exposto, acredita-se que o potencial e sucesso de novas técnicas, desde que bem avaliadas, em áreas de lavouras para mitigação e descontaminação de defensivos agrícolas, possam a vir a fazer parte do cotidiano do produtor rural. Mas para isso, ainda há necessidade de uma avaliação dos demais parâmetros, integralizando todas as variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amarante Júnior, O. P. de; Santos, T. C. R. dos; Brito, N. M.; Ribeiro, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. Química Nova, v. 25, n. 4, p: 589-593, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Z9DJG6fy8ZQR79ch8cdxwVP/?lang=pt>. Acesso em: agos de 2020



2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Nota Técnica nº 23/2018/SEI/CREAV /GEMAR/GGTOX/DIRE3/ANVISA**. Brasília, 2018. 10 p. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/11215/117833/Nota+t%C3%A9cnica+23+de+2018+-+Glifosato/faac89d6-d8b6-4d8c-8460-90889819aaf7>. Acesso em: agos. 2020.
3. Agência Nacional de Vigilância (ANVISA). **Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos**. 2019. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=5578706&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos-&inheritRedirect=true. Acesso em: agos. 2020..
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 10005/2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados pela ABNT NBR 10004 como classe I – perigosos - e classe II – não perigosos. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/4033/abnt-nbr10005-procedimento-para-obtencao-de-extrato-lixiviado-de-residuos-solido>. Acesso em: agos. 2020.
5. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 10006/2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na ABNT NBR 10004 como classe II A - não inertes – e classe II B – inertes. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-10.006-Solubilização-de-Resíduos.pdf>. Acesso em: agos. 2020.
6. Barrigossi, J. A. F.; Lanna, A. C.; Ferreira, E. **Agrotóxicos no Cultivo do Arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo**. Santo Antônio de Goiás, GO. Embrapa, 2004.
7. Brasil. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm. Acesso em: abr. 2021.
8. Brasil. **Decreto Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: abr. 2021.
9. Brasil. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/legislacao/portaria518_25_03_04.pdf. Acesso em: abr. 2021.
10. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: abr. 2021.
11. Costa, R. N. **Medindo os Impactos do Glifosato e do Estresse Ambiental com uma Régua: Assimetria Flutuante e Mortalidade em Girinos (Amphibia: Anura) de *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae) e *Scinax fuscomarginatus* (Hylidae)**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/3472/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Renan%20Nunes%20Costa%20-%20202014.pdf>. Acesso em: maio 2021.
12. Galli, A. J. B.; Montezuma, M. C. **Alguns aspectos na da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. [s.i]: Acadcom Gráfica e Editora Ltda, 2005. 67 p. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Plantas_daninhas_glifosatoID-VCQ0aRyNYE.pdf. Acesso em: maio 2021.
13. Gravilescu, M. Fate of Pesticides in the Environment and its Bioremediation. **Engineering In Life Sciences**, Weinheim, v. 6, n. 5, p. 497-526, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/elsc.200520098>. Acesso em: maio 2021.
14. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA). **Portaria Normativa nº 84, de 15 de outubro de 1996**. Estabelecer procedimentos a serem adotados, para efeito de registro e avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental - (PPA) de agrotóxicos, seus componentes e afins, segundo definições dispostas nos



- incisos XX, XXI, XXII, do artigo 2º, do Decreto nº 98.816. Brasília, 16 out. 1996. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/mma_ibama/1996/prt0084_15_10_1996.html. Acesso em: abr. 2021.
15. Lopes, C. V. A.; Albuquerque, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, [s.l.], p. 518-534, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sdeb/v42n117/0103-1104-sdeb-42-117-0518.pdf>. Acesso em: maio 2021.
 16. 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. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279462751_Efeito_residual_de_herbicida_no_solo_Carryover. Acesso em: maio 2021.
 17. Matos, F. da S. de. **Determinação de glifosato e AMPA em água por injeção direta da amostra em cromatografia iônica capilar e LC-MS/SM**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10594/MATOS%2C%20FABIO%20DA%20SILVA%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: mar. 2021.
 18. Mimura, A. M. S.; Vieira, T. V. de A.; Martelli, P. B.; Gorgulho, H. de F. Aplicação da casca de arroz na adsorção dos íons Cu²⁺, Al³⁺, Ni²⁺ e Zn²⁺. **Química Nova**, v. 33, n. 6, p. 1279-1284, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000600012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: maio 2021.
 19. Moraes, P. V. D.; Rossi, P. Comportamento ambiental do glifosato. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 3, p. 22-35, 2010. Disponível em: <https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201712/06131757-comportamento-ambiental-do-glifosato.pdf>. Acesso em: maio 2021.
 20. Pezente, D. P. **Avaliação de impacto no uso de glifosato na cultura de arroz irrigado na região de Timbé do Sul - SC**. 2013. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Auditoria e Perícia Ambiental, Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina, Criciúma, 2013. Disponível em: <http://docplayer.com.br/78329250-Universidade-do-extremo-sul-de-santa-catarina-pos-graduacao-em-auditoria-e-pericia-ambiental-daniel-pazini-pezente.html>. Acesso em: maio 2021.
 21. Prata, F.; Lavorenti, A. Comportamento de herbicida no solo: influência da matéria orgânica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 2, p. 17-22, 2000. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3825048/mod_resource/content/1/Materia%20organica%20e%20comportamento%20dos%20herbicidas.pdf#:~:text=O%20principal%20fator%20envolvido%20nesse,ou%20serem%20mais%20rapidamente%20degradadas. Acesso em: maio 2021.
 22. Rodrigues, B. N.; Almeida, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina, 2005. 591 p.
 23. Silva, S. M. da; Canto-Dorow, T. S. do. Licenciamento Ambiental x Conscientização do produtor: situação atual das áreas de produção de arroz em Cachoeira do Sul – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 152-160, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/2765/1607#:~:text=RESUMO%3A%20O%20Licenciamento%20Ambiental%20C3%A9,a%20cultura%20de%20arroz%20irrigado>. Acesso em: maio 2021.
 24. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz (SOSBAI). **ARROZ IRRIGADO: Recomendações da Pesquisa para o Sul do Brasil: XXXII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. Farroupilha: Irga, 2018. 209 p. Disponível em: <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201812/06085952-recomendacoes-tecnicas-sosbai.pdf>. Acesso em: mar. 2021.
 25. Spadotto, C. A.; Gomes, M. A. F. **Árvore do conhecimento: agricultura e meio ambiente**. [s.i.]. Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_39_210200792814.html. Acesso em: maio 2020.
 26. Toni, L. R. M.; Santana, H. de; Zaia, D. A. M. Adsorção de glifosato sobre solos e minerais. **Química Nova**, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 829-833, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KNxGhP5tBdZxYcnBj5gyjmF/?lang=pt>. Acesso em: set. 2020.
 27. Valenzuela, P. M.; Matus, M. S.; Araya, G. I.; Paris, E. Pediatría ambiental: um tema emergente. **Jornal de Pediatria**, v. 87, n. 2, p. 89-99, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572011000200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: abr. 2021.
 28. Walter, J. P.; Rossato, M. V. Destino do resíduo casca de arroz na microrregião de Restinga Seca - RS: um enfoque à responsabilidade socioambiental. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 05 a 07 de Ago. 2010, Niterói, RJ. Anais eletrônicos. Niterói, RJ, 2010. Disponível em: http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0261_1040.pdf. Acesso em: Abr. 2021..