

AGRICULTURA DE PRECISÃO

Estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin

Renata Pinheiro¹

Resumo: A utilização de novas tecnologias no campo está cada vez mais presente com estudos nas aplicações específicas de sensores, na utilização de georreferenciamento com mapas de produtividade. O objetivo deste trabalho é apresentar à comunidade científica uma categorização nas produções de artigos científicos dos últimos dez anos do Professor Dr. José Paulo Molin, ligados à Agricultura de Precisão, por meio de uma pesquisa em seu Currículo Lattes, em suas pesquisas acadêmicas e contribuições na área de Engenharia Agrícola no Brasil. Como discussão e resultados, apresentou-se a revisão bibliográfica dos trabalhos de Molin, quantificadas em quadros e figuras, e a abordagem dos artigos analisados. Evidencia-se os estudos do autor no comportamento de sensores ópticos, na geração de mapas de produtividade, com o uso de tecnologias eletrônicas embarcadas, e intervenções no solo, em plantios direto, nas culturas como algodão, milho e cana-de-açúcar. Conclui-se com a revisão de Molin, suas contribuições e auxílio às pesquisas no meio acadêmico, com a verificação da variabilidade espacial e temporal da qualidade e da produtividade no campo, e o auxílio à recomendação de adubação, com destaque à nitrogenada. Verificou-se positivamente as distribuições corretas de nutrientes no campo com o trabalho de mapas de produtividade.

Palavras-chave: Georreferenciamento. Agricultura de Precisão. Sensor óptico. Mapas de produtividade. Tecnologia no campo.

¹ Centro Paula Souza. Escola Técnica Estadual Antonio Devisate. Especialista em Uso Estratégico das Tecnologias de Informação e Comunicação. renata.pinheiro@etec.sp.gov.br

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

PRECISION AGRICULTURE

Studies of a favorable technology, in a raised of improvements in the quality of the techniques used in the field by José Paulo Molin

Abstract: The use of new technologies in the field are increasingly present studies on the specific sensor applications, in the use of georeferencing with yield maps. The aim of this paper is to present to the scientific community a categorization in the production of scientific papers of the last ten years of the Professor Dr. José Paulo Molin, related to Precision Agriculture, through a search on his Lattes Curriculum, in his academic research and contributions in the area around Agricultural Engineering in Brazil. As discussion and results presented to bibliographic review of Molin work, quantified in tables and figures, and the approach of the analyzed articles. It is evident the studies of behavior of optical sensors to generate yield maps, with the use of embedded electronic technologies, and interventions in the soil in no-tillage to crops such as cotton, corn and sugar cane. It concludes with a review of Molin, his contributions and assistance to research in academic field, with the verification of the spatial and temporal variability of quality and productivity in the field, and the aid to fertilizer recommendation, especially to nitrogen. It was verified positively the correct distribution of nutrients in the field with the work of yield maps.

Keywords: Georeferencing. Precision Agriculture. Optical sensor. Yield maps. Technology in the field.

1 INTRODUÇÃO

A Agricultura de Precisão (AP), segundo Lamparelli (2016), é um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado dos cultivos, e prevê a otimização dos gastos da produção agrícola, na utilização de uma técnica que trata a cultura em busca do seu melhor rendimento, levando em conta os aspectos de localização, fertilidade do solo, entre outros fatores. O Sistema de Posicionamento Global (GPS), e máquinas de aplicação localizada de insumos a taxas variáveis são algumas das ferramentas que tratam, especificamente, cada ponto da propriedade agrícola, na verificação de particularidades do solo.

Apesar da importância do Brasil no cenário agrícola, a agricultura de precisão brasileira ainda está em uma fase muito incipiente. Sua ampliação favorecerá o negócio agrícola nacional através da otimização dos investimentos de recursos na produção. Periodicamente, a Universidade de São Paulo (USP), por meio da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq) realiza simpósios de agricultura de precisão. Os eventos evidenciam a atual condição da agricultura de precisão no País e dão aos especialistas um rumo das metas futuras. (Lamparelli, 2016, s. p.)

Um pesquisador que atua há algum tempo na área de Agricultura de Precisão, é José Paulo Molin, graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas em 1983, com mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas em 1991 e PhD em Engenharia Agrícola pela *University of Nebraska* em 1996. É Professor Associado III da USP - Universidade de São Paulo, no regime de dedicação exclusiva e preside a CBAP - Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Atua na interface entre a área de Máquinas e Implementos Agrícolas e a Agricultura de Precisão, especialmente com sensores, variabilidade espacial, mapas de produtividade, GNSS, aplicação localizada de insumos, semeadura, adubação e colheita.

Molin é representante titular dos professores associados junto ao Conselho do Departamento de Engenharia de Biosistemas, desde março de 2013, na ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, no departamento de Engenharia, e, no curso de

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Engenharia de Sistemas Agrícolas, na disciplina de Agricultura de Precisão. Ministra aula no curso de pós-graduação na disciplina de estudos avançados em Máquinas Agrícolas. É representante do Brasil junto à Sociedade Internacional de Agricultura de Precisão (ISPA), na ESALQ.

A grande área de atuação de Molin é Ciências Agrárias, pertencente a área de Engenharia Agrícola, e a subárea de Máquinas e Implementos Agrícolas, e especialidade em Agricultura de precisão.

Atua nas linhas de pesquisa em Mecanização agrícola e Agricultura de Precisão, com dois Projetos de pesquisa: Uso de sensores eletroquímicos e de refletância (Vis-NIR) para a quantificação de atributos químicos e físicos do solo em movimento no campo, com auxílio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e, uso do sensor N-Sensor em algodão, envolvendo estudantes de graduação e doutorado. Trata-se de sensores eletroquímicos, com tecnologias promissoras nesta área, com potencial de utilização em solos brasileiros, avaliando o potencial em se prever atributos de fertilidade do solo.

Outro projeto de pesquisa que coordena se intitula “Uso do sensor N-Sensor em algodão”, com auxílio financeiro da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, com estudantes envolvidos de graduação e mestrado acadêmico, visando o estudo do uso do sensor ativo N-Sensor TM ALS, que investiga a variação espacial da nutrição nitrogenada existente em lavouras de espaçamento convencional e adensado, com o objetivo de desenvolver um módulo de aplicação do N-Sensor (algoritmo) para aplicação de nitrogênio em taxa variável para aplicação de reguladores de crescimento e desfolhantes.

Coordena ainda o projeto “População variada de híbridos de milho: uma estratégia de gestão em áreas com diferentes potenciais produtivos”, financiado pela Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, com estudantes de graduação e doutorado, com o objetivo de investigar a produtividade de híbridos de milho submetidos à semeadura em taxas variáveis determinadas com base no histórico de mapas de produtividade e no sensoriamento de solo

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

conduzidos em duas áreas comerciais, localizados no Mato Grosso do Sul e no Paraná, onde foram selecionados talhões e definidas áreas de altas e baixas produtividades, visando testar, nessas áreas com diferentes potenciais produtivos, a resposta de produtividade de diferentes híbridos de milho às taxas variáveis de semeadura.

Integrou como coordenador nos últimos anos vários projetos de pesquisas, como: Uso da resistividade elétrica para identificação de variabilidade no solo; Decisões na adubação nitrogenada em cana-de-açúcar com o uso de sensor óptico ativo terrestre; Adubação em doses variadas em citros; Uso do N-Sensor em cana-de-açúcar; Sistemas de monitoramento, tomada de decisão, recomendação e intervenções para aplicação de fertilizantes em taxa variável e avaliação de indicadores de qualidade em lavouras com o uso de sensores de refletância para plantas e solo; GNSS: investigações e aplicações no posicionamento geodésico, em estudos relacionados com a atmosfera e na agricultura de precisão; variabilidade espacial e temporal da qualidade e da produtividade da cana-de-açúcar destinada à colheita mecanizada; auxílio à decisão para adubação nitrogenada com o uso de sensores ópticos ativos em cana, algodão, milho e trigo; variabilidade espacial do teor de água medido com TDR e sua influência na condutividade elétrica do solo; estudos de compactação em semeadura direta pela análise espacial do índice de cone e sua relação com umidade, densidade, textura e produtividade das culturas; utilização de características da condutividade elétrica do solo como indicador de variabilidade espacial em agricultura de precisão.

É membro de corpo editorial dos Periódicos impressos: *Precision Agriculture*, e Engenharia Agrícola. É revisor dos periódicos de Engenharia Agrícola, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, *Acta Scientiarum Agronomy*, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Engenharia na Agricultura, Ciência e Agrotecnologia, Energia na Agricultura, Ciência Rural, Bragantia (São Paulo), *Soil Science*, Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, *CIGR eJournal*, *Computers and Electronics in Agriculture*, *Precision Agriculture*, *Scientia Agrícola* (USP. Impresso), Revista Árvore, Revista ciência agrônômica,

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Bioscience Journal, Remote Sensing, Applied Engineering in Agriculture, Geoderma (Amsterdam), Journal of Hydrology (Amsterdam), UDCA Revista: actualidad y divulgacion científica, Revista de Ciências Agroveterinárias (UDESC), The Scientific World Journal, Transactions of the ASAE.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é apresentar artigos publicados pelo Professor Doutor José Paulo Molin, através da análise de seu Currículo Lattes e, na verificação de suas pesquisas na área de Engenharia Agrícola e Agricultura de Precisão.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como quantitativa, com uma revisão bibliográfica nas obras publicadas de José Paulo Molin. Inicialmente, verificou-se todo o currículo lattes de Molin, desde sua formação, atuação profissional e contribuições que ele tem feito às pesquisas brasileiras da área de Engenharia Agrícola, ligadas a Agricultura de Precisão.

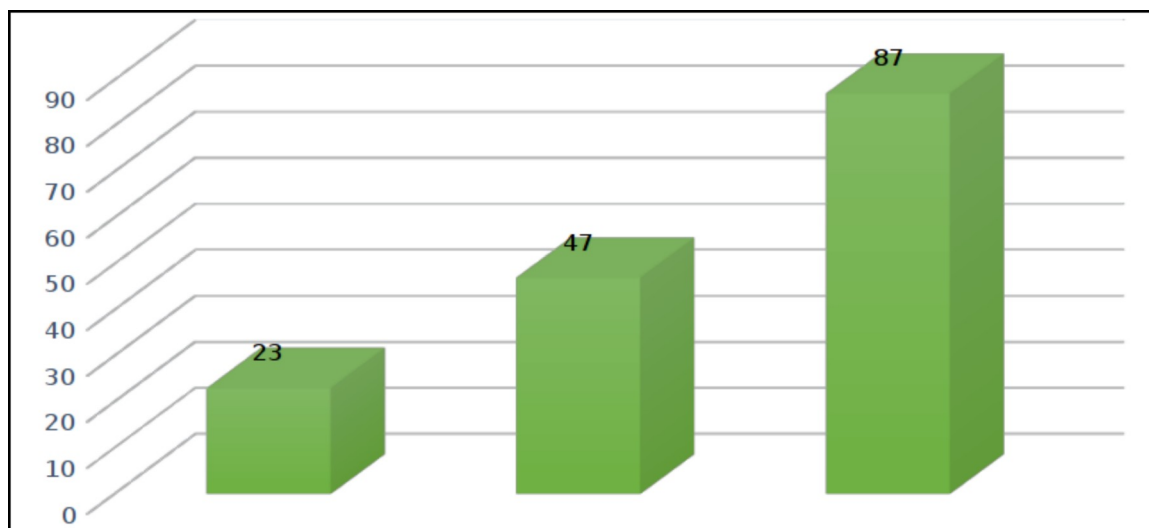
Como metodologia foram selecionadas uma parte dos trabalhos entre 87 (oitenta e sete) artigos publicados de Molin, onde 47 (quarenta e sete) pertenciam aos últimos dez anos, que compreende o período de 2007 a 2016. Como critério, foram utilizados os que pertenciam ao tema Agricultura de Precisão, com alguma técnica utilizada, que ficaram em um total de 23 (vinte e três) artigos dos últimos dez anos.

Através das análises das produções de Molin, as descrições e dados quantitativos foram formatados e apresentados por meio de quadros e gráficos.

A Figura 1 exibe quantitativamente os números de periódicos totais das produções de Molin, os que foram publicados nos últimos dez anos, e os artigos selecionados que serviram como eixo norteador na revisão bibliográfica.

Figura 1 - Artigos de publicação em Periódicos de Molin

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452



Fonte: Autor.

Ressalta-se que as produções de modo geral de Molin, são exibidas no Quadro 1 (disponível na quarta seção), e distribuídas entre prêmios e títulos, livros e capítulos de livros publicados, textos em jornais de notícias e revistas, trabalhos completos publicados em anais de congressos, resumos expandidos publicados em anais de congressos, trabalhos técnicos entre outros.

A coleta de informações no Currículo Lattes de Molin para a interpretação e análise dos artigos ocorreu entre os meses de setembro a outubro de 2016, onde foram levantados os recursos necessários para a recuperação da pesquisa dos artigos selecionados com seus resumos, conclusões e arquivos completos para entendimento, através do navegador, na digitação dos autores e título do artigo.

A relevância do estudo consiste no fato de se pesquisar dentro da Área de Agricultura de Precisão, técnicas de aperfeiçoamento no campo, que envolvem testes e estudos com sensores ópticos, com a trajetória e tendência no uso do sistema de navegação global por satélite (GNSS), com georreferenciamento, na busca de técnicas de aperfeiçoamento e soluções viáveis de aplicações, a fim de se obter minimamente taxas de erro em adubações, pulverizações, semeaduras, em culturas como milho, algodão e cana-de-açúcar, pesquisadas PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

por Molin.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

O que não foi revisado de Molin, porém quantificados, podem ser vistos no quadro 1, bem como, a quantidade de produção de programas de computadores, como: Aplicativo de coleta de dados georreferenciados por reconhecimento de voz, a participação em bancas de trabalhos de conclusão, as orientações e supervisões em andamento e concluídas, e os cursos de curta duração ministrados.

Molin tem como destaque em seu perfil do Currículo Lattes uma grande produção de trabalhos, resumos, resumos expandidos publicados em anais de congressos, textos em jornais de notícias e revistas, outros tipos de produção técnica, e uma grande participação em organização de eventos, congressos, exposições e feiras que estão tabulados e exibidos no quadro 1.

O Quadro 1 está dividido por meio das colunas: descrição, período e quantidade. A descrição mostra os títulos de cada item produzido por Molin, seguido na coluna período, com os intervalos dos anos em que se publicou, e da quantidade produzida na coluna quantidade.

Quadro 1 - Produções de José Paulo Molin

Descrição	Período	Quantidade
Prêmios e títulos	1991 a 2015	16
Livros publicados	1991 a 2015	3
Capítulos de livros publicados	1995 a 2015	16
Textos em jornais de notícias e revistas	1981 a 2015	59
Trabalhos completos publicados em anais de congressos	1986 a 2015	188
Resumos expandidos publicados em anais de congressos	1998 a 2015	54
Resumos publicados em anais de congressos	1992 a 2015	113
Programas de computadores sem registro	2000 a 2015	2
Outras produções bibliográficas	1992 a 2015	11
Produção técnica – Assessoria e consultoria	2004 a 2014	11
Trabalhos técnicos	1986 a 2005	19

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Descrição	Período	Quantidade
Demais tipos de produção técnica	2003 a 2015	44
Patentes e registros (Programa de Computador)	2014	1
Participação em bancas de trabalhos de conclusão		
- Mestrado	1997 a 2015	68
- Teses de doutorado	1998 a 2016	36
- Qualificações de doutorado	2001 a 2015	20
- Qualificações de metrado	1999 a 2015	39
- Trabalhos de conclusão de curso de graduação	2006 a 2015	20
Participação em bancas de comissões julgadoras		
- Professor titular	1997	1
- Concurso Público	1984 a 2015	9
- Livre docência	2008 a 2011	4
- Outras participações	2015	2
Participação em eventos, congressos, exposições e feiras	1983 a 2016	217
Organização de eventos, congressos, exposições e feiras	2003 a 2016	58
Orientações e Supervisões (em andamento)		
- Dissertação de mestrado	2013 a 2015	5
- Tese de doutorado	2012 a 2014	4
- Iniciação científica	2015	2
Orientações e Supervisões (concluídas)		
- Dissertação de mestrado	1999 a 2015	30
- Tese de doutorado	2005 a 2015	8
- Iniciação científica	1998 a 2015	49
- Trabalho de conclusão de curso de graduação	1984	6
- Orientações de outra natureza	2000 a 2009	15
Cursos de curta duração ministrados	2008 a 2015	7

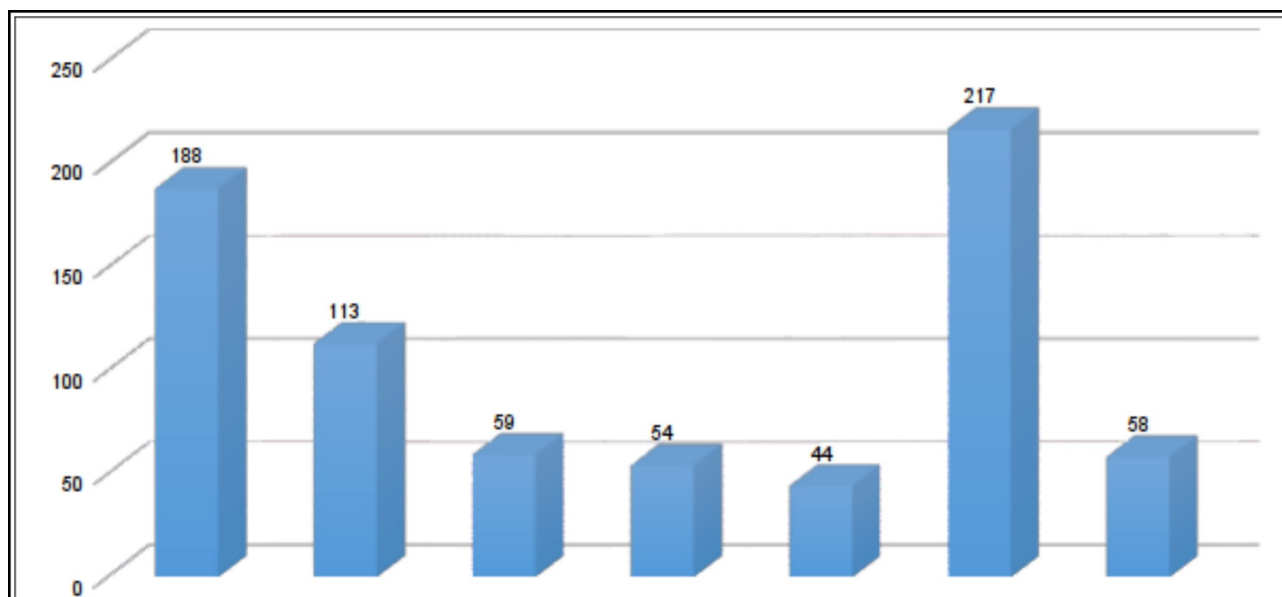
Fonte: Autor.

A Figura 2 exhibe as produções de Molin em quantidades que variam de 44 (quarenta e quatro) a 188 (cento e oitenta e oito), distribuídas entre os anos de 1981 a 2016, separados por tipo de produção, como trabalhos completos publicados em anais de congressos, participação em eventos, congressos, exposições e feiras, resumos publicados em anais de congressos, textos em jornais de notícias e revistas, resumos expandidos publicados em anais de

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

congressos, demais tipos de produção técnica, organização de eventos, congressos, exposições e feiras.

Figura 2 - Publicações de Molin em quantidades que variam de 40 a 200 dos últimos 24 anos



Fonte: Autor.

Dentre as produções de artigos em periódicos de Molin publicados nos últimos 24 (vinte e quatro) anos, pode-se destacar áreas como Engenharia rural, Ciência e Agrotecnologia, Agricultura de Precisão, sensores, com temáticas que tratam por exemplo sobre os estados da arte de sensores, a utilização de GPS na Agricultura de Precisão, a avaliação de semeadoras manuais, mapas de produtividade em unidades de manejo, a avaliação de monitores de produtividade de grãos, algoritmo para redução de erros em mapas de produtividade, sensores ópticos no diagnóstico de falhas de plantio em cana-de-açúcar.

Na tabulação de dados com relação aos artigos publicados em periódicos, objeto principal da revisão bibliográfica, em sua totalidade, Molin publicou 87 (oitenta e sete) artigos, no período que compreende entre os anos de 1992 a 2016. Sendo 47 (quarenta e sete) artigos publicados nos últimos dez anos, sendo 23 (vinte e três) os títulos analisados neste

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

trabalho, publicados em periódicos e revistas científicas, que são descritos no quadro 2.

Foram realizadas análises na verificação entre os vinte e três artigos selecionados, os itens: título, autores, ano e temática principal.

Os métodos de definição da temática principal pertencentes ao quadro 2 tiveram como base as palavras-chave dos artigos revisados de Molin, dentro do contexto de Agricultura de Precisão.

Com isto, puderam ser analisados os conteúdos das produções dos artigos, conforme análise no currículo *lattes* de Molin, listados por seus títulos, e exibidos em ordem cronológica no quadro 2.

Quadro 2 - Publicações de artigos em periódicos analisados entre o período de 2007 a 2016 de Molin et al.

Título	Autores	Ano	Temática Principal
A sampling plan and spatial distribution for site-specific control of <i>Sphenophorus levis</i> in sugarcane. <i>Acta Scientiarum</i> .	Pavlu e Molin	2016	Plano de amostragem de aplicação localizada de praga no solo
<i>Spatial variability of sugarcane row gaps: measurement and mapping.</i>	Molin e Veiga	2016	Georreferenciamento Engenharia Rural
Planning machine paths and row crop patterns on steep surfaces to minimize soil erosion.	Molin et al	2016	Computadores e eletrônica na Agricultura
Algorithm for Variable-Rate Nitrogen Application in Sugarcane Based On Active Crop Canopy Sensor.	Amaral, Molin e Schepers	2015	Nutrição da cana-de-açúcar Agricultura de Precisão
Sugarcane response to nitrogen rates measured by a canopy reflectance sensor.	Molin et al	2015	Agricultura de Precisão Adubação Nitrogenada
Agricultura de precisão considera variabilidade das áreas de cultivo.	Molin e Anselmi	2015	Conceitos sobre Agricultura de Precisão.
<i>The Effectiveness of Three Vegetation Indices Obtained from a Canopy Sensor in Identifying Sugarcane Response to Nitrogen.</i>	Amaral e Molin	2014	Agricultura de Precisão
<i>A model to analyze as-applied reports from variable rate applications.</i>	Colaço, Rosa e Molin	2014	Georreferenciamento

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Título	Autores	Ano	Temática Principal
<i>Comparison of crop canopy reflectance sensors used to identify sugarcane biomass and nitrogen status.</i>	Molin et al	2014	Agricultura de Precisão
<i>Active crop sensor to detect variability of nitrogen supply and biomass on sugarcane fields.</i>	Portz, Molin e Jasper	2012	Agricultura de Precisão
Diagnose nutricional com o uso de sensor óptico ativo em algodoeiro.	Molin et al	2012	Sensoriamento Remoto
Método de avaliação de equipamentos para direcionamento de veículos agrícolas e efeito de sinais de GNSS.	Molin et al	2011	Sistemas de Orientação por GPS.
Proposta metodológica para avaliação de controlador automático de seções e pulverização.	Reynaldo e Molin	2011	Pulverizações por Sistemas Eletrônicos Agricultura de Precisão
Uso de piloto automático na implantação de pomares de citros.	Oliveira e Molin	2011	Agricultura de Precisão
<i>Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil.</i>	Silva, Moraes, Molin	2011	Agricultura de Precisão
Ensaio estático e cinemático de receptores de GPS.	Machado e Molin	2011	Sistema de Navegação Global por Satélites (GPS) Agricultura de Precisão
Sensor óptico no auxílio à recomendação de adubação nitrogenada em cana-de-açúcar.	Amaral e Molin	2011	Sensoriamento remoto Agricultura de Precisão
Metodologia para avaliação do desempenho de receptor de GPS de uso agrícola em condição cinemática.	Molin et al	2010	Navigation Satellite System (GNSS) utilizando o <i>Global Positioning System (GPS)</i> Agricultura de Precisão
Capacidade de um sensor óptico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio.	Molin et al	2010	Otimização do insumo Nitrogênio Sensoriamento remoto Agricultura de Precisão
Agricultura de precisão em plantio direto.	Molin	2009	Conceitos sobre Agricultura de Precisão
Comportamento do NDVI obtido por sensor	Molin et al	2008	Índice de vegetação

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Título	Autores	Ano	Temática Principal
óptico ativo em cereais.			Sensoriamento remoto Agricultura de precisão
<i>Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique.</i>	Molin e Castro	2008	Lógica fuzzy Agricultura de precisão
Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade.	Molin e Mascarin	2007	Sensoriamento remoto Mapa de produtividade Agricultura de precisão
<i>Temporal behavior of NDVI measured with an active optical sensor for different varieties of sugarcane.</i>	Molin et al	2007	NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Sensor óptico

Fonte: Autor.

O Quadro 2 descreve os títulos dos 23 (vinte e três) artigos escolhidos como revisão bibliográfica de Molin nos últimos dez anos que tratam especificamente de Agricultura de Precisão, com sensores ópticos no campo, na verificação da adoção das práticas de Agricultura de Precisão e seus benefícios nas melhorias gerenciais, nos rendimentos mais elevados, na redução de custos, na minimização dos impactos ambientais, almejando-se bons resultados na qualidade dos cultivos.

Como plano de amostragem aplicado ao solo destaca-se o trabalho de caracterização da distribuição espacial de Sphenophorus Levis em cana-de-açúcar, de Pavlu e Molin (2016), que definem um plano de amostragem confiável, prático e viável, na geração de mapas de aplicação localizada para poder intervir em áreas de produção, que possibilita comparar o consumo de insumo de uma aplicação convencional com uma aplicação localizada.

O artigo “*Planning machine paths and row crop patterns on steep surfaces to minimize soil erosion*” de Molin et al (2016), tem como abordagem a apresentação de um método para gerar padrões de caminhos de máquina em terrenos inclinados e avaliar a sua suscetibilidade à erosão hídrica, através de ajustes de curvas de faixas em pistas paralelas direcionáveis para máquinas agrícolas, para se avaliar a acumulação de fluxo de água e a

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

susceptibilidade na perda de solo do padrão correspondente.

Alguns artigos tratam a comparação do desempenho de sensores no campo (em especial o artigo *Spatial variability of sugarcane row gaps: measurement and mapping*), onde Molin e Veiga (2016) revelam o desenvolvimento de um sistema baseado em um sensor fotoelétrico para examinar o canavial, no georreferenciamento de falhas e apresentando-as em um mapa. Trabalhou-se com sensores, na avaliação de um sensor de dossel, capaz de estimar a resposta da cana-de-açúcar ao nitrogênio, bem como propor estratégias para tratar os dados gerados pelo equipamento durante o processo de tomada de decisão para a adubação nitrogenada da cultura, na identificação da resposta a diferentes doses de nitrogênio e a relação do nutriente com a produtividade da cana com o auxílio de sensores na verificação de áreas responsivas à sua aplicação, melhorando o manejo da fertilização nitrogenada da cana.

Entre os artigos de Molin com co-autorias destacam-se os que abordam como eixo principal a Agricultura de Precisão, com a avaliação de sensores, incluindo testes na nutrição da cana-de-açúcar, citando o artigo: “*Sugarcane response to nitrogen rates measured by a canopy reflectance sensor*”, de Molin et al (2015), no desenvolvimento de uma abordagem viável para guiar a aplicação de taxa variável de nitrogênio na cana-de-açúcar com base em leituras de sensores *Active Crop*, predizendo o rendimento da cana ao se trabalhar com dados através de algoritmo, que leva em conta a variabilidade em cada campo na orientação das doses de nitrogênio.

Há inclusive estudos, em Molin et al (2014), de comparação do desempenho dos sensores de dossel: *GreenSeeker* e dois modelos *Crop Circle (ACS-210 e ACS-430)* na detecção de variabilidade do desenvolvimento da cana, que permite o cálculo de diferentes índices de vegetação, e obtenção de taxas de nitrogênio e correlações com parâmetros de cultivo.

Algoritmos são necessários para se otimizar dados com o desafio de encontrar uma função adequada, como é o caso do trabalho com lógica fuzzy, onde se confere em Molin e

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Castro (2008): “*Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique*”, com a definição de zonas de manejo do solo na diferenciação por mapas de produtividade, na utilização de geoestatística, análise de componentes principais, e lógica fuzzy para lidar com dados e classificar as variáveis transformadas, delimitando-se regiões homogêneas e distintas com referência aos atributos do solo, verificando-se seus controles de variabilidade espacial. A importância da condutividade elétrica nesse processo foi avaliada assim como as suas correlações com as propriedades físicas e químicas do solo. Atualmente tem-se desenvolvido algoritmos de recomendação para as culturas, afim de se traçar estratégias de gestão específicas.

Um outro aspecto relevante nos estudos de Molin et al (2010), é o artigo contendo uma “Metodologia para avaliação do desempenho de receptor de GPS de uso agrícola em condição cinemática” no desenvolvimento de um veículo instrumentado para testar a metodologia de avaliação do desempenho de receptores *Global Navigation Satellite System (GNSS)*, sob condição cinemática, visando representar operações agrícolas, utilizando instrumentação para coletar os dados sob variação de velocidade e sentido de percurso circular, para realizar a verificação do cálculo da acurácia e da precisão, com o receptor de GPS montado sobre um veículo com instrumentação apropriada no cálculo de erros de trajeto e a caracterização do desempenho desse receptor.

Molin et al (2011) implementaram uma planilha eletrônica específica, para se determinar e comparar a acurácia no paralelismo de dois sistemas distintos de orientação de veículos, sendo uma barra de luz e um piloto automático com atuador de volante, em trajetórias retilíneas com o uso do sinal de GPS com dois sistemas de correção diferencial, um com algoritmo interno e outro, com um sinal via satélite, com acurácia submétrica.

Uma gama de estudos do autor avalia como base a cana-de-açúcar, na verificação do comportamento de sensores ópticos, realização de análise estatística descritiva dos dados, e estratégias de se gerar mapas de produtividade, na demanda de equipamentos e domínio por

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

parte dos usuários ou de seus consultores, no uso de tecnologias eletrônicas embarcadas que investem em dados, com o propósito de intervenções no solo, a diminuição do desequilíbrio, onde evita-se desperdícios, principalmente em áreas irregulares no campo.

Amaral e Molin (2014), em *“The Effectiveness of Three Vegetation Indices Obtained from a Canopy Sensor in Identifying Sugarcane Response to Nitrogen”*, estimam a resposta do nitrogênio na cana-de-açúcar para permitir a melhoria da eficiência de seu uso em rendimentos mais elevados, comparando-se o desempenho de três índices de vegetação obtidos a partir de dados do sensor de dossel em várias alturas da área canavial, na determinação da taxa variável de aplicação.

Colaço, Rosa e Molin (2014) tratam as operações de taxa variável sobre as taxas desejadas e as taxas reais aplicadas em pontos georreferenciados ao longo de faixas de máquinas para o controle de qualidade de operação, na criação de um modelo para auxiliar em analisar como aplicar arquivos com base na quantificação e localização de taxas de erros, calculando-as em cada ponto e classificando-as como menos do que a taxa alvo aceitável ou acima da meta, em se determinar os maiores e menores fatores relacionados ao erro de aplicação, ao fornecer meios para avaliar as limitações do equipamento e seu impacto sobre a qualidade das aplicações no campo.

Os estudos por Molin e Mascarin (2007), procuraram obter o correto entendimento dos sistemas de colheita, suas características úteis e limitações com testes de uma proposta de geração de dados para obtenção de mapas de produtividade sem interferir no processo vigente, na realização do georreferenciamento de todos os sacolões de uma área, interpolando-os para gerar o mapa de produtividade, com o uso de sensores remotos. Este artigo intitula-se “Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que Molin, em seus estudos e pesquisas tem contribuído e auxiliado estudantes de graduação e pós graduação em mestrado e doutorado, em especial da Fundação PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, no aperfeiçoamento da Agricultura de Precisão, especialmente com o uso de sensores ópticos no auxílio à recomendação de adubação nitrogenada em culturas como trigo, milho, algodão e principalmente à cana-de-açúcar em solo brasileiro, onde os testes focaram áreas dos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná.

O impacto obtido com estudos em áreas ligadas à mecanização agrícola e Agricultura de Precisão, contribuiu com pesquisas que investigaram o uso do N-Sensor em cana-de-açúcar, com a verificação da variabilidade espacial e temporal da qualidade e da produtividade e o auxílio à recomendação de adubação nitrogenada e sua aplicação por N-Sensor com taxa variável, com a aplicação de reguladores de crescimento. Houveram contribuições positivas com pesquisas que verificaram a produtividade de híbridos de milho às taxas variáveis de semeadura de mapas de produtividade e sensoriamento do solo.

Verificou-se ainda nas pesquisas de Molin relacionadas a sensores, o potencial em se prever atributos de fertilidade do solo com experimentos no campo, com a visão de se gerar variabilidade do pH, Fósforo e Potássio, com a indicação do potencial de uso, as distribuições corretas no campo, com o trabalho de mapas de produtividade, que evitam assim, desperdícios e auxiliam nos custos e lucros dos produtores rurais, explorando-se o uso de algoritmos de dados que viabilizam as técnicas empregadas.

Pôde-se verificar com as adoções das práticas de Agricultura de Precisão, que se tem trazido cada vez mais contribuições à área rural, com benefícios nas melhorias gerenciais, no manejo de fertilizações, como a cana-de-açúcar, explorada nas pesquisas de Molin, na correção do solo, no uso de planos de amostragens, na aplicação localizada de insumos, semeadura, adubação e colheita, com o estudo e utilização de diversos sensores, que propiciam a utilização de técnicas que diminuem os impactos ambientais, com bons resultados no campo.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. R. et al. Comparison of crop canopy reflectance sensors used to identify
PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

sugarcane biomass and nitrogen status. **Precision Agriculture**, v. 16, n. 1, p. 15–28, fev. 2015.

AMARAL, L. R.; MOLIN, J. P. Sensor óptico no auxílio à recomendação de adubação nitrogenada em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1633–1642, 2011.

AMARAL, L. R.; MOLIN, J. P.; SCHEPERS, J. S. Algorithm for Variable-Rate Nitrogen Application in Sugarcane Based on Active Crop Canopy Sensor. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 4, p. 1513–1523, 2015.

COLAÇO, A. F.; ROSA, H. J. DE A.; MOLIN, J. P. A model to analyze as-applied reports from variable rate applications. **Precision Agriculture**, v. 15, n. 3, p. 304–320, jun. 2014.

FRASSON, F. R. et al. Temporal behavior of NDVI measured with an active optical sensor for different varieties of sugarcane. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, n. 3, p. 237–244, 2007.

LAMPARELLI, R. A. C. **Agricultura de precisão** Agência Embrapa de Informação Tecnológica, , 2016. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_72_711200516719.html>. Acesso em: 6 jan. 2016

MACHADO, T. M. et al. Metodologia para avaliação do desempenho de receptor de GPS de uso agrícola em condição cinemática. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 121–129, fev. 2010.

MACHADO, T. M.; MOLIN, J. P.; OTHERS. Ensaio estáticos e cinemáticos de receptores de GPS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 9, p. 981–988, 2011.

MOLIN, J. P. et al. Capacidade de um sensor óptico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1345–1349, dez. 2010.

MOLIN, J. P. et al. Método de avaliação de equipamentos para direcionamento de veículos agrícolas e efeito de sinais de GNSS. v. 31, n. 1, p. 121–129, 2011.

MOLIN, J. P. **Currículo Lattes**CPNq, , 2016. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/9859511150127352>>. Acesso em: 6 jan. 2016

MOLIN, J. P.; CASTRO, C. N. DE. Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 6, p. 567–573, dez. 2008.

MOLIN, J. P.; MASCARIN, L. S. Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 259–266, abr. 2007.

PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

- MOLIN, J. P.; VEIGA, J. P. S. Spatial variability of sugarcane row gaps: measurement and mapping. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 3, p. 347–355, jun. 2016.
- MOLIN, J. P. Agricultura de precisão em plantio direto. **Visão Agrícola**, v. 9, 2009.
- MOLIN, J. P.; ANSEMI, A. A. Agricultura de precisão considera variabilidade das áreas de cultivo. **Visão Agrícola**, v. 13, n. jul/dez, 2015.
- MOTOMIYA, A. V. DE A. et al. Diagnose nutricional com o uso de sensor óptico ativo em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1159–1165, 2012.
- OLIVEIRA, T. C. A.; MOLIN, J. P. Uso de piloto automático na implantação de pomares de citros. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 334–342, abr. 2011.
- PAVLU, F. A.; MOLIN, J. P. A sampling plan and spatial distribution for site-specific control of *Sphenophorus levis* in sugarcane. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 3, p. 279–287, 2016.
- PORTZ, G.; MOLIN, J. P.; JASPER, J. Active crop sensor to detect variability of nitrogen supply and biomass on sugarcane fields. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 1, p. 33–44, fev. 2012.
- POVH, F. P. et al. Comportamento do NDVI obtido por sensor óptico ativo em cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, ago. 2008.
- REYNALDO, É. F.; MOLIN, J. P. Proposta metodológica para avaliação de controlador automático de seções e pulverização. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 111–120, fev. 2011.
- RIOS DO AMARAL, L.; MOLIN, J. P. The Effectiveness of Three Vegetation Indices Obtained from a Canopy Sensor in Identifying Sugarcane Response to Nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 1, p. 273, 2014.
- ROSA, H. J. A. et al. Sugarcane response to nitrogen rates, measured by a canopy reflectance sensor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 9, p. 840–848, 2015.
- SILVA, C. B.; DE MORAES, M. A. F. D.; MOLIN, J. P. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. **Precision Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 67–81, fev. 2011.
- SPEKKEN, M. et al. Planning machine paths and row crop patterns on steep surfaces to minimize soil erosion. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 124, p. 194–210, 2016.
- PINHEIRO, R. Agricultura de Precisão: estudos de uma tecnologia favorável, na suscitação de melhoras na qualidade de técnicas empregadas no campo por José Paulo Molin. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452