

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS RURAIS**

AMANDA CAROLINA MARX BACELLAR KUIAWSKI

**UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NO MANEJO E
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

CURITIBANOS

2013

AMANDA CAROLINA MARX BACELLAR KUIAWSKI

**UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NO MANEJO E
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Trabalho apresentado na disciplina de
Projetos em Ciências Rurais, curso de
graduação em Ciências Rurais,
Universidade Federal de Santa Catarina.
Sob orientação dos professores Eduardo
Leonel Bottega, Mônica Aparecida Aguiar
dos Santos e Alexandre Tavela.

CURITIBANOS

2013

RESUMO

O aumento da demanda por alimentos leva empresas e produtores a utilizarem maior quantidade de defensivos agrícolas para aumentar a produtividade, além disso, necessitam obter lucro desta atividade econômica. Um dos maiores custos que a produção agrícola está relacionada é à aplicação de agrotóxicos, onde normalmente são recomendadas doses superiores às necessárias, para ter um controle eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas, o que além de aumentar os custos de produção pode causar sérios danos aos recursos naturais. Cada vez mais os produtores estão se interessando por práticas mais precisas, como a utilização da agricultura de precisão no controle de plantas daninhas, onde o produtor terá uma tomada de decisão de forma precisa, proporcionando uma economia considerável no uso de herbicidas. Desta forma o presente trabalho tem como objetivo identificar, manejar e controlar uma população de plantas daninhas utilizando a técnica da agricultura de precisão, e também verificar a eficiência da agricultura de precisão no manejo e controle de plantas daninhas. Será demarcada uma malha amostral composta por 47 pontos, espaçados uniformemente em 50 metros, tendo distância entre linhas de 25m. Serão amostradas, em cada ponto, as espécies de plantas invasoras *Conyza* spp. e *Euphorbia heterophylla*. Em cada amostra será contabilizado o número de plantas de cada espécie dentro da área do gabarito que, posteriormente, serão convertidas para plantas por hectare. Será realizado o controle químico nas plantas daninhas através da aplicação localizada de herbicidas. Espera-se controlar as plantas daninhas utilizando a técnica de agricultura de precisão, seja ela para qualquer finalidade, pois essa nova tecnologia vem causando revolução na agricultura convencional.

Palavras-chave: Aplicação localizada, economia, herbicidas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. JUSTIFICATIVA.....	6
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo Geral.....	6
3.2. Objetivos Específicos.....	7
4. REFERENCIAL TEÓRICO	7
4.1. Plantas daninhas	7
4.1.1. Características das plantas daninhas.....	7
4.1.2. <i>Conyza</i> spp.	8
4.1.3. <i>Euphorbia heterophylla</i>	9
4.1.4. Controle químico.....	10
4.1.5. Aspectos positivos do controle químico.....	11
4.1.6. Limitações do uso de herbicidas	11
4.2. Histórico da agricultura de precisão	11
4.3. Utilização da agricultura de precisão no controle de plantas daninhas	12
4.4. Equipamentos para implantação da agricultura de precisão.....	13
4.5. Métodos de mapeamento de plantas daninhas	14
4.6. Mapeamento prévio.....	15
4.7. Mapeamento em tempo real	15
4.8. Perspectivas futuras da utilização da AP no controle de plantas daninhas	15
5. MATERIAL E MÉTODOS	16
6. RESULTADOS ESPERADOS	20
7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	21
8. ORÇAMENTO	21
9. REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão (AP) pode ser definida como um sistema de gerenciamento da produção com base na variabilidade espacial e temporal da lavoura, visando a otimização do lucro, maior sustentabilidade e conseqüentemente a redução da agressão ao meio ambiente em função do uso mais racional dos insumos agrícolas (GOEL et al., 2003). O conceito de gerenciamento localizado de culturas pode ser estendido para o monitoramento de outras operações que não são necessariamente aquelas de levantamento de mapas de fertilidade de solos, aplicações localizadas de fertilizantes ou monitoramento de operações de colheita (BALASTREIRE; BAIO, 2001; BAIO et al., 2001), mas também para mapeamento e controle localizado de plantas daninhas, buscando assim racionalizar o uso de agrotóxicos e também minimizar danos ao meio ambiente (MORAES et al, 2008).

Planta daninha pode ser definida como toda planta cujas vantagens não foram ainda descobertas ou como planta que cresce onde não é desejada, competindo com culturas de interesse agrícola. As perdas ocasionadas às culturas pela interferência de plantas daninhas, no Brasil, aproximam-se de 30% (FISHER, 1973, apud EMBRAPA ALGODÃO, 2003). O controle de plantas daninhas pode ser realizado de duas formas: mecânica, através da utilização de implementos para realização da capina, ou química, através da utilização de substâncias capazes de interromper o crescimento e desenvolvimento destas. Em função das extensas áreas agricultáveis e da facilidade de aplicação, o controle químico, por meio da aplicação de herbicidas, é o mais utilizado no Brasil (MINGUELA; CUNHA, 2010).

Os herbicidas que são utilizados no controle de plantas daninhas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas. O termo “seleção” se refere à atuação desses produtos, provocando a morte de certas plantas e de outras não. O uso de herbicidas pode prevenir a interferência das plantas daninhas principalmente no início do ciclo de uma cultura de interesse agrícola, período durante o qual as plantas daninhas causam, normalmente, as maiores perdas de produtividade das culturas, em função da competição por água e nutrientes. (OLIVEIRA, 2011). O controle químico, por mais eficiente que seja, sempre acaba causando poluição ao meio ambiente, desta forma, reduzir o número de aplicações e a quantidade de produto utilizada torna-se chave para reduzir impactos ao meio ambiente. Neste contexto, a utilização de técnicas de agricultura de precisão, voltadas ao mapeamento geoespacializado das plantas daninhas nos cultivos agrícolas apresenta-se como ferramenta promissora.

Hoje, vários sistemas podem realizar simultaneamente a detecção e eliminação de plantas daninhas. Estes sistemas têm sido desenvolvidos visando a aplicação de diferentes herbicidas, em diferentes doses e combinações de ingredientes ativos (i. a.). Vários estudos relatam a existência de uma ampla gama de equipamentos para identificação de plantas daninhas (GOUDY et al., 2001; SUI et al., 2008 apud MEROTTO et al., 2012).

Sendo assim, a agricultura de precisão vem para facilitar o manejo e controle das plantas daninhas, onde busca identificar uma população de plantas daninhas em uma área de plantio direto, utilizando suas técnicas.

2. JUSTIFICATIVA

O aumento da demanda por alimentos leva empresas e produtores a utilizarem maior quantidade de defensivos agrícolas visando aumentar a produtividade.

Neste contexto, uma maneira de utilizar estes defensivos de forma adequada, é realizar sua aplicação em taxa variável, ou seja, aplicá-los baseando-se em mapas oriundos de levantamentos em campo ou gerados em tempo real.

Deste modo o produtor poderia utilizar a técnica de agricultura de precisão a fim de obter um planejamento antecipado, podendo tomar decisões de forma precisa, assim como fazer o controle localizado de herbicidas proporcionando uma maior economia do mesmo, um aumento na eficiência da aplicação e uma redução do impacto ambiental.

Tendo como hipótese verificar se há eficiência de técnicas de agricultura de precisão no manejo e controle de plantas daninhas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Identificar e manejar uma população de plantas daninhas em uma área de plantio direto, utilizando técnicas da agricultura de precisão e verificar a eficiência da agricultura de precisão no manejo e controle de plantas daninhas.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar e realizar um levantamento populacional de espécies de plantas daninhas em área de plantio direto;
- Estudar a variabilidade espacial e confeccionar mapas temáticos representativos da distribuição destas plantas na área;
- Realizar a aplicação localizada de herbicidas;
- Avaliar o controle das espécies mapeadas;
- Comparar o custo da aplicação em área total com a aplicação localizada.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Plantas daninhas

As plantas daninhas habitam espontaneamente áreas de cultivo sem produção de alimentos ou fibras. Seu alto grau de interferência no desenvolvimento das plantas vizinhas e a concorrência por recursos naturais (água, luz e nutrientes do solo) fazem das plantas daninhas a “grande” vilã das lavouras (ROSSETO; SANTIAGO, 2005).

Os ambientes ideais para o desenvolvimento das principais culturas agrícolas são também propícios para as plantas daninhas, que se adaptam facilmente aos ambientes que apresentam estresse hídrico, alta umidade, temperatura e fertilidade desfavoráveis, elevada salinidade e excessiva acidez ou alcalinidade (ROSSETO; SANTIAGO, 2005).

A alta resistência às adversidades externas é o principal fator para a propagação dessas plantas, que causam: redução da produção agrícola; manifestação de alergia e intoxicação do homem e de animais; infestação de áreas não agrícolas; infestação de canais de irrigação e danos a implementos agrícolas (ROSSETO; SANTIAGO, 2005).

4.1.1. Características das plantas daninhas

As espécies daninhas podem germinar, crescer, desenvolver-se e reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis, como em estresse hídrico, umidade excessiva, temperaturas pouco propícias, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade (RICHETTI, 2003).

As plantas daninhas constituem-se, também, num problema sério para a agricultura porque se desenvolvem em condições semelhantes às das plantas cultivadas. Se as condições edafoclimáticas são propícias à lavoura, o são também para as espécies daninhas, mas, se as condições ambientais são antagônicas às espécies cultivadas, as espécies daninhas, por apresentarem elevado grau de adaptação, podem aí sobreviver e se perpetuar muito mais facilmente (RICHETTI, 2003).

4.1.2. *Conyza* spp.

O gênero *Conyza* inclui, aproximadamente, 50 espécies, as quais se distribuem em quase todo o mundo. As espécies que mais se destacam, por seu caráter negativo, são *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* (Figura 1). A primeira espécie é nativa da América do Sul e ocorre de forma abundante na Argentina, no Uruguai, no Paraguai e no Brasil. Neste, sua presença é mais intensa nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Ela também está presente na Colômbia e na Venezuela, onde infesta lavouras de café (KISSMANN; GROTH, 1999). *C. canadensis*, porém, é nativa da América do Norte, sendo uma das espécies mais amplamente distribuídas no mundo (THEBAUD; ABBOTT, 1995). É uma espécie cosmopolita, sendo mais encontrada em zonas temperadas do hemisfério norte e regiões subtropicais do hemisfério sul, mas é pouco frequente em regiões tropicais, no Brasil, sua presença é significativa em campos nativos e em lavouras, especialmente da região Sul (KISSMANN; GROTH, 1996).



Figura 1 - Espécies *Conyza bonariensis* (a) e *Conyza canadensis* (b)

Fonte: EMBRAPA, 2006.

As espécies *C. canadensis* e *C. bonariensis*, conhecidas popularmente por “buvas”, destacam-se por infestarem áreas abandonadas (terrenos baldios e margens de estradas), pastagens, culturas perenes (citros e café) e lavouras anuais (algodão, milho, soja e trigo) (THEBAUD; ABBOTT, 1995). Em termos mundiais, estas espécies daninhas infestam mais de 40 culturas (HOLM et al., 1997). No Brasil, é frequente a ocorrência de ambas as espécies de buva associadas, as quais apresentam adaptabilidade ecológica em sistemas conservacionistas, como semeadura direta e cultivo mínimo de solo.

É comum haver erros na diferenciação das espécies, pelo fato de serem semelhantes morfológicamente. No entanto, a identificação correta das mesmas é importante para que se possa escolher apropriadamente a melhor estratégia de controle, diminuir a seleção de biótipos resistentes através do uso repetitivo de herbicidas detentores do mesmo mecanismo de ação e identificar o mecanismo de resistência que está envolvido em cada espécie. A *C. bonariensis* apresenta folhas de margens inteiras (não-denteadas) e presença de ramos laterais que ultrapassam a inflorescência. Por sua vez, *C. canadensis* apresenta ampla panícula terminal no ramo principal e as margens das folhas são finamente denticuladas (LAZAROTO et al, 2008).

4.1.3. *Euphorbia heterophylla*

A *E. heterophylla*, conhecida popularmente como leiteiro, é uma planta anual herbácea, ereta, com altura variando de 0,2 a 2 m, caule cilíndrico simples ou ramificado podendo ser liso ou coberto por pelos brancos finos e curtos, coloração verde ou vermelho-violácea (Figura 2). A raiz principal é pivotante, a partir da qual se formam raízes secundárias filamentosas. O formato das folhas é muito variável, conforme indicado pelo significado da palavra *heterophylla*, ou seja, *hetero* (diferentes) e *phylla* (folhas) (GAZZIERO, 2006).

A *E. heterophylla* é originária da América tropical, porém encontra-se distribuída na maioria das áreas tropicais e subtropicais do mundo, podendo ser encontradas a partir do nível do mar a cerca de 1.400 m de altitude. Ocorre em culturas cultivadas, legumes, pastagens e terrenos baldios e é particularmente problemática em lavouras de soja infestando mais de 25% das culturas de grãos no Brasil, (FAO, 2013).

Esta planta daninha produz várias gerações em um único ano e germina escalonadamente por longo período, desde o início do desenvolvimento da cultura. São

bastante competitivas com outras culturas, elas podem cobrir completamente uma cultura de soja dentro de 2 a 3 semanas após a emergência (FAO, 2013).



Figura 2 - Espécie *Euphorbia heterophylla*

Fonte: EMBRAPA, 2006.

4.1.4. Controle químico

O controle químico é o mais recomendado atualmente para o controle de plantas daninhas. De modo geral, é mais barato e tem maior flexibilidade. A dificuldade desse tipo de controle é que se trata de uma operação que exige conhecimentos tecnológicos. É preciso ler com atenção e utilizar as recomendações preconizadas pelos fabricantes (RAMALHO, 2005).

Os produtos disponíveis no mercado podem ser aplicados no pré-plantio, na pré-emergência e na pós-emergência. Quando corretamente aplicados, todos podem ser muito eficazes. Os herbicidas pós-emergentes têm sido preferidos porque possibilitam verificar a infestação que está ocorrendo e escolher o produto e a dosagem apropriada para solucionar o problema específico da propriedade ou até mesmo de regiões dentro da área cultivada. O controle de gramíneas com herbicidas pós-emergentes é, em geral, realizado com sucesso (RAMALHO, 2005).

Mesmo quando se utilizam as doses recomendadas pelo fabricante, os herbicidas causam fitotoxidez, especialmente quando as condições climáticas são favoráveis. Na maioria dos casos, entretanto, as plantas se recuperam rapidamente do dano causado pelo produto químico, não chegando a afetar a produção (RAMALHO, 2005).

4.1.5. Aspectos positivos do controle químico

O uso de herbicidas pode prevenir a interferência das plantas daninhas principalmente no início do ciclo, período durante o qual as plantas daninhas causam normalmente as maiores perdas nas culturas. É um aspecto importante quando na população de plantas daninhas presentes são encontradas espécies de difícil controle após a emergência, ou quando as plantas daninhas são indesejáveis durante todo o ciclo da cultura, como no caso de áreas destinadas à produção de sementes. Além disso, o uso de herbicidas proporciona um controle mais efetivo nas linhas de plantio, onde muitas vezes outros métodos de controle não tem a mesma eficiência (OLIVEIRA, 2011).

4.1.6. Limitações do uso de herbicidas

Todos os pesticidas possuem certo grau de toxicidade para o homem e para outras espécies de plantas e animais. Embora a tendência atual seja de que os novos herbicidas lançados no mercado apresentem um menor grau de toxicidade para o homem e o ambiente, ainda existem preocupações com relação aos casos de intoxicação registrados em aplicadores e manipuladores de caldas de pesticidas. A utilização de herbicidas demanda equipamento adequado de aplicação e proteção, além de operador treinado. Na maioria dos casos, as intoxicações ocorrem pela negligência no uso de equipamento individual de proteção, da mesma forma que o sucesso de muitas aplicações pode ser limitado pela utilização inadequada do equipamento (OLIVEIRA, 2011).

4.2. Histórico da agricultura de precisão

Os primeiros fundamentos teóricos da Agricultura de Precisão surgiram em 1929, nos Estados Unidos, porém tornou-se mais conhecida na década de 80, devido aos avanços e à difusão dos sistemas de posicionamento geográfico, sistemas de informações geográficas, monitoramento de colheita e também à informática. Além de destacar-se nos EUA, ganhou grande notoriedade em países como Alemanha, Argentina, Austrália, Inglaterra e Brasil. No país, as primeiras pesquisas na área foram realizadas na década de 90 (EMBRAPA, 2000).

No primeiro momento, a Agricultura de Precisão foi direcionada pelas máquinas agrícolas, como colhedoras e semeadoras, embarcando-se a elas receptores GNSS (Global Navigation Satellite System), sofisticados computadores de bordo e sistemas que possibilitam

a geração de mapas de produtividade. Aprimorou-se o mapeamento da variabilidade do solo, plantas e outros parâmetros, resultando numa aplicação otimizada de insumos, diminuindo custos e impactos ambientais negativos, consecutivamente, aumentando o retorno econômico, social e ambiental (EMBRAPA, 2000).

No Brasil, o tema vem sendo divulgado em vários eventos importantes onde pesquisadores, empresas e produtores são reunidos: o SIAP (Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão) e o Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão (ConBAP). No SIAP de 2007, coordenado pelo Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) foi instalado o Comitê Brasileiro de Agricultura de Precisão, um grande avanço para o setor. Nele foram reunidos os principais atores da Agricultura de Precisão no País, fornecendo importantes subsídios para que as políticas públicas possam ser contempladas. As ferramentas no mercado também avançaram, surgiram novos sensores e equipamentos, tornando a prática da AP cada vez mais acessível, com custos mais compatíveis e integráveis ao dia-a-dia de uma propriedade agrícola (EMBRAPA, 2000).

4.3. Utilização da agricultura de precisão no controle de plantas daninhas

Um dos maiores custos da produção agrícola esta relacionada à aplicação de agrotóxicos, sendo normalmente recomendadas doses superiores às necessárias, para o controle eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas, o que além de aumentar os custos de produção pode causar sérios danos aos recursos naturais (DAINESE et al., 2004).

A solução hoje utilizada é focar grandes áreas e entendê-las como homogêneas, considerando a necessidade média para a aplicação dos insumos, tornando, por exemplo, a mesma formulação e dose aplicável em toda área (EMBRAPA, 2001). Ao contrário, a agricultura de precisão enfoca a variabilidade espacial e temporal dos requerimentos de aplicação de insumos durante todo processo produtivo (GOEL et al., 2003).

O uso da agricultura de precisão permite a aplicação de herbicidas, restritos às necessidades específicas, e em taxas variáveis evitando excessos, tornando a agricultura ambientalmente mais correta, colaborando com a crescente preocupação ambiental da sociedade e aumentando a lucratividade da produção (MORAES, 2008).

4.4. Equipamentos para implantação da agricultura de precisão

Uma das principais tarefas da agricultura de precisão é monitorar as condições de crescimento das plantas, para que os insumos sejam aplicados nos locais corretos e nas quantidades adequadas (ANDERSEN et al., 2005; BALASTREIRE; BAIIO, 2001). Alguns equipamentos utilizados na AP têm por finalidade a melhoria das condições operacionais (BAIO et al., 2001) fazendo-se necessário a utilização intensiva do sistema de posicionamento global (GPS) (STABILE; BALASTREIRE, 2006) sistema de posicionamento global diferencial (DGPS), sistema de informações geográficas (SIG) e sensoriamento, o que permite coleta automática de dados georeferenciados e sendo posteriormente utilizados na aplicação localizada dos insumos (SHIRATSUCHI, 2001; DAINESE et al., 2004). Os autores relatam que a agricultura de precisão permite construir bancos de dados espaciais e temporais visando à otimização da utilização dos insumos e uso racional da terra, com conseqüente redução de custos e impactos ambientais.

A agricultura de precisão está intimamente associada ao uso do GPS, o qual é conectado a sensores eletrônicos que identificam as áreas de maior e menor produtividade, além de coletar automaticamente dados relacionados a disponibilidade de nutrientes, pH do solo, população de plantas daninhas, entre outros (EMPREENDEDOR, 2003). Para que se possa utilizar um GPS para fins de agricultura de precisão, é necessário que esse tenha acurácia de, no mínimo, dois metros, sendo essa suficiente para a maioria das aplicações; em algumas aplicações agrícolas, pode ser necessário acurácia maior (STABILE; BALASTREIRE, 2006).

O sistema de posicionamento global diferencial (DGPS) é outro equipamento que pode ser utilizado em veículo de campo, equipado com um acessório chamado de barra de luz, que tem como propósito diminuir a sobreposição entre passadas consecutivas e aperfeiçoar a eficiência da operação agrícola. A aplicação de agrotóxicos, utilizando barra de luz e DGPS, apresenta elevada acurácia para o direcionamento do pulverizador, alta adaptação dos operadores a nova tecnologia, devido a facilidade operacional em relação ao marcador de espuma (BALASTREIRE; BAIIO, 2001).

O sistema de informações geográficas (SIG) permite a armazenagem, processamento, análise e sintetização de dados relativos à variabilidade espacial. Na medida em que os dados são coletados, cada parâmetro pode ser tratado como uma camada separada de informação. O SIG oferece a possibilidade de se executar operações aritméticas e lógicas por meio da sobreposição da informação contida em diferentes camadas. Cada conjunto de dados é

agrupado em mapas, como por exemplo, o mapa da fertilidade do solo, pragas, plantas daninhas, doenças, etc. e assim pode ser feitas comparações entre vários mapas, possibilitando desta maneira o melhor entendimento do sistema de produção agrícola (SHIRATSUCHI, 2001).

O sensoriamento remoto é a técnica de coleta de informação à distância (HENRY et al., 2004). O sensoriamento tem sido avaliado para distinção de espécies, ou grupo de espécies, de plantas daninhas partindo da premissa que cada espécie possui certas características que podem ser utilizadas para diferenciá-la de outra, geralmente forma, tamanho e refletância da folha (EVERITT et al., 1992; BROWN et al., 1994; VILELA et al., 2006). A grande maioria dos mapas é obtida por meio de imagens de fotografias aéreas, radar aéreo ou imagem de satélite (MORAES, 2008).

4.5. Métodos de mapeamento de plantas daninhas

Atualmente, a tomada de decisão de controle de plantas daninhas, baseia-se em avaliações visuais da necessidade de controle (VOLL et al., 2003). Porém, sua subjetividade impede uma precisa recomendação de controle das plantas daninhas. Estudos têm mostrado que a infestação das plantas daninhas normalmente não ocorre de modo uniforme nas áreas agrícolas, sendo que muitas destas espécies estão agregadas ou frequentemente ocorrem em “reboleiras” de diversas populações (SHIRATSUCHI, 2001; CHRISTENSEN et al., 2003; SHIRATSUCHI et al., 2005). A habilidade de descrever e mapear a distribuição espacial das plantas daninhas é o primeiro passo para a determinação da melhor metodologia para a aplicação localizada de herbicidas (BAIO; BALASTREIRE, 2001; GARIBAY et al., 2001).

A metodologia para o mapeamento de plantas daninhas, para posterior aplicação localizada de herbicidas, deve proporcionar um mapeamento rápido, devido ao dinamismo das suas populações. Além disso, deve ser simples, facilitando a execução do mapeamento, havendo um período ideal para a sua execução, levando-se em consideração o momento da realização do controle das plantas daninhas (BALASTREIRE; BAIO, 2001). Por outro lado, devido ao fator de escala econômica, deve ser uma metodologia que possa ser aplicada em áreas extensas (BALASTREIRE; BAIO, 2001). Assim, o mapeamento, em relação à aplicação do herbicida, pode ser prévio ou em tempo real (MORAES, 2008).

4.6. Mapeamento prévio

No mapeamento prévio (método utilizado nesse projeto) se tem a divisão da área agrícola em quadrículos ou em pequenas células de amostragem gerando uma grade pré-determinada e georreferenciada onde são feitas amostragens sistemáticas sobre a comunidade de plantas daninhas, gerando desta forma uma amostra que represente uma subárea (SHIRATSUCHI, 2001). Posteriormente esta informação é convertida em um mapa de infestação de plantas daninhas. No mapeamento de plantas daninhas pelo método de amostragem em grade, a definição da área mínima de amostragem dentro da grade amostral é definida como sendo a área onde a composição de espécies da comunidade de plantas daninhas em estudo é satisfatoriamente representada (BARBOUR et al., 1987, apud MORAES, 2008).

4.7. Mapeamento em tempo real

Outro método que pode ser utilizado é o mapeamento em tempo real, no qual sistemas visuais de imagens têm como propósito facilitar aplicações agrícolas através de informações precisas sobre as condições de solo, resíduo de cobertura, doenças de plantas, identificação e população de espécies e estatura de plantas (HEMMING; RATH, 2001).

Na aplicação localizada em tempo real, a pulverização é baseada em sensores acoplados ao pulverizador que detectam a planta daninha, por meio da reflectância, acionando a pulverização (ANTUNIASSI, 2002). O princípio da reflectância espectral se baseia na luz vermelha que é absorvida pela clorofila da planta em contraste com a proporção de luz infravermelha próximo que é refletida. Técnicas de reflectâncias espectrais podem ser utilizadas para detecção e identificação de plantas daninhas, e com isso diminuir potencialmente o uso de herbicidas (SCOTFORD; MILLER, 2005).

4.8. Perspectivas futuras da utilização da AP no controle de plantas daninhas

As perspectivas futuras para a utilização da AP no Brasil para o controle de plantas daninhas são promissoras. A medida que se realizem estudos que integram as várias áreas de conhecimento envolvidas surgem equipamentos mais baratos e com tecnologia compatível com as importadas, garantindo menor custo. A AP é um método promissor, e que já vem

sendo adotado por alguns produtores. A utilização racional de insumos e a redução dos custos de produção são os principais estímulos ao uso desta tecnologia (ZHANG et al., 2002).

Os principais entraves ao uso da AP referem-se ao alto custo da implantação, ao desenvolvimento de metodologias eficiente de identificação de plantas daninhas e a formação de recursos humanos treinados para corresponder à alta tecnologia utilizada (ZHANG et al., 2002). Ainda, a motivação para adoção da tecnologia de AP pode vir da aplicação de rígidas legislações ambientais, preocupação pública pelo uso excessivo de agroquímicos, e reduzido ganho econômico com os cultivos e melhoria no manejo da propriedade agrícola (MORAES, 2008).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho será realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina, localizada no Município de Curitibanos – SC. A propriedade apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 27°16'27.19" Sul, longitude 50°30'13.42" Oeste e altitude de 1000 metros. O solo da área é classificado como Cambissolo. O clima local é temperado, com verão ameno, a temperatura média no mês mais quente não chega a 22°C, geadas severas e frequentes, as temperaturas médias anuais oscilam em torno de 17 °C e a pluviosidade alcança cerca de 1.200mm anuais, o verão é fresco e o inverno frio. A propriedade adota o Sistema de Plantio Direto, sendo cultivadas as culturas: soja e milho.

A área experimental a ser utilizada é de 6,4 hectares. Será demarcada uma malha amostral composta por 47 pontos, espaçados uniformemente em 50 metros, tendo distância entre linhas de 25 m. A amostragem de plantas daninhas será realizada em cada ponto amostral, utilizando-se um gabarito de 0,25 m². O caminhar ponto-a-ponto será realizado utilizando um receptor GPS, modelo GPS Map, marca Garmin.

Serão amostradas, em cada ponto, as espécies de plantas invasoras *Conyza* spp. e *Euphorbia heterophylla*. Na amostragem será contado o número de plantas de cada espécie dentro da área do gabarito que, posteriormente, serão convertidas para plantas por m². Na classificação se utilizará o manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja (GAZZIERO et al., 2006). Na Figura 3 está representado a área e os pontos amostrais, dos quais serão utilizados no levantamento das plantas invasoras.

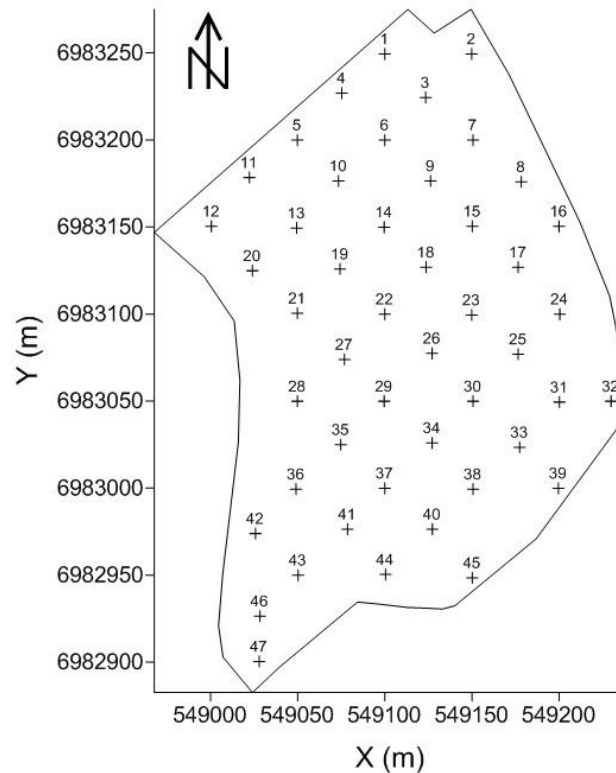


Figura 3 - Área experimental e localização dos pontos amostrais utilizados no levantamento de plantas daninhas.

Os valores contabilizados em cada ponto amostral, referentes a cada espécie de planta invasora, serão digitados em uma planilha, que servirá como banco de dados para análises posteriores. Os valores referentes à população de plantas daninhas amostradas na área de estudo primeiramente serão submetidos à análise exploratória para verificar a presença de valores discrepantes e sua influência sobre as medidas de posição e dispersão. Nesta análise, o limite crítico para valores discrepantes será definido a partir da amplitude interquartil (DQ) calculada pela diferença entre o quartil superior e o quartil inferior. O limite superior foi definido por $(Q3 + 1,5 \times DQ)$ e o limite inferior por $(Q1 - 1,5 \times DQ)$, em que Q1 e Q3 constituem o primeiro e o terceiro quartil, respectivamente (LIBARDI et al., 1996). Depois de identificados, será realizada análise visual da localização espacial destes valores dentro da grade amostral, para auxiliar na tomada de decisão de eliminação ou não destes discrepantes.

Em seguida, os dados serão analisados por meio de estatística descritiva, calculando-se a média, mediana, valor mínimo, valor máximo, desvio padrão, coeficiente de variação, quartil inferior e quartil superior, buscando assim caracterizá-los. Para verificar a dependência espacial das variáveis, será empregada a análise geoestatística, conforme proposto por (VIEIRA, 2000). A dependência espacial será avaliada pelos ajustes de variogramas, pressupondo a estacionariedade da hipótese intrínseca, definida pela Equação 1.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(xi) - Z(xi+h)]^2 \quad (1)$$

Em que:

$\hat{\gamma}(h)$ – semivariância em função da distância de separação (h) entre pares de pontos;

h – distância de separação entre pares de pontos;

N(h) – número de pares de pontos experimentais separados por uma distância h.

O variograma é representado pelo gráfico $\hat{\gamma}(h)$ versus h. Serão testados os modelos gaussiano, esférico e exponencial. Será ajustado o modelo que melhor representar a relação entre semivariância experimental e a distância h. Serão então determinados os parâmetros: efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C$) e alcance (A). Para a escolha do modelo de melhor ajuste, será considerado a menor soma de quadrados do resíduo (SQR) e o maior coeficiente de determinação (R^2), bem como análise de validação cruzada (valores observados versus valores estimados). A consideração da dependência espacial, segundo (JUNQUEIRA JÚNIOR et al. 2008), possibilita o controle de uma parcela do erro aleatório e com isso, a obtenção de bons resultados nas estimativas de valores em locais não amostrados.

O índice de dependência espacial (IDE) será determinado e classificado, segundo o proposto por Zimback (2001), utilizando a Equação 2 e assumindo os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para $IDE < 25\%$, moderada para $25\% < IDE < 75\%$ e forte para $IDE > 75\%$.

$$IDE = \left(\frac{C}{C_0 + C} \right) 100 \quad (2)$$

Em que:

IDE – índice de dependência espacial;

C – contribuição da semivariância: $(C_0 + C) - C_0$;

$C_0 + C$ – patamar.

A interpolação dos mapas será realizada utilizando-se krigagem ordinária. Será utilizado para as estimativas 16 vizinhos próximos e um raio de busca igual ao valor do alcance encontrado no ajuste do variograma. Grego e Vieira (2005) ressaltam que as construções de mapas com os valores obtidos por meio de krigagem são importantes para a

verificação e interpretação da variabilidade espacial. A análise geoestatística dos dados é completada com as informações mostradas nos mapas, que são úteis nas tomadas de decisões.

A aplicação localizada de herbicidas será baseada em mapas, esses mapeamentos de distribuição espacial possibilitam a confecção de mapas de tratamentos com herbicidas, fazendo assim a aplicação localizada.

Os custos de aplicação localizada com a aplicação da área total serão comparados, sendo que no término do trabalho será fornecido para o produtor um documento que consta os dados da comparação, a comparação será simples dos custos com os herbicidas.

As avaliações de injúrias serão realizadas segundo a escala conceitual de sintomas e fitotoxicidade da SBCPD- Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995, através da porcentagem de injúrias de 0 a 100, onde 0 é igual a nenhum sintoma e 100 igual a morte completa, encontrando-se na Tabela 1 os conceitos e a descrição dos sintomas de injúrias (COIMBRA, 2010).

Tabela 1. Descrição dos valores conceituais aplicado para avaliações visuais de controle aplicados na escala da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas.

Conceitos	Descrição conceitual
90 a 100	Controle excelente. Sem efeito sobre a cultura
80 a 89	Controle bom, aceitável para a infestação da área.
60 a 79	Controle moderado, insuficiente para a infestação da área.
Até 59	Controle deficiente ou inexpressivo
0	Ausência de controle.

Fonte: SBCPD, 1995

A análise estatística será realizada no programa computacional *Statistica*, versão 7. A análise geoestatística e os modelos dos semivariogramas dos atributos estudados serão ajustados utilizando o programa de computador GS+, versão 9. Os mapas temáticos serão gerados utilizando o programa *Surfer*, versão 8.0.

6. RESULTADOS ESPERADOS

A adoção da agricultura de precisão no controle de plantas daninhas constitui-se em uma alternativa a agricultura tradicional, que atualmente provoca impactos ambientais e custos desnecessários aos produtores. A partir disso, espera-se que com o mapeamento das plantas daninhas possa ter um manejo mais preciso; redução do impacto ambiental; agressão mínima a vida microbiana existente no solo, pela menor deposição de produtos químicos; redução dos custos com herbicidas por meio de sua otimização na aplicação localizada de herbicidas em locais específicos; redução do custo de manutenção das máquinas em função do uso menos intensivo, resultando em economia de horas/trator, combustível e troca de peças; uma redução de danos causados as culturas e menor compactação dos solos, pelo menos trânsito de máquinas e implementos agrícolas; redução do risco de contaminação do lençol freático e demais recursos hídricos, pela baixa deposição de agroquímicos. Espera-se divulgar os dados obtidos em congressos relacionados com o tema e a confecção de artigos científicos a ser publicado em periódico de publicações.

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	Meses/2014											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Coleta de dados						X	X	X				
Análise de dados						X	X	X	X	X		
Confeção de relatório e artigos científicos												X

8. ORÇAMENTO

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
GPS Map	1	-	1249,00	1249,00
Gabarito	2	-	15,00	30,00
Impressão de relatórios e artigos	20	-	0,20	4,00
Gasolina	50	Litro	3,00	150,00
Total				1433,00

9. REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, H.J. et al. Geometric plant properties by relaxed stereo vision using simulated annealing. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.49, n.2, p.219-232, 2005.
- ANTUNIASSI, U.R. Agricultura de Precisão: precisão na aplicação para controle de plantas daninhas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE PLANTAS DANINHAS, 3, 2002, Passo Fundo. **Resumos**. Passo Fundo. p.53, 2002.
- BALASTREIRE, L. A.; BAILO, F. H. R. Avaliação de uma metodologia prática para o mapeamento de plantas daninhas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p. 349-352, 2001.
- BROWN, R.B.; *et al.* Remote-sensing for identification of weeds in no till corn. **Transactions of the Asae**, v.37, n.1, p.297- 302, 1994.
- COIMBRA; E.I.B ; FORNAROLLI; D.A ; RIBEIRO, C.A ; BASAGLIA, A. Mecanismo de ação dos herbicidas trifluralin e atrazine. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010 Ribeirão Preto. **Resumos**. Ribeirão Preto/SP. p. 5, 2010.
- CHRISTENSEN, S. et al. A decision algorithm for patch spraying. **Weed Research**, v.43, n.4, p.276-284, 2003.
- DAINESE, R.C. et al. Avaliação da incidência de plantas invasoras por meio de segmentação de imagens e redes neurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AP, 2004, Piracicaba. **Resumo**. Piracicaba/SP: ESALQ/USP, 2004, 14 p.
- EMBRAPA, 2001 - Disponível em: <www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em: 27 out. 2013.
- EMBRAPA. Agricultura de precisão. **Histórico**. 2000. Disponível em: <www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/historico>. Acesso em: 27 out. 2013.
- EMPREENDEDOR – Disponível em: <www.empreendedor.com.br>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- EVERITT, J.H. et al. Using remote-sensing to distinguish common (*Isocoma coronopifolia*) and Drummond Goldenweed (*Isocoma drummondii*). **Weed Science**, v.40, n.4, p.423-428, 1992.
- FAO. Euphorbia heterophylla. 2013. Disponível em: <www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/theme/biodiversity/weeds/listweeds/euphet/e/>. Acesso em: 28 out. 2013.
- GARIBAY, S.V. *et al.* Extent and implications of weed spatial variability in arable crop fields. **Plant Production Science**, v.4, n.4, p.259-269, 2001.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja. Embrapa, 2006.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 02, p. 169-177, 2005.

GOUDY, H. J. et al. Evaluation of site-specific weed management using a direct-injection sprayer. **Weed Science.**, v. 49, n. 3, p. 359-366, 2001.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 02, p. 169-177, 2005.

GOEL, P.K. *et al.* Potential of airborne hyper spectral remote sensing to detect nitrogen deficiency and weed infestation in corn. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.38, n.2, p.99-124, 2003.

HEMMING, J.; RATH, T. Computervision- based weed identification under Field conditions using controlled lighting. **Journal Agricultural Engineering Research**, v.78, n.3, p.233-243, 2001.

HENRY, W.B. *et al.* Remote sensing to distinguish soybean from weeds after herbicide application. **Weed Technology**, v.18, n.3, p.594-604, 2004.

HOLM, L.G. et al. **World weeds: natural histories and distribution**. Toronto: Wiley, 1997. p.226-235.

JUNQUEIRA JUNIOR, J. A.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F. Continuidade espacial de atributos físico-hídricos do solo em sub-bacia hidrográfica de cabeceira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.914-922, 2008.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Bernardo do Campo: Basf., 1999. p.152-156, 278-284.

LAZAROTO, C. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural** 2008, vol.38.

LIBARDI, P. L.; MANFRON, P. A.; MORAES, S. O. TUON, R. L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 20, n.1, p. 1-12, 1996.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. Manual de Aplicações de Produtos Fitossanitários. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010. 588 p.

MEROTTO JR., A. et al. Reflectance indices as a diagnostic tool for weed control performed by multipurpose equipment in precision agriculture. **Planta daninha**. 2012, vol.30, n.2, pp. 437-447.

MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; PIESANTI, R. Agricultura de precisão no controle de plantas daninhas. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia – FZVA**, Uruguaiana, v.15, n.1, p. 01-14. 2008.

OLIVEIRA, R. S. O. Introdução ao controle químico. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 2011. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

RAMALHO, M. A. P. Manejo de plantas daninhas. Embrapa Arroz e Feijão, 2005. Disponível em: <sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 25 out. 2013.

RICHETTI, A. Cultura do algodão no cerrado. **Embrapa Algodão**, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

ROSSETTO, R.; ANTONIO DIAS SANTIAGO, A. D. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. 2005. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_52_711200516718.html>. Acesso em: 01 nov. 2013.

SCOTFORD, I.M.; MILLER, P.C.H. Applications of spectral techniques in northern European cereal production: a review. **Biosystems Engineering**, v.90, n.3, p.235-250, 2005.

SHIRATSUCHI, L.S. **Mapeamento da variabilidade espacial das plantas daninhas com a utilização de ferramentas da agricultura de precisão**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, 2001.

SHIRATSUCHI, L.S. *et al.* Mapeamento da distribuição espacial da infestação de *Panicum maximum* durante a colheita da cultura de milho. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.269-274, 2004.

SHIRATSUCHI, L.S. *et al.* Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.429- 436, 2005.

STABILE, M.C.C. BALASTREIRE, L.A. Comparação de três receptores GPS para uso em agricultura de precisão. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.215- 223, 2006.

SUI, R.; THOMASSON, J. A.; HANKS, J. Ground-based sensing system for weed mapping in cotton. **Computers Eletronics Agriculture**, v. 60, n. 1, p. 31-38, 2008.

THEBAUD, C.; ABBOTT, R.J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, Columbus, v.82, n.3, p.360-368, 1995.

THEBAUD, C. *et al.* Assessing why two introduced *Conyza* differ in their ability to invade Mediterranean old fields. **Ecology**, Washington, v.77, n.3, p.791-804, 1996.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F. DE; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.

VILELA, M.F. *et al.* Mapeamento da distribuição espacial de plantas daninhas no sistema milho-soja por meio de fotografias aéreas não convencionais. 2006, Brasília, 2006. 4p.

VOLL, E. *et al.* Amostragem do banco de sementes da flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.211-218, 2003.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ZHANG, N. *et al.* Precision agriculture – a worldwide overview. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.36, n.1, p.113-132, 2002.

