

---

**PROJETO AQUARIUS/COTRIJAL - PÓLO DE AGRICULTURA DE  
PRECISÃO NA REGIÃO DO ALTO JACUÍ - RS**

Luciano Zucuni Pes<sup>1</sup>; Telmo Jorge Carneiro Amado<sup>2</sup>; Ricardo Batista Cerezer  
Dellamea<sup>3</sup>; Claudio Luiz Lemainski<sup>4</sup>; Gustavo Luiz. Bellé<sup>4</sup>; Luciano Pizzuti<sup>5</sup>; Ricardo  
Bergamo Schenato<sup>5</sup>; Ricardo Fülber<sup>5</sup>

**Resumo**

O aumento da competitividade mundial no setor do agronegócio está fazendo com que o produtor rural seja pressionado a aperfeiçoar a utilização de recursos disponíveis. Assim, a Agricultura de Precisão (AP) apresenta-se como uma ferramenta para auxiliar o produtor na definição das melhores estratégias de manejo. O Projeto Aquarius iniciou no ano 2.000, em Não-Me-Toque – RS, sendo uma parceria entre empresas agrícolas, produtor rural e a Universidade Federal de Santa Maria. A COTRIJAL, em outubro de 2.005, juntou-se ao projeto, disponibilizando 12 áreas. Essas áreas foram georeferenciadas, gerou-se uma malha de amostragem de um hectare e coletaram-se amostras na profundidade 0-10 cm. Observou-se elevada variabilidade nos teores dos atributos químicos do solo. Assim, constatou-se que aplicações à taxa fixa estão aumentando esta variabilidade. Assim, na maioria das lavouras investigadas, coexistem subáreas com necessidade de incremento nos teores de nutrientes e subáreas nas quais os teores já se encontram próximos ao excesso. Depois de realizado este diagnóstico da fertilidade, recomendou-se a fertilização à taxa variável. As taxas aplicadas foram determinadas a partir dos teores iniciais dos nutrientes e da expectativa de rendimento. O resultado econômico preliminar em uma propriedade demonstra que houve racionalização no uso dos fertilizantes, com redução na ordem de 53% na quantidade aplicada, em relação a que se aplicava por taxa fixa. O resultado final da AP para esta propriedade, incluindo custos operacionais e de fertilizantes, representou economia de R\$ 5.537,00. Em outra propriedade, o resultado final foi ligeiramente superior (R\$ 435,00) na AP em relação a convencional. Ressalta-se que nesta área o plano de adubação proposto contempla a correção das áreas com baixa fertilidade, fato que poderá resultar em maiores rendimentos, transformando este resultado negativo em lucro para o produtor. Os mapas de rendimento a serem gerados irão completar o ciclo da agricultura de precisão.

**Palavras-Chave:** Variabilidade, Atributos Do Solo; Taxa Variável

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia – UFSM; Bolsista PIBIC/CNPq do Departamento de Solos – CCR – UFSM; e-mail: lucianopes@mail.ufsm.br

<sup>2</sup> Professor Dr. Adjunto do Departamento de Solos – CCR – UFSM; e-mail: tamado@mail.ufsm.br

<sup>3</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – CCR – UFSM

<sup>4</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – CCR – UFSM

<sup>5</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia – UFSM; Bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Solos – CCR – UFSM

## **AQUARIUS PROJECT/COTRIJAL – FARM PRECISION CENTER IN THE HIGH JACUÍ REGION – RS – BRAZIL**

### **Summary**

The agribusiness competitiveness increases day by day and it pressures the farmers to perfect the resources uses. Therefore the Precision Farm (PF) came like a tool to assist the farmer to do better choices. The Aquarius Project exists since 2.000 and is a partnership among agriculturist private industries and Federal University of Santa Maria. Since 2.005 in the Project, the COTRIJAL is the newest partner, collaborating with 12 search fields. A GPS was used to georeferency the fields and to define the sample points. The soil chemistry attributes had presented a high variability. A preliminary conclusion is that the constant taxes applications are increasing the variability in same fields. Therefore had been found very high and very small nutrients values at the same field, consequently was recommended to apply varied taxes of fertilisers, based on soil nutrients values and production expected. This change on application way represented an economy in the quantity applied around 53%. It represented an economy of R\$ 5.537,00, who includes operational costs, and fertiliser purchase. In another farming it had damage (R\$ 435,00) with PF. However the deficiency in soil nutrients was corrected and it can will represents an economy in the next year. The productivity maps will be complete the PF cycle.

**Keywords:** Variability, Soil Attributes, Variable Taxes

### **Introdução**

Nas últimas décadas, vivencia-se um incremento sem precedentes da competitividade mundial no setor do agronegócio que, conseqüentemente, têm promovido um amplo processo de transformação, induzido pelo crescente nível de exigência dos consumidores com relação à qualidade dos produtos, às políticas de conservação do meio ambiente e aos preços competitivos internacionalmente. Estas demandas fazem com que o produtor rural seja pressionado a aperfeiçoar a utilização dos recursos disponíveis.

Neste contexto, a Agricultura de Precisão (AP) apresenta-se como uma moderna ferramenta para auxiliar o produtor na definição das melhores estratégias de manejo a serem adotadas, visando aumentar a eficiência da atividade agrícola. Especificamente, no manejo do solo, a AP tem como principal conceito aplicar no local correto (espaço), no momento adequado (tempo), as quantidades de insumos necessários (quantidade) à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam (DOBERMANN & PING, 2004).

Embora o manejo do solo tradicionalmente adotado pelos agricultores seja uniforme em uma determinada área ou gleba, a resposta a este manejo será diferenciada em função do histórico da área (erosões, compactações, erros anteriores na aplicação de insumos – subfertilizações ou superfertilizações, histórico de colheitas e exportações de

nutrientes, entre outros). Portanto, o manejo uniforme da área, não conduz necessariamente a uniformidade dos atributos de solo. A AP permite identificar a variabilidade existente na área e a partir disto investigar fatores limitantes (físicos, químicos e biológicos) e propor alternativas de manejo diferenciadas de acordo com a necessidade de cada área (zona de manejo). As zonas de manejo ou zonas de aplicação de insumos, no contexto da AP, são referentes a regiões geográficas que possuem atributos de solo com menor heterogeneidade. Com base nestas zonas, podem-se prescrever interferências de manejo visando corrigir aqueles atributos que estão comprometendo o rendimento, permitindo, assim, a elevação do potencial produtivo. Alternativamente, se os fatores limitantes aos rendimentos não são solucionáveis, deve-se ajustar a quantidade de insumos ao potencial produtivo da zona, aumentando a eficiência no uso de insumos.

O Projeto Aquarius teve início no ano 2.000, em duas áreas da Fazenda Anna, no município de Não-Me-Toque – RS, sendo a área Schmidt com 124 ha e a área da Lagoa com 132 ha. O Projeto é uma parceria entre tradicionais empresas privadas do ramo agrícola (AGCO, Stara e Serrana), produtor agrícola (Fazenda Anna) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que está possibilitando o desenvolvimento, na região do Alto Jacuí, de um Projeto pioneiro no Sul do Brasil a utilizar o ciclo completo da AP. O Projeto Aquarius, ao longo dos seus seis anos de existência, tem servido com uma base experimental para teste e aprimoramento de equipamentos da indústria, aperfeiçoamento do gerenciamento da propriedade agrícola e base para dissertações de mestrado e doutorado na Universidade Federal Santa Maria.

A COTRIJAL (Cooperativa Tríticola Mista Alto do Jacuí Ltda), com sede em Não-Me-Toque, em outubro de 2.005, juntou-se ao Projeto, disponibilizando doze áreas de produtores, distribuídos em vários municípios da região do Alto Jacuí. Com isto, o Projeto Aquarius praticamente triplicou a sua área passando a contar com 736 hectares na principal região produtora de grãos do Rio Grande do Sul. Além disso, a cooperativa está envolvendo também todo o seu corpo técnico, composto por 33 profissionais.

### **Material e Métodos**

As áreas disponibilizadas pela COTRIJAL estão descritas na Tabela 1, bem como os municípios onde se localizam, os produtores e o tamanho de cada talhão.

**Tabela 1.** Relação dos municípios e produtores participantes do projeto.

Município	Produtor	Área Seleccionada (ha)	Pontos Georeferenciados
Não-Me-Toque	Nei César Mânica	38,6	38
Saldanha Marinho	Sérgio Limberger	45,2	45
Vista Alegre	Juliano Michelini	21,9	20
Colorado	Inês Maria M. Vian	52,5	52
Lagoa Três Cantos	Gilberto Maldaner	26,8	23
Victor Graeff	Valdir Koeche	50,6	50
Tio Hugo	Luiz e Paulo Marquetti	28,0	24
Passo Fundo	Arcival Vieira Mello	30,6	26
Almirante Tamandaré	José Alberto de Mattos	28,7	27
Carazinho	Mario Elly	64,8	61
Santo Antônio	Jairo M. Kohlrausch	49,2	47
Nicolau Vergueiro	João P. Tagliari	34,8	33
<b>Total</b>		<b>473</b>	<b>446</b>

Após a seleção das doze áreas, procedeu-se o georeferenciamento com uso de GPS de navegação. Inicialmente, com o auxílio do *software* CR-Campeiro 5 (Geomática-UFSM) e, posteriormente, com o SGIS, gerou-se uma malha de amostragem 100 x 100 m (um ponto por ha), na qual foi determinado os atributos do solo em cada ponto georeferenciado (PG).

A partir da localização do PG com o auxílio de um GPS, foram coletadas seis sub-amostras distribuídas ao redor do ponto central. Estas amostras foram misturadas formando uma amostra composta e, posteriormente, identificadas e colocadas em embalagens apropriadas. O instrumento amostrador foi o trado calador, coletando amostras na profundidade 0-10 cm. Os atributos do solo analisados seguiram metodologias descritas em Tedesco *et al.*(1995) e EMBRAPA (1997). Depois de finalizada as etapas de coleta e análise de solo, procedeu-se a geração dos mapas de atributos do solo e de aplicação à taxa variada, utilizando o *software* SGIS.

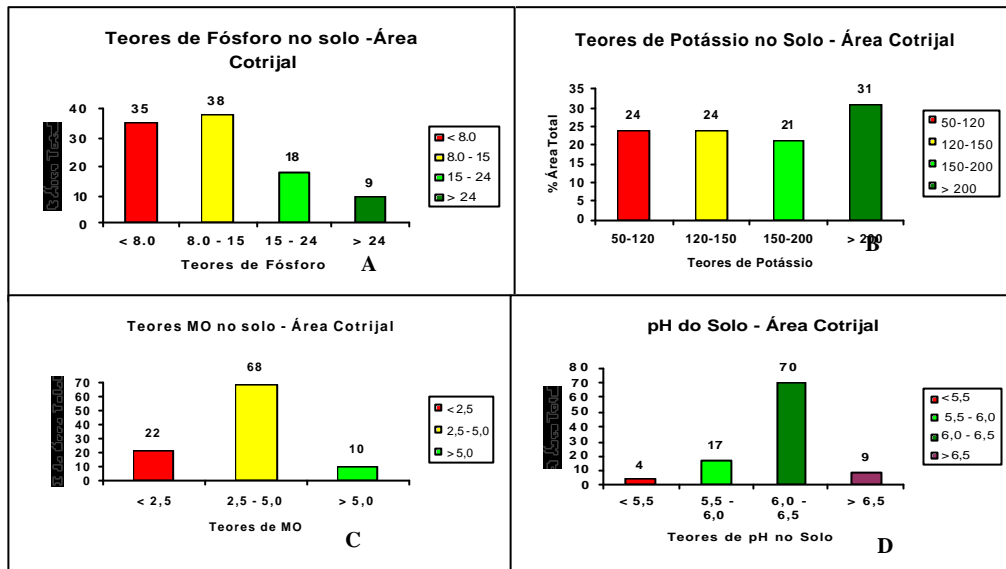
A aplicação à taxa variável foi realizada com o equipamento Amazone Zam Max disponibilizado pela Stara e comandado pelo Sistema Fieldstar (AGCO). As taxas aplicadas foram determinadas a partir dos teores iniciais dos nutrientes do solo e também a expectativa de rendimento das culturas. A calibração dos equipamentos à taxa variada obedeceu a operacionalidade de cada área, baseada na topografia do terreno e no melhor direcionamento das aplicações. Os controladores do sistema permitiram monitorar, em tempo real, a localização na área, bem como velocidade de deslocamento, taxa planejada e aplicada, tempo gasto e área aplicada.

### Resultados e Discussão

Embora estas áreas sejam relativamente pequenas, foi observada elevada variabilidade nos teores dos atributos químicos do solo. Para potássio, na área do Sr. Jairo, o maior valor encontrado foi 392 mg.dm<sup>-3</sup>, enquanto que o menor valor foi 72 mg.dm<sup>-3</sup>, representando uma variação de 544%. Já o pH, na propriedade dos Srs. Luiz e

Paulo, variou de 5,3 (menor valor) até 6,7 (maior valor), ou seja 26% de variabilidade. Esta tendência se repetiu nas demais propriedades e atributos investigados.

O diagnóstico geral da fertilidade das áreas pertencentes ao Projeto foi feito com base nos 446 pontos amostrais, que representam 473 ha distribuídos em doze propriedades. Na Figura 1 são apresentados os principais resultados obtidos.



**Figura 1.** Diagnóstico geral da fertilidade do solo nas áreas.

Os teores de fósforo no solo (Figura 1 A) apresentam-se, em 36% dos pontos amostrais, abaixo do nível de suficiência (6 e 9 mg.dm<sup>-3</sup> de P, respectivamente, para as classes texturais 1 e 2); 38% estão no teor alto e 26% apresentam-se com teor muito alto. Desta forma, 64% dos pontos amostrais se encontram com teores satisfatórios de fósforo, refletindo o bom manejo da fertilidade nas áreas da COTRIJAL. Porém, destaca-se ainda a necessidade da construção dos teores em 36% dos pontos amostrais.

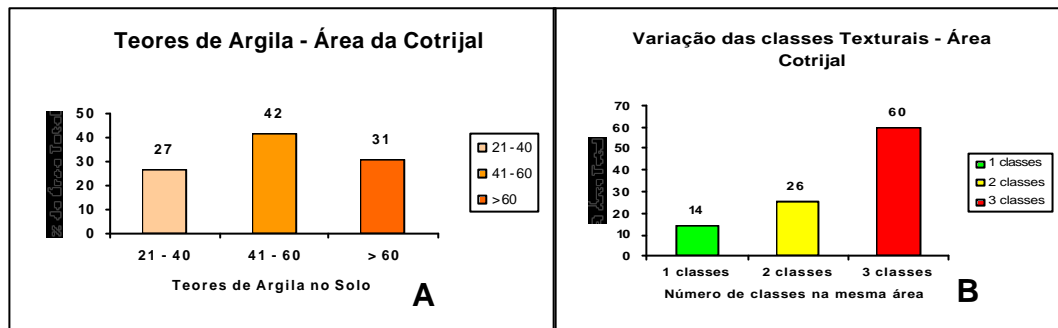
Quanto aos teores de potássio (Figura 1 B), nenhum ponto amostral apresentou valores inferiores a 60 mg.dm<sup>-3</sup> (teor crítico para a CTC 5 a 15 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>). Aproximadamente 24% dos pontos amostrais encontram-se próximos ao teor crítico (60 a 90 mg.dm<sup>-3</sup>, considerando a CTC predominante), os demais 76% encontram-se com teores altos e muito altos. Os elevados teores de potássio são reflexos do material de origem destes solos, do histórico de adubações, da elevada ciclagem pelas culturas de cobertura e das reduzidas perdas após a adoção do sistema plantio direto. Atenção deve ser dada aos teores muito altos que já perfazem 31% dos pontos amostrais, alcançando, em alguns pontos, valores altíssimos de potássio, chegando a 400 mg.dm<sup>-3</sup>.

Quanto à matéria orgânica (Figura 1 C), os teores no solo podem ser considerados satisfatórios, uma vez que em quase 80% dos pontos amostrais os teores estão de médios a altos. Em 22% dos pontos amostrais os teores de matéria orgânica deveriam ser construídos. Por outro lado, em 10% dos pontos amostrais os teores de matéria orgânica atingiram níveis excelentes, aproximando-se da condição original. Embora tenha sido verificada uma interação com a classe textural, os teores de matéria orgânica refletem o sistema plantio direto consolidado predominante na região.

Os valores de pH em água (Figura 1 D) indicaram que em aproximadamente 80% dos pontos amostrais o valor foi alto. Nota-se que em apenas 4% dos pontos

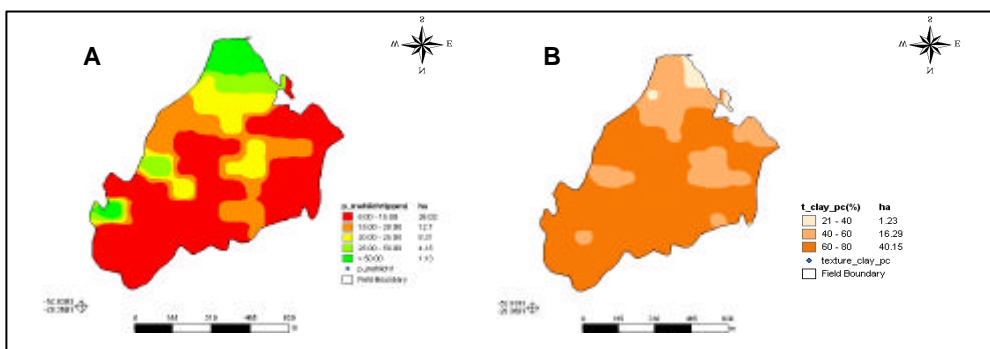
amostrais o pH apresentaria valores considerados baixos, nos quais poderia haver a presença de alumínio tóxico. Por outro lado, em 8% dos pontos amostrais, aproximadamente 38 ha, o pH se encontra muito alto podendo ocasionar menor disponibilidade de micronutrientes e desequilíbrios nutricionais com decréscimo no rendimento das culturas.

A maior parte dos pontos amostrais (42%) apresentou classe textural 2 (41 a 60% de argila), havendo um equilíbrio entre a ocorrência de solos da classe 1 (>60% de argila) e da classe 3 (21 a 40% de argila) (Figura 2 A). Esta distribuição de classes texturais era esperada, uma vez que as áreas representam 11 municípios diferentes. Outro resultado interessante foi a variabilidade textural encontrada dentro de cada uma das lavouras estudadas. Somente 14% das áreas apresentavam uma única classe textural. Em 26% das áreas encontrou-se 2 classes texturais e, surpreendentemente, em 60% das áreas, observou-se a ocorrência de 3 classes texturais (Figura 2 B).



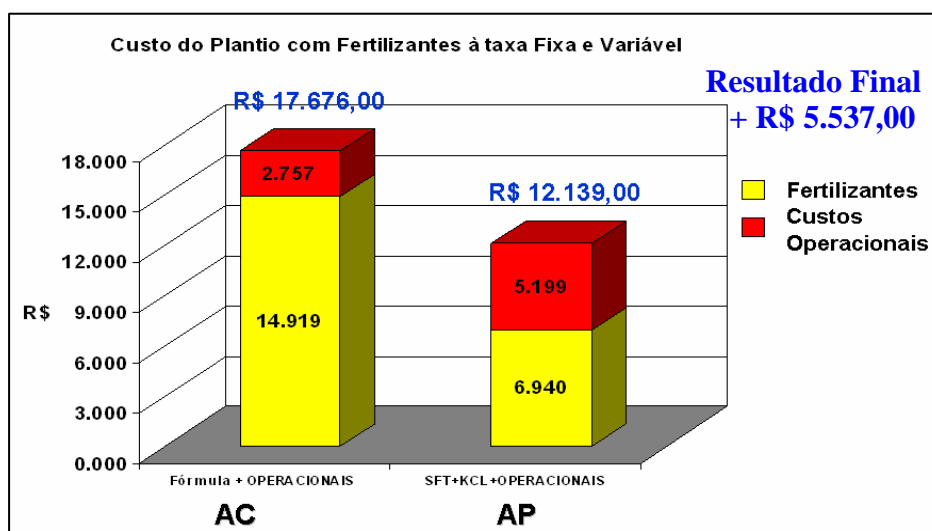
**Figura 2.** Variabilidade textural entre as áreas do projeto (A) e dentro de uma mesma área (B).

Na área do produtor Mario Elly em Carazinho – RS, foi possível constatar a associação de teores de argila com a disponibilidade de fósforo (Figura 3). Assim, nos teores mais elevados de argila, verificou-se menor disponibilidade de fósforo devido, provavelmente, aos processos de adsorção a superfície de óxidos de ferro e alumínio. Embora, especificamente neste caso, a subárea mais argilosa (classe textural 1) apresentava valores de fósforo superiores ao teor crítico. A taxa fixa de aplicação de fertilizantes, por desconsiderar a ocorrência da variabilidade textural nesta lavoura, tem ocasionado, nas subáreas menos argilosa (classe textural 2), valores de fósforo superiores a  $50 \text{ mg dm}^{-3}$ , fato indesejado por questões ambientais, econômicas e mesmo de desequilíbrio nutricional.



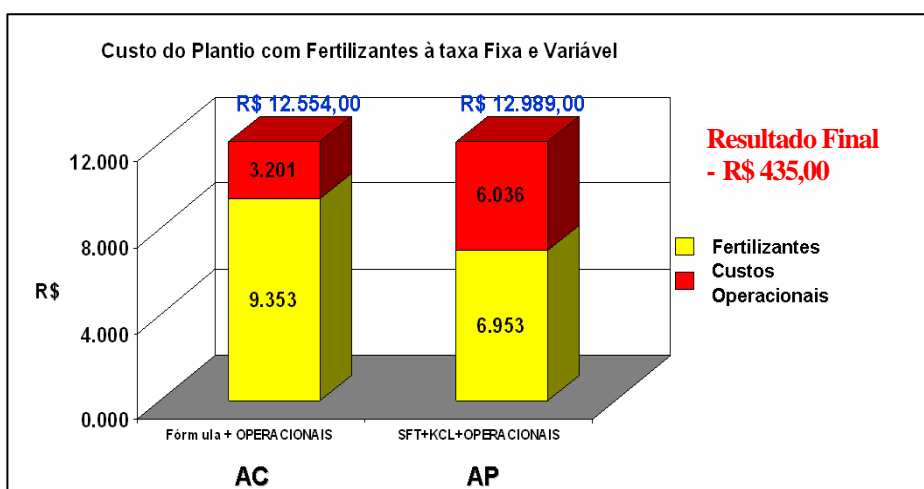
**Figura 3.** Mapa de disponibilidade de fósforo no solo (A) e mapa de distribuição dos teores de argila (B) na propriedade do associado Mario Elly (Carazinho – RS).

Os resultados preliminares da análise econômica serão descritos a seguir, exemplificando duas propriedades com comportamento muito distinto. A utilização das ferramentas de AP na área do produtor Sérgio Limberger permitiu que houvesse uma racionalização no uso dos fertilizantes na ordem de 53% na quantidade aplicada, em relação àquela em que o produtor, tradicionalmente, aplicava à taxa fixa (Figura 4). Com a melhor alocação dos insumos tornou-se possível a correção subáreas que se encontravam com teores deficientes e economizar fertilizante nas subáreas com teores muito alto de nutrientes. A racionalização do uso de fertilizantes, neste caso, proporcionou uma economia, nesta área, de R\$ 7.979,00 em fertilizantes. Já os custos operacionais, contado com amostragem de solo (um ponto por hectare), análise de laboratório, geração de mapas e a aplicação à taxa variável de fósforo e potássio (baseado em serviço terceirizado com preços médios praticados na região), foram mais elevados na AP, resultando em um aumento de R\$ 2.442,00. Os custos operacionais na agricultura convencional, para fins deste trabalho foram estimados em R\$ 60,00.ha<sup>-1</sup>, incluindo somente uma análise de solo por lavoura, acrescida dos custos de semeadura. O resultado final da AP para esta propriedade, incluindo custos operacionais e de fertilizantes, representou economia de R\$ 5.537,00. Destaca-se, no entanto, que esta economia foi possível devido ao histórico de boas adubações realizadas em anos anteriores, criando uma poupança no solo.



**Figura 4.** Comparação dos custos de plantio, incluindo fertilizantes, na agricultura convencional (AC) e agricultura precisão (AP), na propriedade de Sérgio Limberger (Saldanha Marinho – RS).

Na propriedade de Inês Maria M. Vian, a diferença entre o custo do fertilizante à taxa fixa no sistema convencional, com o da taxa variada na AP, ficou na ordem de 25% menor, representando uma economia de R\$ 2.400,00 (Figura 5). Por outro lado, o custo operacional da AP foi R\$ 2.835,00 a mais do que o da agricultura convencional. O resultado final foi ligeiramente superior (R\$ 435,00) na AP em relação ao sistema convencional. Porém, destaca-se que os custos operacionais da AP estão superestimados, em função da grade de amostragem de solo, que é superior a comercialmente utilizada. Ainda, o plano de adubação proposto contempla a correção das áreas com baixa fertilidade, fato que poderá resultar em maiores rendimentos, transformando este resultado negativo em lucro para o produtor.



**Figura 5.** Comparação dos custos de plantio, incluindo fertilizantes, na agricultura convencional e agricultura precisão, na propriedade de Inês Maria M. Vian (Colorado – RS).

### Conclusões

Uma das constatações deste trabalho é que a forma tradicional de se fazer agricultura está agravando a variabilidade dos atributos naturalmente existente nas áreas. Assim, na maioria das lavouras investigadas, coexistem subáreas com necessidade de incremento nos teores de nutrientes no solo e subáreas nas quais os teores já se encontram próximos ao do excesso (muito alto). Este fato justifica a necessidade da aplicação de fertilizantes à taxa variada.

Pelo exposto anteriormente, o nível de fertilidade nas áreas da COTRIJAL foi elevado, fato coerente com o histórico de elevados rendimentos e de adubações utilizadas. Em que pese isto, existem subáreas que necessitam de construção dos teores de fósforo e matéria orgânica, assim como a elevação do pH. Por outro lado, foi possível diagnosticar teores muito elevados de potássio, assim como valores muito altos de pH, fato que pode ocasionar desequilíbrios nutricionais. É importante ressaltar a existência desta variabilidade textural, mesmo em lavoura de tamanho médio/pequeno, pois ela terá conseqüências de ordem físico-química do solo, resultando em diferente disponibilidade de nutrientes e de água.



### **Agradecimentos**

Aos produtores participantes do Projeto, aos técnicos Gelson e Edílson da COTRIJAL, Eduardo Sousa da AGCO, Cristiano Buss da Stara Sfil, Clarissa Tessarzik da Serrana, Prof. Fernando Schlosser, Prof. Reges Durigon e bolsistas do Nema da UFSM, pelo apoio no desenvolvimento do Projeto.

### **Referências Bibliográficas**

DODERMANN, A.; PING, J.L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. *Agronomy Journal*, Madison, v.96, n.1, p.285-297, 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul: UFRGS, 2004. 400p.

EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro). Manual de Métodos de análise de solo/Centro Nacional de pesquisa de solos-2a ed. ver. atual. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. Ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).