



## **Possibilidade de Redução de Impacto Ambiental Através do Uso de Fertilizantes na Agricultura de Precisão**

**Felipe Dalzotto Artuzo<sup>1</sup>, Willian Fontanive Jandrey<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipeartuzo1@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (willian.jandrey@hotmail.com)

### **Resumo**

Com as estimativas de crescimento da população mundial, torna-se necessário o aumento da produção de alimentos aliado a um menor impacto ambiental possível. Sendo assim, a agricultura de precisão (AP) torna-se uma ferramenta para utilização eficiente dos recursos naturais e dos insumos agrícolas. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo analisar o potencial da AP no aumento da produção de alimentos por meio da elevação de produtividade das culturas com otimização da área agricultável e redução do impacto ambiental. A pesquisa foi bibliográfica com dados secundários. Comparou-se a utilização de fertilizantes em áreas com agricultura convencional (AC) e agricultura de precisão (AP), a fim de proporcionar uma estimativa do uso entre ambos os sistemas e analisar um cenário nacional de implementação da AP. No mesmo sentido, realizou-se uma análise de produtividade para tais sistemas e estimou-se um percentual de incremento de produtividade. Por fim, discutiu-se a importância da AP no aumento produtivo das culturas tomando como base a cultura da soja. O acréscimo de produtividade vinculado à adoção da tecnologia de AP pode ser encarado como um pilar de sustentação ao aumento de produção de alimento, além disso, proporcionará o uso racional de fertilizantes que afetará de forma positiva ao meio ambiente.

Palavras-chave: Alimento. População mundial. Uso do solo. Tecnologia.

Área Temática: Impactos Ambientais

## **Possibility of Reducing Environmental Impact Through the use of Fertilizers in Precision Agriculture**

### **Abstract**

*With estimates of global population growth, it becomes necessary to increase the food production coupled with a lower environmental impact. Thus, precision agriculture (PA) becomes a tool for efficient use of natural resources and agricultural inputs. In this sense, this paper aims to examine the potential of PA in increasing food production through the increase of crop productivity with optimization of arable land and reduced environmental impact. The research was based on secondary literature. We compared the use of fertilizers in farming areas with conventional (CA) and precision agriculture (PA), in order to provide an estimate of use between both systems and analyze a national stage of implementing the PA. Similarly, there was a productivity analysis for such systems and estimated a percentage of increased productivity. Finally, discussed the importance of PA in increasing crop production based on both soybean. The increase in productivity linked to technology adoption PA can be seen as a pillar of support to increase food production, in addition, provide the rational use of fertilizers that positively affect the environment.*

*Key words: Food. Population. Land Use. Technology.*

*Theme Area: Environmental Impacts*



## 1. Introdução

A agricultura representa a relação mais fundamental que existe entre a sociedade e o meio ambiente (VITOUSEK, 2011). A preocupação com o meio ambiente e a dimensão da sustentabilidade tem se tornado cada vez mais relevante nos estudos relacionados ao agronegócio. A necessidade de uma estrutura robusta e confiável para medir os impactos ambientais nas atividades do agronegócio está sendo apresentada como uma tendência em países líderes na produção de alimentos.

Como a população mundial deverá dobrar nas próximas três décadas, a pressão sobre os sistemas agrícolas e a crescente necessidade de converter as extensões remanescentes de ecossistemas naturais em agroecossistemas é existente. Com este aumento populacional é necessário haver sistemas agrícolas que se adaptem em suprir as necessidades de produção de alimentos.

Segundo Luz (2006), observa-se que as possibilidades de expansão dos solos aráveis no mundo são muito limitadas. Talvez, pudesse-se ter uma margem de expansão de 20%, embora em muitas regiões já exista a tendência inversa – a perda de solos aráveis, devido à degradação. Assim, é necessário que a expansão agrícola para atender à demanda da população global por alimentos, nos próximos séculos, seja orientada no sentido de se buscarem medidas conservacionistas deste recurso, principalmente nos países em desenvolvimento, que detêm a maior parte de terra arável disponível, mas ainda não desenvolveram potencialmente as técnicas conservacionistas de manejo.

A agricultura de precisão (AP) torna-se uma ferramenta para utilização eficiente dos recursos naturais e insumos agrícolas, visto que o uso adequado da terra é o primeiro passo em direção à preservação dos recursos naturais e para à agricultura correta sustentável (REUTER E KERSEBAUM, 2009).

Desta forma, questiona-se como aumentar a produção de alimentos sem aumentar a área agricultável tendo-se como base a ótica da agricultura de precisão, para tanto o artigo tem como objetivo analisar o potencial da AP no aumento da produção de alimentos por meio da elevação de produtividade das culturas com otimização da área agricultável e redução do impacto ambiental.

## 2. Metodologia

A oportunidade de intensificação das áreas agricultáveis com o uso de novas tecnologias poderá possibilitar a diminuição do impacto ambiental e o aumento da produção. Os meios de investigação da pesquisa foram através de revisão bibliográfica e com a utilização de dados secundários. Desta forma, serão analisadas e comparadas áreas de AP com áreas de agricultura convencional (AC), com o intuito de avaliar quais práticas demandarão maiores quantidades de insumos, o que por consequência estará relacionado com um maior impacto ambiental.

A análise do potencial da agricultura de precisão (AP) para o aumento da produtividade foi conduzida de forma a comparar áreas de AP com áreas convencionais.

Os dados de produtividade foram tabulados a partir de informações recolhidas por produtores associados das cooperativas COTRIJUÍ (Íjuí-RS), COTRIBÁ (Ibirubá-RS) e COOPATRIGO (São Luiz Gonzaga-RS). Utilizou-se a cultura da soja como base para a execução da pesquisa. A metodologia determinou como áreas de AP, locais onde o manejo ocorreu a partir da elaboração de mapas de fertilidade e posterior correção do solo, e onde também foram utilizados mapas de rendimento para determinação da produtividade, analisando-se as diferenças espaciais existentes. Através dos dados do mapa de rendimento analisou-se a comparação entre o sistema de AP e AC, tanto para questão de quantidade de



insumos aplicados, quanto para produtividade, e por fim, o seu incremento de produtividade em porcentagem.

A partir da porcentagem do incremento da produtividade com a utilização da técnica de AP, demonstrou-se de forma gráfica o potencial de produção nos anos de 2000 a 2012 e sua estimativa com a utilização da agricultura de precisão. Desta forma, com as informações obtidas relacionou-se a tecnologia de AP com a produção de alimentos.

### 3. Resultado

Nas próximas décadas, um dos desafios cruciais para a humanidade, será proporcionar demandas futuras de alimentos sem prejudicar a integridade do meio ambiente (FOLEY, 2011). Para tanto, será discutido a importância da utilização da tecnologia de AP como forma de redução na aplicação excessiva de insumos agrícolas, com vista no aumento de produtividade por área e como esse incremento tornar-se-ia expressivo em um âmbito nacional.

A tecnologia (AP) possibilita o gerenciamento da aplicação de fertilizantes e como consequência, uma agricultura ambientalmente amigável, podendo contribuir para muitos caminhos da sustentabilidade ao longo prazo, o que confirma a ideia intuitiva que a AP deva reduzir o impacto ambiental através da aplicação de fertilizantes e defensivos localizados e em quantidade certa (FOLEY, 2011).

Na tabela 1, são apresentadas as quantidades totais de fertilizantes aplicados no sistema da AP e no sistema convencional considerando uma mesma dimensão de área. Pode-se verificar, que em 100% das áreas cultivadas, apresentaram uma maior eficiência na redução da utilização de insumos agrícolas/fertilizantes, havendo uma variação em torno de 29,7% a 41,2 % com uma média de 33,1%. Para Borges et al (1998), a economia de fertilizantes é um benefício que um manejo localizado pode proporcionar, onde a utilização da AP proporciona esta característica, aplicação variável em uma área com característica heterogênea.

Tabela 1 - Quantidade total de fertilizantes utilizados nos talhões com AP e nas áreas com AC correspondentes (Soja - safra 2006/07).

Município	Área	AC*	AP**	Diferença
	Há	Kg	Kg	%
Carazinho	64,8	19440	14900	-30,5
Não Me Toque	38,6	11580	8200	-41,2
Santo Antônio	34,6	10380	8000	-29,7
<b>TOTAL SOJA</b>	<b>138</b>	<b>41400</b>	<b>31100</b>	<b>-33,1</b>

Fonte: Adaptado Dellamea (2008)

Para tanto, vale destacar que a utilização de fertilizantes agrícolas é importante para o estabelecimento da cultura e sua manutenção, e possui interferência direta e positiva para sua produtividade agrícola. Sendo assim, o uso adequado de fertilizantes é indispensável, principalmente quando possui uma relação produção x meio ambiente, portanto, torna-se fundamental a utilização racional destes mecanismos, através de tecnologias que proporcione esta racionalidade de utilização. Esta é a razão pela qual as estatísticas demonstram que áreas com alta tecnologias proporcionam altas produtividades, além de um ótimo manejo produtivo, neste caso, englobasse a aplicação de fertilizantes.

Os dados relacionados aos manejos com AP e convencionais foram relacionados determinando-se a porcentagem de incremento de produtividade existente entre as técnicas de cultivo (Tabela 2). De acordo com Tiftonell e Giller (2013) a AP remete a um aumento da



eficiência do uso dos recursos, o que significa aumentar a produtividade por unidade de recursos investidos. Medições espaciais da produção utilizando avanços tecnológicos de monitoramento de rendimento mostraram claramente uma grande variabilidade dentro de campo no rendimento das culturas, sugerindo que a produção de campo pode ser aumentada ou ter seu custo diminuído, variando com a gestão (BASSO *et al.*, 2001).

Tabela 2 - Avaliação da produtividade em lavouras conduzidas em agricultura de precisão (AP) comparativamente a agricultura convencional (AC) em produtores associados das cooperativas Cotrijuí, Cotribá e Coopatrigo.

Cooperativa	Manejo	Área (ha)	Produtividade	% de
			Kg/ha	incremento
Cotrijuí	AP	60	4260	9,23
	AC	85	3900	
Cotrijuí	AP	53,8	4260	7,58
	AC	45	3960	
Cotrijuí	AP	60	3480	11,54
	AC	45	3120	
Cotrijuí	AP	28	3600	11,11
	AC	28	3240	
Cotribá	AP	114,6	4200	16,67
	AC	114,6	3600	
Coopatrigo	AP	46,7	3192	6,19
	AC	46,7	3006	
<b>Média (%)</b>				<b>10,39</b>

Fonte: Adaptado de FIORIN, J. E. et al. (2011)

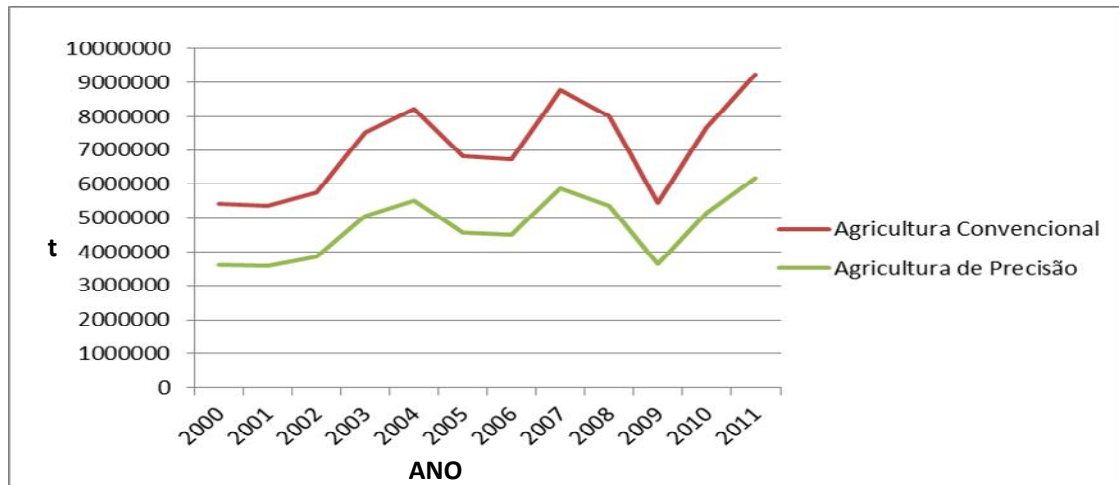
Podem-se realizar cenários com a diminuição do uso de fertilizantes por ocasião da AP, a figura 1 demonstra nos anos de 2000 a 2011 a quantidade em toneladas de fertilizantes utilizados no Brasil. Entende-se como fertilizantes utilizados como sódio Fósforo ( $P_2O_5$ ) e Potássio ( $K_2O$ ), nutrientes principais para a cultura da soja. Nota-se, que se a AP fosse utilizada em todo o território nacional, poder-se-ia reduzir significativamente a quantidade de insumos, o que ocasionaria um menor impacto ambiental, proveniente da não aplicação do excesso de nutrientes. É importante destacar, que o cenário descrito pressupõe a média de redução de insumos por ocasião da AP encontrado no trabalho de Dellamea (2008) e aplicado nos dados do IPNI (2013).

Pode-se observar que todas as áreas com a aplicação de AP resultaram em maior produtividade quando comparadas com a agricultura convencional, além disso, o aumento de produtividade é relacionado com a diminuição do impacto ambiental, pois conforme as tabelas 1 e 2 demonstraram, a ferramenta tecnológica de AP reduz a aplicação de insumos e proporciona o aumento de produtividade. A média resultante do incremento de produtividade nas áreas avaliadas foi de 10,39%, demonstrando que a prática da AP pode ser utilizada como uma forma de elevar os índices produtivos na cultura da soja. Segundo uma de suas definições, a AP consiste de um conjunto de princípios e tecnologias aplicados no manejo da variabilidade espacial e temporal associada à produção agrícola, objetivando aumentar a produtividade das culturas e a qualidade ambiental (PIERCE E NOWAK, 1999). Uma boa compreensão e medições precisas da variabilidade da produtividade é essencial para avaliar intervalos de rendimento (TITTONELL E GILLER, 2013). A AP, não é apenas a adição de



novas tecnologias, mas é sim uma revolução da informação, possibilitada pelas novas tecnologias que resultam em um nível mais elevado de gestão, e no uso de um sistema mais preciso na fazenda (ROBERT, 2002).

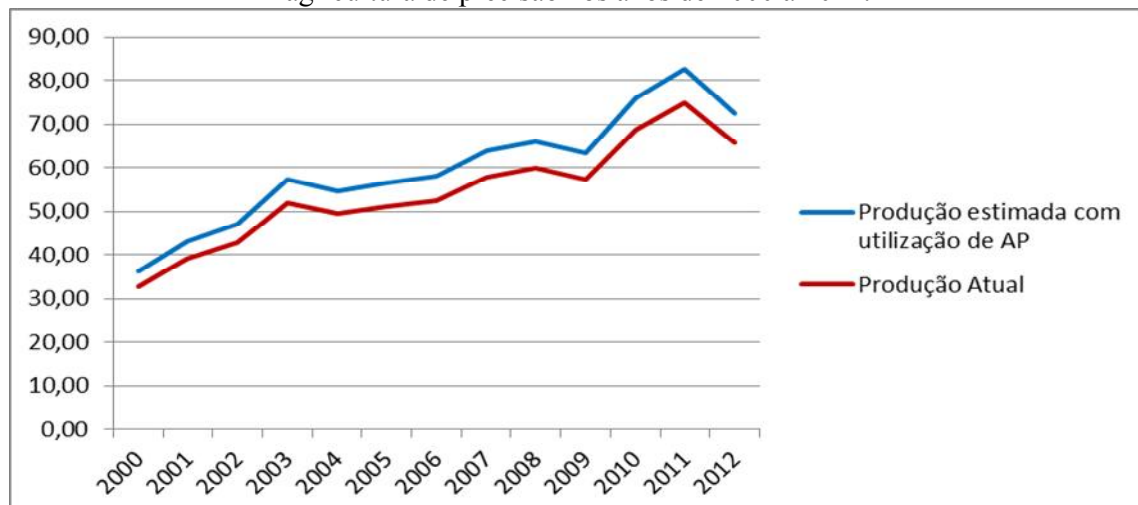
Figura 1 – Demonstração gráfica da redução de aplicação de insumos agrícolas ( $P_2O_5 + K_2O$ ) em comparação entre Agricultura Convencional e Agricultura de Precisão, nos anos de 2000 a 2011, no Brasil.



Fonte: Adaptado de IPNI (2013).

Essa tecnologia além de possibilitar avanços nas propriedades pode ser utilizada como uma ferramenta no aumento da produção nacional de grãos pelo montante de incremento possibilitado em cada lavoura. Segundo Robert (2002), a AP oferece uma variedade de benefícios potenciais em rentabilidade, produtividade, sustentabilidade, qualidade da cultura, segurança alimentar, proteção ambiental, qualidade na exploração da vida e desenvolvimento econômico rural. Nos últimos anos a produção de soja teve um aumento significativo, que poderia ter sido ainda maior caso existisse maior utilização de tecnologias como a AP (figura 2).

Figura 2 – Produção de soja (milhões de toneladas) atual e estimada com a utilização de agricultura de precisão nos anos de 2000 a 2012.



Fonte: Adaptado de FAO (2013).



Os dados demonstram que com a estimativa de 10,39% de produtividade média superior com a adoção da tecnologia de AP adotada pelo estudo com os produtores vinculados as cooperativas, uma expansão da tecnologia poderia contribuir significativamente para a expansão da produção nacional. Em 2012, por exemplo, a produção poderia ser elevada em mais de 6 milhões de toneladas de soja. Nos países em desenvolvimento, a necessidade de AP também será crucial para alcançar aumentos de produtividade de cereais que devem se aproximar dos níveis potenciais nos principais sistemas de produção (CASSMAN, 1999).

Os países industrializados têm criado um sistema agrícola modernizado com alta produtividade e tecnologia avançada, porém, nos países em desenvolvimento pobreza permanece ligada à agricultura, pois a maioria da população dos países em desenvolvimento ainda se dedica à agricultura tradicional, com aplicação limitada de tecnologias modernas em áreas rurais (WANG, 2001). Robert (2002) observou uma desaceleração no uso de AP pelos comerciantes e agricultores, e identificou barreiras socioeconômicas, agrônômicas e tecnológicas e comparou o fato com a adoção de outras tecnologias como a do trator que levou mais de 30 anos para se tornar ampla.

O que determinará o tempo de adoção desta tecnologia será a visualização de vantagens pelos produtores ou os incentivos que os governos proporcionarão, a fim de aumentar a produção atual das culturas, podendo melhorar desempenho econômico e melhorar medidas de combate à fome. Sendo assim, um dos grandes desafios dos agentes atuantes no agronegócio é produzir alimentos com um bom nível de quantidade e qualidade para atender a crescente demanda mundial por alimentos com total economia e otimização da terra, desta forma, o uso de tecnologias que possibilite o incremento da produção em uma mesma área, torna-se ferramenta aplicável na forma de manejo para produção agrícola.

## 4. Conclusão

O acréscimo de produtividade vinculado à adoção da tecnologia de AP pode ser encarado como um pilar de sustentação ao aumento de produção de alimentos, além disso, proporcionará o uso racional de fertilizantes que afetará de forma positiva ao meio ambiente.

Avaliar as oportunidades de intensificação agrícola e economia da terra para a produção de alimentos com reflexo para a questão ambiental é um paradigma que o uso de tecnologias agrícolas poderá auxiliar na sua solução.

## Referências

BASSO, B. et al. Spatial validation of crop models for precision agriculture. **Agricultural Systems**, v. 68, n. 2, p. 97-112, May 2001. ISSN 0308-521X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000168107500001 >.

BORGES, R.; MALLARINO, A. P. Significance of spatially variable soil phosphorus and potassium for early growth and nutrient content of no-till corn and soybean. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 29, n. 3, p. 2589-2605, apr. 1998.

CASSMAN, K. G. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 96, n. 11, p. 5952-5959, May 1999. ISSN 0027-8424. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000080527100012 >.





DELLAMEA, R. B. C. **Eficiência da Adubação a Taxa Variável em Áreas Manejadas com Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 2008. 162p. (Dissertação em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

FAO. Production. 2013. Acesso em: < <http://faostat3.fao.org/home/index.html> >. Acesso em: 14 out. 2013.

FIORIN, J. E. et al. Viabilidade técnica e econômica da agricultura de precisão no sistema cooperativo do Rio Grande do Sul. In: Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 16., 2011, Cruz Alta. **Anais eletrônicos...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2011. Disponível em:

<<http://www.unicruz.edu.br/seminario/artigos/agrarias/VIABILIDADE%20T%C3%89CNICA%20E%20ECON%20MICA%20DA%20AGRICULTURA%20DE%20PRECIS%C3%83O%20NO%20SISTEMA%20COOPERATIVO%20DO%20RIO%20GRANDE%20D.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2013

FOLEY, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342, 2011.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). Sistema ANDA de dados. 2013. Meio eletrônico. Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/\\$webindex/2D3B5AA57E9BD90D83256B120065791A](http://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/$webindex/2D3B5AA57E9BD90D83256B120065791A)>. Acesso em: 26 out. 2013.

LUZ, M. J. S. E. **Expansão da Fronteira Agrícola versus Recurso Terra**. EMBRAPA. Campina Grande - PB: 20 p. 2006.

PIERCE, F.J.; NOWAK, P. Aspects of precision agriculture. *Adv. Agronomy*, v. 67, p.1-85, 1999.

REUTER, H. I.; KERSEBAUM, K. C. Chapter 27 Applications in Precision Agriculture. In: TOMISLAV HENGL AND HANNES, I. R. (Ed.). **Developments in Soil Science**: Elsevier, v. Volume 33, 2009. p.623-636. ISBN 0166-2481.

ROBERT, P. C. Precision agriculture: a challenge for crop nutrition management. **Plant and Soil**, v. 247, n. 1, p. 143-149, Nov 2002. ISSN 0032-079X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000179358800011 >.

TITTONELL, P.; GILLER, K. E. When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. **Field Crops Research**, v. 143, p. 76-90, Mar 2013. ISSN 0378-4290. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000317538800008 >.

VITOUSEK, P. M. et al. Agriculture. Nutrient imbalances in agricultural development. *Science* 324, 1519–1520, 2009.



## 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 a 25 de Abril de 2014

WANG, M. H. Possible adoption of precision agriculture for developing countries at the threshold of the new millennium. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 30, n. 1-3, p. 45-50, Feb 2001. ISSN 0168-1699. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000167415500004 >.