

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ MARCOS HAMMERSCHMIDT

AGRICULTURA DE PRECISÃO: CULTURA DA SOJA NO SUL DO BRASIL

CURITIBA

2020

JOSÉ MARCOS HAMMERSCHMIDT

AGRICULTURA DE PRECISÃO: CULTURA DA SOJA NO SUL DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Me. Zieglenristen
Karswegaard Pereira Calábria
Coorientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius
Cremonesi

CURITIBA

2020

Ficha catalográfica:

Hammerschmidt, José Marcos

Agricultura de precisão: cultura de soja no sul do Brasil / José Marcos

Hammerschmidt. – Curitiba, 2020

82 f.

Orientador: Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria. Coorientador: Marcus Vinicius Cremonesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias.

1. Agricultura de Precisão. 2. Soja. 3. Produtividade. 4. Tecnologia. 5. Grãos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSÉ MARCOS HAMMERSCHMIDT

AGRICULTURA DE PRECISÃO: CULTURA DA SOJA NO SUL DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. O presente trabalho foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Curitiba, de de 2020

Prof. Me. Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria
Orientador

Prof. Dr. Marcus Vinicius Cremonesi
Coorientador

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Prof. Me. Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria
Orientador

Prof. Dr. Marcus Vinicius Cremonesi
Coorientador

Universidade Federal do Paraná
Curitiba, 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço à DEUS que me fortaleceu através da fé nos momentos em que mais precisei, me conduzindo sempre para os caminhos do bem.

Agradeço a minha esposa Karina Silveira de Almeida Hammerschmidt, que me encorajou durante as etapas desse trabalho, abdicando suas atividades para me auxiliar.

Agradeço a minha amada filha, Gabriela de Almeida Hammerschmidt, que é a razão da minha vida, sua existência me motivando todos os dias a viver.

Ao meu orientador Prof. Me. Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria e ao coorientador Prof. Dr. Marcus Vinicius Cremonesi pela competência e orientação na condução deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Muito obrigado!

**“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”**

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de descrever a produção científica sobre agricultura de precisão para eficiência na cultura da soja no sul do Brasil. O método do estudo envolveu revisão integrativa, desenvolvida em cinco etapas distintas: 1) formulação do problema de pesquisa; 2) coleta de dados; 3) avaliação dos dados; 4) análise e interpretação dos dados; 5) apresentação dos resultados. Na primeira etapa foi realizado o aprofundamento teórico e formulação da questão de pesquisa: qual é a produção científica sobre agricultura de precisão para eficiência na cultura da soja no sul do Brasil? Na segunda etapa foi estabelecida a busca na base de dados *Scientific Eletronic Library Online (SCIELO)*. As estratégias de busca foram montadas utilizando os descritores “agricultura de precisão” and “soja”. Os critérios de inclusão foram: artigos completos; disponíveis online; publicados em português ou inglês nos últimos dez anos (2010-2020), com estudos desenvolvidos na região sul do Brasil (estados Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Na terceira etapa, houve leitura completa dos artigos e organização dos dados utilizando instrumento elaborado pelo autor, contendo: identificação do artigo, ano e periódico de publicação, local (país, estado e cidade) de realização, objetivos, atributos metodológicos, tecnologia da agricultura de precisão, principais resultados e conclusão. Na quarta etapa, os dados foram sintetizados e comparados, mediante leitura interpretativa buscando convergências e contrapondo subconjuntos, que resultarão em variadas unidades de significado. A última etapa envolveu apresentação descritiva dos resultados, mediante ao processo de codificação e quadro. Emergiram 19 artigos, publicados no período de 2011 a 2019; seis desenvolvidos no estado do Paraná, dois em Santa Catarina, e 11 no Rio Grande do Sul. Todos os estudos envolveram a produtividade da soja. As pesquisas foram realizadas em diferentes tipos do solo, tais quais: Latossolo, Cambissolo e Argissolo; em áreas de estudo com variação de 1,74 a 225 hectares; com predominância do plantio direto realizado a mais de dez anos (máximo de 25 anos); com rotação de culturas no verão e inverno: soja, trigo, aveia branca e preta, milho, cebola, alho, nabo e tremoço azul. As temáticas abordadas foram: Qualidade fisiológica das sementes de soja; Semeadura da soja; Atributos químicos e físicos do solo; Índices espectrais durante o crescimento da soja; Plantas daninhas e Controle de pragas. Os estudos evidenciaram que a agricultura de precisão pode ser utilizada como ferramenta relevante para qualificação profissional, aumento da produtividade, diminuição de impactos ambientais, sustentabilidade, otimização do tempo, dos produtos e serviços, redução de custos. Houve maior destaque nas tecnologias: mapas e imagens digitais, maquinários, testes, sistemas/programas computacionais, softwares, georreferenciamento, análise de solo, medidores eletrônicos, equipamentos e sensores ópticos.

Palavras chave: Produtividade; Tecnologia; Grãos.

ABSTRACT

The present work had the objective of describing the scientific production on precision agriculture for efficiency in soybean culture in southern Brazil. The study method involved an integrative review, developed in five distinct stages: 1) formulation of the research problem; 2) data collection; 3) data evaluation; 4) data analysis and interpretation; 5) presentation of results. In the first stage, the theoretical research and formulation of the research question was carried out: what is the scientific production on precision agriculture for efficiency in soybean cultivation in southern Brazil? In the second stage, the search was established in the Scientific Electronic Library Online database (SCIELO). The search strategies were set up using the descriptors “precision agriculture” and “soy”. The inclusion criteria were: complete articles; available online; published in Portuguese or English in the last ten years (2010-2020), with studies developed in the southern region of Brazil (Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul states). In the third stage, there was a complete reading of the articles and organization of the data using an instrument developed by the author, containing: identification of the article, year and publication period, place (country, state and city) of realization, objectives, methodological attributes, agricultural technology precision, main results and conclusion. In the fourth stage, the data were synthesized and compared, through interpretative reading seeking convergences and contrasting subsets, which will result in varied units of meaning. The last step involved a descriptive presentation of the results, by means of the coding and chart process. 19 articles emerged, published in the period from 2011 to 2019; six developed in the state of Paraná, two in Santa Catarina, and 11 in Rio Grande do Sul. All studies involved soybean productivity. The researches were carried out in different types of soil, such as: Latosol, Cambisol and Argisol; in study areas ranging from 1.74 to 225 hectares; with predominance of no-tillage carried out over ten years (maximum of 25 years); with crop rotation in summer and winter: soy, wheat, white and black oats, corn, onion, garlic, turnip and blue lupine. The topics addressed were: Physiological quality of soybean seeds; Sowing of soybeans; Chemical and physical attributes of the soil; Spectral indices during soybean growth; Weeds and Pest Control. Studies have shown that precision agriculture can be used as a relevant tool for professional qualification, increased productivity, reduced environmental impacts, sustainability, optimization of time, products and services, cost reduction. There was greater emphasis on technologies: maps and digital images, machinery, tests, computer systems / programs, software, georeferencing, soil analysis, electronic meters, equipment and optical sensors.

Keywords: Productivity; Technology; Grains.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MÉTODO.....	12
2.1 ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DO TEMA E FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA.....	13
2.2 ETAPA 2: COLETA DE DADOS	13
2.3 ETAPA 3: AVALIAÇÃO DOS DADOS.....	14
2.4 ETAPA 4: ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	14
2.5 ETAPA 5: APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	15
Figura 1: Esquema explicativo da Revisão Integrativa do TCC	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS	16
Figura 2: Distribuição geográfica espacial dos estudos emergentes da revisão integrativa da literatura	16
3.2 TEMAS SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA EFICIÊNCIA NA CULTURA DA SOJA NO SUL DO BRASIL	18
3.2.1 Qualidade fisiológica das sementes de soja	19
3.2.2. Semeadura da soja.....	23
3.2.3 Atributos químicos e físicos do solo.....	25
Gráfico 1: produção de soja nos pontos de amostragem do solo para cada zona de produção no campo II.....	27
3.2.4 Índices espectrais durante o crescimento da soja	35
3.2.5 Plantas daninhas	36
3.2.6 Controle de pragas	45
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE	52

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos é uma das principais preocupações no século XXI. As projeções da Organização das Nações Unidas (ONU, 2013) sinalizam para população global de 9,5 bilhões de pessoas em 2050, indicando aumento na demanda de alimentos. Ao mesmo tempo, nações como Rússia, Estados Unidos, Argentina, Austrália, Canadá e os membros da União Europeia já não possuem em condições técnicas e/ou economicamente viáveis (FREITAS, MENDONÇA, 2016).

A produção comercial da soja no Brasil se iniciou na década de 1960, com ampliação a partir da década de 1970, motivada, pela alta do preço no mercado mundial e pela vantagem competitiva do país (MONTROYA, 2019), além da necessidade constante de aumento de alimentos, aliado as necessidades populacionais. No Brasil, as pesquisas sobre a cultura da soja, indicaram o perfil da expansão da área agrícola com esta leguminosa, ainda que com menor intensidade a partir de 2009; é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, ocupa 49% da área de grãos do país (MAPA, 2016).

Na safra 2014/2015, a área plantada foi de 31,6 milhões de hectares e a produção atingiu 95,1 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Esses dados dão ao Brasil a posição de segundo maior produtor do mundo e a região Sul, por sua vez, se destaca no cenário nacional com a segunda maior área plantada de, aproximadamente, 11,0 milhões de hectares, com produção de 33,8 milhões de toneladas e liderando o maior rendimento do país, sendo de 3.067 kg ha⁻¹.

Na safra 2019/20 estima-se crescimento na área plantada de soja, de 2,6%, comparando com a safra passada, sendo que ultrapassou os 35,8 milhões de hectares para 36,8 milhões de hectares. Esse comportamento é respaldado pela forte liquidez apresentada pelo produto, comportamento do câmbio e aos atuais embates entre Estados Unidos e China, com as possíveis repercussões nas cotações futuras da oleaginosa (CONAB, 2020).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. A produção total por ano no país passa de 100 milhões de toneladas. Na região Sul é esperado para 2020, incremento percentual na área plantada de 1,5% em relação ao observado no exercício anterior. A região deverá

sair do patamar de 11.879,6 mil hectares para 12.062,1 mil hectares (CONAB, 2020).

Desta forma, destaca-se neste estudo a região Sul do país (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) devido a elevada produção da soja, justificada em parte, pelas condições edafoclimáticas da região, as quais possibilitam vasta área de plantio de soja seca, com calendário de semeadura entre outubro e dezembro, quando há riscos climáticos baixos para produzir de acordo com a atual legislação nacional de zoneamento agrícola, com base na ocorrência de geada, temperatura média mensal e déficit hídrico. É importante enfatizar a preocupação futura com aumento da temperatura do ar devido ao aumento de gases de efeito estufa, incertezas nos níveis de chuva e intensificação extrema de eventos (IPCC, 2013).

Independentemente da data da semeadura, a duração do ciclo da soja tende a diminuir em local mais frio, como ocorre no sul do Brasil. Estudo indica que no futuro, o rendimento da soja aumentará em até 0,330 toneladas ha^{-1} e 0,667 toneladas ha^{-1} no curto e no médio prazo, respectivamente (MINUZZI, FREDERICO, SILVA, 2017). As chuvas projetadas no curto e médio prazo para o sul do Brasil ainda serão suficientes para atender às necessidades hídricas da soja (MINUZZI, FREDERICO, SILVA, 2017).

Em relação aos sistemas de produção da soja, a produção convencional, orgânica e geneticamente modificada. Em relação à produção geneticamente modificada, ainda existem diferentes posições em relação à adoção ou não de organismos geneticamente modificado (OGM) na agricultura. O Brasil ficou reticente em relação a liberação, mas acabou optando pelo plantio. Apesar da falta de consenso mundial, a área plantada com transgênicos era praticamente inexistente em 1996, tendo crescimento significativo no decorrer dos anos, com destaque para o Brasil que ocupa a segunda posição no ranking mundial de área plantada com transgênico (FUSCALDI, 2010).

A introdução da variedade geneticamente modificada (GM) de soja deu origem a polarização no mercado, criando oportunidade de diferenciação que antes não ocorria. Dessa forma, as técnicas de segregação e rastreabilidade passaram a assumir caráter estratégico para o Setor Agroindustrial (SAG) da soja, o que envolve uma série de novos custos inseridos no processo de produção e de comercialização. Porém não há parâmetros legais de regulamentação das duas variedades (convencional e transgênica) (FUSCALDI, MEDEIROS, PANTOJA, 2011).

Considerando a crescente demanda mundial e a necessidade de aumento da produção da soja, a tecnologia se torna fundamental. No Brasil, cresce o uso de herbicidas em áreas cultivadas com soja resistente ao glifosato, com aumento de 55% no uso de herbicidas complementares ao glifosato na cultura da soja no ano de 2015/2016 para 2016/2017 (LAMAS, 2017). Esses dados preocupam e podem indicar que a tecnologia não está sendo utilizada de forma adequada, porém enfatiza-se que a tecnologia de precisão é aliada do homem, na produção agrícola. Atualmente tem-se, sementes, insumos de maior significância, além de diversos tipos de equipamentos, incluindo plantadeiras que são “auto propelidas”, sistemas de georreferenciamento, dentre outros (LAMAS, 2017).

Neste âmbito, a agricultura de precisão ganha notoriedade, devido ao melhor aproveitamento das áreas plantadas com maior cultivo de grãos. Pode ser definida como um procedimento sistemático para inspecionar e incorporar a variabilidade espacial do solo no manejo do campo (HAGHVERDI et al., 2015). Essa variabilidade espacial pode ser causada por fatores climáticos, topográficos e biológicos (CÓRDOBA et al., 2013).

Diversas tecnologias estão disponíveis para o agronegócio na atualidade, portanto é importante identificar na literatura científica os aspectos da agricultura de precisão para eficiência na cultura da soja. Sendo assim acredita-se que estas tecnologias podem beneficiar a produção da soja, otimizando matéria prima e reduzindo custos. Deste modo, o objetivo da pesquisa é descrever a produção científica sobre agricultura de precisão para eficiência na cultura da soja no sul do Brasil.

2. MÉTODO

Considerou-se a Revisão Integrativa (RI) como método apropriado para viabilizar este estudo, pois o mesmo possibilita sintetizar pesquisas já concluídas e obter resultados a partir de um tema de interesse. Oferece acesso rápido aos resultados de pesquisas que fundamentam as condutas e a tomada de decisão dos profissionais de diversas áreas de atuação, proporcionando, assim, um saber crítico (COOPER, 1984).

A Revisão Integrativa permite a inclusão simultânea de pesquisa experimental e não experimental com objetivo de compreender o fenômeno em

questão (WITTHEMORE; KNAFL, 2005). A elaboração deste tipo de pesquisa pode ocorrer em cinco etapas distintas: 1) formulação do problema de pesquisa; 2) coleta de dados; 3) avaliação dos dados; 4) análise e interpretação dos dados; 5) apresentação dos resultados (COOPER, 1989), as quais foram utilizadas neste estudo e serão apresentadas a seguir:

2.1 ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DO TEMA E FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA

Nesta etapa foi realizado o aprofundamento teórico sobre o assunto e a formulação do propósito da revisão. Estes devem ser específicos a fim de facilitar a definição dos critérios de inclusão/exclusão dos estudos e propor questões a serem respondidas ou hipóteses a serem testadas; extração e análise das informações e identificação das melhores estratégias de busca (COOPER, 1989).

O assunto foi definido de maneira clara e específica, pois a objetividade inicial predispõe todo o processo a uma análise direcionada e completa, com conclusões de fácil identificação e aplicabilidade. Desta forma, foi obtido como questão de pesquisa: qual é a produção científica sobre agricultura de precisão para eficiência na cultura da soja no sul do Brasil?

2.2 ETAPA 2: COLETA DE DADOS

Nesta etapa foram estabelecidos os critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem e busca na literatura. Esta etapa está intimamente vinculada à anterior, uma vez que a abrangência do assunto determina o procedimento de amostragem. A amplitude do objetivo da revisão induz o revisor ao nível de seletividade a ser adotado na inclusão da literatura a ser considerada.

A base de dados selecionada para este estudo foi *Scientific Eletronic Library Online (SCIELO)*, optou-se por essa base por tratar-se de uma biblioteca eletrônica que abrange coleção selecionada de revistas científicas brasileiras.

As estratégias de busca foram montadas utilizando os descritores “agricultura de precisão” and “soja”. Os critérios de inclusão foram: artigos completos; disponíveis online; publicados em português ou inglês nos últimos dez anos (2010-2020), com estudos desenvolvidos na região sul do Brasil.

2.3 ETAPA 3: AVALIAÇÃO DOS DADOS

Nesta etapa foi fundamental determinar os procedimentos a serem empregados nos estudos avaliados a fim de encontrar evidências relevantes; identificar os dados potencialmente expressivos e as diferenças entre as pesquisas (COOPER, 1984). Também foram definidas as informações a serem extraídas dos estudos selecionados bem como sua categorização utilizando um instrumento para reunir e sintetizar as informações-chave.

As informações foram organizadas de maneira concisa, formando banco de dados de fácil acesso e manejo. Neste momento geralmente as informações devem abranger a amostra do estudo, os objetivos, a metodologia empregada, resultados e as principais conclusões de cada estudo (COOPER, 1984).

Nesta etapa foi realizada a leitura completa dos artigos, para organização dos dados será utilizado instrumento elaborado pelo autor, que se constitui em uma tabela com os seguintes itens: identificação do artigo, ano e periódico de publicação, local (país, estado e cidade) de realização, objetivos, atributos metodológicos, tecnologia da agricultura de precisão, principais resultados e conclusão. Esses elementos permitiram organizar e sintetizar as informações contidas nos artigos.

2.4 ETAPA 4: ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Nesta etapa, fundamentou-se os resultados da avaliação crítica dos estudos incluídos com comparação ao conhecimento teórico, a identificação de conclusões e implicações resultantes da revisão integrativa (COOPER, 1984). Neste estudo, os dados (agricultura de precisão na eficiência da cultura da soja no sul do Brasil) identificados nos artigos foram sintetizados e comparados. Após as evidências agrupadas e a identificação de lacunas foi possível apontar sugestões pertinentes para futuras pesquisas direcionadas a esta temática.

Realizou-se caracterização dos estudos e análise temática, iniciando pela leitura compreensiva dos textos, com intuito de obter visão do conjunto (MINAYO, 2012). Em seguida foi realizada leitura interpretativa buscando convergências e contrapondo subconjuntos, que resultarão em variadas unidades de significado. Como última etapa foram agrupadas as unidades de significado que representam pontos de conexão de diálogos elaboradas temas mais amplos (MINAYO, 2012).

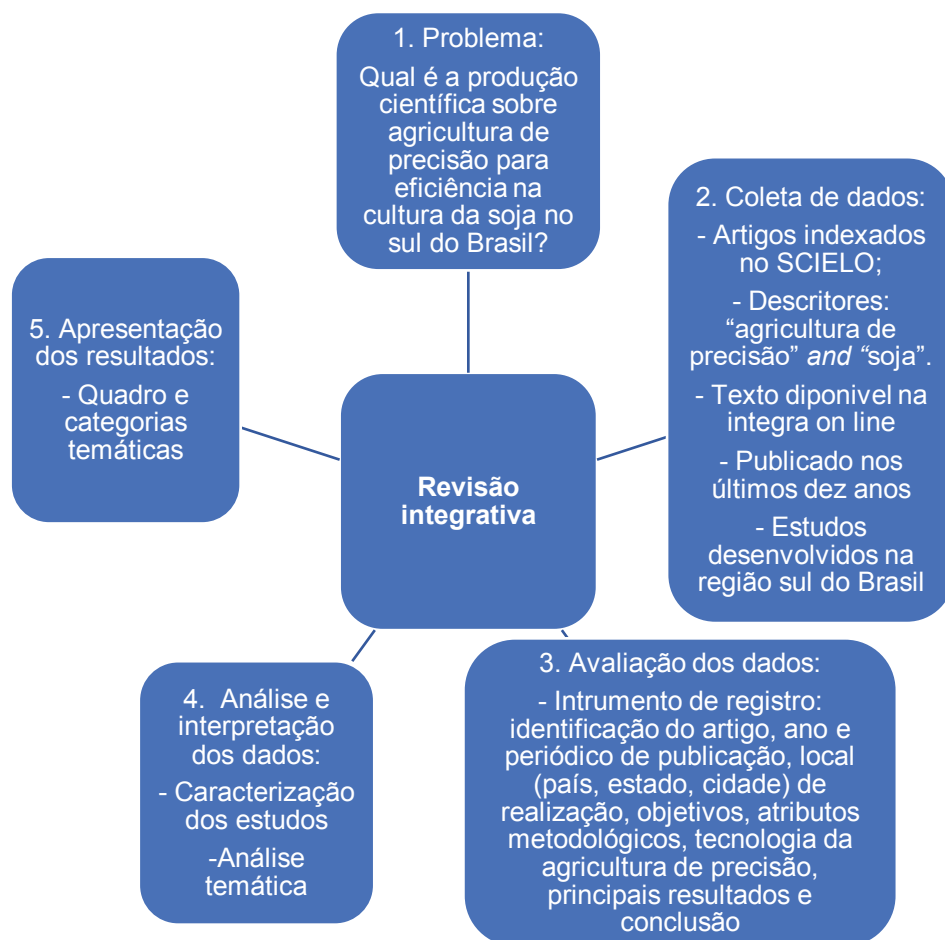
2.5 ETAPA 5: APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Não há modelos a serem seguidos para apresentação dos resultados da Revisão Integrativa (RI), porém, deve explicitar as possíveis lacunas e vieses da pesquisa (COOPER, 1989).

Nesta pesquisa, optou-se por apresentar os resultados inicialmente por meio de quadro com a caracterização dos artigos. A apresentação dos temas foi descritiva, realizada mediante processo de codificação. A reflexão sobre os dados se deu à luz da bibliografia relacionada a temática.

Para melhor entendimento e visualização da metodologia do TCC, apresenta-se a seguir a Figura 1 contendo o esquema explicativo da RI:

Figura 1: Esquema explicativo da Revisão Integrativa do TCC



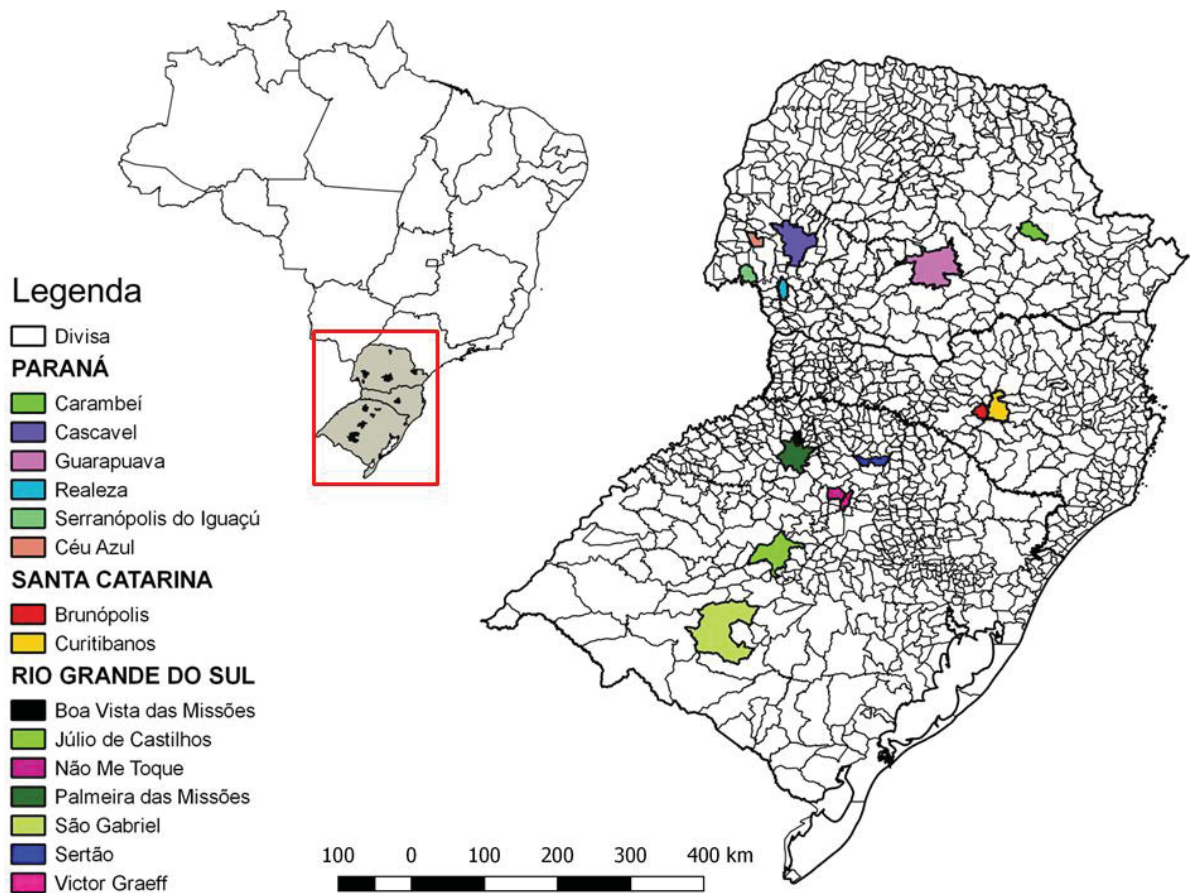
Fonte: autor, 2020

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS

Foram utilizados 19 artigos, publicados no período de 2011 a 2019, sendo três em 2011, três em 2012, dois em 2013, dois em 2014, dois em 2015, três em 2016, um em 2017, dois em 2018 e um em 2019. Com relação ao local de realização dos estudos, seis foram desenvolvidos no estado do Paraná (Céu Azul, Carambeí, Realeza, Guarapuava, Cascavel e Serranópolis do Iguaçu), dois em Santa Catarina (Curitibanos e Brunópolis), e 11 no Rio Grande do Sul (três em São Gabriel, dois em Boa Vista das Missões e Victor Graeff, um em Júlio de Castilhos, Palmeira das Missões, Sertão e Não Me Toque), conforme distribuição geográfica espacial da figura esquemática 1.

Figura 2: Distribuição geográfica espacial dos estudos emergentes da revisão integrativa da literatura.



Fonte: autor, 2020

Quanto aos objetivos, todos os estudos envolveram a produtividade da soja, sendo abordado: qualidade fisiológica das sementes da soja (três estudos), semeadura da soja (dois estudos), atributos químicos e físicos do solo (oito estudos), índices espectrais durante o crescimento da soja (um estudo), plantas daninhas (quatro estudos), controle de pragas (um estudo).

Em relação ao tipo do solo, as pesquisas foram desenvolvidas em: Latossolo, Cambissolo e Argisolo. Quanto ao tamanho das áreas de estudo, houve variação de 1,74 a 225 hectares, predominou o plantio direto (14 estudos - 73,68%) realizado a mais de dez anos (máximo de 25 anos), com rotação de culturas no verão e inverno: soja, trigo, aveia branca e preta, milho, cebola, alho, nabo e tremoço azul.

Todos os artigos foram desenvolvidos sob o tema agricultura de precisão, porém destacando as seguintes tecnologias:

- Artigo 1: Máquina semeadora cultivar TEC 5936 IPRO, germitest® sistema agropecuário SR-Campeiro 7, máquina semeadora.
- Artigo 2: Máquina semeadora STARA, monitor de colheita AF5 PRÓ 600, conectado a um HARVESTER Case IH 2388, software AFS Case 3.
- Artigo 3: Ceifeira debulhadora Axial-Flow 2399 equipado com sistema GPS
- Artigo 4: Receptor de sinal GPS.
- Artigo 5: Receptor GPS (GPSMap-Garmin®), programa Surfer, versão 10.
- Artigo 6: Máquina semeadora equipada com guilhotina do tipo lâmina e sistema de disco perfurado para distribuição das sementes (Semeato® Sun T 15). Sistema agropecuário CR-Campeiro 7.
- Artigo 7: Máquina semeadora adubadora SSM27 de arrasto, marca Semeato®. Trator New Holland®, modelo TM150, sistema de navegação guiado por piloto automático AgGPS EZ-Guide 500 da marca Trimble Navigation Limited®, GPS sistema normal e sinal corrigido XP.
- Artigo 8: Máquina semeadora cultivar TEC5936 IPRO.
- Artigo 9: GPS Garmin 76CSx, software Track Maquer PRO programa SDUM, software SURFER 8.0.
- Artigo 10: GPS Trimble Geo Explorer XT 2005 e software PathFinder, medidor eletrônico Facker PGL1020.

- Artigo 11: GPS, AutoCAD® e programa Track Mecker Pro®, ferramenta TABCROSS do programa IDRISI TAIGA, programa Surfer.
- Artigo 12: GPS de navegação portátil marca Garmin®, modelo Legend, programa computacional CR-Campeiro 7.
- Artigo 13: Máquina colhedora Massey Ferguson, modelo MF34, equipada com sistema FieldStar, que congrega um conjunto de sensor de rendimento do tipo Micro-trak de duas hastes, cartão de armazenamento de dados PCMCIA e antena GPS, programa CR-Campeiro 7.
- Artigo 14: Pulverizador de mochila equipado com bicos de pulverização DG 8002, equipamento GreenSeeker™, imagem com fotografia digital câmera Canon A460, software Sigma Scan Pró 5, software ImageJ, ferramenta GreenSeeker™ Handheld Sensor Unit, programa JMP IN versão 4.
- Artigo 15: Colheitadeira MF 32 equipada com sistema FieldStar, equipamento Fox®, programa CR-Campeiro 5.
- Artigo 16: Testes propostos por Anderson Darling e Kolmogorov-Smirnov.
- Artigo 17: Germitest® sistema agropecuário CR-Campeiro 6.
- Artigo 18: Escarificador sitio específico FOX®-Stara, equipamento para tratamento escarificador convencional JUMBO®, trator com monitor FALCON 3500 e programa computacional com arquivos VRC e antena receptora DGPS (TRONICK), colhedora MF 32 equipada com sistema GPS, FieldStar® e sensor de produtividade.
- Artigo 19: GPS software CR-Campeiro 7, software FALKER MAP PLUS.

O quadro 1 (em apêndice) demonstra detalhadamente a caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa.

3.2 TEMAS SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA EFICIÊNCIA NA CULTURA DA SOJA NO SUL DO BRASIL

A discussão a seguir será permeada pelos 19 artigos oriundos da revisão integrativa, que compõe o corpus de análise envolvendo as temáticas: 1) Qualidade fisiológica das sementes de soja, 2) Semeadura da soja, 3) Atributos químicos e físicos do solo, 4) Índices espectrais durante o crescimento da soja, 5) Plantas daninhas e 6) Controle de pragas.

3.2.1 Qualidade fisiológica das sementes de soja

Na produtividade da soja, a qualidade das sementes desempenha um papel fundamental, sementes de maior qualidade tendem a gerar campos mais produtivos, nesta área um dos problemas é o armazenamento com deterioração das sementes. Estudo desenvolvido em São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil, identificou a distribuição espacial da qualidade fisiológica das sementes de soja durante o armazenamento (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

Os valores médios de germinação em papel e emergência de mudas na areia foram superiores a 90%, com coeficiente de variação inferior a 2,5%. O envelhecimento acelerado médio em 48 horas foi de 94% e em 72 horas foi de 91,51%, indicando que as sementes de soja eram de alta qualidade fisiológica (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

No estudo de VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI (2019) o grau de dependência espacial das variáveis foi moderado com 43,76 para germinação aos 180 dias e 63,85 para germinação ao zero dias. A análise dos resultados obtidos para germinação, primeira contagem de germinação, proteína, emergência e envelhecimento acelerado ao longo de 48 e 72 horas demonstrou que o espaçamento de ponto usados na grade de amostragem, com um ponto por hectare, foi eficaz para obter amostras representativas e para estimar a qualidade e a produtividade das sementes.

A avaliação do potencial fisiológico das sementes por interpolação das variáveis do mapa de distribuição espacial contou primeiro a germinação, o teor de proteínas, a emergência, o envelhecimento acelerado por 48 horas e a germinação durante o armazenamento apresentando diferenciação acentuada na área de produção (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

Os mapas relacionados a variável de germinação da área de produção foram fixados em 0 e 60 dias de armazenamento. Verificou-se que nas medidas de qualidade inicial, a variação na germinação era de baixa intensidade e, por tanto, havia apenas pequena região no mapa de germinação, onde a germinação foi fortemente influenciada pela localização. Entretanto, quando o mapa de germinação foi conferido aos 60 dias de armazenamento, houve aumento na heterogeneidade no comportamento da variável, resultando em maior distinção entre as regiões de coleta. A região onde o menor nível de germinação foi verificado nos 0 dias de

armazenamento apresentou maior variabilidade espacial (aumento da área) e intensidade aos 60 dias (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

O comportamento da variável germinação aos 120 e 180 dias de armazenamento foi semelhante ao observado na variável qualidade inicial. As regiões da área de produção que apresentaram menores índices de germinação apresentaram as menores qualidades de semente durante o armazenamento (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

O teor de proteína das sementes correlaciona-se negativamente com o nível de ataque de insetos nas sementes; no entanto, o teor de proteínas se correlaciona positivamente com vigor inicial das sementes obtidos no teste de envelhecimento acelerado (EA 48). O teor de proteína das sementes apresentou correlação significativa e positiva com as variáveis de qualidade fisiológica (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

A incidência de danos nas sementes causadas por percevejos mostrou correlação positiva e significativa com a ocorrência de danos devido a umidade. Esse fato se relaciona com a perfuração causada pela inserção do aparelho bucal do inseto que pode deixar a semente com maior exposição aos elementos (mudanças climáticas, principalmente variações da umidade) (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

A ocorrência de dano por percevejo mostrou correlação significativa e negativa com as variáveis da qualidade das sementes durante o armazenamento. Ressalta-se que o vigor analisado através do envelhecimento acelerado, apresentou correlação negativa com o nível de dano dos percevejos, e o vigor das mudas após o armazenamento apresentou correlação negativa com o nível de dano causado pelos ataques de percevejos. Maiores incidências de danos causados por percevejos tendem a coincidir com diminuição da força inicial e no nível de emergência das mudas após o armazenamento (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

A existência de heterogeneidade na área de produção com relação ao teor de proteínas, danos a umidade e ataque de percevejos pode resultar em um ambiente de armazenamento heterogêneo. Portanto em um determinado ambiente de armazenamento, haverá sementes com níveis mais altos de deterioração que outras. Sementes com níveis elevados de deterioração tendem a apresentar aumento na atividade respiratória, liberando mais CO_2 , e H_2O e de energia na forma

de calor para o ambiente de armazenamento. Essa reação compromete o potencial de armazenamento a médio e longo prazo das sementes de maior integridade resultando em sementes com menor potencial fisiológico (VERGARA, GAZOLLA-NETO, GADOTTI, 2019).

Outra pesquisa também desenvolvida em São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil, identificou e determinou a distribuição espacial da qualidade fisiológica das sementes de soja em um campo de produção por meio de técnicas de agricultura de precisão (GAZOLLA-NETO et al., 2015). A máquina semeadora cultivar TEC 5936 IPRO completou o ciclo em 115 dias, entre a emergência e a maturidade fisiológica e 123 dias entre a emergência e colheita, sendo as sementes colhidas com umidade média de 17% (GAZOLLA-NETO et al., 2015).

Os valores médios de germinação, viabilidade e emergência em campo foram superiores a 90%, com coeficiente de variação inferior a 1,74%. O grau de dependência espacial das variáveis apresentou dependência espacial moderada, com valores entre 48,98 para viabilidade pelo teste de tetrazólio e 59,97 para a emergência, exceto a velocidade de emergência, que atingiu 28,03 (GAZOLLA-NETO et al., 2015).

O potencial fisiológico das sementes pela interpolação dos mapas de distribuição espacial para as variáveis, germinação, emergência de plântulas, velocidade de emergência, viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio e envelhecimento acelerado apresentaram diferenciação dentro da área de produção, evidenciando desuniforme na qualidade fisiológica de sementes (GAZOLLA-NETO et al., 2015).

GAZOLLA-NETO et al. (2015), apontam que a variabilidade espacial das variáveis associada ao mapeamento georreferenciados proporcionou o mapeamento de regiões com sementes de alto e baixo vigor dentro do campo de produção. Sementes com baixo vigor causam redução na velocidade de emergência, uniformidade, emergência total, tamanho inicial das plântulas e estabelecimento de estandes adequados. Esses fatores podem reduzir o acúmulo de matéria seca e consequentemente a produtividade.

O pH do solo apresentou coeficiente de variação de 5,97%, com amplitude de valores entre 4 e 5,2 e média de 4,67, condição de pH inferior a faixa recomendada para cultura da soja. Os valores recomendados de pH para soja situam-se entre 5,5 e 6, pois nestas condições ocorrem a neutralização do alumínio

toxico, a eliminação da toxidez de manganês, o melhor aproveitamento dos nutrientes do solo, e condições adequadas para processos naturais, como a liberação de nutrientes contidos na matéria orgânica e a fixação de nitrogênio atmosférico (GAZOLLA-NETO et al., 2015).

No estudo verificou-se correlação entre atributos químicos do solo e potencial fisiológico de sementes. A germinação, a emergência e a viabilidade pelo teste de tetrazólio apresentaram correlação negativa com o pH do solo (GAZOLLA-NETO et al., 2015). A utilização de técnicas da agricultura de precisão pode determinar a distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes na área de produção, facilitando a tomada de decisão sobre áreas a serem colhidas (GAZOLLA-NETO et al., 2015).

Pesquisa desenvolvida em Não me Toque, Rio Grande do Sul, Brasil, avaliou a variabilidade espacial da produtividade e da qualidade de sementes de soja no campo de produção, usando ferramentas de agricultura de precisão (MATTIONE, SCHUCH, VILLELA, 2011). O ciclo de cultura da soja foi de 111 dias entre a emergência e a maturidade fisiológica e 115 dias entre a emergência e a colheita das sementes, sendo estas colhidas com umidade média de 15,5%. O desenvolvimento e a produção apresentaram variabilidade espacial de acordo com o comportamento das propriedades físicas ou químicas do solo (MATTIONE, SCHUCH, VILLELA, 2011).

Para os autores *op cit.* o mapa de produtividade é uma ferramenta importante para tomada de decisão e análise de desempenho agrícola, além de ser alternativa mais completa e moderna para gerenciar a variabilidade espacial de lavouras, orientando práticas de manejo. Verificou-se variabilidade espacial da percentagem de sementes em cada peneira avaliada, com alto coeficiente de variação para as peneiras 5,5 e 7,5 mm e baixa para peneira 6,5 mm. Deste modo houve maior produção das sementes classificadas na peneira 6,5 (79,2%) tendo, porém, zonas produzindo 54% e outras 85%.

As sementes produzidas na área deste estudo apresentaram germinação média de 80% (variação entre 61% e 93%). Já os testes de primeira contagem e envelhecimento acelerado indicaram coeficiente de variação de 13,24% e 19,01% respectivamente, evidenciando que o vigor apresenta maior sensibilidade as variações ambientais, quando comparado a viabilidade das sementes (MATTIONE, SCHUCH, VILLELA, 2011).

MATTIONE, SCHUCH, VILLELA, (2011) verificaram que os testes de vigor apresentaram valores mínimos de 37% e 30%, máximos de 75% e 89% e médios de 57% e 62% para os testes de primeira contagem e envelhecimento acelerado, respectivamente. Os testes de vigor permitem melhor diagnóstico da qualidade fisiológica das sementes, pois há maior sensibilidade no diagnóstico de sua deterioração. O estudo da variabilidade espacial e mapeamento possibilita distinguir com maior precisão as regiões do campo de produção que possuem sementes de qualidade superior.

A viabilidade das sementes estimada pelo teste de emergência de plântulas foi semelhante ao teste de germinação. A análise dos semivariograma permite inferir que o grid de amostragem de um ponto por hectare foi eficiente para obtenção de amostras representativas e estimação da qualidade das sementes e produtividade. Os alcances obtidos para as variáveis de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, emergência e produtividade, foram de 700, 700, 400, 200, e 300 m, respectivamente. Com a utilização do grid de 1 ponto por hectare, com distância de 100 m entre cada ponto permite a geração de mapas de interpolação, além de inferências da variabilidade espacial dos fatores estudados (MATTIONE, SCHUCH, VILLELA, 2011).

3.2.2. Semeadura da soja

CAMICIA et al. (2018), pesquisaram na cidade de Céu Azul, no oeste do estado do Paraná o rendimento da safra de soja com aplicação das densidades 171.200, 214.000 e 257.000 plantas ha^{-1} espaçadas entre linhas de 0,70 m em MZs pré-estabelecidas em uma área agrícola. Verificou-se comparativamente, nos anos agrícolas 2011/2012 e 2012/2013, quando aplicadas em média 257.000 ha^{-1} plantas nessa área, a produção foi de 2,44 e 3,93 t ha^{-1} , respectivamente (CAMICIA et al., 2018).

Os autores apontam que os valores de produtividade da soja (2015/2016) na MZ1 foram de 3,39 t ha^{-1} , com 3,43 e 3,36 t ha^{-1} para plantas de 15 e 18 m^{-1} , respectivamente. Na safra 2017/2018 a produção em MZ1 foi de 3,18 t ha^{-1} , 3,14 e 3,21 t ha^{-1} para 12 e 15 plantas m^{-1} , com diferença de aproximadamente 0,07 t ha^{-1} . A média de MZ2 foi de 3,30 e 3,11 t ha^{-1} de soja para 2016 e 2018, respectivamente. Nesta região houve maior produção com densidade de 18 plantas m^{-1} (média 3,31 t ha^{-1}), em quanto a densidade de 15 plantas m^{-1} apresentou produtividade de 3,30 t

ha⁻¹ no primeiro ano de estudo. Porém, no segundo ano de pesquisa, foram produzidas 15 plantas m⁻¹ (3,20 t ha⁻¹), de 12 plantas m⁻¹ (3,03 t ha⁻¹). Desta forma as parcelas com maior produtividade para soja foram 12,11 e 3 com 3,51 (17/18), 3,50 (15/16) e 3,48 (15/16) t ha⁻¹, respectivamente, seguidas das parcelas 1, 4, 8 e 13, com 3,45, 3,41 e 3,40 t ha⁻¹ (relacionadas a 15/16) (CAMICIA et al., 2018).

Os mapas de produtividade da safra de soja foram construídos alinhados nos resultados obtidos com aplicação de densidades 15 e 18 plantas m⁻¹ (safra 2015/2016) e aplicação de 12 e 15 plantas m⁻¹ (colheita 2017/2018). Estes mapas foram obtidos com aplicação de 5 classes de cores para demonstrar as zonas de produtividade. Os valores de maior e menor densidade de semeadura apresentaram variação, sendo que no mapa houve diferença de produtividade (55% da área apresentou valores negativos, indicando maior produtividade quando usado a densidade de semeadura de 15 plantas m⁻¹), a produção aumentou em 45% da área com maior densidade de semeadura (CAMICIA et al., 2018).

Em relação a análise econômica não houve diferença significativa entre os MZs, indicando a semeadura em taxa constante para toda a área. No caso da soja, uma população de 171.200 plantas ha⁻¹ exigiria 505 kg de leguminosa com custo de R\$ 188.311ha⁻¹. Seriam necessários 630 kg de soja para uma população de 214.000 ha⁻¹ de plantas, com custo de R\$ 223,90 ha⁻¹ (2015/2016) e R\$ 235,16 ha⁻¹ (2017/2018), uma população de 257.000 plantas ha⁻¹ precisaria de 758 kg de sementes de soja a um custo e R\$ 268,97 ha⁻¹. O estudo apontou diminuição da produtividade com aumento da densidade de sementes de soja na safra 2015/2016 (equivalente a perda de R\$ 20,00 ha⁻¹) e aumento de 12% na aquisição de sementes para implantação da população de 18 plantas m⁻¹ em toda área de plantio (R\$ 45,07 ha⁻¹). A aplicação de 12 a 15 plantas m⁻¹ gerou custo de R\$ 47,03 para aplicação da maior densidade e causou aumento na receita final de R\$ 115,50 ha⁻¹, resultando em substancial aumento populacional (CAMICIA et al., 2018). A diminuição da produtividade tem relação com a qualidade do solo como fator de interferência.

Outra pesquisa desenvolvida por GARCIA et al (2016), em Carambeí, Paraná, Brasil, avaliou o tempo de manobra durante a semeadura da soja com e sem piloto automático. O tempo de manobra com piloto automático foi significativamente menor do que o tempo de manobra convencional. Este achado deve-se ao fato do trator precisar percorrer uma distância menor para realizar toda manobra e iniciar outra passada (piloto automático). O tempo médio para manobra

no sistema com auxílio de GPS e piloto automático foi de 27,1 segundos, no sistema convencional (sem auxílio do sistema de navegação), o tempo médio foi de 52,9 segundos por manobra. Deste modo a economia média por manobra foi 48,7% quando utilizado o auxílio do sistema de navegação e pilotagem. Esses dados evidenciam a eficiência do piloto automático no auxílio de manobras e na delimitação de faixas de semeadura.

Em áreas com linha de semeadura de maior comprimento, o tempo de manobra nas extremidades tem influência reduzida, entretanto na faixa de semeadura de 800 metros há economia de tempo de 7,6%. A economia relativa de tempo e de custos na semeadura está embasada em estimativa da capacidade operacional da máquina semear $2,5 \text{ ha h}^{-1}$, obtida pela faixa de semeadura de 4,95 m; com velocidade de $5,0 \text{ km h}^{-1}$. Afirma-se, com base nesses dados, que quanto maior o tamanho da passada, menor é a economia gerada pelo sistema de navegação, pois quanto maior a distância menos representativa torna-se o tempo despendido durante a manobra na extremidade da área (GARCIA et al., 2016).

Na passada de 50 m, a máquina demora 25 segundos para percorrer a distância, com velocidade média de $5,0 \text{ km h}^{-1}$. Entretanto somente o tempo de manobra convencional (sem ajuda do equipamento de navegação) é aproximadamente 50 segundos. No caso da passada de 800 m a máquina demora 400 segundos para percorrer a distância, sendo que o tempo de manobra convencional continua sendo 50 segundos. Deste modo mesmo adotando o comprimento de passada de 800 m o resultado é positivo com sistema de navegação, gerando economia de 7,6%, aproximadamente $4,15 \text{ R\$ ha}^{-1}$. A adoção do piloto automático é economicamente viável mesmo em áreas com reduzido tempo de manobra (GARCIA et al., 2016).

3.2.3 Atributos químicos e físicos do solo

Estudo desenvolvido no município de Boa Vista das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil, identificou os atributos químicos e físicos do solo restringindo a produtividade de grãos em Latossolo sob o sistema de plantio direto, utilizando amostragem direcionada do solo, que apontou efeito simples significativo para as zonas e profundidades do solo para a maioria dos atributos avaliados. No campo I, Potencial Hidrogeniônico (pH), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) e vanádio (V) diferiram significativamente entre as três zonas e rendimento. Considerando as oito

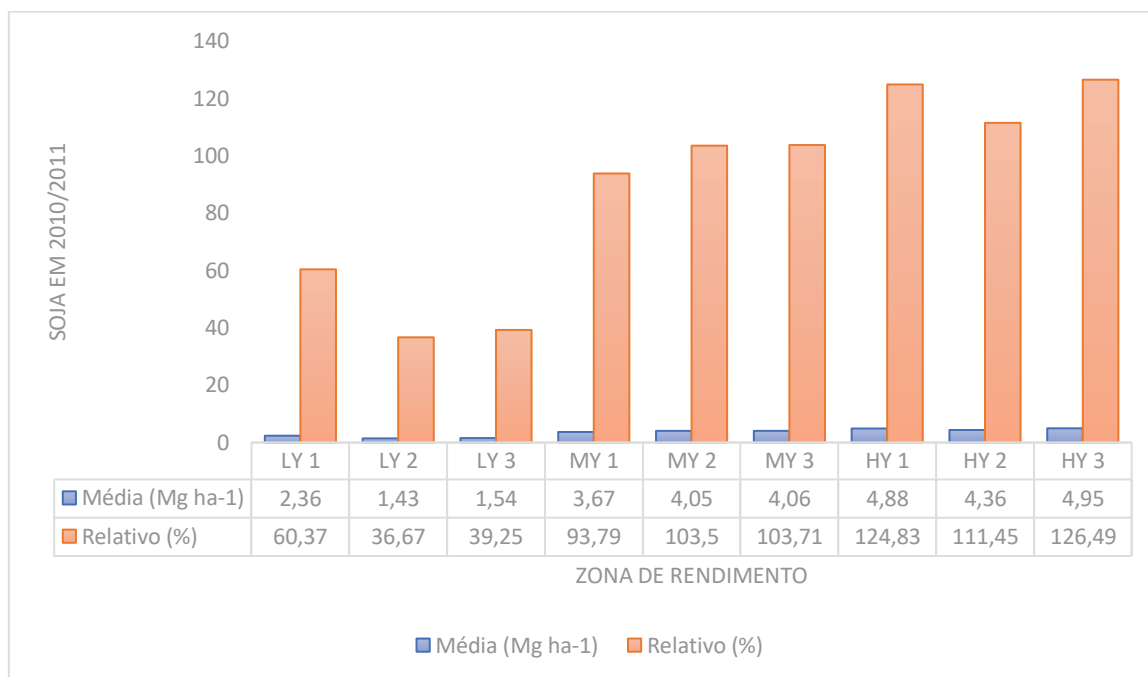
profundidades analisadas, os valores médios de pH foram 5,7, 5,7 e 5,3 para as zonas baixa, média e alta produtividade, respectivamente. Os maiores teores de Mg foram encontrados na média produtividade, seguidos pela zona baixa e alta produtividade. Devido ao maior teor de Al na alta produtividade, o V médio em 0,0-0,40 m também diferiu significativamente entre as três zonas e rendimento, sendo maior na média e na zona baixa do que na alta produtividade. No campo II, pH, potássio (K), cálcio (Ca) e Mg foram os atributos que variaram entre as três zonas e rendimento. O pH médio mais alto foi observado na média produtividade, enquanto o K foi maior na baixa produtividade (CORASSA et al., 2018).

Os autores *op cit*, identificaram que todos os atributos, exceto o pH, variaram significativamente de acordo com as profundidades avaliadas do solo no campo I. No campo II, pH, Al e V não foram afetados pelas diferentes profundidades. As três zonas e rendimento interagiram significativamente com as profundidades do solo para alguns atributos do solo. No campo I, a matéria orgânica do solo foi maior para alta produtividade em todos os estratos avaliados, mas apresentou distribuições verticais semelhantes para a média e baixa produtividade.

Resultados semelhantes foram encontrados por CORASSA et al (2018) para a capacidade de troca catiônica em potencial, onde os maiores valores para a alta produtividade, em comparação com as zonas de baixa produtividade, aumentaram com o aumento da profundidade do solo. Considerando as camadas intermediárias de 0,00-0,05, 0,20-0,25 e 0,35-0,40 m, a matéria orgânica do solo foi 20, 19 e 34% maior na alta produtividade do que na baixa produtividade, respectivamente. No campo II, os valores médios da matéria orgânica do solo foram semelhantes entre as três zonas e rendimento, até a profundidade de 0,15m. No entanto, abaixo dessa profundidade, esses valores foram maiores na alta produtividade. Para a camada de 0,35-0,40 m, a alta produtividade apresentou 54% mais matéria orgânica do solo do que a baixa produtividade. Esses resultados destacam a importância de considerar camadas mais profundas do solo para análise química no sistema de plantio direto (CORASSA et al., 2018).

Verifica-se no gráfico 1 abaixo, a produção da safra de soja 2010/2011, no estudo de CORASSA et. al (2018), com informações sobre os pontos de amostragem do solo para cada zona de produção (LY - baixo rendimento; MY – rendimento médio; HY – alto rendimento), no campo II.

Gráfico 1: produção de soja nos pontos de amostragem do solo para cada zona de produção no campo II



Fonte: CORASSA et al (2018)

Percebe-se no gráfico acima, que o baixo rendimento da cultura está associado à baixa capacidade potencial de troca catiônica, baixo teor de fósforo e matéria orgânica e alto teor de argila nos Latossolos sob o sistema de plantio direto. A matéria orgânica do solo em maiores profundidades é um indicador de zonas de alto rendimento. A amostragem do solo, considerando dados históricos de produção, permite identificar atributos químicos que restringem a produção de grãos e pode orientar intervenções mais específicas do local, além de alto nível de detalhe permite identificar os fatores responsáveis por impulsionar o desempenho da colheita nos campos. Considerando os atributos avaliados no presente estudo, as intervenções específicas do local, utilizando culturas de cobertura com sistema radicular agressivo e com aumento da produção de palha, são uma alternativa ao baixo rendimento e podem ser utilizadas em conjunto com intervenções químicas. Além disso, a adoção de planejamento inteligente de rotação de culturas considerando as zonas deve ser investigada em estudos futuros (CORASSA et al., 2018).

Outra pesquisa desenvolvida no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil, avaliou a dependência espacial entre as propriedades químicas do solo e

os componentes de produção de sementes de soja por meio de técnicas de agricultura de precisão. Foram determinadas medidas descritivas para as propriedades químicas do solo (matéria orgânica, pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, manganês e zinco) e para os componentes do rendimento (produtividade, peso de 1000 sementes e número de sementes). Entre as propriedades químicas do solo, o coeficiente de variação (CV) apresentou valores para as variáveis estudadas de 5,96 a 102% para pH do solo e fósforo disponível, e de 15,93 e 72,65% para matéria orgânica e potássio, respectivamente (GAZOLLA NETO et al., 2016).

Na caracterização das propriedades químicas do solo, a faixa mais baixa foi identificada para o pH do solo, classificado como muito baixo, com valor mínimo de 4,00, máximo de 5,10, média de 4,67 e coeficiente de pH, com variação de 5,96%. Os valores recomendados para essa variável na safra de soja estão na faixa de 5,50 a 6,00 e, quando nessas condições, deve ocorrer o seguinte: a) a neutralização do alumínio tóxico; b) a eliminação da toxicidade do manganês; c) melhor aproveitamento dos nutrientes do solo; d) condições adequadas para processos naturais, como liberação de nutrientes presentes na matéria orgânica e fixação de nitrogênio atmosférico. O rendimento médio na área de produção foi de 2.964,6 kg ha⁻¹, variando de 2.006 a 3.456 kg ha⁻¹ com magnitude de 1.450 kg ha⁻¹, porém com baixo coeficiente de variação (9,86%) (GAZOLLA NETO et al., 2016).

GAZOLLA NETO et al. (2016) verificaram coeficiente de variação de 3,29% para o peso de 1000 sementes, o menor índice entre as variáveis estudadas, com valores mínimo e máximo de 181,76 e 209,52 g, respectivamente. A variabilidade reduzida pode ser vista na distribuição espacial da variável. Os coeficientes de assimetria e curtose foram diferentes de zero para todas as variáveis testadas. A assimetria foi negativa para matéria orgânica, pH, produtividade, peso de mil sementes e número de sementes. No entanto, a curtose apresentou valores negativos para matéria orgânica, cálcio, magnésio, manganês e peso de mil sementes. A análise de correlação linear de Pearson para as propriedades químicas do solo e os componentes de produção da semente não mostraram correlação entre as variáveis do estudo.

A distribuição espacial das propriedades químicas do solo e dos componentes de produção foi estabelecida pela análise dos semivariogramas e seus componentes, deste modo foram encontradas variações significativas no intervalo de

dependência espacial para todas as variáveis, com valores variando de 200 a 700 m. O intervalo indica o limite de dependência espacial de uma variável, de modo que as determinações feitas a distâncias maiores que esse valor terão distribuição espacial aleatória e, portanto, são independentes e podem ser aplicadas à estatística clássica. Além disso, as determinações feitas a distâncias menores serão correlacionadas, permitindo interpolações a distâncias inferiores às amostradas (GAZOLLA NETO et al., 2016).

Ao analisar os parâmetros dos semivariogramas, GAZOLLA NETO et al., (2016) verificaram que todas as variáveis se enquadram no modelo esférico. Entre as propriedades químicas do solo, o coeficiente de determinação (R^2) ficou entre 0,728 para fósforo e 0,997 para pH. Para os componentes de produção, a variação observada foi de 0,988 para número de sementes a 0,994 para produtividade. Valores superiores a 0,728 para propriedades do solo e 0,988 para componentes de rendimento mostram, respectivamente, que 72,8% e 98,8% da variabilidade encontrada nos valores para semivariância estimada podem ser explicados pelos modelos ajustados. Os valores para o efeito pepita (C_0) e peitoril ($C_0 + C_j$) apresentaram uma faixa de destruição notável, de 0,006 a 33.549,24 e 0,012 a 89.313,37, respectivamente. O efeito pepita, um parâmetro importante do semivariograma, é uma indicação de variabilidade inexplicada, considerando a distância de amostragem utilizada. Quanto maior a diferença entre o efeito pepita e o peitoril do semivariograma, maior será a continuidade do fenômeno, e menor a variação da estimativa ou maior a confiança a ter nessa estimativa. O coeficiente de efeito pepita (E%) apresentou valores mínimos e máximos de 30,79% e 52,37%.

Pesquisa desenvolvida em Serranópolis do Iguaçu, Paraná, Brasil, viabilizou o uso da tecnologia da agricultura de precisão e avaliou aspectos que podem influenciar no processo de nutrição da soja. Os atributos P, K e Zinco (Zn) foram classificados como heterocedástico ($CV > 30\%$) e Fe, resistência à penetração do solo de 0 a 10 cm (SPR_0_10) e areia como CV alto. Para outros atributos, apenas o pH pode ser classificado como homoscedástico. Ca, Carbono (C), Cobre (Cu), Hidrogênio (H) + Al, Mg, Mn, produtividade, resistência à penetração do solo de 10 a 20 cm (SPR1020), de 20 a 30 cm (SPR2030) e resistência média à penetração do solo (SPRAVG030) (MPa), umidade, silte e argila foram classificados com CV moderado. Cu, P, K e Zn apresentaram assimetria positiva, assimetria negativa de silte e outros atributos, distribuição simétrica. Somente C e RPS médio

apresentaram curtose classificada como platicúrtica e Cu, P, K e Zn foram classificados como leptocúrticos. Somente o atributo P não mostrou distribuição normal. Para a química do solo, os atributos Ca, Cu, Mg e Mn apresentaram alta disponibilidade em toda a área. C e Ferro (Fe) apresentaram baixa disponibilidade no ponto de amostragem, mas na maioria dos pontos de amostragem (93% e 96,5%, respectivamente) podem ser classificados como disponibilidade média. O Zn também apresentou nível médio em 84,2% das amostras (BAZZI et al., 2013).

Estudo realizado no município de Guarapuava, Paraná, Brasil, estabeleceu densidade amostral para precisão nos mapas de atributos químicos gerados sobre diferentes densidades amostrais, em duas profundidades e, sua implicação prática na recomendação de adubação e calagem para a cultura da soja. Para todos os atributos as densidades amostrais maiores apresentaram maior número de classes e a medida em que a densidade amostral decresce, as classes mais extremas perdem representação ou desaparecem. O conhecimento detalhado da propriedade, primado na agricultura de precisão, sofre depreciação com a redução dos valores e classes que representam as porções do terreno. Nos mapas as classes que ocupam porções menores do terreno são envolvidas por classes mais abundantes e deixam de existir perdendo representatividade quando a densidade amostral diminui, comportamento identificado para o pH (CAON, GENÚ, 2013).

O decréscimo da exatidão global a medida em que a densidade amostral reduz é verificado na profundidade de 0-10cm (média geral de exatidão para a densidade de uma amostra a cada 1/2ha é de 82,1%, variando de 75,4 até 88,3%, passando para média 69,8% na densidade de uma amostra por hectare e 62,6% para uma amostra 2ha chegando, a média de 56,2% na menor densidade equivalente a uma amostra a cada 4ha, com variação de 47,3 até 65,8%). Na profundidade de 0-20cm os índices são semelhantes aos da profundidade 0-10cm e apresentam valores de exatidão global médios próximos e pouco superiores (CAON, GENÚ, 2013).

CAON, GENÚ (2013) identificaram que na densidade amostral de 1 ha os atributos apresentaram boa qualidade de exatidão em relação aos mapas gerados com maior densidade amostral. As amostras de 2 e 4 ha apresentaram qualidade razoável a ruim, sendo ineficientes para utilização na agricultura de precisão. Visto que está presa pela qualidade de representação das características do campo. A densidade amostral maior corresponde mais fortemente a realidade encontrada no

campo, sendo necessários mapas de dados com boa qualidade de exatidão para sua utilização. É possível atrelar a densidade amostral de uma amostra por hectare, e a suficiência de qualidade para uso na agricultura de precisão. Deste modo a densidade e uma amostra por hectare é recomendada na elaboração de mapas de atributos químicos do solo.

Nas duas profundidades (0-10 e 0-20cm) quando comparadas as necessidades de calagem utilizando agricultura de precisão e o método convencional baseado na média as diferenças das necessidades de calagem no primeiro método não incluíram áreas com saturação de base superior a 70% e áreas com saturação menores receberam proporcionalmente a sua redução. Quando realizada a média total com base no cálculo (método convencional) as amostras superiores a 70% reduziram quanto a necessidade de calagem, acarretando em diminuição da quantidade de corretivos. O aumento da necessidade de calagem na agricultura de precisão é resultado da alta fertilidade do solo, com grande parte dos resultados obtidos pelo detalhamento com amostragem georreferenciada. A agricultura de precisão utiliza, de forma mais eficiente a quantidade de calcário e fertilizantes do que a agricultura convencional (CAON, GENÚ, 2013).

Estudo realizado por SANTI et al (2012), no município de Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil, com objetivo de avaliar, por meio da análise dos componentes principais, a redução da dimensionalidade de atributos químicos e físicos do solo para a compreensão da variabilidade espacial e temporal da produtividade de cultura de grãos. O histórico de produtividade envolveu seis eventos de colheita de culturas de grãos. Para a cultura da soja, safra 2000/2001, o total de pontos armazenados e considerados na elaboração do mapa temático foi de 22.871. A produtividade de grãos real alta foi de 4.860 kg ha⁻¹, a produtividade de grãos real média de 3.180 kg ha⁻¹ e a produtividade de grãos real baixa de 1.980 kg ha⁻¹, com desvio padrão de 480 kg e coeficiente de variação de 16,20%. Na safra 2002/2003, foram considerados 9.250 pontos, a produtividade de grãos real alta foi de 4.980 kg ha⁻¹, a produtividade de grãos real média de 3.240 kg ha⁻¹ e a produtividade de grãos real baixa de 1.800 kg ha⁻¹, com desvio padrão de 1.800 kg ha⁻¹ e coeficiente de variação de 20,62%. Na safra 2003/2004, foram considerados 8.943 pontos, e a produtividade de grãos real alta foi de 3.780 kg ha⁻¹, a produtividade de grãos real média de 2.220 kg ha⁻¹ e a produtividade de grãos real baixa de 720 kg ha⁻¹, com desvio padrão de 600 kg ha⁻¹ e coeficiente de variação de

18,73%. Estes resultados são indicativos de que houve variação espacial na produtividade de grãos na área experimental, porém com coeficiente de variação inferior a 30%.

A área estudada apresentou solo com alta fertilidade, com exceção do P, que apresentou níveis limitantes ao desenvolvimento de plantas, especialmente na camada mais profunda (0,10-0,20 m); os teores de Ca, Mg, e K apresentaram níveis altos nas camadas superficiais, afetando a produtividade da cultura. Em relação aos atributos físicos apresentou textura argilosa, com valores de densidade e resistência a penetração, nas camadas mais profundas, passíveis de causar limitação da infiltração de água e do desenvolvimento radicular das culturas (SANTI et al., 2012).

SANTI et al (2012), defende que os atributos químicos do solo (32 variáveis) foram agrupados em cinco fatores, e o ajuste do modelo foi capaz de explicar 99.24% das variâncias com alto valores maiores que 1. Quanto aos indicadores físicos a macroporosidade na camada de 0,05-0,10 m, a infiltração de água no solo, a densidade do solo na camada de 0,10-0,20 m, os agregados na classe >4,76mm, e a resistência do solo na penetração, nas camadas de 0,25-0,30, 0,30-0,35, 0,35-0,40, 0,40-0,45 e 0,45-0,50 m explicaram 88,71% do primeiro componente principal. A infiltração da água foi o caráter individual mais importante.

A análise de componentes principais dos atributos químicos e físicos do solo é estratégia eficiente para explicar a variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas de grãos em áreas cultivadas sobre manejo sitio específico do solo. Entre as variáveis químicas e físicas do solo, o desbalanço de bases e a limitação de infiltração da água, respectivamente, são as que mais limitam a produtividade. Na agricultura de precisão, dificilmente uma única variável conseguirá explicar, isoladamente, a variabilidade espacial da produtividade de grãos da soja. O cruzamento de variáveis químicas e físicas é importante, o uso da técnica de redução de variáveis pode selecionar os principais componentes, para identificar e interpretar a distribuição das variáveis mais relevantes (SANTI et al., 2012).

Os autores de um estudo desenvolvido em Victor Graeff, Rio Grande do Sul, Brasil, avaliaram a eficiência das escarificações sitio específicas e convencionais quanto a melhoria dos atributos físicos para manutenção da cobertura do solo e rendimento da soja. A caracterização dos atributos físicos do solo foi feita em zonas de rendimento estabelecidas a partir de três mapas de colheita sobrepostos. A densidade do solo, com exceção da camada de 0,15-0,20 m, foi semelhante entre as

zonas de rendimento. A porosidade total foi um atributo mais sensível às zonas de rendimento, sendo a zonas de baixo rendimento inferior a zonas de alto rendimento na maioria das camadas investigadas, com exceção da primeira e da profundidade de 0-20 cm (GIRARDELLO et al., 2011).

Quanto à macroporosidade, GIRARDELLO et al (2011) as zonas de rendimento não apresentaram diferenças, em parte devido ao elevado coeficiente de variação e à imprecisão experimental para esse atributo. À exceção da primeira camada amostrada, todas as demais apresentaram valores de macroporosidade abaixo dos estabelecidos como críticos ($< 0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Os valores de macroporosidade observados são considerados limitantes à infiltração de água e ao adequado suprimento de oxigênio às raízes. No que se refere à microporosidade, constatou-se, nas profundidades de 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m, que os valores da zona de médio rendimento e zona de alto rendimento foram superiores aos da zona de baixo rendimento.

A zona de baixo rendimento apresentou qualidade física do solo inferior, expressa pela densidade do solo e porosidade total superior e inferior, respectivamente, aos valores críticos na profundidade de 0,15-0,20 m, condicionando baixa infiltração de água no solo. Nos tratamentos com escarificador convencional e sítio-específico à taxa variada, o aumento na infiltração de água no solo foi quatro vezes superior em relação ao controle. No entanto, esse efeito positivo da escarificação mecânica foi temporário, sendo anulado sete meses após a operação do solo. Sob elevada precipitação durante o ciclo da cultura e estado moderado de compactação do solo, a alteração na qualidade física proporcionada pela escarificação mecânica não influenciou o rendimento da soja em relação ao controle. Na comparação dos escarificadores, o sítio-específico à taxa variada destacou-se por apresentar 40 % a mais de cobertura do solo remanescente e proporcionar 12 % de incremento no rendimento de soja, em relação ao convencional. Esses resultados sustentam que o escarificador sítio específico pode ser uma alternativa eficiente em relação ao escarificador convencional para o sistema de plantio direto (GIRARDELLO et al., 2011).

Pesquisa desenvolvida em Cascavel, Paraná Brasil, analisou duas técnicas para definir zonas de manejo com base em mapas de produtividade de soja em uma área de produção gerenciada com fertilização química localizada e outra com fertilização química convencional. Os coeficientes de variação da produtividade da

soja com adubação localizada e adubação convencional apresentaram no mínimo 12% e 13% e no máximo 24% e 36%. A variabilidade foi menor nas parcelas com adubação localizada (SUSZEK et al., 2011).

Problemas com baixa produtividade podem estar relacionados aos períodos de seca ocorridos durante as fases de floração e enchimento dos grãos. Outro fator pode ser o controle de doenças na fase do crescimento vegetativo e a doença tardia, que apesar de realizado pode resultar na diminuição da capacidade fotossintética. Para os ambos sistemas de fertilização e métodos de padronização os modelos ajustados para semivariograma foram esféricos e exponenciais (SUSZEK et al., 2011).

Os dois métodos de definição de zonas de gerenciamento, usando produtividade normalizada e padronizada equivalente, mostraram-se eficazes, com semelhanças nos arranjos dos dados. A conformidade dos mapas para as zonas de manejo com parcelas sob fertilização convencional é razoável, sendo considerado boa para zonas de manejo com parcelas sob fertilização localizada (SUSZEK et al., 2011).

No experimento de GIARDELLO et al (2014), desenvolvido no Rio Grande do Sul, Brasil, os autores caracterizaram a variabilidade espacial da resistência a penetração em área sob plantio direto a longo prazo, investigando relação entre a resistência a penetração e a produtividade da soja, assim como avaliando a eficiência dos escarificadores mecânicos. A utilização de mapas temáticos da resistência da penetração e da produtividade da soja, por meio do sistema de informação geográfica, foi estratégia eficiente para determinar a espacialização de áreas com elevada resistência a penetração, subsidiando a intervenção localizada. O valor crítico de resistência a penetração dos Latossolo Vermelho foi de 3,0 MPa, induzindo decréscimo de 10% na produtividade da soja. A partir do valor crítico, pequenos incrementos na resistência a penetração ocasionou acentuado decréscimo na produtividade da soja, alcançando redução de 38% com 5,0 MPa. A escarificação mecânica não incrementou a produtividade de soja, em relação ao tratamento sem escarificação, em solo manejado sob sistema de plantio direto com resistência a penetração classificada como baixa/moderada e em condições de elevada precipitação (GIRARDELLO et al., 2014).

3.2.4 Índices espectrais durante o crescimento da soja

Pesquisa realizada na cidade de Curitiba, Santa Catarina, Brasil, estudou a variabilidade espacial da resposta espectral do dossel em função do estágio de desenvolvimento da cultura da soja, além de avaliar a correlação espacial entre índices de vegetação e produtividade de soja e delinear zonas de manejo estratificadas pelos atributos do solo a partir dos índices espectrais dos valores do dossel e da altimetria da soja. Os três estágios de crescimento das culturas apresentaram comportamento semelhantes, divergindo nos picos de refletância, principalmente nos comprimentos de ondas 550nm (verde) e 750nm (próximo ao infravermelho). A refletância na faixa verde é influenciada pelo teor de clorofila na planta, que absorve fortemente a radiação na região azul e vermelha para a fotossíntese, refletindo e transmitindo a luz verde restante. A banda do infravermelho é influenciada pela radiação eletromagnética da estrutura celular do mesófilo e dossel (KUIAWSKI et al., 2017).

Os valores de refletância foram utilizados para calcular os índices de vegetação, o que simplifica as variações de diferentes regiões do espectro eletromagnético em valores únicos. O maior coeficiente de variação foi de 25,16 para o índice de razão simples (soja no estágio V6), enquanto o menor foi de 1,28 para o índice de vegetação com diferença normalizada (soja no estágio R5). Os valores do coeficiente de variação foram baixos a moderados, indicando baixa dispersão de dados. O valor do índice de vegetação com diferença normalizada variou segundo o estágio de crescimento da cultura (KUIAWSKI et al., 2017).

A dependência espacial foi detectada no índice de razão simples e no índice de vegetação ajustada ao solo, quando a colheita estava no estágio V6, enquanto que em R5 e R5.5, todos os índices apresentaram dependência espacial. O índice de razão simples apresentou maior correlação positiva e significativa com rendimento da soja, quando medido no estágio V6. Verificou-se correlação negativa para os índices estimados quando a colheita estava no estágio R5,5. O índice de desempenho nebuloso e os valores de entropia de participação modificados, em função da organização dos valores de rendimento em duas, três, quatro e cinco zonas de referenciamento é obtido melhor organização quando valores desses índices são minimizados. Deste modo a organização em duas zonas é estratégia favorável para a área além de possibilitar que processos operacionais e mecanização sejam facilitados (KUIAWSKI et al., 2017).

A altimetria do terreno melhorou a organização espacial da colheita, pois sua variação está intimamente relacionada ao solo, condicionando suas propriedades físico-químicas. A altitude pode afetar o acúmulo de água e partículas. A variabilidade espacial do solo também pode influenciar parte das variações estimadas por índices espectrais e rendimento, contrastando os atributos químicos e granulométricos entre as zonas de manejo. Embora as áreas de manejo apresentem diferentes teores de argila, a discrepância entre elas não é suficiente para modificar as propriedades físico-químicas, dinâmicas dos nutrientes e consequentemente, rendimento da soja. Estas diferenças podem ocorrer devido ao desprendimento, transporte e sedimentação de partículas do solo (silte e argila) durante eventos erosivos, pois a segunda zona apresentou as porções mais baixas do terreno (KUIAWSKI et al., 2017).

3.2.5 Plantas daninhas

Estudo desenvolvido no município de Brunópolis, Santa Catarina, Brasil, utilizou técnicas geoestatísticas para mapear as espécies daninhas de cardo comum (*Sonchus oleraceus*), erva cidreira (*Conyza spp*) e maria-mole (*Senecio brasiliensis*), a fim de estudar sua dependência espacial em uma área de plantio direto durante duas estações agrícolas. Na safra 2013/2014 houve dependência espacial apenas para as ervas daninhas, as demais espécies de plantas daninhas não apresentaram dependência espacial, embora estivesse presente na área de estudo. A erva daninha com maior densidade populacional foi a de buva (*Conyza Bonariensis*), com média de 6,59 plantas m⁻². Esta espécie também apresentou maior coeficiente de variação, 53,73%, indicando grupos localizados (aglomerados) (BOTTEGA et al., 2016).

O modelo que melhor descreveu a variabilidade espacial das plantas de ervas daninhas foi o exponencial. O modelo esférico apresentou melhor ajuste a semivariância empírica para distribuição espacial em área sobre plantio direto. O mapeamento realizado 2013/2014 detectou área de 13,2 ha com infestação de plantas de ervas daninhas, valores acima do nível recomendado para controle (58,7% da área total). Simulando a aplicação de herbicida e considerando apenas as áreas delimitadas, haveria economia de 41,3%, equivalente a porcentagem da área onde o controle não seria realizado (BOTTEGA et al., 2016).

Os mapas indicativos das amostras para o cardo comum e maria-toupeira, na temporada 2013/2014 não demonstrou dependência espacial, sendo possível construir mapa indicativo para visualizar a ocorrência localizada destas plantas daninhas. O agrupamento maior de plantas de cardo comum são fortes indicativos de infestação futura e ocorrências dispersas para maria-mole, não caracterizam formação de aglomerados (BOTTEGA et al., 2016).

Na safra 2014/2015, nenhuma espécie estudada apresentou dependência espacial e não foram identificadas ervas daninhas na área. Esse fato pode ser explicado pela gerencia adotada na área durante a entressafra. Em vez de manter o solo em pousio durante o inverno, a aveia branca foi semeada como estratégia de manejo de plantas daninhas, utilizando 60 kg de sementes por hectare, o que favoreceu a plantação densa e uniforme. A ação aleopática de alguns genótipos da aveia é atribuída a capacidade de exsudar a escopoletina, produto secundário capaz de retardar o crescimento de outras plantas, sendo assim a associação entre formas de cultivo e controle químico é maneira eficiente de reduzir a infestação de plantas daninhas. A cobertura do solo no inverno, sem pastejo, promove controle de plantas daninhas, contribuindo para cultura de verão (BOTTEGA et al., 2016).

Outro estudo, desenvolvido na cidade de Realeza, Paraná, Brasil, verificou a distribuição espacial de plantas espontâneas de monocotiledôneas e dicotiledôneas em diferentes redes de amostragem em áreas comerciais agrícolas, comparando a perda de qualidade dos mapas de plantas daninhas com redução de pontos amostrais e existência de correção espacial entre os atributos físicos e químicos do solo e ervas daninhas. A média de folhas largas para área em 2012 foi de 5,35 plantas m^{-2} , em 2013 era de 1,98 usina m^{-2} . Houve redução média nas plantas de folhas largas, provavelmente devido ao uso de herbicidas eficientes no controle das plantas de folhas largas, como 2,4D e metsulfuron-methyl. Para atributos das folhas estreitas, os valores foram de 5,92 e 1,62 plantas m^{-2} nos anos de 2012 e 2013, respectivamente (CAMICIA et al. 2015).

Em 2012, grande quantidade de ervas daninhas emergentes foi verificada nas três áreas estudadas, originaria da cultura anterior instalada, a redução na média de plantas de folhas estreitas se deve ao uso de herbicida eficiente para controle, como glifosato e também ao fato que em 2012 houve geada na região, durante a fase reprodutiva do trigo. Os grãos de menor densidade não puderam ser colhidos e foram perdidos durante a fase de trilha das colhedoras, permanecendo

nos locais estudados, proporcionando maiores médias para aquele ano. Foram aplicados mapas representando três níveis de infestação dos anos 2012 e 2013 da área de estudo para plantas folhas largas e folhas estreitas para grades de 10, 30 e 50 (CAMICIA et al., 2015).

Em 2013, foi observado um aumento nas áreas de baixa infestação em relação a 2012 para folhas largas (32,3%), comparando os mapas 2012-10-BL e 2013-10-BL e para folhas estreitas (43,8%), comparando os mapas 2012-10-NL e 2013-10-NL. Verificou-se baixa infestação (menos de 5 plantas m⁻²) em 57,6%, infestação média (5 a 10 plantas m⁻²) em 29,8 % e alta infestação (acima de 10 plantas m⁻²) em 12,6%, em relação à área total, representando, respectivamente, 4,58, 2,37 e 1,0 hectares, na medida da área. Este mapa é visualmente semelhante ao 2012-30-BL, com baixa, média e alta infestação de 55,1% (4,38 ha), 38,5% (3,06 ha) e 6,4% (0,51 ha), respectivamente. Quanto ao mapa 2012-50-BL, verificou-se baixos níveis de infestação de 44,1% (3,51 ha); média 38,7% (3,07 ha); e alta 17,2% (1,37 ha). Os mapas 2012-10-BL e 2012-30-BL visualmente são semelhantes, mas um coeficiente *kappa* de 0,32 classificando como conformidade parcial. A comparação dos mapas 2012-10-BL e 2012-50-BL não apresenta boa conformidade visual, o que foi confirmado pelo valor do coeficiente *kappa* de 0,30, classificando como conformidade parcial, no qual a precisão geral foi de 55,7% (apenas 55,7% da classificação do mapa 2012-10-BL foi repetida no mapa 2012-50-BL, devido à redução da densidade amostral) (CAMICIA et al., 2015).

Em 2013, a melhor comparação para os mapas foi observada para as grades de 10 e 30 m nas plantas de folhas largas (mapas 2013-10-BL e 2013-30-BL), que obtiveram uma precisão geral de 90,0%, com coeficiente *kappa* de 0,52 (complacência moderada). Nas comparações da área A, o coeficiente *kappa* variou de 0,30 a 0,95 e a precisão geral de 55,7% a 99,6%. Nas comparações dos mapas de folhas estreitas, o coeficiente de *kappa* variou de 0,55 a 0,95, mostrando complacência moderada a completa entre eles. Nas comparações de folhas largas, o coeficiente de *kappa* variou de 0,30 a 0,52, mostrando complacência parcial a completa entre os mapas; assim, os mapas gerados com grades de 50 x 50 m foram adequados para descrever a ocorrência de plantas daninhas de folhas estreitas. A grade de 30 x 30 m foi a mais adequada para a análise dos dados de folhas largas, de acordo com o coeficiente *kappa*, quando comparada com os mapas gerados nas grades de 10 x 10 m (CAMICIA et al. 2015).

Na área de estudo nos anos de 2012 e 2013, foi observada uma redução na quantidade de detalhes nos mapas gerados com diferentes grades, proporcional ao aumento no tamanho da grade amostral, devido à menor densidade das amostras e também ao fato que as ervas daninhas são distribuídas de forma agregada, permitindo seu mapeamento. Os mapas obtidos neste estudo mostram o padrão agregado de distribuição espacial de plantas daninhas. Foi possível definir zonas de manejo com diferenças de infestação de cinco a dez vezes o número total de plantas daninhas, confirmando a hipótese de que a análise geoestatística pode ser utilizada como ferramenta auxiliar no manejo. Em 2013, houve aumento nas áreas de baixa infestação em relação a 2012 para os dois fatores estudados (folhas estreitas e folhas largas), o que ocorre devido ao uso mais eficiente de herbicidas no controle de plantas daninhas, como o glifosato para folhas estreitas e 2,4 D e metsulfuron-methyl para folhas largas, esses fatores juntos reduziram os níveis médios de infestação ao longo dos dois anos de estudo na área (CAMICIA et al., 2015).

Os resultados deste estudo indicam que o uso de grades maiores para descrição de folhas largas e estreitas é possível. De acordo com os dados dos anos de 2012 e 2013, o parâmetro de folha larga não mostrou correlação com os atributos do solo para a área de estudo. Em relação às folhas estreitas, nos dois anos houve correlação significativa para seis atributos do solo (argila, cobre, ferro, manganês, pH e potássio). As repetições da significância das correlações para os dois anos devem-se ao fato de as amostras de solo e plantas invasoras terem sido coletadas nos mesmos pontos de amostragem estabelecidos nos dois anos e também por não haver aplicação de cal agrícola na área de estudo, o que confirma a existência de dependência espacial das ervas daninhas (CAMICIA et al., 2015).

Confirmou-se na pesquisa que o mapeamento adequado e viável para estrutura de distribuição agregada das plantas daninhas, utiliza grades que descreveram melhor as informações da redução dos pontos de amostragem, utilizando 50 x 50 m para os monocotiledôneas e de 30 x 30 m para os dicotiledôneas. Somente as monocotiledôneas mostraram correlações com os atributos do solo, devido as possíveis variações dos dados encontrados em estudos de plantas daninhas, sugere-se que, para cada área de amostragem estudada, que seja avaliado comportamento dos dados de infestação em relação à distribuição dessas plantas, determinando características técnicas e econômicas viáveis para

aplicar em todas as situações. Não deve-se desconsiderar as plantas invasoras, pois isso negligenciaria o processo de preparando dos mapas (CAMICIA et al., 2015).

Outra pesquisa realizada em 2012 avaliou a relação entre os índices de refletância de plantas daninhas obtidos pelo sensor GreenSeeker™ e parâmetros convencionais para quantificação de inferências de plantas daninhas, além de indicar esta quantificação em tempo real através de sensores de luz, facilitando a adoção de limiares de plantas daninhas na agricultura de precisão para o controle destas plantas. A correlação da cobertura foliar de plantas daninhas medida pela fotografia digital com os índices de vegetação com diferença normalizada (NDVI) e razão de vermelho para infravermelho próximo (vermelho/NIR) obtidos pelo equipamento GreenSeeker™ no experimento de soja foi de 0,711 e -0,693, respectivamente (MEROTTO et al., 2012).

A produtividade de grãos de soja mostrou associação crescente com o controle visual de plantas daninhas realizadas aos 15, 29 e 45 DAT. A análise dos componentes principais das variáveis analisadas no experimento de soja, indicou que os dois primeiros componentes principais responderam por 83,6% da variância total. Sendo 51,0 e 32,6% para o primeiro e o segundo componentes principais, respectivamente, indicando a validade da análise com os dados obtidos. A análise dos componentes indicou que o índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI) e a cobertura das folhas das plantas daninhas variavam e estavam altamente relacionados à variabilidade dos tratamentos. Essas variáveis apresentaram comportamento oposto ao do índice Red / NIR. Além disso, a análise dos componentes principais indicou que o controle visual das plantas daninhas estava altamente associado ao rendimento de grãos, e que esses parâmetros mostraram comportamento oposto ao da matéria seca das plantas daninhas (MEROTTO et al., 2012).

A utilização da ferramenta GreenSeeker™ para quantificação de plantas daninhas em soja e milho apresentou desempenho satisfatório. Essa ferramenta tem sido usada para determinar a quantidade de cobertura vegetal relacionada a copa das culturas sem distinguir sua localização. No experimento de soja, o espaçamento entre filas foi identificado como fator limitante para avaliação da presença de plantas daninhas com a ferramenta GreenSeeker™. Para o milho, o maior espaçamento entre linhas pode resultar em melhores condições para estimar a refletância das plantas daninhas e sua relação com outros métodos de quantificação da competição

interespecífica. A utilização da ferramenta para a obtenção da fotografia digital foi otimizada em relação ao dossel das plantas daninhas, principalmente quanto a localização horizontal da leitura, velocidade de caminhada e número de leituras por área amostral. A análise e manipulação dos dados no experimento com milho foram semelhantes às realizadas no experimento de soja (MEROTTO et al., 2012).

Porém, mais detalhes foram obtidos em relação ao índice NDVI. Além de obter esses índices para toda a parcela, também foram realizadas medições específicas na mesma área utilizada para a fotografia digital e foram coletadas amostras para determinação da matéria seca das plantas daninhas. Além disso, a manipulação de dados foi realizada eliminando as leituras de NDVI inferiores a 0,5. Essas leituras estão relacionadas ao solo descoberto ou à palha e podem confundir o efeito de uma ou algumas pequenas leituras do NDVI relacionadas a ervas daninhas quando os dados de toda a parcela são considerados. Esta informação foi utilizada para obter a frequência e a leitura média do NDVI. O NDVI obtido em 1 m foi associado à matéria seca e cobertura das folhas e a análise de regressão da cobertura foliar e do NDVI indicou que ambos têm associação positiva. Além disso, o valor de NDVI para solo nu obtido pelo valor do coeficiente de interceptação da regressão linear foi de 0,42 e 0,36 para os experimentos de soja e milho, respectivamente (MEROTTO et al., 2012).

A estreita associação dos índices de refletância com a cobertura foliar e a matéria seca das plantas daninhas indica a possibilidade de utilização da ferramenta GreenSeeker™ para quantificação de plantas daninhas. Possibilitando fornecer informações para a composição de mapa de infestação ou ser usado como ferramenta para sistema conjugado de diagnóstico, tomada de decisão e controle em operação de tempo real. A eficiência da ferramenta GreenSeeker™ na obtenção de índices precisos de refletância para quantificação de plantas daninhas pode ser avaliada através da correlação entre o índice NDVI e a cobertura das folhas das plantas daninhas, bem como comparando os valores de cada leitura do NDVI a distância de aproximadamente 2,5 cm e a presença real correspondente de ervas daninhas com base em fotografia digital. Verificou-se que os valores de NDVI são aproximadamente 0,3 para palha e aumentam para 0,73 na leitura que corresponde à localização da parte central da planta de *Urochloa plantaginea* (*U. plantaginea*). Indicando que o índice NDVI também é discriminatório para plantas de *U. plantaginea* em diferentes estágios de desenvolvimento, nos quais os NDVIs para

plantas com áreas foliares inferiores e superiores foram de aproximadamente 0,50 e 0,73, respectivamente (MEROTTO et al., 2012).

Considerando as relações com o rendimento de grãos, o índice NDVI medido em toda a parcela do estudo apresentou melhor associação com o rendimento de grãos do que as medidas NDVI realizadas apenas na área amostral de 1 m, ilustrando que, à medida que a cobertura das folhas das plantas daninhas aumenta, a O índice NDVI aumenta e o rendimento de grãos da safra diminui. Essa relação ficou mais próxima quando o NDVI foi obtido em toda a parcela, que foi a mesma área amostrada para o rendimento de grãos. Além disso, a análise dos componentes principais evidencia associação entre produção de grãos e controle de plantas daninhas medida pelo método visual em relação ao efeito dos herbicidas aplicados no pós-emergência. Essa associação foi mais próxima à medida que as avaliações foram realizadas posteriormente, representando uma maior correspondência com o efeito da intensidade da competição de plantas daninhas com o crescimento e desenvolvimento da cultura. As imagens digitais com resolução de aproximadamente 0,048 mm² por pixel, foi precisa, no entanto, o principal objetivo do uso de fotografias digitais nesta pesquisa, não foi o meio de tomada de decisão para método específico de controle de plantas daninhas. A avaliação da infestação de plantas daninhas por imagem digital foi utilizada como método para quantificação de plantas daninhas a serem comparadas com os índices de refletância fornecidos pelo equipamento GreenSeekerTM (MEROTTO et al., 2012).

O índice de refletância NDVI foi correlacionado com a cobertura da área foliar e a matéria seca das plantas daninhas em soja e milho. A ferramenta GreenSeekerTM foi capaz de obter com precisão o NDVI das ervas daninhas presentes nessas culturas. Esses resultados indicam que o GreenSeekerTM, originalmente usado para determinar as taxas de adubação nitrogenada de cobertura em culturas em linha, também pode ser usado para obter os índices de refletância das ervas daninhas entre as linhas de soja e milho e pode ser usado na decisão procedimentos relacionados ao controle de plantas daninhas (MEROTTO et al., 2012).

Outra pesquisa desenvolvida em Boa Vista das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil, caracterizou as variabilidades espaciais e fitossociológicas das plantas daninhas em área de preparo da soja, manejada com ferramentas da agricultura de precisão. O levantamento fitossociológico identificou 1.739 indivíduos pertencentes a

19 espécies (15 *Magnoliopsidas* e 4 *Liliopsidas*) de 13 famílias, sendo *Poaceae* (4), *Asteraceae* (3) e *Solanaceae* (2) e aquelas com maior número de espécies na área. O método de mapeamento por amostragem em redes regulares de amostra foi capaz de captar a variabilidade espacial dos pontos amostrados, aumentando a precisão à medida que espessava as amostras, tendo como limitação o agricultor, o tempo e o trabalho necessários para coleções mais densas (SANTI et al., 2014).

A erva daninha *Raphanus raphanistrum* (*R. raphanistrum*) foi a que apresentou as maiores frequências e frequências relativas, equivalentes a 0,214 e 21,83%, respectivamente. Sua distribuição espacial apresentou comportamento mais uniforme quando comparada às demais espécies, apresentando a terceira maior IVI (41,00). Essa uniformidade pode estar associada ao seu uso como cobertura verde no inverno antes do cultivo da soja. Na época, a dessecação de *R. raphanistrum* estava atrasado e, conseqüentemente, muitas plantas fecharam o ciclo na área, aumentando o banco de sementes das espécies. Destaca-se a importância de realizar aplicação eficiente de *burndown*, evitando a ocorrência de espécies de cobertura como plantas daninhas na lavoura em sucessão e / ou rotação (SANTI et al., 2014).

A densidade total de infestação por plantas daninhas foi de aproximadamente 20 plantas m⁻², significando diminuição significativa da produtividade quando nenhum método de controle é adotado. A espécie *Euphorbia heterophylla* (*E. heterophylla*) apresentou baixa densidade, 0,98 planta m⁻²; no entanto, é necessário observar seu FR%, que representou aproximadamente 62% do IVI, que atingiu o valor de 13,86%, demonstrando a presença das espécies na maior parte da área, mas apresentando baixa densidade. Embora isso tenha ocorrido, comunidade de infestação composta principalmente por *E. heterophylla* e *U. plantaginea* requer atenção no monitoramento, devido à alta capacidade competitiva dessas espécies no cultivo da soja. No estado brasileiro do Rio Grande do Sul, onde o cultivo de soja é quase totalmente realizado com cultivares transgênicas resistentes ao glifosato, a espécie *E. heterophylla* apresenta biótipos tolerantes ao glifosato (SANTI et al., 2014).

As plantas de *Liliopsidas* apresentaram tendência de comportamento na área como mancha, e essa característica foi observada para as espécies *U. plantaginea* e *Digitaria horizontalis*, pelas taxas de DR% e AR%, que foram mais expressivas para essas espécies. As espécies *Ipomoea grandifolia* e *Sida*

rhombifolia (*S. rhombifolia*) apresentaram as taxas fitossociológicas FR%, DR% e AR% bastante semelhantes. Para *Ipomoea triloba* (*I. triloba*), foram de 6,49, 3,91 e 5,81, e para *S. rhombifolia*, 7,37, 3,86 e 5,04, bem como o IVI de 16,21 e 16,27, respectivamente. As principais espécies de plantas daninhas observadas no estudo são denominadas estrategistas rudais, estabelecidas na área e se adaptam ao sistema utilizado (atualmente, semeadura direta sobre palha) (SANTI et al., 2014).

O manejo localizado de plantas daninhas é justificado se realizado com base na classe das espécies, *Liliopsidas* ou *Magnoliopsidas*, pois estabeleceria as zonas de infestação. Nesse sentido, para caracterizar a variabilidade espacial baseada nas famílias das espécies, mapas temáticos com base em espécies cumulativas pertencentes à mesma classe são relevantes. Os mapas revelam que há maior infestação de plantas classificadas como *Magnoliopsidas*. Com base nos mapas interpolados, 68,91% da área não haveria necessidade de herbicida para controle de plantas daninhas da classe *Liliopsida* e, em 28,68%, não havia necessidade de controle das espécies da *Magnoliopsida* classe, que pode gerar economia de herbicidas e minimizar o impacto ambiental. Como a aplicação localizada não foi realizada, são sugeridos estudos que possam realmente provar a eficiência técnica e econômica desse método de controle de plantas daninhas (SANTI et al., 2014).

O método de amostragem foi capaz de caracterizar a ocorrência e a variabilidade espacial de plantas daninhas no cultivo da soja. As espécies *Cardiospermum halicacabum* (*C. halicacabum*), *Digitaria horizontalis* (*D. horizontalis*), *U. plantaginea*, *R. raphanistrum* apresentaram a maior variação na população da região; no entanto, apenas *C. halicacabum*, *U. plantaginea* e *R. raphanistrum* consideravelmente mais alto. Estratégias de manejo localizadas, considerando a variabilidade espacial das espécies de plantas daninhas agrupadas nas classes *Magnoliopsida* e *Liliopsida*, apresentam alto potencial de uso no cultivo da soja. Com a evolução dos casos de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas, estudos amostrais - como este - devem ser realizados com maior frequência, a fim de monitorar a dinâmica populacional de plantas daninhas que ocorrem nas lavouras e, assim, auxiliar na tomada de decisão para seu controle (SANTI et al., 2014).

3.2.6 Controle de pragas

Pesquisa desenvolvida no município de Júlio de Castilhos, Rio Grande do Sul, Brasil, avaliou a influência da densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. Verificou-se independente das malhas amostrais, elevada dispersão relativa em relação a média (coeficiente de variação alto), revelando não homogeneidade. Justifica-se este achado, pelo número mínimo e máximo de lagartas, que variam o ciclo da cultura partindo de zero na primeira avaliação, até chegar a 20,3 lagartas por pano-debatida na quinta avaliação. O aumento das lagartas desfolhadoras no final do ciclo pode estar relacionado a não aplicação de inseticidas, pois o nível de controle de 20 lagartas não foi atingido (RIFFEL et al., 2012).

A medida que aumentou o número de lagartas (quinta avaliação), reduziu-se os valores do coeficiente de variação, demonstrando homogeneidade na distribuição de lagartas na área. Quanto menor a malha amostral (pontos amostrais mais próximos), mais acuradas são as avaliações realizadas. Permitindo maiores níveis de acerto na distribuição de lagartas na área. O modelo de semivariograma melhor ajustado foi o esférico, aplicado com parâmetros relacionados a entomologia, indicando que os insetos formam agregações no campo e o ataque ocorre em reboleiras (RIFFEL et al., 2012).

Os resultados da dependência espacial representam a influência dos pontos amostrais em relação aos pontos vizinhos. Quando a dependência espacial entre os pontos amostrados, a distribuição espacial dos insetos é caracterizado como agregada, neste caso a geoestatística é a ferramenta mais adequada para o estudo dos insetos. Quanto ao alcance, os valores variam de 176 a 352 m, na malha de 50x50m, de 124 a 372 na malha 71x71 m, e de 350 a 370 m na malha 100x100 m, desta forma pontos de amostragem localizados a distancias maiores apresentam distribuição aleatória, sendo independentes entre si. Os dados de alcance são importantes para escolha da malha amostral, possibilitando que a distância máxima entre os pontos forneça dados confiáveis de infestação por insetos-praga nas áreas de cultivo. Verificou-se que as três malhas amostrais estudadas foram eficientes para caracterizar a distribuição de lagartas *A. gemmatilis* e *P. includens* na cultura da soja (RIFFEL et al., 2012).

Ao aproximar pontos amostrais há maior detalhamento da distribuição espacial da lagarta, gerando mapas temáticos acurados. Por outro lado, a medida de

aumenta a densidade amostral, é necessário maior tempo para executar o monitoramento e maiores custos para desenvolver atividades. Sendo assim é necessário optar pela utilização de malha maior ou menor considerando: tamanho da área, disponibilidade da mão de obra, estágio fenológico da cultura, níveis de infestação, tempo e custos (RIFFEL et al., 2012).

A espacialização dos valores obtidos no momento de maior presença de lagartas na área, por meio de mapas temáticos, permite identificar as sub-regiões da área com maior propensão de sofrer danos das pragas, independente da malha amostral utilizada. Embora o nível de acurácia na definição destas sub-regiões depende diretamente da malha amostral, diferentemente do constatado na avaliação pelo método tradicional, que não permite obtenção de tais informações e elaboração de estratégias de manejo pontuais na área (RIFFEL et al., 2012).

Conhecer a dinâmica espaço-temporal da praga pode proporcionar tomada de decisão embasada pela maior quantidade de informações, possibilitando controle das áreas com infestação. A utilização de ferramentas de agricultura de precisão, como a aplicação em sitio específico, pode reduzir a quantidade de inseticidas utilizados. Deste modo a utilização de ferramentas da agricultura de precisão, tais como amostragem e monitoramento georreferenciado de lagartas na cultura da soja possibilita desenvolver estratégias de controle, visando o uso racional de inseticida e gerando menores impactos ambientais (RIFFEL et al., 2012).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão integrativa demonstram diversos aspectos relacionados a cultura da soja, incluindo características relacionadas a qualidade fisiológica das sementes, a eficiência de semeadura da soja, os atributos químicos e físicos do solo, os índices espectrais dos estágios de crescimento da soja, avaliação de plantas daninhas e controle de pragas.

Os artigos citados nesta revisão evidenciam possibilidades da agricultura de precisão como ferramenta para melhoria da produtividade da cultura da soja. Dentre os itens destacados como tecnologias para agricultura de precisão foram mapas e imagens digitais, maquinários, testes, sistemas/programas computacionais, softwares, georreferenciamento, análise de solo, medidores eletrônicos, equipamentos e sensores ópticos.

Comprovou-se com esta pesquisa que as ferramentas utilizadas na agricultura de precisão são relevantes para qualificação profissional, aumento da produtividade, diminuição de impactos ambientais, sustentabilidade, otimização do tempo e dos produtos e serviços, redução de custos.

REFERÊNCIAS

BAZZI, Claudio L. et al. **Management zones definition using soil chemical and physical attributes in a soybean area**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 33, n. 5, p. 952-964, Oct. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162013000500007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BOTTEGA, Eduardo L. et al. **Spatial and temporal distribution of weeds in no-tillage system**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 20, n. 12, p. 1107-1111, Dec. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016001201107&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 jan. 2020.

CAMICIA, Rafaela Greici da Motta et al. **Productivity of soybean in management zones with application of different sowing densities**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 48, n. 12, e 20180532, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018001200201&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 jan. 2020.

CAMICIA, R.F.M. et al. **Selection of Grids for Weed Mapping**. Planta daninha, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 365-373, June 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582015000200365&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 jan. 2020.

CAON, Diovane; GENU, Aline M. **Mapeamento de atributos químicos em diferentes densidades amostrais e influência na adubação e calagem**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 629-639, June 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000600009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 jan. 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2016) **Levantamentos de safra**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 08 de fev. 2020.

_____. (2020) Boletim Grãos Janeiro 2020 - Completo. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em 08 de fev. 2020

COOPER, H. **Integrating Research: a guide for literature reviews**. London: Sage Publications, 2 ed, v.2, 1989, 155 p.

_____. **The integrative research review: a systematic approach**. Beverly Hills: Sage Publications; 1984.

CORASSA, Geomar Mateus et al. **Soil chemical attributes restricting grain yield in Oxisols under no-tillage system**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 53, n. 11, p. 1203-1212, nov. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2018001101203&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 jan. 2020.

CORREIA-FERREIRA, B. S. **Amostragem de frutos de soja**. In: HOFFMANN-CAMPO, CB; CORREIA-FERREIRA, BS; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-pragas*. Londrina: Embrapa, 2012. p. 631-672

CÓRDOBA, M. et al. **Delineamento de classes de gerenciamento de subcampo usando análise de agrupamento de componentes principais espaciais de variáveis do solo**. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 97, s/n., p. 6-14, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169913001282>. Acesso em: 09 jan. 2020.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. **Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos**. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Brasília, v. 54, n. 3, p. 497-516, Sept. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-0032016000300497&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 fev. 2020.

FUSCALDI, K. C. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. **Soja Convencional e Transgênica: Parâmetros legais para garantia desta coexistência**, Brasília, 2010.

FUSCALDI, K. C.; MEDEIROS, J. X.; PANTOJA, M. J. **Soja convencional e transgênica: percepção de atores do SAG da soja sobre esta coexistência**. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Brasília, v. 49, n. 4, p. 991-1020, Dec. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000400008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 fev. 2020.

GARCIA, Luiz C. et al. **MANOBRAS DE SEMEADURA COM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO**. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 361-366, Apr. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162016000200361&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 jan. 2020.

GAZOLLA-NETO, ALEXANDRE et al. **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM CAMPO DE PRODUÇÃO**. *Rev. Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 119-127, Sept. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252015000300119&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 jan. 2020.

GAZOLLA-NETO, Alexandre et al. **Spatial distribution of the chemical properties of the soil and of soybean yield in the field**. *Rev. Ciênc. Agron.*, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 325-333, jun. 2016. Disponível em

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902016000200325&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 jan. 2020.

GIRARDELLO, Vitor Caduro et al. **Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 1234-1244, Aug. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000400020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 jan. 2020.

GIRARDELLO, Vitor Cauduro et al. **Alterações nos atributos físicos de um Latossolo vermelho sob plantio direto induzidas por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2115-2126, Dec. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000600026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 jan. 2020.

HAGHVERDI, A. et al. **Perspectivas sobre o delineamento de zonas de manejo para irrigação com taxa variável**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 117, s/n., p. 154-167, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169915002264>. Acesso em: 09 jan. 2020.

KUIAWSKI, Amanda Carolina Marx Bacellar et al. **Vegetation indexes and delineation of management zones for soybean**¹. Pesqui. Agropecu. Trop., Goiânia, v. 47, n. 2, p. 168-177, jun. 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632017000200168&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2020.

LAMAS, F. M. **A tecnologia na agricultura**. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação EMBRAPA, 2017. Disponível no site: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura> Acesso em: 08 fev. 2020.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016) **CS Soja** - Anos anteriores. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/soja/cs-soja-anos-anteriores>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

MATTIONI, Nilson Matheus; SCHUCH, Luís Osmar Braga; VILLELA, Francisco Amaral. **Variabilidade espacial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção**. Rev. bras. sementes, Londrina, v. 33, n. 4, p. 608-615, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000400002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 jan. 2020.

MEROTTO JR., A. et al. **Reflectance indices as a diagnostic tool for weed control performed by multipurpose equipment in precision agriculture**. Planta daninha, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 437-447, June 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582012000200024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 jan. 2020.

MINAYO, M. C. S. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. Cien. Saúde. Colet. v.3, n.17, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000300007. Acesso em: 08 jan. 2020.

MINUZZI, R. B.; FREDERICO, C. A.; SILVA, T. G. F. **Estimativa do desempenho agrônomo da soja em cenários climáticos para o sul do Brasil**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 64, n. 6, p. 567-573, dezembro de 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2017000600567&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 fev. 2020.

MONTOYA, M. A. et al. **Uma Nota Sobre Consumo Energético, Emissões, Renda e Emprego na Cadeia de Soja no Brasil**. Rev. Bras. Econ., Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 345-369, set. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402019000300345&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 09 jan. 2020.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Projeções Climáticas Globais e Regionais RCP4.5**. Disponível em: <<http://www.climatechange2013.org> e <http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

RIFFEL, Cinei Teresinha et al. **Densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2112-2119, Dec. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012001200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SANTI, A.L. et al. **Phytosociological variability of weeds in soybean field**. Planta daninha, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 39-49, Mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582014000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 jan. 2020.

SANTI, Antônio Luis et al. **Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 47, n. 9, p. 1346-1357, set. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2012000900020&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 jan. 2020.

SUSZEK, Grazieli et al. **Determination of management zones from normalized and standardized equivalent productivity maps in the soybean culture**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 31, n. 5, p. 895-905, out. 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000500007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 jan. 2020.

UNITED NATIONS (ONU). **World Population Prospects: The 2012 Revision**, 2013. Disponível em: <<http://www.esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

VERGARA, RAFAEL DE OLIVEIRA; GAZOLLA-NETO, ALEXANDRE; GADOTTI, GIZELE INGRID. **SPACE DISTRIBUTION OF SOYBEAN SEED STORAGE POTENTIAL**. Rev. Caatinga, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 399-410, June 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252019000200399&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2020.

APÊNDICE

Quadro 1: Caracterização dos estudos da revisão integrativa

Identificação do artigo Categoria temática	Ano e periódico de publicação	Local (país, estado e cidade) de realização	Objetivos	Atributos metodológicos	Tecnologia da agricultura de precisão	Principais resultados	Conclusão
VERGARA, R. O. et al Categoria temática: 1) Qualidade fisiológica da semente da soja	2019, Rev. Caatinga vol. 32, nº 2	Brasil, Rio Grande do Sul, São Gabriel	Identificar a distribuição espacial da qualidade fisiológica das sementes de soja durante o armazenamento, utilizando técnicas geostatísticas.	As sementes foram amostradas em pontos georreferenciados para determinação da qualidade fisiológica e análise de dependência espacial. Utilizou-se campo de produção de 30 hectares, com técnicas geostatísticas na safra de 2012/2013. Realizou-se a análise estatística, correlação linear de Pearson e geostatísticas. A grade de um ponto por hectare e uma malha de amostragem georreferenciada com espaçamento de 100m entre os pontos foi eficiente na avaliação da variabilidade espacial.	Máquina de semeadura (cultivar TEC 5936 IPRO), regulada para distribuição de 15 sementes por metro linear com espaçamento de 0,45m. A máquina completou o ciclo entre emergência e maturidade fisiológica em 115 dias e o ciclo entre emergência e colheita em 123 dias. Para determinação da qualidade das sementes, foi realizado contagem de germinação e teste de germinação em 8 sub amostras de 50 sementes. As sementes foram formadas em rolos constituídos por três folhas de papel (Germitest ®) e umedecidas com água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, sendo os rolos transferidos para a câmara de crescimento a 25°.	Verificou-se a existência de correlação negativa entre o conteúdo variável de proteína e o ataque de percevejos e correlação significativa entre a intensidade do dano ao percevejo e o conteúdo de proteínas com as variáveis relacionadas a qualidade das sementes. A qualidade fisiológica não é uniforme, principalmente em relação ao vigor, proporcionando melhor diagnóstico através de mapas de interpolação. A agricultura de precisão juntamente com o monitoramento da qualidade das sementes durante o armazenamento, indicou variabilidade espacial da qualidade desde a colheita até o final do armazenamento. Áreas que se refere a	Existe variabilidade espacial no potencial de armazenamento em um campo de produção de sementes de soja. A qualidade fisiológica das sementes em diferentes posições em um campo de soja não é uniforme, principalmente em relação aos níveis de danos causados pela humidade e ataque de percevejos, que resultam em menor potencial de armazenamento. Existe relação positiva entre o teor de proteínas nas sementes de soja e a qualidade fisiológica mantida durante o armazenamento, principalmente no que se refere a

CAMICIA, R. G. M et al	2018, Cienc. Rural vol.48, nº 12	Brasil, Paraná, Céu Azul				A modelagem e validação geostatística foi realizada utilizando mapas gerados no programa "Sistema agropecuário CR – Campeiro 7".	com altos índices de percepções e danos unitários apresentaram fisiologia de baixa qualidade e níveis reduzidos de proteína. A geoestatística permitiu determinar a distribuição espacial da qualidade fisiológica das sementes de soja na área de produção de sementes, facilitando a tomada de decisão em relação as áreas a serem colhidas.	variáveis relacionadas ao vigor. Em um determinado ambiente de armazenamento haverá sementes com níveis mais altos de deterioração do que outras, as sementes com níveis elevados de deterioração tendem a apresentar aumento da atividade respiratória, liberando mais CO ₂ , H ₂ O e energia na forma de calor para o ambiente de armazenamento, resultando em sementes de menor potencial fisiológico.
						Método de agrupamento Fuzzy C-means utilizando o software SDUM com interpolação por krigagem, com apresentação da zona de gerenciamento 1 (MZ 1) como aquela de maior potencial produtivo e gerenciamento zona 2 (MZ 2) como a de menor potencial produtivo. A produtividade foi	Não houve diferença estatística na produtividade parâmetro da zona de manejo nos dois anos de estudo. Resultado semelhante foi obtido para densidade de sementeira na safra 2015/2016, e as médias não diferiram estatisticamente entre si. Em 2017/2018, houve	A zona de manejo com maior potencial produtivo apresentou melhores resultados, mas estes não foram significativos em termos de produtividade pois não houve diferença estatística entre os valores médios. - A densidade de sementes produziu

			com base em atributos estáveis e correlacionadas com a produtividade de utilizando o algoritmo de agrupamento Fuzzy C-means e a interpolação por krigagem.	quatro regiões que consideraram o relevo da área e as curvas de nível, que também foram divididas em quatro parcelas e consistiram em quatro tratamentos e quatro repetições. No delineamento do MZs o tamanho do solo (argila, areia e conteúdo de lodo) a resistência do solo a penetração, elevação e declive foram utilizadas como variáveis candidatas, correlacionando-os com os dados de produtividade de soja coletados nas safras 2011/2012 e 2012/2013.	medida com monitor de colheita AFS PRO 600 (Case IH Racine, EUA) conectado a uma colheitadeira CASE IH 2388 (CASE IH, Sorocaba, Brasil). O arquivo do monitor de colheita foi convertido usando software AFS Case e filtrado.	algumas estatísticas na produção entre parcelas, mas estas foram estatisticamente semelhantes entre as MZs. Em relação aos mapas de produtividade, 68% da área apresentou apenas valores positivos denotando maior produtividade quando utilizada a densidade de semeadura de 15 plantas m ⁻¹ , caracterizando-se de diferença de aproximadamente duas toneladas para a área total b.	diferenças de rendimento. Para com espaçamento de linha de 0,70m. a densidade de 15 plantas m ⁻¹ os proporcionou maiores rendimentos. Com base nos resultados da análise econômica o uso dessa densidade em toda a área e a melhor opção para maximizar o rendimento.
CORASSA, G. M. et al	2018, Pesq. Agropec. Bras. vol. 53, nº 11	Brasil, Rio Grande Sul, Vista das Missões.	Identificar atributos químicos do solo restringindo a produtividade dos grãos em Latossolo sob o sistema de plantio direto, utilizando amostragem	As zonas de alto, médio e baixo rendimento, foram definidas em dois campos agrícolas, usando dados históricos de rendimento de várias culturas. As zonas de produção foram definidas com base nos mapas de colheita das seguintes culturas: milho em 2008/2009, aveia branca em 2009 e milho em 2012/2013 no campo I, com 117,70ha; e milho em 2009/2010,	Os dados de produtividade foram obtidos com a ceifeira-debulhadora Axial-Flow 2399, equipada com sistema GPS com correção por algoritmos internos. Os dados incluíram rendimento de grãos e de umidade. Antes da análise de variância as suposições de normalidade residual de homogeneidade de variâncias foram testadas usando os testes Shapiro-	Baixos rendimentos foram associados a baixa capacidade de troca catiônica, baixo teor de fósforo e matéria orgânica e alto teor de argila. Nos dois campos estudados o maior conteúdo de matéria orgânica nas camadas subterrâneas foi o principal indicador de alto rendimento. A amostragem do solo considerando as zonas de produção é uma estratégia eficiente para	O baixo rendimento das culturas está associado a baixa capacidade potencial de troca catiônica, baixo teor de fósforo e matéria orgânica e alto teor de argila nos Latossolos sob o sistema de plantio direto. A matéria orgânica do solo em maiores profundidades é indicador de zonas de alto rendimento. A

KUIAWSKI, A. C. M. B. et al	2017, Pesq. Agropecu. Trop, vol. 47 n°2	Brasil, Santa Catarina, Curitibanos	m direcionad a do solo.	soja em 2010/2011 e trigo em 2012 no campo II, com 107,30ha. Os pontos de amostragem no solo foram georreferenciados em cada zona de produção, com cólera de amostras em oito profundidades de solo, espaçadas a 0,05m, totalizando 80 variáveis. Foi realizada análise permutacional de variância bi direcional (Permanova), com base na distância euclidiana, obtida com 9.999 permutações aleatórias.	Wilk e Levene. Para análise das permutações aleatórias utilizou-se o método Past, versão 3.14 software. A associação dos atributos do solo foi verificada através da análise de componentes principais também utilizando o software Past, versão 3.14.	identificar atributos químicos que restringem a produção de grãos e também permite orientar intervenções específicas. Entre as alternativas para melhorar a qualidade física do solo, as intervenções biológicas, através de culturas de cobertura com amplo sistema radicular, mostram-se eficientes e com efeitos mais duradouros que as intervenções mecânicas. A adoção de um planejamento inteligente de rotação de culturas considerando as condições do solo devem ser aplicado.	amostragem direcionada do solo, considerando dados históricos de produção, permitem identificar atributos químicos que restringem a produção de grãos e orientam intervenções específicas necessárias no local.
			Investigar as correlaçõe s espaciais entre os índices espectrais amostrado s durante os diferentes estágios de cresciment o da soja e do rendimento	O índice de razão simples, o índice de vegetação com diferença normalizada e o índice de vegetação ajustada ao solo, foram calculados para soja nos estágios V6, R5 e R5.5. Análise dependência espacial via semivariograma foi realizada para os índices de vegetação, produtividade de soja e elevação de terreno. O mapa de produtividade	Para espacialização dos pontos de amostra da área de plantio, uma malha composta por cinquenta pontos georreferenciados foi estabelecida usando um receptor de sinal GPS, espaçada 50m de distância. O FieldSpec ® foi utilizado como modelo de espectrorradiômetro HandHeld 2TM ASD Inc., que opera na faixa de comprimento de onda de 325-1075nm, com	A divisão do campo em duas zonas de manejo de vido a combinação de altitude, índice de razão simples do estágio V6 e índice de vegetação ajustado ao solo do estádio R5.5 apresentou a maior concordância com a mapa de produtividade da soja. Diferenças entre as zonas delineadas foram identificadas quanto ao conteúdo de fósforo, argila e síltre. As	A cultura da soja apresenta variações em seu comportamento espectral, em função do estágio de crescimento, com maior variação no comprimento de onda no infra vermelho próximo (750 nm) variações estão associadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas

			das culturas. Os atributos do solo foram estratificados em cada zona e a influência da altitude foram avaliados.	das culturas foi considerado referência para avaliar a concordância espacial com os diferentes mapas gerados a partir dos índices espectrais. Os valores médios dos atributos químicos e granulométricos do solo foram calculados e analisados por suas médias entre as zonas delineadas. Foi utilizada uma área de 13ha com solo Latossolo Bruno. A estatística descritiva das variáveis, a correlação de Pearson dos pontos amostrados e o teste t de Student para comparar as zonas de manejo foram realizadas com software estatístico Assistant.	precisão de 1nm e resolução espectral <3 nm, a 700 nm. No entanto a faixa espectral de 445-900 nm foi usada no estudo devida a presença de ruídos no início e no final da faixa de medição espectral original do aparelho. Foi coletado sistematicamente leitura espectral após a média de 50 repetições, calculada pelo aparelho em 34 ms. As calibrações foram realizadas utilizando uma placa Spectralon®, antes de cada leitura espectral em cada ponto geoespacial. Análise de variabilidade espacial dos atributos dos solos, produtividade, geração de áreas de manejo e cálculo do coeficiente Kappa, foram realizados com software KrigMe.	diferenças nos teores de argila no solo podem ter ocorrido devido ao desprendimento, transporte e sedimentação de partículas do solo (Silte e Argila) durante eventos erosivos, pois a segunda zona de estudo apresentou as porções mais baixas do terreno. Outros atributos do solo podem ter contribuído para variações na produção. O conteúdo de micronutrientes, a densidade de partículas e a condutividade hidráulica, bem como outros atributos físicos e químicos, podem ter influenciado o crescimento da cultura. Outros fenômenos associados a relação solo-planta-atmosfera também exercem forte influência na produção final.	estabelecimento de copa. O índice de razão simples mostra correlação espacial significativa com a produção de soja, quando medida com a cultura no estágio vegetativo intermediário (V6). Nesta fase, as discrepâncias encontradas entre os dóceis foram devidas a fatores ambientais. A divisão do campo em duas zonas de manejo, estabelecidas em função da combinação de altitude com diferentes índices de vegetação medidos em épocas distintas de época de crescimento, mostram maior concordância com as zonas de produção da soja. Foram identificadas diferenças nos níveis de fósforo, argila e silte nas áreas de manejo.
BOTTEGA, E. L. et al.	2016, Rev. Bras. Eng.	Brasil, Santa Catarina,	Utilizar técnicas	O trabalho foi realizado nas safras 2013/14 e	Os mapas foram interpolados usando a	Na pesquisa realizada na safra 2013/14, houve	Utilizando técnicas geostatísticas, foi

Incluir. Ambiente. vol. 12, nº 12	Brunópolis.	geoestatísticas para mapear as espécies daninhas de cardo comum (Sonchus oleraceus), erva cidreira (Conyza spp) e 'marimole' (Senecio brasiliensis), a fim de estudar sua dependência espacial em uma área sob sistema plantio direto durante duas estações agrícolas.	2014/15 em área de 22,5 ha, onde a soja é cultivada no verão e a aveia no inverno. As plantas daninhas foram mapeadas usando grade amostral de 85 pontos. O número de plantas presentes em 0,25m² foi registrado em cada ponto de amostragem. Os dados coletados em campo compuseram o banco de informações e foram utilizados para análise geoestatística e produção de mapas. Utilizando análise geoestatística, foi possível mapear a infestação de ervas daninhas na área estudada para a safra 2013/14. Os dados coletados foram analisados por meio de estatística descritiva, com base no cálculo de média, mínimo, máximo, desvio padrão e coeficiente de variação, para caracterização. A variabilidade espacial das variáveis foi analisada por geoestatística.	técnica de krigagem comum e, para as estimativas, 16 vizinhos próximos e um raio de pesquisa igual ao valor do intervalo encontrado no ajuste semivariograma. As análises geoestatísticas foram realizadas no programa computacional GS +, versão 9. Os dados digitados foram exportados no formato ".grd", para posterior construção dos mapas temáticos no programa Surfer, versão 10.	dependência espacial apenas para as ervas daninhas; as demais espécies de plantas não apresentaram dependência espacial, embora estivessem presentes na área estudada. Dentre as espécies amostradas no presente estudo, a ferrugem é a que apresenta maior dano, exigindo também o controle no pós-emergência da cultura, o que é limitado pela crescente resistência dessa erva daninha ao uso de herbicidas. Nesse contexto, o mapeamento de plantas daninhas tem potencial, pois é possível aumentar a eficiência do controle químico realizado em pré-emergência, conhecendo a localização geográfica dos aglomerados. As espécies 'maria-toupeira' e serralha não apresentaram dependência espacial. Durante a safra 2014/2015, devido ao manejo realizado na entressafra, nenhuma das espécies estudadas	possível mapear a infestação de algas na área estudada, para a safra 2013/14. As ervas daninhas 'maria-toupeira' e o sowthistle comum não mostraram dependência espacial. O manejo realizado na entressafra reduziu a população das plantas daninhas estudadas.
-----------------------------------	-------------	---	---	---	--	--

GAZOLLA-NETO, A. et al	2016, Rev. Cienc. Agron. vol. 47, nº 2	Brasil, Grande Sul, Gabriel.	Rio do São Gabriel.	Avaliar a dependência espacial entre propriedades químicas do solo e componentes de produção na soja, utilizando técnicas de agricultura de precisão.	Amostras do solo e plantas foram retiradas de pontos georreferenciados para determinar as propriedades químicas do solo e os componentes de produção. Utilizou-se mapa de contorno de área, com pontos de monitoramento alocados espaçados 100x100m, e apresentando um ponto de amostragem central por hectare, com quatro subpontos a 15m do ponto central, cada radial separado por ângulo de 90°. As seguintes avaliações foram realizadas para determinar os componentes do rendimento: Produtividade (PROD): estimada pela média de 5 m² de área de trabalho por hectare, onde as amostras foram pesadas em uma balança digital com precisão de 0,01 g; e os valores transformados em kg ha⁻¹ e corrigidos para um teor de	A semeadura direta em palha foi realizada utilizando uma semeadora equipada com uma guilhotina do tipo lâmina e um sistema de disco perfurado para distribuição de sementes (Semeato® Sun T 15). A máquina foi montada para entregar 15 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. A adubação básica consistiu de 160 kg ha⁻¹ de formulação comercial 02-20-20, distribuídos ao longo da linha de sementes.	O coeficiente de variação mostrou uma ampla gama de distribuição para os atributos químicos do solo, sendo encontrados os maiores índices para os níveis de fósforo disponível (102%) e potássio (72,65%). O pH do solo e a matéria orgânica apresentaram um coeficiente de variação de 5,96 e 15,93%, respectivamente. A análise semivariograma dos componentes de produção (produtividade, peso de 1.000 sementes e número de sementes) e as propriedades químicas do solo (matéria orgânica, pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, manganês e zinco) ajustaram o modelo esférico. dependência espacial moderada, com valores variando de 200 a 700 m. A distribuição espacial por meio da interpolação de mapas foi eficiente na avaliação da variabilidade espacial, permitindo a identificação e quantificação de regiões	Os maiores valores de variabilidade espacial na área de produção de sementes de soja, medidos pelo coeficiente de variação, foram observados para fósforo e potássio, enquanto a matéria orgânica, o pH e os componentes de rendimento apresentaram os menores coeficientes de variação. A distribuição espacial das propriedades usando mapas de interpolação foi eficiente na identificação e determinação da variabilidade espacial. As propriedades químicas do solo apresentaram dependência espacial moderada, com valores variando de 200 a 700 m.
------------------------	--	------------------------------	---------------------	--	---	--	--	--

GARCIA, L. C. et al	2016, Eng. Agric. vol.36, nº2	Brasil, Paraná, Carambei			umidade de 12%. Os resultados foram submetidos à análise de correlação de Pearson, estatística descritiva e geostatística.	O trator utilizado no experimento foi da marca New Holland®, modelo TM 150, com potência nominal de 150 cv, traçado e lastro dianteiro de 600 kg. A semeadora-adubadora utilizada foi SSM 27, de arrasto, marca Semeato®, equipada com 11 linhas de semeadura, espaçadas entre si em 0,45 m, pneu com 3,45 m de circunferência, disco de corte da palha com 13 ondas e 0,45 m de diâmetro, e mecanismo de abertura e fechamento do sulco de adubo e sementes com discos desencontrados de 0,40 m de diâmetro e fechamento do sulco com roda duplo-angulada em “V”, de 0,30 m de diâmetro. O sistema de navegação utilizado foi o de guia por piloto automático AgGPS	de baixa e alta produtividade na área produtiva, juntamente com a distribuição dos atributos do solo e seus respectivos níveis de disponibilidade para as plantas de soja.	As manobras realizadas com auxílio do sistema de navegação foram, em média, 49% mais rápidas do que as manobras realizadas de forma convencional. Houve economia de R\$ 4,15 por hectare, em áreas com comprimento médio das passadas de 800 metros. No caso de áreas menores, com comprimento de 50 metros, esta economia chegou a R\$ 19,90 por hectare. Concluiu-se que o uso de sistema de navegação por satélite, em conjunto com piloto automático, pode gerar economia significativa de tempo e no custo operacional da semeadura. O tempo de manobra com piloto automático foi significativamente menor do que o tempo de manobra convencional. O	A agricultura de precisão com piloto automático pode gerar uma economia significativa no tempo e custo operacional da semeadura pela elevação da eficiência no processo. A utilização de piloto automático resulta em maior rendimento operacional; devido à redução dos esforços mentais do operador, diminuição da sua fadiga e aumento da qualidade de trabalho.
			Avaliar o tempo de manobra durante a operação de semeadura da soja sem e com sistema de navegação.	O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado, com dois tratamentos e doze repetições. Os tratamentos consistiram no tempo das manobras feitas de modo convencional e utilizando-se do sistema de navegação por GPS acoplado num piloto automático. Avaliaram-se o tempo de manobra e o retorno econômico. Os tempos de manobra foram obtidos com auxílio de cronômetro. As variáveis analisadas, com e sem auxílio do piloto automático na semeadura, foram: tempo de manobra, economia percentual das manobras em diferentes comprimentos de trabalho e viabilidade econômica do piloto automático (R\$ ha-1 e					

GAZOLLA-NETO, A. et al	2015, Rev. Caatinga, vol. 28, nº3	Brasil, Rio do Grande Sul, São Gabriel.	Identificar e determinar a distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de soja em uma	Foram realizadas amostragem de solo e colheita de sementes em pontos georreferenciados para a determinação da fertilidade do solo, qualidade fisiológica das sementes e alcance da dependência espacial. Os resultados foram submetidos às análises	R\$ hora-1)em distíntas na de distribuição de sementes.	EZ-Guide 500, da marca Trimble Navigation Limited®. O sistema de guia possui display colorido de sete polegadas (171 mm) e 31 LEDs, indicativos para visualização rápida e orientação, uma entrada USB para transferência dos arquivos de registro das operações, conexão para o sistema de piloto automático e um receptor de sinais de satélites artificiais do sistema de posicionamento global GPS integrado. A antena de GPS, fixada no teto da cabine e conectada ao sistema de guia por piloto automático, tinha capacidade de recebimento de sinal de GPS normal e sinal corrigido XP.	Foi empregada a semeadura direta na palha, no dia 05 de novembro de 2012, utilizando uma semeadora equipada com sulcador tipo facão e sistema de distribuição de sementes tipo disco perfurado. A máquina foi regulada para distribuir 15 sementes por metro linear e	Os dados apresentaram coeficiente de variação de 1,63% para emergência, 1,74% para germinação, 1,63% para viabilidade, 2,59% para envelhecimento acelerado e 4,28% para vigor avaliado pelo teste de tetrazólio. O pH do solo correlacionou-se negativamente com a	Os dados apresentaram coeficiente de variação de 1,63% para emergência, 1,74% para germinação, 1,63% para viabilidade, 2,59% para envelhecimento acelerado e 4,28% para vigor avaliado pelo teste de tetrazólio. O pH do solo correlacionou-se negativamente com a	menor tempo de manobra deve-se ao fato de o trator precisar percorrer uma distância menor para realizar toda a manobra e iniciar outra passada, em relação à manobra convencional, na qual o tracionador percorre um caminho muito maior. Os resultados obtidos ressaltam o tempo médio de 27,1 segundos por manobra no sistema com auxílio de GPS e piloto automático. Já no sistema convencional, sem auxílio do sistema de navegação, o tempo médio foi de 52,9 segundos por manobra. Assim, a economia média foi de 48,7%, por manobra, com o auxílio do sistema de navegação e pilotagem.	O grid de um ponto por hectare e uma malha de amostragem georreferenciada com espaçamento de 100 metros entre pontos apresenta na eficiência da avaliação da variabilidade espacial da
------------------------	-----------------------------------	---	--	---	---	--	---	--	--	--	--

			campo de produção com 39 hectares por meio de técnicas de agricultura de precisão.	de estatística descritiva, correlação linear de Pearson e geostatística. Com base no mapa de contorno da área foram distribuídos pontos de monitoramento espacializados de 100 x 100 metros, caracterizando um ponto amostral central por hectare com quatro subpontos distribuídos em um raio de 15 m, a partir do ponto central, com um ângulo entre eles de 90°. Os pontos amostrais centrais foram definidos com base na metodologia de amostragem sistemática, seguindo uma malha regular de amostragem, cujos pontos são demarcados em uma rota de caminhamento pré-definida e com base no contorno do campo de produção. A avaliação dos atributos dos solos foi realizada por amostragem, coletando as plantas em cinco parcelas de 1 m² cada, sendo que as cinco subamostras formaram a amostra média do	espaçamento entre linhas de 0,45 m. A adubação de base consistiu em uma dose fixa de 160 kg ha⁻¹ de adubo NPK de formulação 2-20-20. E utilizada a cultivar TEC 5936 IPRO. A cultivar TEC 5936 IPRO completou o ciclo em 115 dias, entre a emergência e a maturidade fisiológica, e 123 dias entre a emergência e a colheita, sendo as sementes colhidas com unidade média de 17%.	germinação, emergência e viabilidade. O grid de um ponto por hectare e uma malha de amostragem georreferenciada com espaçamento de 100 metros entre pontos foi eficiente na avaliação da variabilidade espacial. A qualidade fisiológica não é uniforme, particularmente em relação ao vigor, proporcionando melhor diagnóstico por meio de mapas de interpolação. A utilização de técnicas de agricultura de precisão possibilita determinar a distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes em uma área de produção de sementes de soja, facilitando a tomada de decisão no que refere-se às áreas a serem colhidas.	qualidade fisiológica de sementes de soja. A fisiológica em diferentes posições em campo de produção de sementes de soja não é uniforme, particularmente em relação ao vigor, proporcionando melhor diagnóstico por meio de mapas de interpolação. A utilização de técnicas de agricultura de precisão possibilita determinar a distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes em uma área de produção de sementes de soja, o que pode facilitar a tomada de decisão, no que refere-se às áreas a serem colhidas.
--	--	--	---	---	--	--	--

CAMÍCIA, R. F. M. et al.	2015, Planta daninha vol. 33, nº2	Brasil, Paraná, Realeza.	Avaliar o grau de similaridade e apresentar o por mapas temáticos gerados por diferentes redes amostradas em plantas daninhas em uma área agrícola comercial de 7,95 hectares.	Monocotiledôneas e dicotiledôneas foram contadas nas safras 2012/2013 e 2013/2014, antes do plantio da soja, no período de pousio após a colheita do trigo, nos dois anos. Uma grade regular de 10 x 10 m foi produzida para amostrar as plantas invasoras, usadas como referência, e a contagem foi realizada em 1 m² de cada ponto amostral, totalizando 795 amostras em cada ano, em comparação com grades regulares de 30 e 50 m, gerado a partir da exclusão de dados da grade padrão. Vinte e duas amostras compostas de solo foram coletadas a uma profundidade de 0 a 20 cm para correlacionar as propriedades do solo com a ocorrência de plantas daninhas. Para a geração dos mapas temáticos, foi utilizado o Ponderação por Distância Inversa (IDW) para interpolação; Ao comparar os mapas gerados a partir de cada	A área foi medida e georreferenciada com um GPS Garmin 76CSx, com uma precisão aproximada de 2 m. Posteriormente, uma grade regular de 10 x 10 m foi estabelecida no software TrackMaker PRO, que foi usada como base para a geração de outras grades: uma grade intermediária de 30 x 30 m e a grade máxima de 50 x 50 m para o amostragem de plantas invasoras. Os mesmos dados foram utilizados para ambas as grades, apenas a exclusão dos dados intermediários foi realizada para gerar as grades de 30 m e 50 m. Assim, foram obtidos mapas com menor densidade amostral. A área de estudo possui 795 pontos de amostra para a grade de 10 x 10 m. Para a grade de 30 x 30 m, 76 pontos de amostragem; a grade de 50 x 50 m contém 22 pontos de amostra. Para gerar os mapas temáticos, utilizou-se na segunda potência o Ponderação Inversa de	Observou-se que a perda de qualidade do mapa foi menor em 2013 em comparação a 2012, quando a densidade amostral dos pontos foi reduzida. As grades de 30 x 30 m descreveram satisfatoriamente os dados de infestação dos dicotiledôneos e as grades de 50 x 50 m descreveram adequadamente a infestação de ervas daninhas monocotiledôneas. Na área de estudo nos anos de 2012 e 2013, foi observada uma redução na quantidade de detalhes nos mapas gerados com diferentes grades, proporcional ao aumento no tamanho da grade amostral, devido à menor densidade das amostras e também ao fato que as ervas daninhas são distribuídas de forma agregada, permitindo seu mapeamento. Mapear a variabilidade espacial de plantas daninhas, utilizando ferramentas agrícolas de precisão,	As raízes monocotiledôneas se desenvolvem principalmente na camada superficial, com um alto grau de ramificação e formação de raízes secundárias, o que permite que as raízes explorem um volume maior de solo, tornando-as mais sensíveis e explicando a correlação com mais atributos do solo do que os dicotiledôneos. Considerando as condições em que os experimentos foram realizados, o mapeamento foi adequado e viável devido à estrutura de distribuição agregada das plantas daninhas. As grades que melhor descreveram as informações da redução dos pontos de amostragem foram de 50 x 50 m para os monocotiledôneas e
--------------------------	-----------------------------------	--------------------------	---	--	--	--	--

BAZZI, C. L. et al	2013, Eng. Agric. vol.33, nº5	Brasil, Paraná, Serranópolis do Iguaçu.	Possibilitar o uso da tecnologia da agricultura de precisão e avaliar aspectos que podem influenciar o processo de nutrição	Foram definidos 58 pontos de amostragem (2,93 pontos hectares) utilizando uma grade irregular, distância mínima de 30m e máxima de 497m. Foram coletados dados sobre a produtividade da soja, parâmetros químicos do solo e propriedades textuais (silte, areia e argila)	grade com o mapa de referência, o coeficiente kappa foi utilizado para avaliar a perda de qualidade dos mapas, à medida que o número de pontos amostrais foi reduzido.	Distância (IDW) para interpolação, utilizando a janela de interpolação para 10 vizinhos no software SURFER 8.0. Como se espera uma melhor qualidade de amostragem, quanto maior o número de pontos, a grade de 10 m foi selecionada por ter a maior densidade amostral como referência para calcular a perda de qualidade dos mapas pelo coeficiente kappa.	para a delimitação da área e os locais dos pontos de amostragem foram obtidos com receptor GPS Trimble Geo Explorer XT 2005 e o software PathFinder (Software para definição de zonas de gerenciamento – SDUM). As medidas de resistência a penetração do solo foram realizadas pelo medidor eletrônico Falke	com células de 10 x 10 m, divididas em três classes de infestação, que concluíram que havia uma estrutura de dependência espacial definida para plantas separadas de acordo com o tipo de folha e seu número total. Os mapas obtidos neste estudo mostram o padrão agregado de distribuição espacial de plantas daninhas. Foi possível definir zonas de manejo com diferenças de infestação de cinco a dez vezes o número total de plantas daninhas, confirmando a hipótese de que a análise geostatística pode ser utilizada como ferramenta auxiliar no manejo.	A abordagem agrônômica não apresentou bons resultados para as divisões estudadas. Não houve redução na variação para os atributos P, K e todos os níveis de compactação (para divisão em duas zonas de gerenciamento) para esses atributos apenas K apresentou correlação significativa, mas	de 30 x 30 m para os dicotiledôneas. Somente os monocotiledôneas mostraram correlações com os atributos do solo. Devido a possíveis variações dos dados encontrados em estudos de plantas daninhas, sugere-se que, para cada área de amostragem estudada.	A metodologia utilizada permitiu a geração de zonas de manejo que podem servir como fonte de recomendação e análise de solo. - A subdivisão em duas zonas de gerenciamento foi considerada melhor, permitindo zonas com maior número
--------------------	-------------------------------	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

CAON, D. et al	2013, Rev. Brás Agric. Ambient. Vol.17, nº6	Brasil, Paraná, Guarapuava	Estabelece uma densidade amostral que	Foram comparados mapas para pH, H+Al, P, K, Ca, Mg, V% e necessidade de calagem, nas camadas	além do teor de água e resistência a penetração do solo (0 a 0,30m).	PGL 1020. Foi realizada técnica de agrupamento Fuzzy C-Means.	negativa, com rendimento reforçando a conclusão das estatísticas. Quanto ao atributo Fe os resultados mostraram igualdade entre as zonas de manejo. O silte apresentou as mesmas médias de acordo com a análise de variância. Para outros atributos estudados todos foram diferentes, indicando que a divisão pode ser tomada como fonte de recomendação e análise. Quanto três zonas de manejo foram consideradas a divisão foi satisfatória para todos os atributos com variância reduzida. Apesar disso os conjuntos de dados diferiram para os atributos Ca, Mg, Mn, pH e umidade, bem como para o lodo (a divisão em três zonas não apresentou bons resultados para análise e recomendação, pois a maioria dos atributos apresentou igualdade).	de atributos diferentes entre as classes. O programa “Software para definição de zonas de gerenciamento – SDUM” possibilitou a criação rápida e fácil de zonas de gerenciamento, apesar da complexidade da metodologia aplicada. Abordagem econômica não apresentou bons resultados para divisão das unidades de manejo (não foi possível identificar locais potenciais produtivos).
			da soja.				negativa, com rendimento reforçando a conclusão das estatísticas. Quanto ao atributo Fe os resultados mostraram igualdade entre as zonas de manejo. O silte apresentou as mesmas médias de acordo com a análise de variância. Para outros atributos estudados todos foram diferentes, indicando que a divisão pode ser tomada como fonte de recomendação e análise. Quanto três zonas de manejo foram consideradas a divisão foi satisfatória para todos os atributos com variância reduzida. Apesar disso os conjuntos de dados diferiram para os atributos Ca, Mg, Mn, pH e umidade, bem como para o lodo (a divisão em três zonas não apresentou bons resultados para análise e recomendação, pois a maioria dos atributos apresentou igualdade).	A densidade de uma amostra por hectare é a mais recomendada na elaboração de

			ofereça precisão nos mapas de atributos químicos gerados sobre diferentes densidades amostrais, em duas profundidades, e mensurar sua implicação prática na adubação e calagem para a cultura da soja, na região de Guarapuava.	0-10 e 0-20 cm, nas densidades amostrais de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 e 4 ha, sendo a primeira densidade tomada como referência de comparação. Os modos de comparação foram a exatidão global e o índice Kappa. A diminuição da densidade amostral depreciou a qualidade dos mapas gerados. Para quantificação das necessidades totais de adubação e calagem para a cultura da soja nas diferentes densidades amostrais e profundidades, foram utilizados parâmetros de fertilidade propostos por EMBRAPA (2010) e a recomendação de calagem foi feita pelo método de saturação de bases no intuito de elevar V a 70%. Os mapas das recomendações foram criados e quantificados com o uso dos programas Surfer e IDRISI Taiga. As recomendações feitas quanto ao aspecto de agricultura de precisão foram	do programa Track Maker Pro®. Os dados de perímetro do talhão foram obtidos com GPS; posteriormente, os dados de perímetro foram transferidos para o computador através do programa TrackMaker Pro® e nestes convertidos para formato DXF e na sequência importados para o AutoCAD® para estabelecimento das grades. Tanto o GPS quanto os programas utilizados foram padronizados para gerar dados no sistema de Coordenadas UTM, com Datum South América 1969 (SAD 69). No CAD o perímetro foi estudado quanto à melhor posição de estabelecimento das grades que foram elaboradas com a ferramenta OFFSET deste programa, gerando 192 unidades amostrais com área de 2500 m² dispostas em 16 linhas e 12 colunas totalizando 48 ha, e de onde foram retiradas as amostras. No centro de cada quadrícula foi introduzido um ponto numerado com função de orientar o local da coleta	até a densidade amostral de uma amostra por hectare. Para todos os atributos as densidades amostrais maiores apresentam número de classes e à medida em que a densidade amostral decresce, as classes mais extremas perdem representação ou mesmo desaparecem para incrementar as classes mais próximas àquela na qual a média está inserida. Todas as densidades amostrais diferiram entre si para todos os atributos estudados em ambas as profundidades, evidenciando que dentre os detalhamentos propostos no trabalho não foram encontradas uma estabilização dos resultados nem estabilização da precisão com a diminuição da densidade amostral nem, ainda, estabilização da densidade amostral com aumento do detalhamento amostral. A alta fertilidade química no solo estudado que apresenta saturação de base mais elevada que 70% e média dos níveis	mapas de atributos químicos do solo. A agricultura de precisão utiliza, de forma mais eficiente, a quantidade de calcário e fertilizantes do que a agricultura convencional.
--	--	--	--	---	---	---	---

RIFFEL, C. T. et al	2012, Ciênc. Rural Vol.42, nº12	Brasil, Rio Grande Sul, Júlio de Castilhos.	Avaliar a influência da densidade amostral	comparadas com as recomendações feitas com base na agricultura tradicional cuja média total é utilizada para tal indicação. Esta comparação foi realizada verificando-se a porcentagem do mapa gerado para agricultura de precisão que é ocupada pela classe na qual a média total está inserida.	das amostras. Após estabelecidos as grades e os pontos no CAD, o arquivo foi salvo em formato DXF e aberto novamente pelo software Track Maker Pro® possibilitando transferir os novos dados para o GPS. As amostras foram coletadas e numeradas com orientação do GPS através da localização dos pontos no terreno. Os mapas gerados foram, na sequência, importados pelo programa Idrisi Taiga no qual foram atribuídas classes de isolinhas buscando englobar a amplitude total dos dados limitando-as ao máximo de 6 classes por atributo. Posterior ao estabelecimento das classes por meio da ferramenta TABCROSS do IDRISI TAIGA, os mapas de densidades amostrais menores foram comparados com o de maior densidade correspondente a 1/4 ha.	de P (na profundidade 0-10 cm) e K superiores às classes mais altas indicadas na recomendação de adubação, fez com que as quantidades totais de corretivos e fertilizantes aumentassem com o uso da agricultura de precisão podendo originar certas dúvidas quanto à sua utilização; a questão é que, quando a aplicação apenas das quantidades adequadas se torna maior que a aplicação convencionalmente feita, esta última estava sendo feita de maneira inadequada e sua alteração provavelmente terá resultados positivos.	Os resultados obtidos indicam que as grades amostrais avaliadas permitem caracterizar a distribuição espacial das	As malhas amostrais avaliadas mostraram-se apropriadas para caracterizar a
---------------------	---------------------------------	---	--	--	---	--	--	---

			no monitoramento de lagartas desfolhadora na cultura da soja.	RS, no ano agrícola 2008/2009. O monitoramento georreferenciado foi realizado seguindo três malhas amostrais regulares, 50x50m, 71x71m e 100x100m e também seguindo o método tradicional de amostragem. Durante todo o ciclo da cultura, e para cada malha amostral, foram realizadas cinco avaliações da infestação de lagartas, duas no estádio vegetativo e três no reprodutivo, com a utilização do pano-de-batida. Para analisar a distribuição espaço-temporal das lagartas na área, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e à geostatística, utilizando semivariogramas e krigagem para elaboração dos mapas temáticos.	navegação portátil, marca Garmin®, modelo Legend. Posteriormente, foram sobrepostas três malhas amostrais quadriculares regulares com as seguintes dimensões: a) 100x100m; b) 71x71m; c) 50x50m, totalizando 47; 96 e 181 pontos amostrais, respectivamente. As malhas amostrais foram geradas através do programa computacional CR - Campeiro 7. Com a finalidade de comparar os dados obtidos utilizando diferentes malhas amostrais georreferenciadas, em todas as avaliações, também foi realizada uma avaliação seguindo a metodologia tradicional com a utilização de pano-de-batida.	lagartas e modelar a variabilidade espacial de lagartas na cultura da soja. A amostragem e monitoramento georreferenciado e posterior elaboração de mapas temáticos constituem-se numa alternativa potencial para agregarem-se às estratégias de MIP. em todas as avaliações, independente das malhas amostrais utilizadas, os dados apresentaram elevada dispersão relativa em relação à média, verificados pelos valores dos coeficientes de variação (CV%), que variaram de 128,0% (2ª avaliação) a 52,2% (5ª avaliação) na malha 50x50m, de 130,0% (2ª avaliação) a 50,3% (5ª avaliação), na malha 71x71m, e de 247,6% (1ª avaliação) a 49,2% (5ª avaliação), na malha 100x100m. a dinâmica espaço-temporal da praga pode proporcionar uma tomada de decisão melhor embasada, pela maior quantidade de informações obtidas e, como consequência, realizar o controle	distribuição espacial das lagartas na cultura da soja. No entanto, o aumento da densidade amostral aumenta a acurácia dos valores estimados e, consequentemente, dos mapas temáticos gerados. As lagartas desfolhadoras A. gemmatilis e P. includens distribuíram-se de forma agregada na área, com moderada dependência espacial. O monitoramento georreferenciado de lagartas na cultura da soja constitui uma alternativa potencial para futuros protocolos de controle de pragas, visando o manejo em sítios específicos e consequente redução nos impactos ambientais, gerados pela atividade agrícola. A utilização de ferramentas de agricultura de precisão, tais como
--	--	--	--	--	--	---	---

SANTI, A. L. et al	2012, Pesq. Agropec. Bras. Vol.47, nº9.	Brasil, Rio Grande do Sul, Palmeira das Missões.			Avaliar, por meio de análise dos componentes principais, a redução na dimensionalidade de atributos químicos e físicos do solo para a compreensão da variabilidade espacial e temporal da produtividade de cultura de grãos.	A área experimental, de 54 ha, é manejada em agricultura de precisão há oito anos. Com base em seis mapas de colheita (soja – safra 2000/2001; milho – 2001/2002; soja – 2002/2003; trigo – 2003; soja – 2003/2004; e milho – 2004/2005), a área foi dividida em três zonas de produtividade de grãos (alta, média e baixa). Foram definidos 15 pontos georreferenciados representativos, para determinação de atributos químicos e físicos do solo, o que totalizou 63 variáveis analisadas. Para relacionar a produtividade com o fator de solo que apresentou maior carga	Os dados de produtividade foram obtidos com o auxílio de colhedora Massey Ferguson, modelo MF 34, equipada com sistema "fieldstar", que congrega um conjunto composto de sensor de rendimento do tipo "micro trak" de duas hastes, cartão para armazenamento de dados tipo PCMCIA e antena receptora de sinal com sistema de posicionamento global (GPS). O período de avaliação do desempenho das culturas foi de 2000 a 2004. No conjunto de dados de produtividade de grãos, foram considerados seis eventos de colheita (soja – safra 2000/2001; milho – 2001/2002; soja – 2002/2003; trigo – 2003;	somente nas áreas com infestação.	Entre os atributos químicos, o elevado teor de K no solo é o que melhor explica a variabilidade espacial da produtividade das culturas de grãos, provavelmente em razão do desbalanço das relações Ca:K e Mg:K. A zona de baixa produtividade apresentou baixa qualidade física do solo. Neste caso, a infiltração de água no solo, isoladamente, é a variável que melhor explica o desempenho das culturas de grãos. A análise dos componentes principais dos atributos químicos e físicos do solo é estratégia eficiente para explicar a variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas de grãos em área cultivada há oito anos sob manejo sítio específico do solo. Entre as variáveis químicas e físicas avaliadas, o desbalanço de bases e a limitação da infiltração de água no solo, respectivamente, são as que mais frequentemente limitam a produtividade de	amostragem e monitoramento georreferenciado de lagartas na cultura da soja, permite traçar estratégias de controle, visando o uso racional de inseticida, gerando menores impactos ambientais.
--------------------	---	--	--	--	---	---	--	--	---	---

				fatorial, a área foi dividida em três zonas, de acordo com o histórico dos mapas de produtividade de grãos: produtividade de grãos real alta (PGRA), produtividade de grãos real média (PGRM) e produtividade de grãos real baixa (PGRB).	soja – 2003/2004; e milho – 2004/2005). Na cultura de trigo (safra 2002), houve problema no armazenamento dos dados de produtividade e, por esta razão, essa safra foi desconsiderada. As 63 variáveis, que compreendem os atributos químicos e físicos do solo, foram previamente organizadas em planilha eletrônica Excel e, posteriormente, importadas para o programa CR Campeiro7 (Giotto & Robaina, 2007), para criação dos projetos digitais (integração do arquivo vetorial de contorno, arquivo vetorial de pontos amostrais e valor pontual das variáveis em estudo). Em seguida, foi realizada a estruturação dos modelos digitais de terreno (modelos matemáticos), com o ajuste dos modelos por parâmetros de grade, com pixels de 5x5 m, para que todos os modelos em análise tivessem o mesmo número de linhas e colunas correspondentes. Optou-se pela interpolação das variáveis por krigagem. Essas são	lineares dos atributos de fertilidade com a produtividade geralmente são baixas (menores que 0,50), o que impede isolar fatores bióticos e abióticos que influenciam a produção da cultura. Na agricultura de precisão, dificilmente uma única variável conseguirá explicar, isoladamente, a variabilidade espacial da produtividade de grãos em culturas anuais, como soja, milho e trigo. O cruzamento de variáveis físicas e químicas é importante, uma vez que a alteração, em uma variável, pelo manejo do solo, acaba modificando outras variáveis. Neste caso, o uso da técnica da redução de variáveis é importante para selecionar os principais componentes, para identificar e interpretar a distribuição das variáveis originais de maior peso.	grãos.
--	--	--	--	--	--	--	---------------

MEROTTO, J. R. et al	2012, Planta Daninha Vol.30, nº2	Brasil, Rio Grande do Sul, Sertão	Avaliar a relação entre os índices de refletância de plantas daninhas obtidos pelo GreenSeeker e TMsensor para quantificação de plantas daninhas.	Dois experimentos foram conduzidos com soja e milho, estabelecendo um gradiente de interferência de plantas daninhas através do uso de herbicidas pré e pós-emergência. A quantificação de plantas daninhas foi avaliada pelo índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI) e a razão de vermelho para infravermelho próximo (Vermelho / NIR) obtida usando o GreenSeeker TMsensor, controle visual das plantas daninhas, matéria seca das plantas daninhas e fotografias digitais, que forneceram informações sobre as proporções de cobertura da área foliar de plantas daninhas e palha. A cobertura foliar de plantas daninhas obtida com fotografia	rotinas padrões do programa CR Campeiro7 que antecederam a visualização de mapas temáticos e, também, análises complementares de dados, como a ACP.	Ambos os experimentos foram avaliados analisando as avaliações convencionais de matéria seca de plantas daninhas, a proporção de cobertura do solo por ervas daninhas, palha e solo, controle visual de ervas daninhas e rendimento de grãos, e os índices de refletância NDVI e Red / NIR através do equipamento GreenSeeker TM. As análises de matéria seca de plantas daninhas, proporção de cobertura do solo e índices de refletância foram realizadas 21 e 25 dias após a emergência (DAE) para os experimentos de soja e milho, respectivamente. A avaliação da proporção de cobertura do solo por ervas daninhas, solo e palha foi realizada por fotografia digital com uma câmera digital vermelha,	Os resultados indicaram que o sensor TM GreenSeeker usado para fertilização de culturas também poderia ser usado para obter índices de refletância na área entre linhas de culturas para apoiar programas de tomada de decisão para controle de ervas daninhas. A correlação da cobertura foliar de plantas daninhas medida pela fotografia digital com os índices de refletância NDVI e Red / NIR obtidos pelo equipamento GreenSeeker TM no experimento de soja foi de 0,711 e -0,693, respectivamente. Os resultados obtidos com a ferramenta GreenSeeker para quantificação de plantas daninhas em soja e milho apresentaram desempenho satisfatório. Em geral, essa ferramenta tem sido	O índice de refletância NDVI foi correlacionado com a cobertura da área foliar e a matéria seca das plantas daninhas em soja e milho. A ferramenta GreenSeeker TM foi capaz de obter com precisão o NDVI das ervas daninhas presentes nessas culturas. Esses resultados indicam que o sensor GreenSeeker TM, originalmente usado para determinar as taxas de adubação nitrogenada de cobertura em culturas em linha, também pode ser usado para obter os índices de refletância das ervas daninhas entre as linhas de soja e milho e pode ser usado na decisão de procedimentos
----------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--	--	--	---	---	--

				digital foi altamente associada ao NDVI ($r = 0,78$) e ao Red / NIR ($r = -0,74$). A matéria seca das plantas daninhas também se correlacionou positivamente com o NDVI obtido em 1 m linear ($r = 0,66$). A matéria seca das plantas daninhas foi avaliada através da coleta de plantas existentes nos 1 m localizados na área entre as fileiras de cada parcela. O controle de plantas daninhas foi avaliado visualmente usando a escala de porcentagem, onde 0 corresponde a nenhum controle e 100 corresponde ao controle total. Esta avaliação foi realizada aos 15, 29 e 45 dias após o tratamento (DAT) para o experimento de soja e aos 17, 28 e 45 DAT para o experimento de milho. O rendimento de grãos foi determinado pela colheita das plantas em uma área de 4,8 m 2 por parcela. A produtividade de grãos foi estimada pelo peso	verde e azul (RGB) Canon A460 (Canon Inc., Tóquio, Japão). As imagens foram tiradas com 2592 e 1944 pixels nas dimensões horizontal e vertical, respectivamente, resultando em uma resolução de 5 megapixels com profundidade de 24 bits. As especificações usadas para obter as imagens foram 5 mm de distância focal, com parada F de f / 4, tempo de exposição de 1/200 s e velocidade ISO de ISO-80. As imagens foram obtidas posicionando a câmera a uma altura de 1 m acima do solo na área entre as fileiras. As imagens digitais foram editadas utilizando o software Sigma Scan Pro 5 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA) para caracterização das áreas de plantas daninhas, palha e solo nu, convertendo as imagens para o tipo binário por um método de segmentação. O software usa a coordenada cilíndrica HSV (matiz, saturação e valor) no modelo RGB. O limite para discriminar as ervas daninhas do	usada para determinar a quantidade de cobertura vegetal relacionada a copa das culturas sem distinguir sua localização. a utilização de ferramentas multiuso na agricultura de precisão pode aumentar a adoção do manejo de plantas daninhas específicas do local. Os resultados obtidos neste estudo indicaram que o índice de refletância NDVI obtido por um sensor de solo pode ser utilizado para diferenciar plantas daninhas, palha e solo descoberto e para quantificar a interferência de plantas daninhas em lavouras em linha. Essa tecnologia pode oferecer melhores oportunidades para a utilização do limiar econômico de ervas daninhas, resultando em uma melhoria no controle de ervas daninhas e uma redução no efeito de herbicidas e outros métodos de controle de ervas daninhas no meio ambiente.	relacionados ao controle de plantas daninhas.
--	--	--	--	--	---	---	--

				dos grãos colhidos na área amostrada, corrigido para 13% de umidade. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância. Todas as variáveis foram analisadas por meio de correlação e análise de componentes principais (PCA). Finalmente, a cobertura foliar e o NDVI foram analisados por regressão linear, considerando a cobertura foliar como variável independente. Essas análises foram realizadas pelo programa JMP IN versão 4.	restante da imagem foi definido como um valor de matiz de 103 e uma saturação de 99. Para discriminar ervas daninhas e palha do restante da imagem, o matiz do componente era 105 e a saturação era 98. Em seguida, o A proporção de cada imagem coberta por ervas daninhas e ervas daninhas mais palha foi obtida usando o software ImageJ. Nas imagens binárias obtidas, os pixels de cobertura de plantas daninhas e os de cobertura de palha e cobertura de palha receberam o valor "1" (pixel branco), e os pixels de cobertura de cobertura de ervas daninhas e pixels de cobertura de solo receberam o valor "0" (pixel preto). O software ImageJ foi usado para contar quantos "1" valores da imagem e calcule a proporção desses valores em relação ao número total de pixels. A proporção coberta pelo solo foi obtida subtraindo a proporção de plantas daninhas mais palha do total. Da mesma forma, a		
--	--	--	--	---	---	--	--

GIRARDELLO, C. V. et al	2011, Rev. Bras. Ciênc. Solo Vol. 35, nº 6	Brasil, Rio Grande Sul, Victor Graeff	Investigar as alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (450 g kg ⁻¹) promovida s por dois tipos de escarificaç	Selecionou-se no município de Victor Graeff, na região do planalto do RS, uma lavoura de 50,6 ha manejada sob SPD por longo prazo e, recentemente, com agricultura de precisão. O clima local é subtropical Cfa, com precipitação pluvial anual oscilando entre 1.500 e 1.750 mm, temperatura média de 20 °C e altitude de 490 m. Com base nos mapas de rendimento	proporção de palha pode ser obtida subtraindo a proporção de ervas daninhas de ervas daninhas mais palha. Portanto, a avaliação da cobertura foliar de plantas daninhas está relacionada a uma estimativa da área foliar relativa das plantas daninhas em relação à área total de cada imagem. A avaliação dos índices de refletância NDVI e Red / NIR foi realizada com a ferramenta GreenSeeker TM Handheld Sensor Unit (Ntech Industries Inc., Ukiah, CA, EUA).	Os resultados da caracterização inicial dos atributos do solo por zona de rendimento maior evidenciaram densidade do solo e menor porosidade total, na profundidade de 0,15-0,20 m, na ZB em relação à ZA. Em todos os tratamentos com escarificação mecânica, observou-se, logo após o preparo, incremento da infiltração de água em relação ao SE, que aumentou em torno de quatro vezes nos	A zona de baixo rendimento apresentou qualidade física do solo inferior, expressa pela densidade do solo e porosidade total superior e inferior, respectivamente, aos valores críticos na profundidade de 0,15-0,20 m, condicionando baixa infiltração de água no solo. Nos tratamentos escarificador
-------------------------	--	---------------------------------------	--	--	---	--	---

			ões sítio-específico e uma convenção al (aleatória), bem como seus efeitos sobre o rendimento da soja.	de três safras anteriores, a área foi subdividida em três zonas de potencial produtivo. Na zona de baixo rendimento (ZB) foram implantados os seguintes tratamentos: (a) escarificação convencional com profundidade fixa de 0,30 m (EC); (b) escarificação sítio-específico com equipamento Fox® com profundidade fixa de 0,30 m (ESEF); (c) escarificação sítio-específico com equipamento Fox® com profundidade de atuação variável (0,10 a 0,30 m), em função da resistência máxima do solo à penetração (ESEV); e (d) controle sem escarificação (SE). A zona de alto rendimento (ZA) foi usada como referência para avaliar o efeito dos tratamentos no rendimento de grãos. Os tratamentos foram implantados em faixas paralelas de 100 x 20 m, seguindo o delineamento de blocos casualizados.	expressos com unidade de grãos ajustada para 13 kg kg-1. Para avaliação do rendimento do experimento, cada tratamento foi colhido separadamente, e o peso, determinado em balança. Determinou-se ainda, em nove pontos por tratamento, o número de plantas em 2,0 m lineares, bem como o número de vagens por planta e o peso de 100 grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa computacional SISVAR 5.0 (Ferreira, 2007), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).	tratamentos EC e ESEV em comparação a esse controle. No entanto, o efeito da escarificação, independentemente do tipo de escarificador, foi efêmero; transcorridos sete meses, verificou-se decréscimo na infiltração de água no solo, que não diferiu do tratamento controle. Entre os escarificadores investigados, o ESEV destacou-se pela manutenção da cobertura do solo em relação ao EC e proporcionou maior rendimento de soja. Contudo, sob condições de elevada precipitação pluvial não foi observado incremento no rendimento da soja nos tratamentos com escarificação mecânica, em relação ao tratamento controle (SE). Na comparação dos tipos de escarificadores, constatou-se que o ESEF foi superior ao EC, com incremento de 12 % no rendimento da soja. Nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m, o solo sob ESEF, geralmente, apresentou menor densidade e maior macroporosidade do que	convencional e sítio-específico à taxa variada, o aumento na infiltração de água no solo foi quatro vezes superior em relação ao controle. No entanto, esse efeito positivo da escarificação mecânica foi temporário, sendo anulado sete meses após a operação do solo. Sob elevada precipitação durante o ciclo da cultura e estado moderado de compactação do solo, a alteração na qualidade física proporcionada pela escarificação não influenciou o rendimento da soja em relação ao controle. Na comparação dos escarificadores, o sítio-específico à taxa variada destacou-se por apresentar 40 % a mais de cobertura do solo remanescente e proporcionar 12 %
--	--	--	---	---	--	--	--

				escarificação (ZA). Os tratamentos foram implantados sem repetição em faixas paralelas de 100 x 20 m de largura, totalizando uma área experimental de 10.000 m². As escarificações foram realizadas no dia 22 de novembro de 2008, antecedendo uma semana a semeadura da cultura da soja, quando o solo encontrava-se com baixa umidade (14 m³ m⁻³), na profundidade de 0-0,20 m. O escarificador convencional atuou com sete hastes espaçadas de 0,40 m. O escarificador sítio-específico e a profundidade fixa atuaram com nove hastes desencontradas, com espaçamento de 0,30 m. A resistência à penetração e a umidade do solo foram determinadas em cinco pontos por tratamento, espaçados de 20 m entre si. Em cada ponto foram feitas 10 repetições, utilizando um penetômetro digital
--	--	--	--	--

SUSZEK, G. et al	2011, Eng. Agric. vol.31, nº5	Brasil, Paraná, Cascavel	Analisar duas técnicas para definição de zonas de manejo utilizando mapas de produtividade da soja, em uma área produtiva tratada com	com leituras a cada 0,01 m até a profundidade de 0,40 m. Os atributos físicos (densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total) foram investigados em todos os tratamentos nas seguintes profundidades: 0,0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m, com nove repetições por tratamento, mantendo um espaçamento de 10 m entre repetições. A densidade do solo foi determinada por meio de amostras indeformadas.	A área estudada possui 1,74 hectares, Latossolo vermelho escuro, dividido em 256 parcelas de 7,2m x 7,2m. Metade das parcelas foram gerenciadas com fertilização química localizada (LF) e metade com fertilização química convencional (CF). A cultura foi realizada com a cultivar de soja CD 201-soja convencional, sendo	A distribuição normal da probabilidade dos dados foi verificada pelos testes propostos por Anderson Darling e Kolmogorov-Smirnov, considerando a distribuição normal da probabilidade dos dados que obtiveram resultados de p valor maior que 0,05. A estrutura da variabilidade espacial dos dados foi verificada por análise geostatística.	A variabilidade da produtividade da soja foi menor nas parcelas com a adubação localizada. Na comparação das zonas de gerenciamento verificou-se através do CRD que, em média houve diferença de 56% (LF) e 41% (CF) no módulo, os valores interpolados da produtividade normalizados em cada método.	A metodologia proposta pelo cálculo da produtividade padronizada equivalente mostrou-se eficaz ao permitir, ao mesmo tempo, a padronização dos dados utilizando o score padrão e o coeficiente de variação da variável. - Os dois métodos de definição de zonas de gerenciamento, usando
------------------	-------------------------------	--------------------------	--	--	---	--	--	---

			fertilização localizada e outra com fertilização convencional al.	cultivada no sistema de plantio direto.	Os resultados das análises de produtividade, teste de retenção em peneiras e da qualidade fisiológica das sementes foram utilizados para a elaboração de modelos digitais (mapas) através do software "Sistema Agropecuário CR - Campeiro 6" (Giotto et. al., 2004). O método geoestatístico de interpolação utilizado na elaboração dos modelos digitais foi a krigagem, com raio máximo de pesquisa de 150 metros.	Os dados apresentaram um coeficiente de variação de 9,66% para produtividade, 8,46% para germinação, 13,24% para primeira contagem, 19,01% para envelhecimento acelerado e 6,93% para emergência. Foi verificada a dependência espacial para as variáveis estudadas, sendo que o alcance dessa dependência foi de 300 m para produtividade, 700 m para germinação e primeira contagem, 400 m para envelhecimento acelerado e 200 m para emergência. A qualidade		produtividade normalizada e produtividade padronizada equivalente mostraram-se eficazes. - A conformidade dos mapas foi avaliada com razoável para as zonas de manejo com parcelas sob fertilização convencional e boa para as zonas com fertilização localizada.
MATTIONI, M. N. et al	2011, Rev. Bras. Sementes Vol. 33,nº 4	Brasil, Rio Grande Sul, Não me Toque.	Determinar a variabilidade e espacial da produtividade e da qualidade de sementes de soja, em um campo de produção de sementes, utilizando as ferramentas da agricultura	As sementes foram colhidas seguindo um grid de 1 ponto por hectare, georreferenciado, com quatro sub-amostras, totalizando uma área colhida de 16 m2 por ponto, que após serem pesadas, estimou-se a produtividade. O tamanho das sementes produzidas foi determinado através do teste de retenção nas peneiras de tamanho 5,5, 6,5 e 7,5 mm. A qualidade fisiológica das sementes foi determinada pelo teste de germinação, primeira		A produtividade da cultura da soja é desuniforme nos campos de produção de sementes, com diferença de aproximadamente 1500 kg.ha-1, entre os valores máximo e mínimo. Existe também uma variabilidade alta na produção de sementes maiores e menores, sendo as sementes de tamanho médio pouco afetadas. A qualidade fisiológica de sementes de soja		

			comercial manejada sob o sistema de plantio direto por longo prazo; investigar a relação entre a resistência a penetração e a produtividade de da soja; avaliar a eficiência de escarificadores mecânicos na redução da resistência a penetração e no incremento da produtividade de grãos na cultura da soja.	comerciais, durante a safra de verão, a soja e o milho cultivados em rotação com proporção de dois anos da leguminosa para um ano da gramínea. No inverno, o trigo é cultivado antecedendo a soja, e a aveia preta, o milho ou soja, com proporção de dois anos com cultura de cobertura para um com o cereal. Utilizou-se mapa de produtividade da cultura milho (2007/08), safra imediatamente anterior a do estudo, com definição de três áreas de zoneamento. A relação entre a resistência de penetração da cultura foi obtida pela sobreposição dos mapas.	colhedora MF32 equipada com sistema Fieldstar. O equipamento utilizado no tratamento do escarificador convencional foi o Jumbo (Jan). O trator estava equipado com o monitor Falcon 3500 e com programa computacional que utilizava arquivos em formato VRC. Na cabine do trator foi instalada antena receptora DGPS (Tronick), associada a monitor de controle de operações, visando rastreamento. Para geração dos mapas temáticos utilizou-se o programa CR-Campeiro 7.	resistência a penetração classificada como baixa/moderada. Em relação a eficiência dos escarificadores verificou-se decréscimo dos valores de resistência a penetração. Após a escarificação mecânica, indiferentemente do tipo de equipamento utilizado, não se verificou valores de resistência a penetração na faixa de 1,3 a 1,6 MPa. Não houve incremento da produtividade da soja em razão da escarificação mecânica. A avaliação do desempenho dos escarificadores em relação a produtividade da soja sob condições de solo com resistência a penetração e classificada como abaixo do valor crítico e com precipitação, durante o ciclo da soja, classificado como satisfatório.	áreas com elevada resistência a penetração, subsidiando intervenção localizada. - O valor crítico de resistência a penetração do Latossolo Vermelho foi de 3,0 Mpa, induzindo a decréscimo de 10% da produtividade da soja. A partir do valor crítico, pequenos incrementos na resistência a penetração ocasionou acentuado decréscimo na produtividade da oleaginosa, alcançando redução de 38% com 5,0Mpa - A escarificação mecânica não incrementou a produtividade de soja, em relação ao tratamento sem escarificação, em solo manejado sob sistema plantio direto com resistência a penetração, classificada como baixa/moderada e em condições de
--	--	--	--	--	--	--	--

SANTI, A.L.et al	2014, Planta daninha vol.32, nº1	Brasil, Rio Grande Sul, Vista Missões.	Caracteriza a variabilidade espacial e fitossociológicas das plantas daninha em uma área de preparo com soja plantada e manejada com ferramenta de agricultura de precisão.	A área estudada totaliza 89,07 hectares, Latossolo vermelho distrófico com textura argilosa, cultivada sob plantio direto a mais de dez anos com monocultura de soja (verão) nas últimas cinco estações do ano. No inverno, a área foi revolvida com cereais para grãos (trigo e aveia branca) e plantas de cobertura (aveia preta e nabo). O levantamento fitossociológico das plantas daninhas ocorridas na área foi realizado durante o estágio vegetativo V5, antes da primeira aplicação do herbicida pós emergência. A amostragem espacial agrupou a ocorrência de plantas daninhas em classe de infestação, criadas com base nos níveis de infestação das espécies da área.	Procedeu-se georreferenciamento da área, marcando o período com uma navegação GPS portátil. Posteriormente foi gerada uma amostra de malha, dividindo a área em quadrados regulares de 50m x 50m, totalizando 356 pontos de amostragem georreferenciados, a malha foi gerada utilizando software CR-Campeiro 7. A avaliação da distribuição espacial das espécies de plantas daninhas que ocorrem na área foi realizada por meio de espacialização dos dados em mapas temáticos, utilizando a interpolação por geoestatística por krigagem, com auxílio do software Falker Map Plus.	O levantamento fitossociológico identificou 1739 indivíduos pertencentes a 19 espécies (15 Magnoliopsidas e 4 Liliopsidas) de 13 famílias, sendo Poaceae (4), Asteraceae (3) e Solanaceae (2) e aquelas com maior número de espécies na área. Assim, verificou-se que o método de mapeamento por amostragem em redes regulares de amostra foi capaz de captar a variabilidade espacial dos pontos amostrados, aumentando a precisão à medida que espessava as amostras, tendo como limitação o agricultor, o tempo e o trabalho necessários para a amostragem. A erva daninha Raphanus raphanistrum foi a que apresentou maiores frequências. A densidade total de infestação por plantas daninhas foi de 20 plantas por m ² . O manejo localizado de plantas daninhas justificase se for feito com base na classe das espécies,	elevada precipitação. O método de amostragem foi capaz de caracterizar a ocorrência e a variabilidade espacial de plantas daninhas no cultivo da soja. As espécies C. halicacabum, D. horizontalis, U. plantaginea, R. raphanistrum, apresentaram maior variação na população da região; no entanto apenas C. halicacabum, U. plantaginea, R. raphanistrum, consideravelmente mais alto. Estratégias de manejo localizadas, considerando a variabilidade espacial das espécies de plantas daninhas agrupadas nas classes Magnoliopsida e Liliopsida apresentaram alto potencial para uso no cultivo da soja. Com a evolução dos casos de biótipos de
------------------	----------------------------------	--	---	--	--	---	--

