

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME MAGRINI VERRI

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA APLICAÇÃO DO HERBICIDA GLIFOSATO
PARA CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS NOS MUNICÍPIOS DE
ITU/SP E BOM JARDIM/RJ.

CURITIBA

2018

GUILHERME MAGRINI VERRI

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA APLICAÇÃO DO HERBICIDA GLIFOSATO
PARA CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS NOS MUNICÍPIOS DE
ITU/SP E BOM JARDIM/RJ.

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em MBA EM GESTÃO AMBIENTAL, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em GESTÃO AMBIENTAL.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

Coorientadora: Profª..M.Sc. Andréa da Luz Sanches

CURITIBA

2018

RESUMO

As áreas de preservação permanente têm uma função ambiental importante para a qualidade dos recursos hídricos, diversidade de fauna e flora, contenção processos erosivos e entre outros benefícios. O novo Código Florestal (12.651/2012) propôs através do Cadastro Ambiental Rural o diagnóstico dessas áreas e impõe aos proprietários prazos para sua recuperação. Grande parte das áreas de preservação permanente são ocupadas por atividades antrópicas, o que favorecem o aparecimento e desenvolvimento de espécies exóticas que dificultam o processo de regeneração natural dessas áreas, pois são alelopáticas. Um projeto bem elaborado de restauração florestal dessas áreas passa por várias etapas entre elas o combate as gramíneas invasoras, que podem ser eliminadas através de práticas mecânicas, biológicas ou químicas, está última apresenta o uso de herbicida como um aliado indispensável no combate as espécies exóticas. Os herbicidas utilizados para este fim apresentam um custo/benefício positivo em relação as práticas mecânicas. Entre os herbicidas mais utilizados está o Glifosato que é apontado como o produto químico de maior venda mundial para o controle de plantas daninhas em ambientes agrícolas e urbanos. Seu sucesso de uso deve-se principalmente por ser um herbicida sistêmico, não seletivo, com alta eficácia de controle sobre amplo espectro de espécies invasoras, reduzidos níveis de toxicidade, potencial de contaminação ambiental. Este trabalho consiste na revisão da literatura de artigos e matérias técnicos sobre a utilização de herbicida para o combate as espécies exóticas em áreas do município de Itu/SP e Bom Jardim/RJ . O trabalho demonstrou que a utilização do defensivo agrícola (Glifosato) na implantação e manutenção de projetos de restauração florestal, principalmente em larga escala, é de fundamental importância para o sucesso do mesmo.

Palavras-chave: Restauração Florestal. Áreas de Preservação Permanente. Herbicidas. Glifosato. Espécies Exóticas.

ABSTRACT

The areas of permanent preservation have an important environmental function for the quality of water resources, diversity of fauna and flora, containment of erosive processes and among other benefits. The new forestry code (12.651/2012) proposed through the Rural environmental registry The diagnosis of these areas and imposes on the owners deadlines for their recovery. Most of the areas of permanent preservation are occupied by anthropic activities, which favor the emergence and development of exotic species that hinder the process of natural regeneration of these areas, because they are allelopathic. A well-elaborated project of forest restoration of these areas goes through several stages between them combating the invasive grasses, which can be eliminated through mechanical, biological or chemical practices, is last presents the use of herbicide as a Indispensable ally in combating exotic species. The herbicides used for this purpose have a positive cost/benefit in relation to mechanical practices. Among the most widely used herbicides is glyphosate, which is indicated as the world's largest selling chemical for weed control in agricultural and urban environments. Its use success is mainly due to being a systemic herbicide, non-selective, with high control efficacy over a broad spectrum of invasive species, reduced levels of toxicity, potential for environmental contamination. This work consists in the literature review of articles and technical materials on the use of herbicide to combat exotic species in areas of the municipality of Itu/SP and Bom Jardim/RJ. The work showed that the use of agricultural defensive (glyphosate) in the implementation and maintenance of forest restoration projects, mainly on a large scale, is of fundamental importance to the success of it.

Keywords: Forest Restoration. Permanent Preservation Areas. Herbicides. Glyphosate. Exotic Species.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo geral	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
1.2 JUSTIFICATIVA	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	20
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	22
3.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	22
3.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL	23
3.3 MÉTODOS DE CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS.....	25
3.4 A CLASSE HERBICIDA	26
3.4.1 Herbicida (Glifosato).....	28
3.5 SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHADOR NA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS.	30
3.5.1 NR-31 (Item 31.8 Agrotóxicos Adjuvantes e Produtos Afins)	31
3.6 ESTUDOS DE CASOS.....	35
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

A Declaração de Estocolmo, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano ocorreu entre 5 e 16 de junho de 1972, em Estocolmo, na Suécia. Esse foi o primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para discutir de maneira global sobre as questões ambientais e estabeleceu estreita relação entre o gozo dos direitos humanos e a proteção do ambiente, consolidando-se no plano internacional a identificação de uma dimensão ecológica no princípio da dignidade da pessoa, em que todo ser humano tem direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e são. Por esta razão, é crescente a preocupação com as queimadas, o desmatamento, a perda da biodiversidade e a poluição dos recursos hídricos, uma vez que estão diretamente associados ao direito à vida e à saúde humana (LAURINDO, 2014).

Nesse contexto, a Declaração de Estocolmo das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano representou um marco histórico-normativo inicial da proteção ambiental, trazendo a ideia de um direito humano a viver em um ambiente equilibrado e saudável. O seu princípio 1º dispõe que:

(...) o homem tem o direito fundamental à liberdade, igualdade e adequadas condições de vida, num meio ambiente cuja qualidade permita uma vida de dignidade e bem-estar, e tem a solene responsabilidade de proteger e melhorar o meio ambiente, para a presente e as futuras gerações.

O Novo Código Florestal (12.651/2012) em seu artigo 3º define APP, como:

“área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).”

Algumas as Áreas de Preservação Permanente, onde predominavam a pecuária e a monocultura e onde hoje são implantados projetos de restauração florestal predominam espécies da família Poaceae, popularmente conhecidas como gramíneas e muitas vezes exóticas, como é o caso da *Urochloa spp.* (braquiárias). Isto dificulta o crescimento das espécies florestais implantadas e a regeneração natural. Além de competirem pelos recursos de crescimento (nutrientes, água e luz), algumas espécies de braquiária são alelopáticas (SILVA *et al.*, 2009) e tem grande

potencial de inibirem a germinação de sementes e o crescimento de espécies florestais nativas. Aliado a isso, a grande quantidade de fitomassa que as braquiárias produzem se comporta como barreira física para propágulos que poderiam chegar a esses locais (CALEGARI *et al.*, 2013). Em alguns casos, o estoque de biomassa seca da parte aérea chega a 18 ton/ha, com acúmulo equivalente a 1,4 ton/ha/mês em períodos favoráveis de crescimento e sem pastejo (SILVA, 2011). Tais características não só dificultam a regeneração natural, uma vez que a massa praticamente impede a chegada das sementes ao solo, como limitam o estabelecimento e o crescimento das mudas plantadas. Nesses casos, visando favorecer o estabelecimento e o crescimento dos indivíduos plantados, faz-se necessário controlar as plantas daninhas (EMBRAPA, 2017).

As características das gramíneas as tornam espécies agressivas, cujo controle nos períodos iniciais do reflorestamento é fundamental para o sucesso da restauração. Métodos de controle de plantas daninhas no âmbito agrônomo e na área da silvicultura de pinus e eucalipto estão bastante consolidados. Na área de restauração florestal, devido principalmente à diversidade de espécies e ao crescimento relativamente lento das plantas, muito ainda precisa ser estudado (EMBRAPA, 2017).

O combate das espécies exóticas pode ser feito através de meio biológicos, mecânicos e químicos, este último compete ao IBAMA realizar a avaliação ambiental para fins de registro de agrotóxicos de uso não agrícola, o que pode conferir autorização para produção, importação, exportação, comercialização e/ou utilização no território nacional desses produtos (EMBRAPA, 2017).

Nos locais onde é permitido o uso do herbicida para controle das gramíneas, o custo de implantação da restauração chega a ser 30% mais barato. Por esse motivo, aliado a baixa toxicidade de alguns herbicidas, é que esse método é usado em muitos projetos de restauração florestal (RODRIGUES *et al.*, 2009)

Para o controle das gramíneas, entre os vários tipos de herbicidas existentes no mercado, recomenda-se o uso de herbicida à base de glifosato, que é de baixa toxicidade e rápida degradação no solo. A aplicação deve ser realizada de quinze a trinta dias após a roçada, quando o mato já tiver rebrotado e, preferencialmente, antes do plantio para não haver o perigo de deriva (RODRIGUES *et al.*, 2009). Deriva é toda a aplicação de defensivo agrícola que não atinge o local desejado, pode ocorrer por evaporação, escorrimento e/ou deslocação para outras áreas através do

vento, o que gera danos econômicos e socioambientais, aumenta custos de produção e ocasiona deposição de defensivos agrícolas em lugares indesejados, prejudicando não apenas o meio ambiente, como a população que reside próximo às lavouras.

Para controlar a braquiária, espécie mais comum nas áreas de 3,5 litros/ha de produto e, para as outras espécies invasoras, a dosagem deve ser revista conforme indicações do fabricante do herbicida. O herbicida não deve ser aplicado quando estiver ventando, para evitar deriva em indivíduos regenerantes, chovendo, e em situação em que se prevê chuva cerca de 5 horas após a aplicação (RODRIGUES *et al.*, 2009).

Para evitar que o herbicida atinja a regeneração natural ou as mudas de espécies nativas, deve se fazer o coroamento desses indivíduos antes da aplicação, e, de preferência, protegê-los durante a aplicação (RODRIGUES *et al.*, 2009).

No Brasil, a lei referente ao manejo de APPs estabelece que são admitidas intervenções de “interesse social”, abrangendo “as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas” (Lei 12.651 - art. 3º Inciso IX). Recentemente, o registro do Glifosato foi autorizado para “uso emergencial no controle de espécies vegetais invasoras em áreas de florestas nativas” (IBAMA, 2012), válida em todo o país. No entanto, não fica claro se o uso é autorizado para as ações de restauração florestal, pois o registro não é suficiente para que o seu uso seja autorizado em um dado projeto. Em função deste cenário, é considerado importante a regularização do uso do herbicida Glifosato em função de suas qualidades ambientais e de sua importância econômica para projetos de reflorestamento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Realizar a revisão bibliográfica da aplicação do herbicida Glifosato para o controle de espécies exóticas invasoras.

1.1.2 Objetivos específicos

Descrever o funcionamento do herbicida no controle de espécies exóticas.

Apresentar estudos de casos da aplicação do defensivo agrícola Glifosato nos municípios de Itu/SP e Bom Jardim/RJ.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a implantação do novo código florestal (Lei 12.651/2012) surge a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a obrigatoriedade de recuperação das áreas de preservação permanente de responsabilidade dos proprietários. Durante a execução dos projetos de recuperação de APP as espécies exóticas invasoras causam um dano econômico e ambiental significativo a esses projetos, o herbicida (não agrícola) surge como uma aliada ao combate das espécies exóticas demonstrando sua efetividade ambiental e econômica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Considerando que o presente trabalho realizou um levantamento bibliográfico, em artigos científicos, livros e matérias publicados na internet, da aplicação do defensivo agrícola Glifosato para o combate de espécies exóticas em áreas de preservação permanente.

Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica.

Durante o levantamento bibliográfico foram apresentados estudos de casos baseados na experiência de autores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Seropédica/RJ) e da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (Piracicaba/SP), tabela 1:

Tabela 1: Autores pesquisados para apresentação dos estudos de casos

AUTOR (A)	UNIVERSIDADE	NOME DO TRABALHO
Adriana Ferrer Martins	Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (Piracicaba/SP)	Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP
Cesar et.al.	Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (Piracicaba/SP)	Does crotalaria (Crotalaria breviflora) or pumpkin (Cucurbita moschata) inter-row restoration plantings control invasive grasses?
Flávio Augusto Monteiro	Universidade Federal	Formação de povoamento

dos Santos	Rural do Rio de Janeiro (Seropédica/RJ)	para restauração florestal sob estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp.
------------	--	--

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços territoriais especialmente protegidos de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal. O Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651, de 2012) traz um detalhamento preciso das Áreas de Preservação Permanente (aplicável a áreas rurais e urbanas), da Reserva Legal (aplicável às áreas rurais) além de definir outros espaços de uso limitado.

As Áreas de Preservação Permanente - APPs são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 3º e 4º do Código Florestal. O conceito legal de APP relaciona tais áreas, independente da cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Como se vê, as APPs não têm apenas a função de preservar a vegetação ou a biodiversidade, mas uma função ambiental muito mais abrangente, voltada, em última instância, a proteger espaços de relevante importância para a conservação da qualidade ambiental como a estabilidade geológica, a proteção do solo e assim assegurar o bem estar das populações humanas.

O Código Florestal prevê faixas e parâmetros diferenciados para as distintas tipologias de APPs, de acordo com a característica de cada área a ser protegida. No caso das faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente, vereda, lago ou lagoa), a norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água, independente da região de localização, em área rural ou urbana.

Para as nascentes (perenes ou intermitentes) a lei estabelece um raio mínimo de 50 metros no seu entorno independentemente da localização, seja no Estado do Amazonas ou em Santa Catarina, seja na pequena ou na grande propriedade, em área rural ou urbana. Tal faixa é o mínimo necessário para garantir a proteção e integridade do local onde nasce a água e para manter a sua quantidade e qualidade. As nascentes, ainda que intermitentes, são absolutamente essenciais para a garantia do sistema hídrico, e a manutenção de sua integridade mostra estreita relação com a proteção conferida pela cobertura vegetal nativa adjacente.

Da mesma forma há faixas diferenciadas para os rios de acordo com a sua largura, iniciando com uma faixa mínima de 30 metros em cada margem para rios com até 10 metros de largura, ampliando essa faixa à medida que aumenta a largura do rio.

A Resolução CONAMA nº 429/2011 “Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs”, define no artigo 3º as metodologias de recuperação:

I - condução da regeneração natural de espécies nativas; II - plantio de espécies nativas; e III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas.

É importante que os técnicos que forem implantar projetos de restauração florestal para recuperação das APP, levem em consideração a Resolução CONAMA n. 429/2011, escolhendo metodologia adequada para cada local, através de um planejamento cuidadoso.

3.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Atualmente, os projetos de restauração de florestas tropicais tentam incorporar as particularidades de cada unidade da paisagem, com o objetivo de restaurar processos ecológicos importantes na reconstrução de uma comunidade funcional, com elevada diversidade, sem a preocupação de atingir uma comunidade final única com características de uma comunidade clímax pré-estabelecida (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007).

Segundo Engel e Perrota (2003), “a restauração ecológica almeja criar comunidades ecologicamente viáveis, protegendo e fomentando a capacidade natural de mudança dos ecossistemas”.

A escolha ou elaboração de um modelo ideal de restauração de área degradada está em constante aprimoramento e além dos conhecimentos ecológicos, demográficos, genéticos, biogeográficos também são necessárias informações sobre o ambiente físico e biológico regional. No caso de restauração de APP's, torna-se adequado o plantio misto com o máximo de diversidade de espécies nativas possíveis, objetivando restaurar tanto a estrutura como a dinâmica florestal (KAGEYAMA e GANDARA, 2004).

Segundo Kageyama e Gandara (2004), entre os modelos de restauração conhecidos e mais utilizados de acordo com o estudo prévio do ambiente e de acordo com o objetivo da restauração ambiental são os seguintes:

- Modelo de plantio ao acaso ou plantio misto de espécies sem ordem ou arranjo pré-determinado: caracterizado pela não importância dada à localização ou arranjo das espécies pioneiras ou climácias no momento do plantio, priorizando as espécies nobres da floresta, as quais seriam intermediárias na sucessão. Assim, este modelo considera que todas as espécies são semelhantes quando estão competindo entre si. A parte negativa deste método está na demora do crescimento das espécies quando não em condições adequadas de luz, levando mais tempo para a implantação da floresta, encarecendo a operação e causando menor sobrevivência em relação às espécies que necessitam de sombreamento inicial.

- Modelo Sucessional: realizado através da implantação de florestas mistas, buscando, pela restauração artificial, uma situação aproximada do que ocorreria na natureza. Este modelo separa as espécies em grupos ecológicos e as une em modelos de plantio, sempre buscando um arranjo onde a distribuição das espécies corresponda a uma forma onde as pioneiras dêem condições de sombra às secundárias iniciais e estas forneçam sombreamento parcial às secundárias tardias.

- Plantio por Sementes: pode ser utilizado quando há disponibilidade de sementes precocemente e em grande quantidade e quando existe algum impedimento ao plantio de mudas, tal como dificuldade de acesso e inexistência de viveiros. Este método pode ser usado tanto para a introdução de espécies pioneiras em áreas sem cobertura florestal, bem como para a introdução de espécies não pioneiras no enriquecimento de florestas secundárias.

- Regeneração Natural: para este método ser escolhido é necessário que exista, ao redor da área, um banco de sementes ou plântulas de espécies pioneiras e áreas com vegetação natural, funcionando como fonte de sementes de espécies não pioneiras por dispersão natural à área de interesse. Quando todos esses pré-requisitos existem, não é necessária a introdução de espécies (pioneiras ou secundárias), mas sim realizar a eliminação de invasoras muito agressivas, que podem retardar ou impedir a sucessão da restauração no ambiente.

- Restauração em Ilhas: opção que acima de tudo busca baratear o projeto de restauração do ambiente. Surgiu através de pesquisas em pequenos fragmentos ou até mesmo uma árvore isolada, capaz de exercer o papel de dispersor de

sementes por meio de fauna dispersora, contribuindo com a aceleração na sucessão ao seu redor. Assim, através da implantação de “ilhas” de espécies vegetais, este ambiente pode ser recriado, possibilitando sua restauração. Este modelo pode ocorrer através do plantio de espécies pioneiras e não pioneiras em forma de ilhas, ou através do plantio de não pioneiras em ilhas e espécies pioneiras em área total. A diferença entre os dois métodos está no custo e no tempo de desenvolvimento. No caso do primeiro método, apresenta um custo mais reduzido e um processo mais lento, enquanto o contrário acontece com o segundo método.

Atualmente, alguns modelos de restauração para ambientes degradados, principalmente em florestas tropicais, matas ciliares, APP's (Áreas de Preservação Permanentes) estão sendo planejados com foco na restauração dos processos ecológicos, considerados responsáveis pela reconstrução de uma comunidade funcional, com elevada diversidade de espécies. Compreende-se com isso que num mesmo conjunto de condições ambientais, possa ocorrer o restabelecimento de diferentes comunidades finais funcionais, cada qual com particularidades florísticas e fitossociológicas definidas pelo histórico do que foi no passado e pela perspectiva do que se pretende no futuro, considerando as possíveis perturbações naturais e antrópicas para o ecossistema que irá se formar (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004; ENGEL e PARROTTA, 2003; KAGEYAMA *et al.*, 2003).

3.3 MÉTODOS DE CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, "espécie exótica" é toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural. "Espécie Exótica Invasora", por sua vez, é definida como sendo aquela que ameaça ecossistemas, habitats ou espécies. Estas espécies, por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de inimigos naturais, têm capacidade de se proliferar e invadir ecossistemas, sejam eles naturais ou antropizados (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

Esses programas podem envolver métodos de controle mecânico, químico e biológico, que podem ser utilizados independentemente ou associados, como ocorre na maioria dos casos (WITTENBERG e COCK, 2001).

O controle biológico clássico é altamente recomendado para controlar populações estabelecidas em grande escala, mantendo-as a níveis aceitáveis, mas nunca as erradicando. Quando bem sucedido, apresenta uma ótima relação custo-benefício, é permanente, sustentável e ecologicamente seguro devido à alta especificidade dos agentes utilizados (WITTENBERG e COCK, 2001).

Métodos de controle mecânico envolvem a remoção manual de plantas por meio de técnicas como arranquio, corte e roçada. São mais recomendados para invasões iniciais e de pequena escala ou para o controle da densidade e da abundância da espécie-alvo, tendo em vista que são sempre muito trabalhosos e de alto custo, pois devem ser repetidos por muitos anos até que todos os indivíduos sejam removidos (WITTENBERG e COCK, 2001).

O controle químico de plantas envolve, principalmente, o uso de herbicidas, que são compostos químicos que contêm um ingrediente ativo (ou princípio ativo), um diluente, e algumas vezes alguns aditivos para melhorar a eficácia do produto. Herbicidas diminuem o crescimento, a produção de sementes e a competitividade de plantas exóticas invasoras, consequentemente disponibilizando mais recursos para a comunidade vegetal nativa (BUSSAN e DYER, 1999). Herbicidas são ferramentas efetivas para o controle de espécies exóticas invasoras, tendo em vista que, na maioria dos casos, os métodos mecânicos não são suficientes para a maioria das espécies (SIGG, 1998; TU *et al.*, 2001; WITTENBERG e COCK, 2001; SIMBERLOFF, 2008).

Os herbicidas atualmente registrados apresentam baixos impactos sobre espécies não-alvo (MOTOOKA *et al.*, 2002) e podem representar os únicos meios atualmente disponíveis para cessar os danos irreversíveis originados por espécies invasoras (SIMBERLOFF, 2008). A aplicação pontual de herbicidas sobre partes de plantas invasoras tem se mostrado altamente benéfica para fins de restauração ambiental, reduzindo custos e mão-de-obra e aumentando o potencial de regeneração natural de ambientes degradados (TU *et al.*, 2001; MOTOOKA *et al.*, 2002; CARMO, 2005).

3.4 A CLASSE HERBICIDA

Herbicidas são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de matar ou suprimir o crescimento de espécies-alvo (SILVA *et al.*, 2009b). Estão

agrupados na classe dos agrotóxicos e todos os processos referentes a eles são normatizados pela Lei Federal n. 7.802, de 11 de julho de 1989 - Lei de Agrotóxicos (BRASIL, 1989), regulamentada pelo Decreto n. 4.074/2002 (BRASIL, 2002).

Os agrotóxicos, por sua vez, são divididos em duas categorias: agrícolas e não agrícolas. Os de uso agrícola são destinados aos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e na formação de povoamentos florestais (principalmente *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.). Seus registros são concedidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde e do Ministério do Meio Ambiente (MMA) (RESENDE e LELIS, 2017), conforme tabela 2.

Tabela 2: Responsabilidade na avaliação do registro de agrotóxicos.

SOLICITAÇÃO DE REGISTRO	
MINISTÉRIO	AVALIAÇÃO
SAÚDE - ANVISA	TÓXICOLOGICA
AGRICULTURA	EFICIÊNCIA
MEIO AMBIENTE - IBAMA	AMBIENTAL

São produtos de uso não agrícola, cujo registro é de competência do Ibama, os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes hídricos. Exemplos de algumas situações que requerem que o produto seja registrado no Ibama: Uso em aceiros de cercas, ferrovias, margens de rodovias, linhas de transmissão, subestações elétricas, pistas de aeroportos, em mananciais (aplicação diretamente na água), em olheiros e trilhas de formigas (em áreas não agrícolas), etc.

Nessa classe também se encontram os herbicidas de uso em ambientes urbanos e industriais, domiciliares, públicos ou coletivos e de uso em campanhas de saúde pública. (RESENDE e LELIS, 2017).

É importante enfatizar que o uso dos herbicidas tanto na agricultura como em atividades de restauração florestal deve obedecer preceitos técnicos, baseados nas condições do ambiente a ser trabalhado, como características do solo, estrutura da comunidade de plantas infestantes, condições ambientais, espécie(s) de

interesse a ser favorecida etc. Somente após esse diagnóstico é possível chegar à correta recomendação do herbicida, evitando uma possível contaminação do ambiente (RESENDE e LELIS, 2017).

Os herbicidas podem ser classificados em grupos, com base em sua seletividade (seletivos ou não seletivos para determinada cultura), época de aplicação (pré- ou pós-emergente), translocação (de contato ou sistêmico) e mecanismo de ação (SILVA *et al.*, 2009b).

Na área de restauração florestal, herbicidas seletivos não são usuais, devido à falta de informação técnica sobre a seletividade das moléculas sobre as espécies utilizadas. Normalmente não recomenda-se os pré-emergentes, normalmente pelo fato do preparo do solo não incluir revolvimento e se restringir à abertura de covas ou de sulcos para o plantio. Em geral, a restauração florestal, opta, pelo uso de herbicida pós-emergente sistêmico de ação total (RESENDE e LELIS, 2017).

Outras classificações podem ser encontradas quanto a mecanismo de ação, estrutura química, tipo de formulação, volatilidade, persistência no solo, potencial de lixiviação, toxicidade, classe toxicológica, solubilidade e polaridade ou formas de dissociação (RESENDE e LELIS, 2017).

3.4.1 Herbicida (Glifosato)

O herbicida Glifosato [N-(fosfometil)glicina] é apontado como o produto químico de maior venda mundial para o controle de plantas daninhas em ambientes agrícolas e urbanos (BAILEY, 1970). Segundo Moraes (2010) seu sucesso de uso deve-se principalmente por ser um herbicida sistêmico não seletivo, com alta eficácia de controle sobre amplo espectro de espécies invasoras, reduzidos níveis de toxicidade, potencial de contaminação ambiental baixo e relação custo/benefício favorável. No país, seu uso em projetos de restauração florestal, principalmente para o combate de gramíneas invasoras, tem crescido, levantando debates sobre os reais riscos que tal prática pode acarretar às áreas manejadas.

A molécula Glifosato é utilizada em pós emergência, uma vez que é absorvida principalmente pelas folhas das plantas, sendo translocada por todo o indivíduo. Seu mecanismo de ação está relacionado à inibição enzimática da rota do ácido chiquímico, acarretando à redução dos aminoácidos aromáticos e assim a inibição da síntese de clorofila, a estimulação da produção de etileno, a redução da

síntese de proteínas e o aumento da concentração do ácido indol-acético (IAA), prejudiciais para o crescimento e sobrevivência da planta (LUCHINI, 2009).

Como os mamíferos, peixes e a grande maioria dos seres vivos não possuem esta via metabólica, a molécula não atua sobre os mesmos, o que explica sua baixa toxicidade aguda em animais (GIESY, 2000). Como características do composto, o Glifosato apresenta um coeficiente de partição octanol/água muito baixo ($K_{ow} = 0,000333$), indicado um alto grau de solubilidade em água (11.600 ppm em 25°C) em comparação a solventes orgânicos, tendo assim baixa propensão para bioacumulação. É uma molécula extremamente estável na presença de luz e a temperaturas superiores à 60°C, contando ainda com uma baixa pressão de vapor ($7,5 \times 10^{-8}$ mmHg)⁵⁰ o que aponta um menor potencial de deriva se comparado a outros herbicidas. Seu coeficiente de adsorção ao solo é elevado ($K_d = 61$ g/cm³), em grande parte por possuir um grupo fosfatado, sugerindo baixa tendência para lixiviação e mobilidade. Em solução, o Glifosato varia em função do pH sua capacidade de troca, ora aniônica, ora catiônica, com quatro valores de pK (0,8; 2,16; 5,46; 10,14), que indicam o grau de dissociação do herbicida. Para o pH dos solos brasileiros, a molécula é encontrada predominantemente na forma aniônica. Diferente da grande maioria dos pesticidas, o Glifosato não possui em sua estrutura química cadeias fechadas de carbono, o que em partes justifica as singularidades reunidas em uma mesma molécula.

Uma das grandes preocupações sobre a utilização de herbicidas, principalmente em áreas de reflorestamento onde grande parte dos projetos são desenvolvidos com o intuito de proteger áreas hidrologicamente sensíveis, é sobre seu comportamento ambiental. Quando um produto químico é aplicado no manejo dessas áreas, grande parte fica retido nas plantas alvo, porém, uma fração se perde neste caminho, sendo o solo o destino final (MORAES, 2010). Nele, os compostos sofrem processos físicos, químicos e biológicos que regulam seu rumo no ambiente. As moléculas podem ser retidas, lixiviadas, volatizadas, fotodegradadas, decompostas quimicamente e microbiologicamente, sofrer escorrimento superficial ou serem absorvidas pelas plantas (BAYLIS, 200). No caso de regiões tropicais, temos solos altamente reativos, estabelecidos por elevado intemperismo, ou seja, processos de formação de solo intensificados por temperaturas elevadas e ação da chuva e biológica intensa (OLIVEIRA, 2011). Como resultado, os solos apresentam em sua maioria boa profundidade e porosidade, estrutura estável, alta

permeabilidade, pH's baixos e elevadas concentrações de óxidos de ferro e alumínio (OLIVEIRA, 2011). Grande parte destas propriedades está ligada direta ou indiretamente ao desenvolvimento e ao balanço de cargas elétricas na superfície das partículas que compõem seus sistemas coloidais, que resultam na elevada retenção de moléculas como o Glifosato nos colóides do solo (FONTES, 2001). Essas características, aliadas às propriedades do glifosato, permitem indicar como baixo o risco de contaminação ambiental que a molécula apresenta no cenário tropical, principalmente quando se considera o potencial de lixiviação para o lençol freático.

3.5 SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHADOR NA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS.

A segurança das condições de trabalho com agrotóxicos depende do risco de intoxicação que o trabalhador estiver exposto. O risco de intoxicação ocupacional com agrotóxicos depende da toxicidade do produto e do grau de exposição (TURNBULL, 1985). O risco de intoxicação ocupacional com agrotóxico é representado pela probabilidade da ocorrência de lesões devido à exposição durante o uso ou manipulação de um agrotóxico (MACHADO NETO, 2001).

OLIVEIRA (2004) destaca como fatores de risco ocupacional as características toxicológicas do ingrediente ativo presente na formulação, a formulação utilizada, as exposições proporcionadas por cada etapa de trabalho e a percepção do risco dos trabalhadores, que está intimamente ligada à personalidade e nível cultural de cada indivíduo. A exposição ocupacional aos agrotóxicos é influenciada pelo tipo de trabalho ou atividade realizada, da forma como é realizado e do tipo de formulação do produto (JENSEN, 1984).

A exposição dos trabalhadores aos agrotóxicos pode ser real ou potencial. A exposição real refere-se à quantidade absoluta do agrotóxico que entra em contato com o corpo, ficando prontamente disponível para ser absorvida nas vias dérmicas, respiratórias ou orais, em um dado momento (BONSALL, 1985). A exposição potencial refere-se à quantidade do agrotóxico coletada sobre a pele e nas vias respiratória e oral do trabalhador, ou com potencial de atingi-la na ausência ou completa permeabilidade das roupas utilizadas no momento da operação (TURNBULL et al. 1985).

As Normas Regulamentadoras - NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

A NR-31 tem por objetivo estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho. (MTE).

Os trabalhadores que executam as atividades de projetos de restauração florestal são regidos por esta Norma Regulamentadora, quanto a sua saúde e segurança no trabalho.

Um dos serviços nas atividades de reflorestamento é a aplicação de herbicidas para o controle de plantas exóticas, esta atividade é de grande importância para o sucesso dos projetos de restauração florestal, a NR-31 no item 3.1.8 “Agrotóxicos, Adjuvantes e Produtos Afins” rege as normas aplicáveis a este serviço.

3.5.1 NR-31 (Item 31.8 Agrotóxicos Adjuvantes e Produtos Afins)

31.8.1 Para fins desta norma são considerados: a) trabalhadores em exposição direta, os que manipulam os agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins, em qualquer uma das etapas de armazenamento, transporte, preparo, aplicação, descarte, e descontaminação de equipamentos e vestimentas; NR-31 10 b) trabalhadores em exposição indireta, os que não manipulam diretamente os agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins, mas circulam e desempenham suas atividade de trabalho em áreas vizinhas aos locais onde se faz a manipulação dos agrotóxicos em qualquer uma das etapas de armazenamento, transporte, preparo, aplicação e descarte, e descontaminação de equipamentos e vestimentas, e ou ainda os que desempenham atividades de trabalho em áreas recém-tratadas.

31.8.2 É vedada a manipulação de quaisquer agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins que não estejam registrados e autorizados pelos órgãos governamentais competentes.

31.8.3 É vedada a manipulação de quaisquer agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins por menores de dezoito anos, maiores de sessenta anos e por gestantes.

31.8.3.1 O empregador rural ou equiparado afastará a gestante das atividades com exposição direta ou indireta a agrotóxicos imediatamente após ser informado da gestação.

31.8.4 É vedada a manipulação de quaisquer agrotóxico, adjuvantes e produtos afins, nos ambientes de trabalho, em desacordo com a receita e as indicações do rótulo e bula, previstos em legislação vigente.

31.8.5 É vedado o trabalho em áreas recém-tratadas, antes do término do intervalo de reentrada estabelecido nos rótulos dos produtos, salvo com o uso de equipamento de proteção recomendado.

31.8.6 É vedada a entrada e permanência de qualquer pessoa na área a ser tratada durante a pulverização aérea.

31.8.7 O empregador rural ou equiparado, deve fornecer instruções suficientes aos que manipulam agrotóxicos, adjuvantes e afins, e aos que desenvolvam qualquer atividade em áreas onde possa haver exposição direta ou indireta a esses produtos, garantindo os requisitos de segurança previstos nesta norma.

31.8.8 O empregador rural ou equiparado, deve proporcionar capacitação sobre prevenção de acidentes com agrotóxicos a todos os trabalhadores expostos diretamente.

31.8.8.1 A capacitação prevista nesta norma deve ser proporcionada aos trabalhadores em exposição direta mediante programa, com carga horária mínima de vinte horas, distribuídas em no máximo oito horas diárias, durante o expediente normal de trabalho, com o seguinte conteúdo mínimo: a) conhecimento das formas de exposição direta e indireta aos agrotóxicos; b) conhecimento de sinais e sintomas de intoxicação e medidas de primeiros socorros; c) rotulagem e sinalização de segurança; d) medidas higiênicas durante e após o trabalho; e) uso de vestimentas e equipamentos de proteção pessoal; f) limpeza e manutenção das roupas, vestimentas e equipamentos de proteção pessoal.

31.8.8.2 O programa de capacitação deve ser desenvolvido a partir de materiais escritos ou audiovisuais e apresentado em linguagem adequada aos

trabalhadores e assegurada a atualização de conhecimentos para os trabalhadores já capacitados.

31.8.8.3 São considerados válidos os programas de capacitação desenvolvidos por órgãos e serviços oficiais de extensão rural, instituições de ensino de nível médio e superior em ciências agrárias e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR, entidades sindicais, associações de produtores rurais, cooperativas de produção agropecuária ou florestal e associações de profissionais, desde que obedecidos os critérios estabelecidos por esta norma, garantindo-se a livre escolha de quaisquer destes pelo empregador.

31.8.8.4 O empregador rural ou equiparado deve complementar ou realizar novo programa quando comprovada a insuficiência da capacitação proporcionada ao trabalhador.

31.8.9 O empregador rural ou equiparado, deve adotar, no mínimo, as seguintes medidas: a) fornecer equipamentos de proteção individual e vestimentas adequadas aos riscos, que não propiciem desconforto térmico prejudicial ao trabalhador; b) fornecer os equipamentos de proteção individual e vestimentas de trabalho em perfeitas condições de uso e devidamente higienizados, responsabilizando-se pela descontaminação dos mesmos ao final de cada jornada de trabalho, e substituindo-os sempre que necessário; c) orientar quanto ao uso correto dos dispositivos de proteção; d) disponibilizar um local adequado para a guarda da roupa de uso pessoal; e) fornecer água, sabão e toalhas para higiene pessoal; f) garantir que nenhum dispositivo de proteção ou vestimenta contaminada seja levado para fora do ambiente de trabalho; g) garantir que nenhum dispositivo ou vestimenta de proteção seja reutilizado antes da devida descontaminação; h) vedar o uso de roupas pessoais quando da aplicação de agrotóxicos.

31.8.10 O empregador rural ou equiparado deve disponibilizar a todos os trabalhadores informações sobre o uso de agrotóxicos no estabelecimento, abordando os seguintes aspectos: a) área tratada: descrição das características gerais da área da localização, e do tipo de aplicação a ser feita, incluindo o equipamento a ser utilizado; b) nome comercial do produto utilizado; c) classificação toxicológica; d) data e hora da aplicação; e) intervalo de reentrada; f) intervalo de segurança/período de carência; g) medidas de proteção necessárias aos trabalhadores em exposição direta e indireta; h) medidas a serem adotadas em caso de intoxicação.

31.8.10.1 O empregador rural ou equiparado deve sinalizar as áreas tratadas, informando o período de reentrada.

31.8.11 O trabalhador que apresentar sintomas de intoxicação deve ser imediatamente afastado das atividades e transportado para atendimento médico, juntamente com as informações contidas nos rótulos e bulas dos agrotóxicos aos quais tenha sido exposto.

31.8.12 Os equipamentos de aplicação dos agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins, devem ser: a) mantidos em perfeito estado de conservação e funcionamento; b) inspecionados antes de cada aplicação; c) utilizados para a finalidade indicada; d) operados dentro dos limites, especificações e orientações técnicas.

31.8.13 A conservação, manutenção, limpeza e utilização dos equipamentos só poderão ser realizadas por pessoas previamente treinadas e protegidas.

31.8.13.1 A limpeza dos equipamentos será executada de forma a não contaminar poços, rios, córregos e quaisquer outras coleções de água.

31.8.14 Os produtos devem ser mantidos em suas embalagens originais, com seus rótulos e bulas.

31.8.15 É vedada a reutilização, para qualquer fim, das embalagens vazias de agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins, cuja destinação final deve atender à legislação vigente.

31.8.16 É vedada a armazenagem de agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins a céu aberto.

31.8.17 As edificações destinadas ao armazenamento de agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins devem: a) ter paredes e cobertura resistentes; b) ter acesso restrito aos trabalhadores devidamente capacitados a manusear os referidos produtos c) possuir ventilação, comunicando-se exclusivamente com o exterior e dotada de proteção que não permita o acesso de animais; d) ter afixadas placas ou cartazes com símbolos de perigo; e) estar situadas a mais de trinta metros das habitações e locais onde são conservados ou consumidos alimentos, medicamentos ou outros materiais, e de fontes de água; f) possibilitar limpeza e descontaminação.

31.8.18 O armazenamento deve obedecer, as normas da legislação vigente, as especificações do fabricante constantes dos rótulos e bulas, e as seguintes recomendações básicas: a) as embalagens devem ser colocadas sobre estrados, evitando contato com o piso, com as pilhas estáveis e afastadas das paredes e do

teto; b) os produtos inflamáveis serão mantidos em local ventilado, protegido contra centelhas e outras fontes de combustão. 31.8.19 Os agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins devem ser transportados em recipientes rotulados, resistentes e hermeticamente fechados.

31.8.19.1 É vedado transportar agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins, em um mesmo compartimento que contenha alimentos, rações, forragens, utensílios de uso pessoal e doméstico.

31.8.19.2 Os veículos utilizados para transporte de agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins, devem ser higienizados e descontaminados, sempre que forem destinados para outros fins.

31.8.19.3 É vedada a lavagem de veículos transportadores de agrotóxicos em coleções de água.

31.8.19.4 É vedado transportar simultaneamente trabalhadores e agrotóxicos, em veículos que não possuam compartimentos estanques projetados para tal fim.

A saúde e a segurança do trabalhador devem estar em primeiro lugar durante a execução das atividades, a ausência de acidentes de trabalho e fundamental para o sucesso de projetos de restauração florestal.

3.6 ESTUDOS DE CASOS

Alguns trabalhos demonstram a eficiência da utilização do herbicida para controle de espécies exóticas. Os trabalhos de Martins (2011) e Cesar et.al (2013) foram realizados no município de Itu/SP o trabalho de Santos (2016) foi realizado no município de Bom Jardim/RJ.

Martins (2011) avaliou a percentagem de cobertura do solo e a altura de *Urochloa decumbens* (capim-braquiária) sob diferentes estratégias de controle desta espécie. O autor concluiu que os tratamentos baseados na integração de métodos químicos (aplicação de glifosato) e coberturas verdes (feijão-de-porco e feijão-guandu em apenas um ciclo) reduziram a porcentagem de cobertura do solo pelo capim-braquiária enquanto as plantas de cobertura estavam presentes. O tratamento apenas com herbicida resultou em menor cobertura do solo pela braquiária ao longo de todo o experimento. Este tratamento também proporcionou plantas com maior área de copa.

César *et al.* (2013) testaram cinco estratégias de controle de capim-braquiária: aplicação de glifosato na implantação e no pós-plantio; aplicação de glifosato na implantação e semeadura de crotalária na entrelinha de plantio; aplicação de glifosato na implantação e semeadura de abóbora na entrelinha de plantio; roçada da braquiária e semeadura de crotalária na entrelinha de plantio; e roçada da braquiária e semeadura de abóbora na entrelinha de plantio. Quatro meses após a caracterização dos tratamentos, as unidades experimentais que receberam a roçada apresentavam maior cobertura por gramíneas do que aquelas que haviam recebido glifosato. Após este período, as unidades receberam a primeira manutenção, com aplicação de herbicida no primeiro tratamento e nos demais, apenas roçada. Nove meses após o plantio das mudas florestais, as unidades experimentais que receberam controle químico na implantação e na manutenção apresentaram crescimento em diâmetro de copa significativamente superior, demonstrando que este método é mais eficiente do que a roçada. O manejo adotado neste trabalho impediu que as plantas de cobertura fossem mantidas na área por mais tempo, o que poderia beneficiar as espécies florestais com a redução da infestação das gramíneas bem como com os efeitos da adubação verde, o que pode ser visto como uma alternativa capaz de alcançar os efeitos do controle químico.

Santos (2016) estudou o crescimento de dez espécies florestais normalmente utilizadas em restauração florestal, comparando o tratamento com uso de glifosato (dose de 3 litros/ha Roundup NA) à testemunha, que consistiu em roçada da entrelinha e capina na faixa (espaçamento 3,2 x 1,7 m) para controle de *Urochloa* spp., na região de Bom Jardim, RJ. O estudo foi conduzido por 30 meses após o plantio. Antes do plantio das mudas (novembro), a área foi roçada e recebeu coroamento com diâmetro de 80 cm. A primeira aplicação de herbicida aconteceu 80 dias após o plantio. Na testemunha, a primeira intervenção ocorreu aos 100 dias. As avaliações de crescimento foram realizadas semestralmente. O autor constatou que, seis meses após o plantio, nas unidades experimentais que foi aplicado glifosato, as plantas florestais, em média, apresentaram crescimento em altura significativamente superior, em comparação com o controle mecânico. Na última avaliação, a cobertura de copa média das parcelas nas quais foi realizado controle com duas aplicações de herbicida foi de 97,5%. Na testemunha, após seis intervenções, este valor foi de apenas 61,3%. Outra informação relevante é que no tratamento com herbicida, a partir de 18 meses após o plantio, não houve necessidade de maiores intervenções

na área, apenas a retirada de braquiária, de forma esparsa (pequenas touceiras). Na testemunha, 30 meses após o plantio ainda havia necessidade de intervenção. Constatou-se que as plantas das unidades experimentais de controle da braquiária com glifosato apresentaram, em média, crescimento (altura, diâmetro ao nível do solo e cobertura de copa) 60% superior às plantas com controle mecânico.

O mesmo autor também calculou os custos médios de controle das plantas daninhas. O tratamento com aplicação de Roundup NA custou R\$ 2.675,00 por hectare, e o tratamento tradicional, R\$ 7.245,00. Assim, fica evidente que o método químico é mais uma ferramenta na elaboração de estratégias eficazes de controle das plantas daninhas em áreas destinadas à restauração florestal, repercutindo diretamente na redução dos custos (RESENDE e LELIS, 2017).

As vantagens de aplicação de herbicida (Glifosato) nos projetos de restauração florestal em áreas de preservação permanente são:

- Menor dependência da mão de obra;
- Aplicação independe pouco da variável climática;
- Menores custos com manutenção;
- A palhada formada sobre o solo pela dessecação ajuda a manter a umidade do e dificulta a propagação de sementes de espécies invasoras;
- Giesy *et al.* (2000) indica que a meia-vida do glifosato em solo varia de 2 a 197 dias;
- Dado às propriedades do glifosato, o herbicida é classificado com mobilidade muito baixa (DOUSSET *et al.*, 2004). Estudos de lixiviação em áreas florestais indicam que é insignificante o movimento da molécula em camadas de solo abaixo de 15 cm (NEWTON *et al.*, 1994).

Entre as desvantagens do método químico está a necessidade de emprego de mão-de-obra treinada, para reduzir os riscos à saúde humana e aos ecossistemas decorrentes do manejo não adequado dessas substâncias (SILVA *et al.*, 2009a). Outro ponto a se destacar que a palhada dessecada em cima do solo e latamente inflamável favorecendo a propagação do fogo.

CONCLUSÃO

A utilização de herbicida (Glifosato) na implantação e manutenção de projetos de restauração florestal, principalmente em larga escala, e de fundamental importância para o sucesso do mesmo.

Os estudos de casos nos municípios de Itu/SP e Bom Jardim/RJ mostraram que o uso do Glifosato de maneira correta, respeitando o meio ambiente a saúde e segurança do trabalhador, e mais indicada do que os métodos mecânicos tradicionais, como a roçada.

Segundo CALMON et.al,(2011), estima-se que os custos de plantios de restauração tendam a ser de 30 a 40% menores quando o controle de plantas daninhas é realizado com Glifosato, em comparação com capina e roçada manuais. Atualmente, nos deparamos com grandes extensões de áreas a serem restauradas; só na Mata Atlântica há cerca de 6 milhões de ha de APPs ciliares degradadas que devem ser reflorestadas (CALMON *et al.*, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYLIS, A. D. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. **Pest Management Science**, v.56, p.299–308, 2000
- BONSALL, J.L. Measurement of occupational exposure to pesticide. In: TURNBULL, G.L. (Ed.). **Occupational hazards of pesticide use**. London: Taylor & Francis, 1985. p. 13-23
- BORGGGAARD, O. K.; GIMSING, A. L. Review: Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. **Pest Management Science**, v. 64, p. 441-456, 2008.
- BRASIL. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Publicação DOU, de 28/05/2012, pág. 01. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12> Acesso: 30/06/18.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura – NR 31**, Portaria n.86, 03 mar. 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 2005. 30p.
- BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 429/2011** - "Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs" - Data da legislação: 28/02/2011 - Publicação DOU nº 43, de 02/03/2011, pág. 76. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=644>>. Acessado em 01/07/2018.
- BUSSAN, A. J.; DYER, W. E. Herbicides and rangeland. In: SHELEY, R. L.; PETROFF, J. K. (Ed.). **Biology and management of noxious rangeland weeds**. Corvallis: Oregon State University Press, 1999. p. 116-132.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, E.; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. *Revista Árvore*, v. 37, n. 5, p. 871-880, 2013. CALMON, M. et al. Emerging threats and opportunities for biodiversity conservation and ecological restoration in the Atlantic Forest of Brazil. **Restoration Ecology**, v.19, p.154-158, 2011.
- CARMO, A. P. C. Monitoramento e controle de espécies exóticas invasoras na Aracruz Celulose S. A. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, I, 2005, Brasília. **Resumos...** Brasília: MMA, 2005. Versão eletrônica
- CESAR, R. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; OLIVEIRA, A. M. S. ; ALVES, M. C. Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) inter-row cultivation in restoration plantings control invasive grasses? **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 268-273, 2013.

DOUSSET, S.; CHAUVIN, C.; DURLET, P.; THÉVENOT, M. Transfer of hexazinone and glyphosate through undisturbed soil columns in soils under Christmas tree cultivation. **Chemosphere**, v. 57, p. 265- 272, 2004.

EMBRAPA. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal** / Alexander Silva de Resende, Paulo Sérgio dos Santos Leles, editores técnicos.— Brasília, DF : 2017.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF. Botucatu, SP. 2003. pp. 01-26.

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 627-646, 2001

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: CARGILL. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. Fundação Cargill. 2007. pp.109-143.

GIESY, J.P.; DOBSON, S.; SOLOMON KR, Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 167, p.35–120, 2000.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa nº 07 de 02 de julho de 2012. Disponível em http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/INSTRUCAO_NORMATIVA_7_IBAMA_DE_02-07-2012_Registro_herbicidas.pdf . Acessado em 29/07/2018.

JENSEN, J.K. The assumptions used for exposure assessments. In: SIEWIERSKI, M. (ed.). **Determination and assessment of pesticide exposure**. New York: Elsevier, 1984. p. 147-152.

JUNIOR, O. P. A. *Glyphosate*: Propriedade, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, v.25, p. 589- 593, 2002

KAGEYAMA, P. Y., GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF. Botucatu, SP. 2003. pp. 27-48.

LAURINDO, Victor Hugo; GAIO, Daniel. As áreas de preservação permanente do Novo Código Florestal e o princípio da proibição de retrocesso ambiental. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O TRATAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM MEIO URBANO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO PARCELAMENTO DO SOLO – APPURBANA 2014, 2014, Belém. **Anais...** Belém: ANPUR, 2014. Disponível em: anpur.org.br/app-

urbana2014/anais/ARQUIVOS/GT3-172-31-20140518123512.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

LINDERS, J. B. H. J. *et al.* Pesticides: benefaction or Pandora's box? A synopsis of the environmental aspect of 243 pesticides. Research for Man and Environment. National Institute of Public Health and Environment. Bilthoven, the Netherlands

LUCHINI, L. C. Considerações sobre algumas propriedades físico-químicas do glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 21-30.

MACHADO NETO, J.G. **Segurança no trabalho com agrotóxicos em cultura de eucalipto**. Funep, Jaboticabal, 105 p. 2001.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4ª ed.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual**, Itu-SP. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação e Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra ? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro / Wigold Bertoldo Schäffer... [et al.].** – Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>>. Acesso em: 03 de julho . 2018

MORAES, P. V. D.; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, p. 22-35, 2010

MOTOOKA, P.; CHING, L.; NAGAI, G. **Herbicide weed control methods for pastures and natural areas**. Hawaii: Cooperative Extension Service, University of Hawaii, 2002. 36 p.

NEWTON, M.; HORNER, L. M.; COWELL, J. E.; WHITE, D. E.; COLE, E.C. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in North American forests. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p.1795–1802, 1994.

OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. Comportamento dos herbicidas no ambiente In: OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.263-304.

OLIVEIRA, M.L. **Avaliação e incremento na segurança do trabalho de aplicação de agrotóxicos em cultura de batata e permeabilidade de dois tipos de tecido de algodão ao metamidophos**. 2004. 93 f. Tese (Doutorado) – em Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, 2009 (no prelo).

SANTOS, F. A. M. **Formacao de povoamento para restauracao florestal sob estrategias de controle de *Urochloa* spp.** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciencias Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SIGG, J. The role of herbicides on preserving biodiversity. **Journal of the California Native Plant Society**, Sacramento, v. 26, n. 4, p. 65-67, 1998.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. **Métodos de controle de plantas daninhas.** In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. p. 63-81.

SILVA, A. P. **Influência da forma e posição da encosta nas características do solo e na regeneração natural de espécies florestais em áreas de pastagens abandonadas.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SIMBERLOFF, D. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 11, n. 1, p. 149-157, 2008.

TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. **Weed control methods handbook: tools & techniques for use in natural areas.** Davis: The Nature Conservancy, 2001. 219 p.

TURNBULL, G.L. Current trends and future needs. In: TURNBULL, G.L. (Ed.). **Occupational hazards of pesticide use.** London: Taylor & Francis, 1985. p. 99-116.

TURNBULL, G.L. SANDERSON, D.M.; CROME, S.J. Exposure to pesticide during application. In: TURNBULL, G.L. (ed.). **Occupation hazards of pesticide use.** London: Taylor & Francis, 1985. p. 35-49.

WITTENBERG, R.; COCK, M. J. W. **Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices.** Oxfordshire: CABI International, 2001. 228 p.