

Análise econômica na implantação de tecnologias de Agricultura de Precisão em culturas de interesse econômico na região oeste do Paraná

Vinicius Fontana Fidelis dos Santos^{1*}; Helton Aparecido Rosa¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário - FAG, Cascavel / PR

^{1*} vfidelis@yahoo.com.br;

Resumo: O fator que determina e impulsiona a necessidade de produção é a demanda e uma das que mais cresce é pela produção de grãos, carnes e produtos agropecuários. O Brasil tem potencial para atender boa parte dessa demanda através da produção agrícola e pecuária, mas para ser competitivo precisa implementar tecnologias que permitam acompanhar o ritmo de produção e consumo internacional. Em contrapartida a demanda há preocupação com a degradação do meio ambiente e uso racional de insumos para se produzir e as tecnologias podem auxiliar para se produzir mais com menos. A implantação de tecnologias de Agricultura de Precisão é o caminho para obtenção desses objetivos. Para saber sobre a implantação dessas tecnologias, este trabalho tem como objetivo, avaliar se o gerenciamento das informações obtidas pela aplicação de ferramentas de Agricultura de Precisão com relação as correções de fertilidade e implantação de culturas de interesse econômico no oeste do Paraná se apresenta viabilidade econômica e verificar se os resultados obtidos podem auxiliar na redução de custos e otimização de lucro ao produtor. A partir das informações adquiridas pela sua implantação se conheceu os benefícios da tecnologia e sua viabilidade pelos resultados alcançados, pois se conheceu melhor a propriedade e se identificou os pontos fracos, permitindo tomar decisão e o rumo para alcançar os resultados esperados, aplicando os recursos necessários no local certo, na hora e na quantidade certa, obtendo assim produtividades elevadas com custos de implantação menores e consequentemente maior lucro.

Palavras-chave: produtividade, manejo, rentabilidade.

Economic analysis in the implementation of Precision Agriculture technologies in crops of economic interest in the western region of Paraná.

Abstract: The factor that determines and drives the need for production is demand and one of the fastest growing is the production of grains, meat and agricultural products. Brazil has the potential to meet much of this demand through agricultural and livestock production, but in order to be competitive, it needs to implement technologies that allow it to keep pace with international production and consumption. In contrast, demand is concerned with the degradation of the environment and the rational use of inputs to produce and technologies can help to produce more with less. The implementation of Precision Agriculture technologies is the way to achieve these objectives. In order to know about the implementation of these technologies, this work aims to evaluate whether the management of information obtained by the application of Precision Agriculture tools in relation to fertility corrections and implantation of crops of economic interest in western Paraná is economically viable and check if the results obtained can help reduce costs and optimize profits for the producer. From the information acquired by its implementation, the benefits of technology and its feasibility for the results achieved were known, as the property was better known and the weaknesses were identified, allowing decision making and the direction to achieve the expected results, applying the necessary resources in the right place, at the right time and in the right quantity, thus obtaining high productivity with lower implantation costs and consequently greater profit.

Keywords: productivity, management, profitability.

Introdução

A agricultura brasileira precisa acompanhar o desenvolvimento internacional e suas tecnologias para continuar competitiva quanto a produção no agronegócio. O mercado vem aumentando a demanda de produtividade de grãos, carnes e produtos agropecuários, em contrapartida há uma preocupação com a degradação do ambiente e busca pelo uso racional de insumos para produção (SANTOS, 2014).

O uso das tecnologias pode permitir a compreensão da variabilidade espacial dos elementos e fatores necessários para se produzir de forma eficiente, conhecendo os tipos de solo, questões relativas a sua fertilidade, qualificando e quantificando pragas e doenças, conhecendo e correlacionando detalhes agrometeorológicos as produtividades, que pode permitir otimizar a aplicação de insumos, fertilizantes, corretivos e defensivos e, para se alcançar níveis mais elevados de produtividade, se faz necessário conhecer o momento apropriado para aplicar e o local exato (SILVA 2005).

Conhecendo a propriedade e identificando os pontos fracos da produção, a aplicação das tecnologias apresentará os resultados esperados, tornando a ela mais produtiva e por consequência mais competitiva e a aplicação dos recursos para obtenção das produtividades desejadas será otimizado e por decorrência os custos serão menores e a obtenção do lucro maior (SILVA, 2016). Para tanto há uma questão, para que se possa aplicar tais tecnologias, o gerenciamento adequado e o planejamento de suas atividades.

Neste alinhamento, a Agricultura de Precisão (AP) apresenta-se como uma das tecnologias que tem permitido gerenciar as informações através da identificação pontual da área, com pontos georreferenciados permitindo aplicar as correções necessárias no local certo e na quantidade certa para maximizar a produção e tornar-se competitivo (SANTOS, 2014).

No Brasil a AP teve início na década de 90 com a adaptação de sensores à colhedoras e correlação da produção com o georreferenciamento da informação, através do uso do GPS (Sistema Global de Localização), gerando mapas de produtividade e, que permitiram estudar melhor as áreas, corrigindo a fertilidade de forma localizada sem o uso generalizado de fertilizantes e corretivos, havendo então uma racionalização no uso e aplicação dos insumos (ACOSTA e MAGALHÃES, 2017).

Segundo Knob (2006) “admitindo a Agricultura de Precisão como um novo paradigma na gestão das atividades agrícolas, segundo o qual as áreas de produção não são tratadas como homogêneas, ela proporciona uma nova maneira de gerenciamento”. A identificação dessas áreas conhecidas como zonas de manejo, demonstram a necessidade de tratamento distinto para

cada setor delas, explorando dessa forma a variabilidade através das informações obtidas com amostragem georreferenciadas com auxílio de GPS pela aplicação da tecnologia de Agricultura de Precisão, conhecendo de forma mais detalhada e afinada sobre os atributos químicos, físicos e biológicos, otimizando a aplicação e a quantidade de insumos aplicados que resultam diretamente em menores custos e minimizam os impactos ambientais.

Com todas essas informações, a aplicação dos insumos tem como base a referência mais aproximada das necessidades do campo, e, com os avanços tecnológicos e aplicação localizada a adubação de base pode ser adaptada às formulações do mercado relacionando a necessidade nutricional da cultura com os resultados obtidos das análises, reduzindo a dosagem, melhorando os resultados de produção e reduzindo custos (SILVA, 2005).

O objetivo do trabalho é avaliar se o gerenciamento das informações obtidas pela aplicação de ferramentas de Agricultura de Precisão com relação as correções de fertilidade e implantação de culturas de interesse econômico no oeste do Paraná apresenta viabilidade econômica e verificar se os resultados obtidos podem auxiliar na redução de custos e otimização de lucro ao produtor.

Material e Métodos

Com o intuito de demonstrar a importância da aplicação das ferramentas de Agricultura de Precisão com relação aos custos de correção do solo e uso otimizado de adubação pelos menores resultados obtidos de fertilidade de solo, foram escolhidas para proposta de avaliação 7 áreas diferentes, contemplando 3 municípios do Oeste do Paraná: Assis Chateaubriand/PR (1 área), Cascavel/PR (5 áreas) e São Pedro do Iguaçu/PR (1 área). O experimento teve início em julho de 2019 com previsão de finalização em maio de 2020.

Os municípios de Assis Chateaubriand/PR, Cascavel/PR e São Pedro do Iguaçu/PR tem em comum a base geológica do solo de Derrames Basálticos e clima Cfa (clima subtropical com temperaturas médias superiores a 22°C e chuvas superiores a 30 mm em meses mais secos). Possuem altitudes acima do nível do mar com médias de 440 m, 781 m e 561 m e médias de precipitação de 1.370 mm, 1.822 mm e 2.350mm, respectivamente (IAPAR, 2019). Quanto a ordem de solos a composição dos municípios de Assis Chateaubriand/PR e São Pedro do Iguaçu/PR são Nitossolos Vermelhos Eutróficos e Latossolos Vermelhos Eutróficos e em Cascavel/PR são Latossolos Vermelhos Distroférricos e Latossolos Vermelhos Distróficos (NÚCLEO DE GEOMÁTICA (NGEO) DA EMBRAPA SOLOS, 2011).

As respectivas áreas, representadas na figuras 1-7, servem para corroborar na versatilidade da AP, demonstrando a importância para áreas de qualquer tamanho, servindo do pequeno ao grande agropecuarista. Para cada área foi gerado um mapa criando um grid com os pontos georreferenciados com espaçamento de 1 ponto ha^{-1} , distância de borda da área com 20 metros.

Figura 1 – 250 ha – Assis Chateaubriand/PR



Fonte: InCeres

Figura 2 – 26,51 ha – Col. Barreiro – Cascavel/PR



Fonte: InCeres

Figura 3 – 9,07 ha – Col. Barreiro – Cascavel/PR



Fonte: InCeres

Figura 4 – 9,73 ha – Col. Barreiro – Cascavel/PR



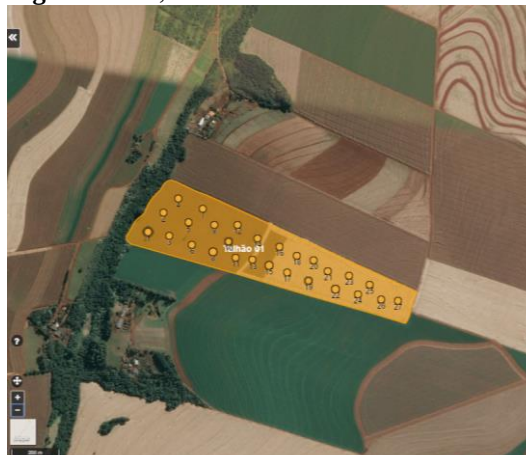
Fonte: InCeres

Figura 5 – 24,2 ha – São Luiz – Cascavel/PR



Fonte: InCeres

Figura 6 – 27,8 ha – Col. Melissa – Cascavel/PR



Fonte: InCeres

Figura 7 – 16,74 ha – São Pedro do Iguaçu/PR



Fonte: InCeres

A área localizada no Município de São Pedro do Iguaçu/PR (Figura 7) possuía plantio de eucalipto e após a retirada houve uma mudança quanto ao uso da área implementar o plantio de pastagem para produção de feno. Foram efetuados os serviços de destoca, limpeza e implementação de um sistema de fertirrigação.

Com o intuito de demonstrar a importância da aplicação das ferramentas de AP com relação aos custos de correção do solo e uso otimizado de adubação das distintas áreas comparando-as através dos resultados de análise de solo coletadas de forma convencional (coletadas em um ou mais pontos de forma aleatória e sem planejamento) e os resultados de análises de solo resultantes de coleta com pontos georreferenciados, mapeando as áreas e identificando as necessidades nutricionais e de correção conforme a implantação de cultura desejada.

No intuito de maximizar os benefícios da AP, que vão além da simples correção do solo até o uso otimizado de fertilizantes e insumos para equilíbrio da fertilidade, serão correlacionados os custos de correção e os custos relativos a implantação das culturas de interesse econômico pelos métodos tradicionais (que seriam aplicados de forma aleatória), ante a decisão de aplicação de AP, refletindo diretamente nas questões dos custos. Os ganhos podem ser previstos produzindo em seu máximo potencial devido ao equilíbrio do solo, no uso racional de insumos de correção e implantação de culturas, além de possibilitar o aumento na qualidade dos produtos a custos menores de produção.

Para coleta de solo nas 7 áreas, foram utilizados o software Google Earth Pro para gerar os mapas, convertidos em formato *Shapefile* através do software *Qgis* e enviados para leitura na plataforma da InCeres (Empresa de Agricultura Digital). Cada área recebeu a mesmo modelo de grade para demarcação da coleta com um ponto por hectare e cada ponto definido por uma coordenada georreferenciada. Para cada ponto foram coletados 10 subamostras a um raio de 5

metros do ponto georreferenciado. Todas as amostras foram marcadas pelo ponto georreferenciado através de um código de barras e através do GPS chegava-se ao ponto para as coletas de subamostras, homogeneizava o material e deixava apenas uma amostra compostas e encaminhava para análise no mesmo laboratório.

Com base nos resultados apresentados, foram gerados os mapas de fertilidade, de nutrientes em toda sua extensão, permitindo tomar a decisão do que seria necessário para equilibrar a fertilidade das áreas. Através desses resultados, serão correlacionados com as informações anteriormente coletadas de forma aleatória, sem precisão e feito o levantamento dos custos dos produtos para correção das áreas de forma tradicional e generalista. O comparativo será tabelado através de planilha do software Excel. As formulações de fertilizante para implantação das culturas e os insumos para correção para gerar o comparativo serão as utilizadas comumente pelos proprietários das respectivas áreas. Dessa forma será possível avaliar as questões dos custos de correção e os custos de implantação das culturas subsequentes aos resultados de AP, utilizando os menores resultados de cada área para definição da adubação otimizada para a melhor produtividade com o menor custo.

Para parametrizar os resultados foram utilizados os dados de referência do Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná - 2019. Para cada uma das áreas apresentadas, foram comparados os processos de utilização de insumos de correção e implantação da cultura pelos processos convencionais (consiste de aplicações efetuadas e de planejamentos pelos proprietários) e através dos resultados obtidos por Agricultura de Precisão. Os valores em moeda utilizados para o comparativo foram obtidos em 2020 em cooperativas e revendas de insumos.

Resultados e Discussão

A primeira área para comparação foi a do município de Assis Chateaubriand-PR. Com área de 250 ha, a quantidade de insumos é significativa.

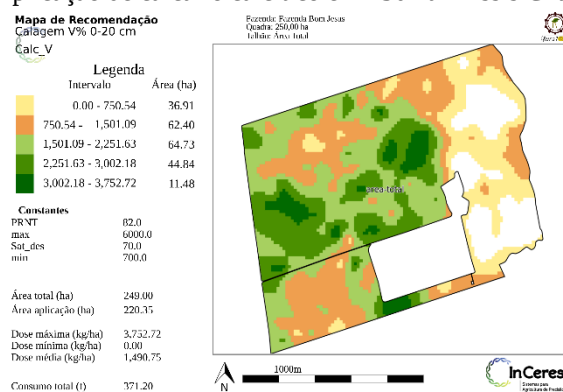
Tabela 1 – Resultados de análise de solo pelo meio convencional

AVALIAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA CORREÇÃO CONVENCIONAL														
pH	mg/dm ³	----- Cmol _c /dm ³ -----								%	%		ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Ca/Mg	NC	QC
4,90	30,30	0,42	5,18	1,38	0,00	5,76	6,98	6,98	12,74	54,79	0,00	3,75	1,94	2,36
5,00	31,65	0,67	6,22	1,60	0,00	5,76	8,49	8,49	14,25	59,58	0,00	3,75	1,49	1,81
5,00	21,90	0,50	6,56	1,56	0,00	5,76	8,62	8,62	14,38	59,94	0,00	4,21	1,45	1,76

NC – necessidade de calagem; QC – quantidade de calcário com PRNT de 82%; Ca/Mg - indicação do calcário.

O proprietário havia efetuado compra de insumos para aplicação de calagem na área toda antes do serviço de AP. Reteve o produto na revenda para sanar a dúvida da quantidade a ser aplicada. Na Tabela 1 estão os dados das análises de solo obtidos pelos meios convencionais para correção de Saturação por Bases com 70%. Para comparativo, segue o resultado de AP apresentado na figura 8.

Figura 8 – Aplicação de calcário calcítico em 250 ha - Assis Chateaubriand-PR



Com base nos resultados, pelo método convencional seriam aplicados com Calcário Calcítico e PRNT de 82% com base no resultado mais negativo: 2,36 ton ha⁻¹, que resultaria na quantidade de 590 toneladas de calcário e, o resultado menos negativo: 1,76 ton ha⁻¹, que resultaria em 440,00 toneladas de calcário. Pelo processo dos resultados obtidos pela aplicação das ferramentas de AP, o resultado indica a aplicação de 371,20 toneladas de calcário. Abaixo a Tabela 2 com o comparativo das quantidades e dos valores para correção de solo.

Tabela 2 – Comparativo de quantidade e custos para correção de solo

	Calcário Calcítico	----- Custos -----		Resultado final
	Quantidade (ton.)	Calcário ton. R\$	Aplicação R\$	Custos – 250 ha R\$
Convencional >qtd	590,00	170,00	10,00	106.200,00
Convencional <qtd	440,00	170,00	10,00	79.200,00
Tecnologia AP	371,20	170,00	30,00	74.240,00

ton. - tonelada

Na correção de solo a economia para o agricultor foi de R\$ 31.960,00 para efetuar a correção de solo com relação a sua fertilidade, melhorando a homogeneidade dos resultados da colheita. Os dados utilizados pela maior quantidade necessária se deve ao fato de que a correção pelo menor valor resultaria em setores que não teriam a correção necessária e em ambas as situações por resultados convencionais a área ficaria com sua fertilidade desuniforme. Os valores apresentados no manejo convencional a aplicação seria executada a lanço pelo proprietário e com as ferramentas de AP a aplicação será em taxa variável.

Para implantação de culturas na mesma área de Assis Chateaubriand-PR, foram comparados os dados de insumos aplicados na safra de verão 2019-2020 (antes dos resultados

de AP), da 2ª safra 2019-2020 (com resultados de AP – adubo já adquirido) e, do planejamento do agricultor para plantio da safra de verão 2020-2021 com as orientações através dos resultados obtidos pelas ferramentas de AP conforme representado na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (250,00 ha)

	----- ADUBAÇÃO -----						Custo final R\$
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	
Convencional – Soja 19-20	02.20.18	289,24	1.476,00	-	-	-	106.729,56
Tecnologia AP – Soja 19-20	02.20.18	222,23	1.476,00	-	-	-	82.002,87
Convencional – Milho 19-20	15.15.15	304,95	1.750,00	-	-	-	133.415,63
Tecnologia AP – Milho 19-20	08.28.16	180,00	1.805,00	82.00.00	61,00	1.430,00	103.032,50
Convencional – Soja 20-21	02.20.18	289,24	1.850,00	-	-	-	133.773,50
Tecnologia AP – Soja 20-21	02.24.16	250,00	1.640,00	-	-	-	102.500,00
Tecnologia AP – Soja 20-21	02.24.16	170,00	1.640,00	00.00.62	35,00	1.770,00	85.187,50

CT – custo da tonelada.

Na implantação das culturas a comparação do manejo convencional e com base nos resultados das ferramentas de AP demonstram diferença entre os manejos, com relação aos fertilizantes. Para implantação da cultura de Soja no ano safra 19-20 houve gasto de R\$ 106.729,56 e se comparado com o indicado pelos resultados das ferramentas de AP haveria uma economia de R\$ 24.726,69 (comparação com mesma adubação e valores). Para implantação da cultura do Milho na safra 19-20, a adubação já havia sido adquirida e não pode ser trocada e para o comparativo foi apresentado uma formulação com base nos resultados das ferramentas de AP e sugerido uma adubação diferente da convencional (costume), apontando uma economia para o agricultor de R\$ 30.383,13. Para implantação da cultura de Soja para o ano safra 20-21 o comparativo utilizado foi a adubação convencional com custo total orçado em R\$ 133.773,50 e para aquisição final dos insumos foram utilizados os resultados apontados pelas ferramentas de AP com formulação e aplicação única (com excesso de P no plantio) com economia de R\$ 31.273,50 e se aplicado a mesma formulação com aplicação em cobertura (nutrientes na quantidade necessária) a economia será de R\$ 48.586,00.

O custo de implantação de tecnologias de AP aplicados na área ficaram em R\$ 17.562,00 para os 250 ha ano⁻¹ e a economia em um ano safra, apenas na adubação, foi de R\$ 55.109,82, considerando o custo de implantação de AP e a economia na adubação o proprietário deixa de investir R\$ 37.547,82, aplicando a quantidade necessária de insumos, otimizando sua produção. Werner (2007) explana que um agricultor não pode gastar mais de R\$ 377,50 ha⁻¹ para correção e implantação de AP para obter um lucro significativo e nesse caso o valor médio, considerando os valores que economizou pelo valores de aplicação de AP, o custo foi de R\$ 79,67 ha⁻¹.

A segunda, terceira e quarta áreas para comparação foram do município de Cascavel-PR, da localidade Colônia Barreiro. Com áreas de 26,51 ha, 8,90 ha e 9,70 ha respectivamente,

considerados pequenos produtores, a quantidade de insumos pode ser também significativa. Os proprietários encontravam muitas diferenças de resultados nas colheitas e com resultados de médias inferiores a áreas vizinhas. Por essa, optaram por avaliar suas áreas com mais detalhes através serviços de AP. Na Tabela 4 estão os dados das análises de solo obtidos pelos meios convencionais para correção de Saturação por Bases com 70%.

Tabela 4 – Resultados de análise de solo pelo meio convencional

AVALIAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA CORREÇÃO CONVENCIONAL														
pH	mg/dm ³	----- Cmol _c /dm ³ -----								%	%		ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Ca/Mg	NC	QC
Área 2 - 26,51 ha														
5,00	9,45	0,54	5,53	2,13	0,08	7,20	8,20	8,28	15,40	53,25	0,97	2,60	2,58	2,88
Área 3 – 9,07 ha														
4,60	3,75	,39	2,91	0,92	0,52	9,70	4,22	4,74	13,92	30,32	10,97	3,16	5,52	6,17
Área 4 – 9,73 ha														
5,10	7,73	0,36	6,14	2,15	0,00	6,69	8,65	8,65	15,34	56,39	0,00	2,86	2,09	2,33

NC – necessidade de calagem; QC – quantidade de calcário com PRNT de 89,49%; Ca/Mg - indicação do calcário.

Para comparativo, seguem os resultados de AP apresentado nas figuras 9-11.

Figura 9 – Aplicação de calcário dolomítico em 26,51 ha - Cascavel-PR - Colônia Barreiro

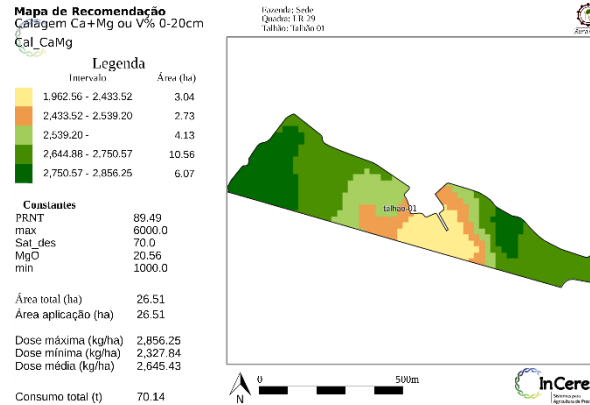


Figura 10 – Aplicação de calcário dolomítico em 9,07 ha - Cascavel-PR – Colônia Barreiro

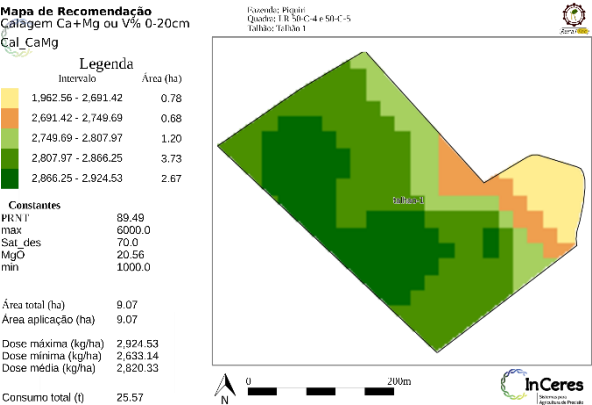
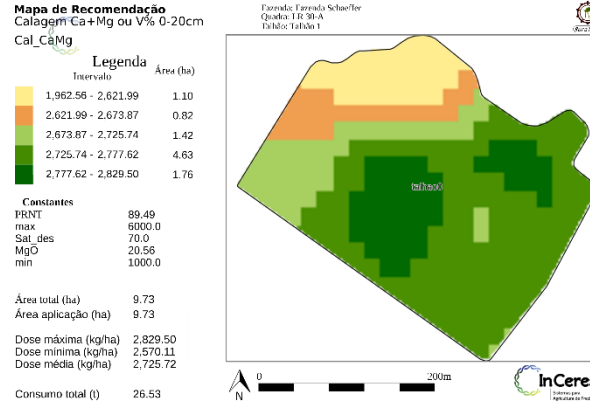


Figura 11 – Aplicação de calcário dolomítico em 9,73 ha - Cascavel-PR - Colônia Barreiro



Com base nos resultados, pelo método convencional, seria aplicado Calcário Calcítico, mas pelos resultados de AP o calcário ideal seria o Calcário Dolomítico. Para comparação foi usado o Calcário Dolomítico com PRNT 89,49%. Abaixo a Tabela 5, demonstra o comparativo das quantidades e dos valores para correção de solo.

Tabela 5 – Comparativo de quantidade e custos para correção de solo

	Calcário Dolomítico	----- Custos -----		Resultado final
	Quantidade (ton.)	Calcário ton. R\$	Aplicação R\$	Custos – 250 ha R\$
Área 2 - 26,51 ha				
Convencional	76,43	150,00	10,00	12.228,55
Tecnologia AP	70,14	150,00	38,00	12.625,20
Área 3 – 9,07 ha				
Convencional	55,99	150,00	10,00	8.957,90
Tecnologia AP	25,57	150,00	38,00	4.602,60
Área 4 – 9,73 ha				
Convencional	22,70	150,00	10,00	3.632,36
Tecnologia AP	26,53	150,00	38,00	4.775,40

ton. - tonelada

Na correção de solo da área de 26,51 ha e de 9,73 ha, com relação aos custos de aplicação houve uma diferença de R\$ 396,65 e R\$ 1.143,04, respectivamente, a favor da aplicação tradicional. Nos casos em que o custo é mais elevado pelos indicados em AP contra o manejo tradicional, Werner (2007) comenta que se “a interferência não seria lucrativa, sendo preferível deixar como está”, mas esse não deve ser o único parâmetro para tomada de decisão do uso de AP em uma área, pois pelo processo tradicional a quantidade de insumos podem apontar por menor quantidade, como apontado na tabela, mas a indicação do tipo de calcário seria inadequado, além de continuar com as áreas com diferença de produtividade em determinados talhões e a aplicação não atenderia a quantidade ideal para cada talhão.

A área menor apontou diferença da quantidade de calcário chegando a menos da metade se comparado o manejo convencional e os resultados de AP. A economia para o agricultor foi de R\$ 4.355,30 para efetuar a correção de solo com relação a sua fertilidade, melhorando a homogeneidade dos resultados da colheita. Outro fator a ser considerado neste caso da área de 9,07 ha é que em apenas uma aplicação em taxa variável (AP) a área ficará corrigida, ante a necessidade de duas aplicações para correção pelo método convencional, que conforme Pauletti e Motta (2019) que indicam esse método de duas aplicações para quantidade de calcário quando o indicado para correção for superior a 5,0 ton ha⁻¹.

Com relação a implantação de culturas nas áreas 2, 3 e 4 de Cascavel-PR na Colônia Barreiro, foram comparados os dados de insumos aplicados na safra de verão 2019-2020 (antes dos resultados de AP) e, do planejamento do agricultor para plantio da safra de verão 2020-

2021 e com as orientações através dos resultados obtidos pelas ferramentas de AP, conforme representado nas Tabelas 6, 7 e 8.

Tabela 6 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (26,51 ha)

----- ADUBAÇÃO -----							
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			Custo final
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	R\$
Convencional – Soja 19-20	02.24.12	275,48	1.650,00	00.00.62	110,19	1.842,00	17.430,65
Convencional – Soja 20-21	02.24.16	289,27	1.820,00	00.00.62	103,73	1.830,00	18.989,05
Tecnologia AP – Soja 20-21*	02.24.16	357,00	1.820,00	-	-	-	10.772,69
Tecnologia AP – Soja 20-21**	02.24.16	375,00	1.820,00	00.00.62	50,00	1.830,00	7.686,09

CT – custo da tonelada; * – área de 16,58 ha; ** – área de 9,93 ha.

Tabela 7 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (9,07 ha)

----- ADUBAÇÃO -----							
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			Custo final
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	R\$
Convencional – Soja 19-20	02.24.12	275,48	1.650,00	00.00.62	110,19	1.842,00	5.963,33
Convencional – Soja 20-21	02.24.16	289,27	1.820,00	00.00.62	103,73	1.830,00	6.496,82
Tecnologia AP – Soja 20-21	02.24.16	375,00	1.820,00	-	-	-	6.190,28

CT – custo da tonelada.

Tabela 8 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (9,73 ha)

----- ADUBAÇÃO -----							
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			Custo final
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	R\$
Convencional – Soja 19-20	02.24.12	275,48	1.650,00	00.00.62	110,19	1.842,00	6.397,59
Convencional – Soja 20-21	02.24.16	289,27	1.820,00	00.00.62	103,73	1.830,00	6.969,57
Tecnologia AP – Soja 20-21	11.44.00	205,00	2.730,00	00.00.62	85,00	1.830,00	6.958,90

CT – custo da tonelada.

Para ambas as áreas apresentadas a cultura de verão - ano safra 19-20 – está disposta apenas para comparativo para próximo ano.

Na área de 26,51 ha (Tabela 6), o custo de implantação para safra de verão com Soja 20-21, o custo de fertilizante planejado pelo agricultor foi de R\$ 18.989,04. Com os resultados das variáveis de AP foi verificado que a adubação deveria ser diferente na área, aplicando uma quantidade menor na parte Oeste da área (alta) e maior com cobertura na parte Leste da área (baixa). Com essa alteração, e a pedido do agricultor de manter a mesma formulação do fertilizante, o custo de implantação será de R\$ 18.458,78, aplicando a quantidade adequada de fertilizante e economizando R\$ 530,27. Durante a entressafra a área é utilizada para produção de feno e receberá orientação para produção com aplicação de fertilizante para não gerar desequilíbrio na área após a correção.

Na área de 9,07 ha (Tabela 7), o custo de implantação planejado pelo agricultor para safra de verão com Soja 20-21 foi de R\$ 6.496,82. Com base nos resultados de AP, foi alterado a quantidade de adubação a fim de evitar entrada extra com implementos na lavoura e entregando a quantidade necessária pela cultura, o custo ficou em R\$ 6.190,28, gerando economia de R\$

306,54 além do custo com diesel, desgaste de equipamento e danos na lavoura por entrada extra na área.

Na área de 9,73 ha (Tabela 8), o custo de implantação planejado pelo agricultor para safra de verão com Soja 20-21 foi de R\$ 6.969,57, contra R\$ 6.958,90. A diferença em valores é insignificante, mas a adubação que será entregue para área supre as necessidade nutricionais da cultura, prevendo resultados mais promissores e resguardando a fertilidade do solo.

O custo de implantação de tecnologias de AP aplicados nas áreas 2, 3 e 4, respectivamente, ficaram em R\$ 1.862,27 para os 26,51 ha ano⁻¹, R\$ 637,15 para os 9,07 ha ano⁻¹ e, R\$ 683,51 para os 9,73 ha ano⁻¹. Considerando os valores de custo de aplicação das ferramentas de AP e os custos de correção da fertilidade e de implantação de cultura, a diferença aponta para o sistema convencional, ficando de fora a avaliação dos benefícios de uma colheita mais homogênea, do uso de insumos otimizada e de aplicação de insumos na quantidade e no local adequado. Considerando o explanado por Werner (2007), pelo custo de investimento para aplicação de AP sendo inferior a R\$ 377,50 ha⁻¹ e que há ainda os benefícios de uma área equilibrada com relação aos resultados de produtividade em algumas safras.

A quinta área para comparação foi no município de Cascavel-PR, da localidade São Luiz na comunidade de Rio do Salto. Com área de 24,20 ha, considerado pequeno produtor, a correção da área para uma boa safra de verão e boa produtividade na 2ª safra (safrinha). Na Tabela 9 estão os dados das análises de solo obtidos pelos meios convencionais para correção de Saturação por Bases com 70%.

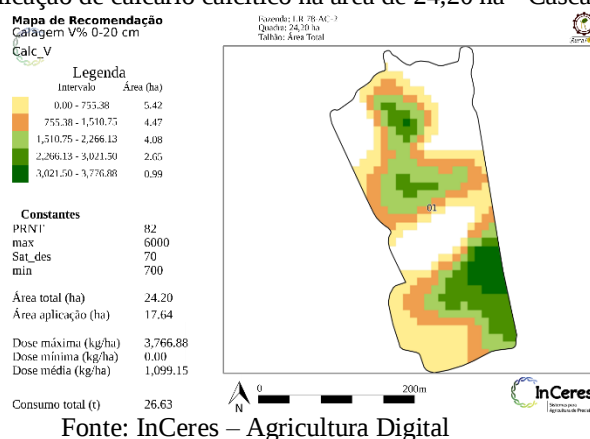
Tabela 9 – Resultados de análise de solo pelo meio convencional

AVALIAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA CORREÇÃO CONVENCIONAL														
pH	mg/dm ³	----- Cmol _c /dm ³ -----											ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Ca/Mg	NC	QC
5,10	8,03	0,64	6,62	2,16	0,00	7,20	9,42	9,42	16,62	56,68	0,00	3,06	2,21	2,70
NC – necessidade de calagem; QC – quantidade de calcário com PRNT de 82%; Ca/Mg - indicação do calcário.														

NC – necessidade de calagem; QC – quantidade de calcário com PRNT de 82%; Ca/Mg - indicação do calcário.

Com base nos resultados, pelo método convencional seriam aplicados com Calcário Calcítico e PRNT de 82% com base no resultado mais negativo: 2,70 ton ha⁻¹, com quantidade total de 65,34 toneladas de calcário. Pelo processo dos resultados obtidos pela aplicação das ferramentas de AP, o resultado indica a aplicação de 26,63 toneladas de calcário. Para comparativo, segue o resultado de AP apresentado na figura 12.

Figura 12 – Aplicação de calcário calcítico na área de 24,20 ha - Cascavel-PR – São Luiz



Abaixo, Tabela 10 com comparativo das quantidades e dos valores para correção de solo.

Tabela 10 – Comparativo de quantidade e custos para correção de solo

	Calcário Calcítico	Custos		Resultado final
	Quantidade (ton.)	Calcário ton. R\$	Aplicação R\$	Custos – 250 ha R\$
Convencional	65,34	165,00	10,00	11.434,50
Tecnologia AP	26,63	165,00	35,00	5.326,00

ton. - tonelada

Na correção de solo a economia para o agricultor foi de R\$ 6.108,50 para efetuar a correção de solo com relação a sua fertilidade, melhorando a homogeneidade dos resultados da colheita. Os valores apresentados no manejo convencional a aplicação seria executada a lanco pelo proprietário e com as ferramentas de AP a aplicação foi em taxa variável.

Para implantação de culturas na área de Cascavel-PR, na localidade de São Luiz, comunidade de Rio do Salto, foram comparados os dados de insumos aplicados na safra de verão 2019-2020 (antes dos resultados de AP), da 2ª safra 2019-2020 (com resultados de AP) e, do planejamento do agricultor para plantio da safra de verão 2020-2021 com as orientações através dos resultados obtidos pelas ferramentas de AP conforme representado na Tabela 11.

Tabela 11 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (24,20 ha)

	----- ADUBAÇÃO -----						Custo final R\$
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	
Convencional – Soja 19-20	02.20.18	309,91	1.675,00	-	-	-	12.562,20
Convencional – Milho 19-20	08.20.15	371,90	1.520,00	30.00.20	165,29	1.570,00	19.960,00
Tecnologia AP – Milho 19-20	08.30.15	235,00	1.600,00	27.00.00	185,00	1.591,00	16.222,11
Convencional – Soja 20-21	02.24.12	434,78	1.820,00	-	-	-	19.149,45
Tecnologia AP – Soja 20-21	02.24.12	400,00	1.820,00	-	-	-	17.617,60
Tecnologia AP – Soja 20-21	11.52.00	155,00	2.570,00	00.00.62	80,00	1.895,00	13.308,79

CT – custo da tonelada.

De acordo com a Tabela 11, na implantação das culturas o comparativo entre manejo tradicional e AP demonstram uma diferença com relação aos fertilizantes considerável. A referência da cultura de Soja no ano safra 19-20 demonstra que não havia padrão pela

quantidade e pela fórmula aplicada no plantio. Para o plantio da cultura de Milho 2ª Safra a economia foi de R\$ 3.737,89 se comparado o planejado pelo agricultor e o indicado pelos resultados da AP. Para implantação da cultura de Soja ano safra 20-21, a diferença usando o orçado pelo cliente e o definido pelos resultados de AP resultam em uma economia de R\$ 1.531,85 à 5.840,66, alterando a adubação. Na sugestão de adubação o intuito apresentado para que seja aplicado exatamente o necessário exigido pela cultura para o desenvolvimento em seu máximo vigor e produtividade, reduzindo insumos e custos.

O custo de implantação de tecnologias de AP foram de R\$ 1.756,20. Considerando os valores de economia apenas na correção da fertilidade do solo os custos são absorvidos e o resultado final para o agricultor é uma economia de R\$ 4.352,30, além da redução de insumos aplicados de forma inadequada em mais de 50%.

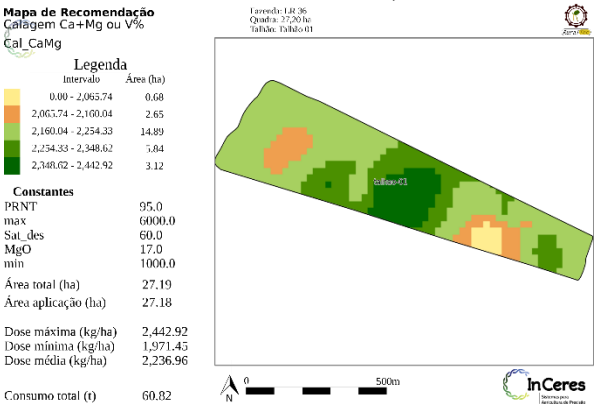
A sexta área para comparação foi no município de Cascavel-PR, da localidade Colônia Melissa. Com área de 27,80 ha, considerado médio produtor devido as demais áreas que cultiva. A área é utilizada para produção nas safra de verão e inverno e a correção se viu necessária devido a produção muito abaixo das demais áreas. Na Tabela 12 estão os dados das análises de solo obtidos pelos meios convencionais para correção de Saturação por Bases com 70%.

Tabela 12 – Resultados de análise de solo pelo meio convencional

AVALIAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA CORREÇÃO CONVENCIONAL														
pH	mg/dm³	----- Cmol _c /dm³ -----								%	%		ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Ca/Mg	NC	QC
5,40	12,22	0,36	6,17	1,41	0,00	4,96	7,94	7,94	12,90	51,55	0,00	4,38	1,09	1,15
NC – necessidade de calagem; QC – quantidade de calcário com PRNT de 95%; Ca/Mg - indicação do calcário.														

Para comparativo, segue o resultado de AP apresentado na figura 13.

Figura 13 – Aplicação de calcário calcítico na área de 27,80 ha - Cascavel-PR – Colônia Melissa



Com base nos resultados, pelo método convencional, o indicado seria aplicação com Calcário Dolomítico e quantidade de 31,97 toneladas. Com base no mesmo tipo de calcário os resultados obtidos através das ferramentas de AP apontaram a necessidade de 60,82 toneladas,

quase o dobro. Pode-se considerar, assim como nos casos anteriores que os resultados obtidos pela implantação de Agricultura de Precisão apontam dados mais pontuais e precisos que a método convencional. Santos (2014) coloca a importância de AP quando se pensa na questão de administração da área onde devemos considerar as diferenças espaciais para tomada de decisão. Nesse caso, a aplicação da quantidade de calcário poderia trazer benefícios, mas não seria o ideal e a sua cobertura continuaria desuniforme. Abaixo a Tabela 13 com o comparativo das quantidades e dos valores para correção de solo.

Tabela 13 – Comparativo de quantidade e custos para correção de solo

	Calcário Calcítico	----- Custos -----		Resultado final
	Quantidade (ton.)	Calcário ton. R\$	Aplicação R\$	Custos – 250 ha R\$
Convencional	31,97	58,00	10,00	2.173,96
Tecnologia AP	60,82	58,00	30,00	5.352,16

ton. - tonelada

Na correção de solo o agricultor iria gastar R\$ 3.178,20 a mais para fazer a correção. Para comparação, apenas uma única análise pode apresentar dados muito divergentes.

Para implantação de culturas na área de Cascavel-PR, na localidade da Colônia Melissa, foi comparado os dados de insumos a serem aplicados na safra de inverno 2019-2020 para cultura de Trigo entre o planejamento do agricultor e os resultados de AP, conforme representado na Tabela 14.

Tabela 14 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (27,80 ha)

----- ADUBAÇÃO -----							
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			Custo final
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	R\$
Convencional – Trigo 20-21	10.15.15	330,58	1.570,00	46.00.00	203,00	1.820,00	24.699,48
Tecnologia AP – Soja 20-21	10.15.15	270,00	1.570,00	46.00.00	133,00	1.820,00	18.513,69

CT – custo da tonelada.

A Tabela 14, na implantação da cultura de inverno a diferença em favor do agricultor foi de R\$ 6.185,79. Considerando os benefícios das ferramentas implantadas na área na construção da fertilidade, apenas na adubação houve ainda, considerando o custo de AP R\$ 1.952,90 uma economia de R\$ 4.232,89.

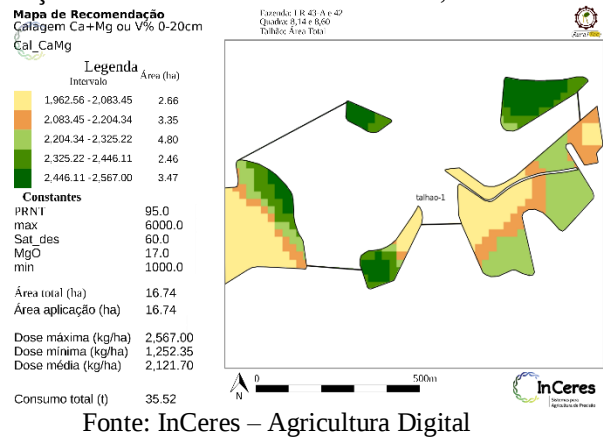
A sétima área para comparação foi no município de São Pedro do Iguaçu-PR. A área está dividida em duas glebas, uma com 8,14 ha e a outra com 8,65 ha. As áreas eram destinadas ao cultivo de eucalipto e recentemente, para destinar os resíduos da produção de suinocultura, o proprietário decidiu implantar o cultivo de grama *Jiggs* para produção de feno. Para tanto foi decidido fazer a correção adequada da área para alcançar a produção pretendida. Na Tabela 15 estão os dados das análises de solo obtidos pelos meios convencionais para correção de Saturação por Bases com 60%.

Tabela 15 – Resultados de análise de solo pelo meio convencional

AVALIAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA CORREÇÃO CONVENCIONAL														
pH	mg/dm³	----- Cmol _c /dm³ -----										ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	
		CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T			V
4,70	3,23	0,32	6,46	1,88	0,32	6,69	8,66	8,98	15,35	56,42	3,56	3,44	0,55	0,61
4,30	9,98	0,17	5,75	2,99	1,12	11,26	8,91	10,03	20,17	44,17	11,17	1,92	3,19	3,57
NC – necessidade de calagem; QC – quantidade de calcário com PRNT de 95%; Ca/Mg - indicação do calcário.														

Para comparativo, segue o resultado de AP apresentado na figura 14.

Figura 14 – Aplicação de calcário calcítico na área de 16,74 ha - São Pedro do Iguaçu-PR



Com base nos resultados, pelo método convencional a desuniformidade indica que os parâmetros para definição de correção de fertilidade não condiz com a realidade. Teoricamente os dados apontam aplicação de 4,97 toneladas e 30,70 toneladas respectivamente. Pelo mapa de correção a quantidade indicada é de 35,52 toneladas, valor próximo ao indicado pelas análises, mas sem coerência devido a distribuição apresentada. Pela análise convencional o calcário indicado seriam Dolomítico na área ao Leste e Calcítico na área ao Oeste, mas pelos resultados de AP o calcário indicado apenas Dolomítico. Na Tabela 16 pode-se verificar os dados apontados para correção de fertilidade.

Tabela 16 – Comparativo de quantidade e custos para correção de solo

	Calcário Calcítico	----- Custos -----		Resultado final
	Quantidade (ton.)	Calcário ton. R\$	Aplicação R\$	Custos – 250 ha R\$
Convencional	35,67	182,00	10,00	6.848,64
Tecnologia AP	35,52	182,00	35,00	7.707,84

ton. - tonelada

Na correção de solo o agricultor iria gastar R\$ 859,20 a mais para fazer a correção. Considerando que as duas amostras não identificam a real situação da área a indicação da aplicação dos insumos de correção em taxa variável não ficam inviáveis, visto os resultados que serão alcançados.

Para implantação de cultura perene Grama Jiggs na área de São Pedro do Iguaçu-PR foi utilizado para comparação a indicação direta da revenda de insumos e comparado os dados de insumos dos resultados de AP, conforme representado na Tabela 17.

Tabela 17 – Comparativo de uso de insumos por manejo convencional e com ferramentas de AP (27,80 ha)

	----- ADUBAÇÃO -----						Custo final R\$
	----- Adubação de base -----			---- Adubação de cobertura ----			
	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT (R\$)	Fórmula	Kg ha ⁻¹	CT	
Convencional	00.21.00	100,00	1.140,00	20.05.20	250,00	1.850,00	9.650,61
Tecnologia AP	11.44.00	230,00	1.790,00	20.15.15	330,00	1.900,00	17.276,68

CT – custo da tonelada.

A Tabela 17, para implantação da cultura perene Grama Jiggs a adubação deve ser mais elevada devido aos níveis encontrados nas coletas de solo por meio de ferramentas de AP, indicando recomendação bem diferente do comumente utilizado. Os dados encontrados aplicando tecnologia na área podem então reverter uma possível quebra de produtividade e maximizar o potencial produtivo.

Considerando todos os resultados apontados, presume-se que uma comparação entre os processos tradicionais ou convencionais com Agricultura de Precisão devem ser elaborados com cuidado e critérios que demonstrem a importância do uso da tecnologia.

Conclusões

Os dados apresentados nesse trabalho apontam que é possível efetuar um bom trabalho de manejo convencional ou tradicional se efetuado com critérios de avaliação e execução, mas que diante da quantidade de informações e dados obtidos através das ferramentas de Agricultura de Precisão o agricultor pode efetuar um manejo mais pontual em suas áreas além de melhorar a homogeneidade da fertilidade.

Com relação aos custos de investimento nota-se que na grande maioria dos casos o serviço torna-se viável diante da quantidade de variáveis que possuem um solo utilizado na agricultura e, apenas os custos diretos de correção do solo ou adubação na implantação de culturas já demonstram a viabilidade de aplicação de ferramentas de AP. Os dados obtidos de forma tradicional não realçam a realidade das áreas e os custos dessa forma de manejo não devem ser os únicos fatores analisados para tomada de decisão. A aplicação de forma generalizada de insumos afetam nos resultados finais de correção e implantação de cada cultura e com as variáveis que norteiam a agricultura além da preocupação com uso indevido de produtos a AP traz a vantagem de homogeneizar a colheita, minimizar o uso de insumos e otimizar os ganhos.

Toda situação apresentada demonstra a importância de avaliar a necessidade de cada agricultor, avaliando seus custos e rendimentos, para apontar a necessidade de melhorias da área, levando em consideração que todas as tecnologias estão cada vez mais avançadas e melhorando os processos, principalmente na agricultura, apostar na implantação de AP nas áreas de plantio de culturas anuais, perenes e pastagens podem otimizar os custos e maximizar os ganhos, além de minimizar o uso de insumos e produtos de forma desnecessária, protegendo a natureza.

Referências

ACOSTA, A.; MAGALHÃES, P. Agricultura de Precisão a Serviço da Otimização da Adubação. **Informações Agrônomicas** nº 159, Santa Maria - RS, p. 4, 2017. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/7BDC66786B5B5022852581BB000AFED0/\\$FILE/Page13-16-159.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/7BDC66786B5B5022852581BB000AFED0/$FILE/Page13-16-159.pdf). Acesso em: 16 fev. 2020.

ANTONINI, R. C.; BORTOLOTO, R. P.; ZAMBERLAN, J. F.; NORA, D. D.; PASINI, M. P. B.; FIORIN, J. E.. Adoção e uso da agricultura de precisão na região das missões do Rio Grande do Sul. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - HOLOS**, Rio Grande do Norte v.4, p. 10, 2018. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6297/pdf>. Acesso em: 16 fev. 2020.

CAON, D.; GENÚ, A. M. Mapeamento de atributos químicos em diferentes densidades amostrais e influência na adubação e calagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.17 no.6 p.11 Campina Grande jun. 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000600009>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000600009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 16 fev. 2020.

FERRAZ, G. A. E S.; SILVA, F. M. D.; CARVALHO, F. D. M.; COSTA, Pedro A. N. D.; CARVALHO, L. C. C. Viabilidade econômica do sistema de adubação diferenciado comparado ao sistema de adubação convencional em lavoura cafeeira: um estudo de caso. **Engenharia Agrícola**, vol.31 no.5 Jaboticabal Sept./Oct. 2011. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000500008>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000500008. Acesso em: 16 fev. 2020.

GARDEZI, M.; BRONSON, K. Examining the social and biophysical determinants of U.S. Midwestern corn farmers' adoption of precision agriculture. **Precision Agriculture**, Ottawa / Canada, p. 20, 21 ago. 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09681-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-019-09681-7>. Acesso em: 20 fev. 2020.

GOOGLE, **Google Earth Pro**. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/desktop>. Acesso em: 15 abril 2020.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. ATLAS CLIMÁTICO do Estado do Paraná. Londrina/PR: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. 210p. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/AtlasClimaticoPR.pdf. Acesso em: 17 maio 2019.

INCERES - Agricultura Digital. Piracicaba/SP, 19 maio 2020. Disponível em: <https://inceres.com.br/>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MILLS, B. E.; BRORSEN, B. W.; ARNALL, D. B. The profitability of variable rate lime in wheat. **Precision Agriculture**, Stillwater / Oklahoma, p. 18, 7 jun. 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09674-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-019-09674-6>. Acesso em: 20 fev. 2020.

MOHARANA, P. C.; JENA, R. K.; PRADHAN, U. K.; NOGIYA, M.; TAILOR, B. L.; SINGH, R. S.; SINGH, S. K. Geostatistical and fuzzy clustering approach for delineation of site specific management zones and yield limiting factors in irrigated hot arid environment of India. **Precision Agriculture**, Udaipur / India, p. 23, 18 jun. 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09671-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-019-09671-9>. Acesso em: 20 fev. 2020.

NÚCLEO DE GEOMÁTICA (NGEO) DA EMBRAPA SOLOS. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro/RJ: EMBRAPA, 2011. Projeção Policônica. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>. Acesso em: 17 maio 2020.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. (coord.). **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba-PR: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - NEPAR-SBCS, 2019. 289 p.

SANTOS, L. D. S.; MELO, L. F. D. S.; SILVA, S. D. R. S. Técnicas de agricultura de precisão no auxílio da tomada de decisão em pequenas propriedades rurais. **VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife - PE, p. 9, 25 ago. 2016. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/50/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&starts_with=agricultura+de+precis%C3%A3o. Acesso em: 16 fev. 2020.

SANTOS, L. B. D. **Viabilidade econômica da implantação de agricultura de precisão na cultura do arroz irrigado em Cachoeira do Sul/RS**. 2014. 72 f. Dissertação (Pós-Graduação em Agricultura de Precisão) - Mestrado, Santa Maria - RS, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4816/SANTOS%2c%20LUCAS%20BAUER%20DOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SILVA, C. B. **Viabilidade econômica do uso da agricultura de precisão: um estudo de caso**. 2005. 72 f. Dissertação (Pós-Graduação em Economia Aplicada) - Mestrado, Viçosa - MG, 2005. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9121/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 16 fev. 2020.

WERNER, V. **Análise Econômica e Experiência Comparativa entre Agricultura de Precisão e Tradicional**. 2007. 134 p. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Doutorado, [S. l.], 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3565/VALMIR%20WERNER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 maio 2020.