



Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de agricultura de precisão

Telmo J. C. Amado¹; Gustavo L. Bellé²; Ricardo B. C. Dellamea²; Luciano Z. Pes²; Ricardo Fulber²; Luciano Pizzuti²; Ricardo B. Schenato²; Claudio L. Lemainski³

¹Coordenador do Projeto Aquarius - Bolsista do CNPq; Professor do Departamento de Solos, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.
E-mail: tamado@smail.ufsm.br

² Acadêmicos de Agronomia; Bolsistas de Iniciação Científica do Departamento de Solos, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.

³Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.

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 de recursos disponível.

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 – sub-fertilizações ou superfertilizações, histórico de colheitas e exportações de nutrientes entre outros...). Portanto, o manejo uniforme da área, não conduz necessariamente a uniformidade de 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 pode-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 sistema plantio direto representou uma importante transformação no sistema de produção agrícola no Alto Jacuí, em particular, e no Sul do Brasil, em geral. A diminuição nas operações de preparo do solo e a manutenção dos resíduos culturais em sua superfície levaram a uma redução de custos no ciclo produtivo e a menores perdas de solo, água e nutrientes. A combinação deste sistema conservacionista com a AP poderá representar um novo avanço em busca de uma agricultura mais sustentável, através da racionalização do uso de insumos. Dessa maneira, a AP apresenta-se como uma excelente alternativa de manejo da fertilidade do solo, pois a correção da deficiência de um determinado nutriente será realizada somente nos locais onde ela realmente existir, respeitando a variabilidade existente na área. Por outro lado, nos locais onde os teores de nutrientes já se encontram em níveis muito altos, é possível reduzir a dose a ser aplicada.

O Projeto Aquarius

O Projeto Aquarius teve início no ano 2000, 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, (Figura 1), num total de 256 ha.



Figura 1. Vista aérea das áreas iniciais do Projeto Aquarius.

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 desenvolver o ciclo completo da AP (Figura 2). Este ciclo completo baseia-se na amostragem intensiva e georeferenciada do solo, geração de mapas com a distribuição espacial dos atributos químicos analisados, interpretação e prescrição localizada de insumos, aplicação à taxa variável de insumos, geração de mapas de rastreabilidade, acompanhamento da lavoura durante o ciclo das culturas, geração de mapas de produtividade, investigação das relações de causa e efeito, análise econômica e replanejamento das atividades de manejo visando à otimização dos recursos. Nesta etapa de replanejamento a experiência dos agricultores responsáveis pela condução da área é muito importante.

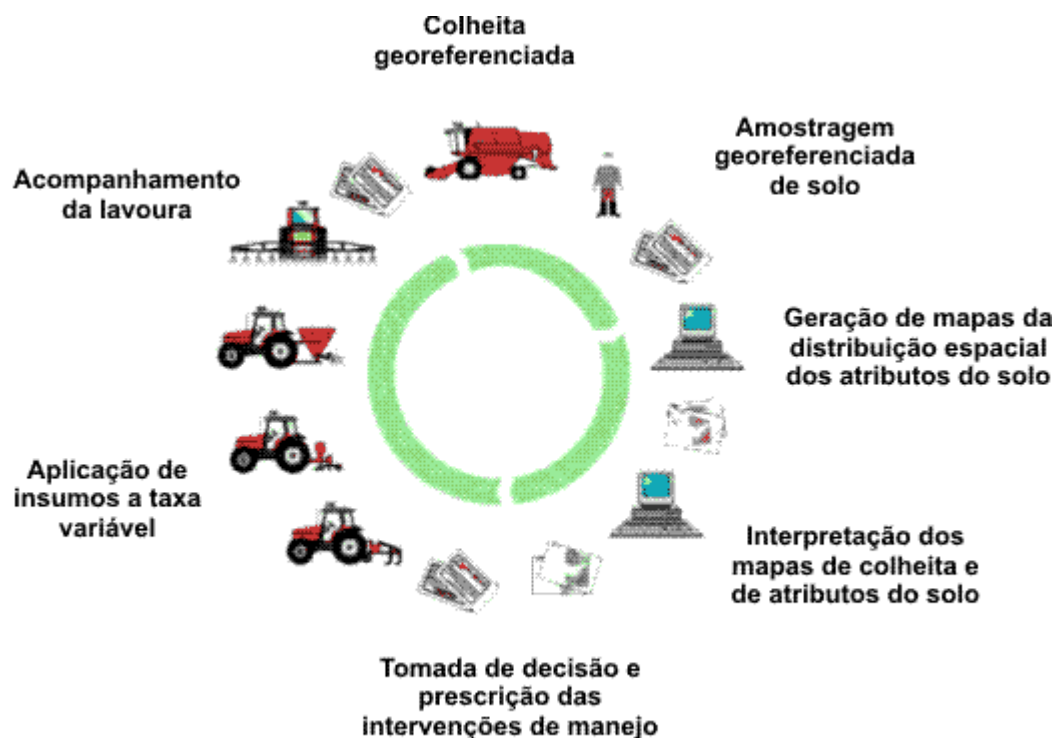


Figura 2. Ciclo da Agricultura de Precisão. Adaptado de AGCO.

Cada vez que este ciclo é completado avança-se na eficiência e controle dos processos, caracterizando um processo evolutivo continuado com diferentes patamares de qualidade a serem alcançados. Pelo exposto, a AP baseia-se no maior número de informações possíveis, sistematizando o conhecimento através de programas computacionais específicos e requerendo acompanhamento minucioso de todas as etapas de produção, sendo por isto definida por alguns pesquisadores como a agricultura de informação.

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 adesão da Cotrijal

A Cotrijal (Cooperativa Triticola Mista Alto do Jacuí Ltda), com sede em Não-Me-Toque, foi fundada em 1957, por um pequeno grupo de agricultores dedicados a produção de trigo, principal cultura na época. Estes pioneiros do cooperativismo na região perceberam que unidos, uma vez que havia um predomínio de pequenas/médias propriedades, conquistavam melhores condições de trabalho e maior eficiência na atividade, forjando o lema "Cotrijal: todos juntos somos fortes". Com esta filosofia, a Cotrijal se expandiu direcionada ao agronegócio e hoje conta com mais de quatro mil e quinhentos associados espalhados em treze municípios na região do Alto Jacuí, sendo uma das principais cooperativas do RS (Figura 3).



Figura 3. Mapa da região de abrangência da Cotrijal no Alto Jacuí com os 11 municípios incluídos no projeto.

Em outubro de 2005, a Cotrijal juntou-se ao projeto, disponibilizando doze áreas de produtores, distribuídos em vários municípios da região do alto Jacuí (Tabela 1). 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.

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
Alm. Tamandaré	José Alberto de Mattos	28,7	27
Carazinho	Mario Ely	64,8	61
Santo Antônio	Jairo M. Kohlrausch	49,2	47
Nicolau Vergueiro	João P. Tagliari	34,8	33
Total		473	446

Além das áreas supracitadas, a cooperativa envolverá também neste projeto todo o seu corpo técnico, composto por 33 profissionais. Segundo o presidente da Cotrijal e também produtor participante do projeto, Nei César Mânica, o corpo técnico, que trabalha em diversos sistemas de produção, agregará importante conhecimento agrônomo e experiência regionalizada que permitirá um rápido avanço nos trabalhos. Este fato é relevante, pois o projeto será desenvolvido utilizando uma metodologia participativa, na qual as principais intervenções de manejo serão definidas em reuniões de planejamento, envolvendo os agentes (empresas, universidade, corpo técnico da cooperativa e agricultores).

Principais atividades desenvolvidas no Projeto Aquarius/Cotrijal

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 (1 ponto por ha), na qual foi determinado os atributos do solo em cada ponto georeferenciado (PG), visando posteriormente, correlacioná-lo com a produtividade obtida (Figura 4).

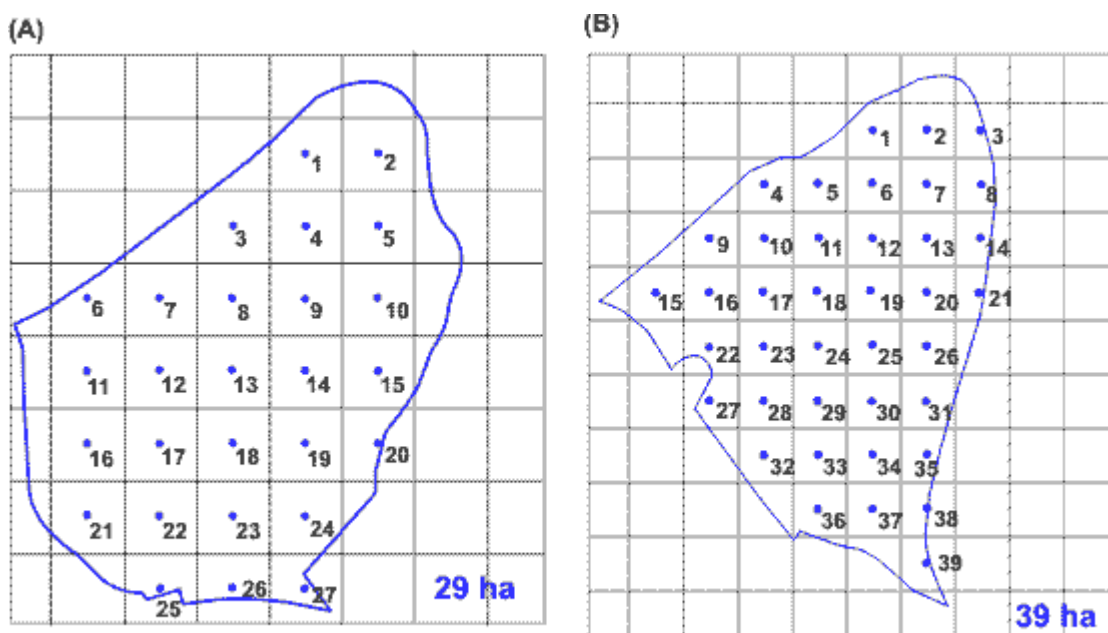


Figura 4. Malhas de amostragem de solo com os pontos georeferenciados - Área dos produtores José Alberto de Mattos (A) e Nei César Mânica (B).

As coletas de solo procederam-se a partir da localização do PG com o auxílio de um GPS. Após, foram coletadas 6 sub-amostras distribuídas ao redor do ponto central. Estas amostras foram misturadas em um balde formando uma amostra composta e, posteriormente, identificadas e colocadas em embalagens apropriadas. O instrumento amostrador foi um trado calador, coletando amostras na profundidade 0-10 cm e, em alguns pontos selecionados, 10-20 cm. Os atributos do solo analisados seguiram metodologias descritas em Tedesco et al.(1995) e Embrapa (1997).

É importante ressaltar que com a utilização da malha de amostragem é possível retornar ao PG em qualquer estágio fenológico da cultura, de modo a possibilitar a avaliação da condição de solo e nutrição das plantas durante o seu desenvolvimento.

Depois de finalizada as etapas de coleta e análise de solo, procedeu-se a geração dos mapas de atributos do solo, utilizando o programa SGIS. Na Figura 5A, é apresentado o mapa de disponibilidade de potássio e na Figura 5 B, o mapa de distribuição de pH em água. 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⁻³, enquanto que o menor valor foi 72 mg dm⁻³, representando uma variação de 544%, ou seja, a concentração de potássio foi 5,4 vezes maior em determinado local da lavoura do que em outro. 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.

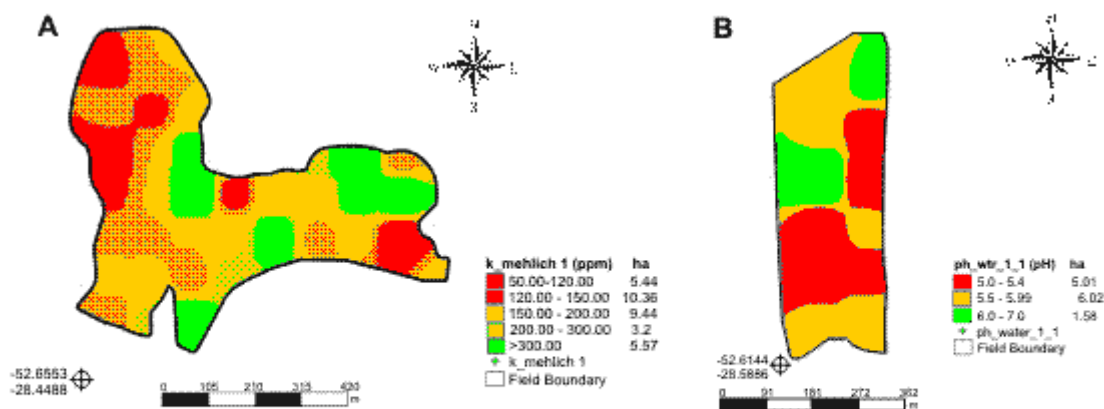


Figura 5. Mapa de disponibilidade de potássio no solo na propriedade do associado Jairo Marcos Kohlrusch (A) (Santo Antônio do Planalto – RS) e mapa de distribuição do pH na propriedade dos associados Luiz C. Marquetti / Paulo R. Marquetti (B) (Tio Hugo – RS).

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

Diagnóstico da fertilidade do solo nas áreas selecionadas

O diagnóstico geral da fertilidade nas áreas pertencentes ao projeto foi feito com base nos 446 pontos amostrais, que representam 473 ha distribuídos em doze propriedades. Na Figura 6 são apresentados os principais resultados obtidos.

Os teores de fósforo no solo apresentam-se, em 36% dos pontos amostrais, abaixo do nível de suficiência (6 e 9 mg dm⁻³ de P, respectivamente, para as classes texturais 1 e 2); 38% estão no teor alto e 26% apresentam-se com teor muito alto (Figura 6 A). 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 de teores deste nutriente em 36% dos pontos amostrais.

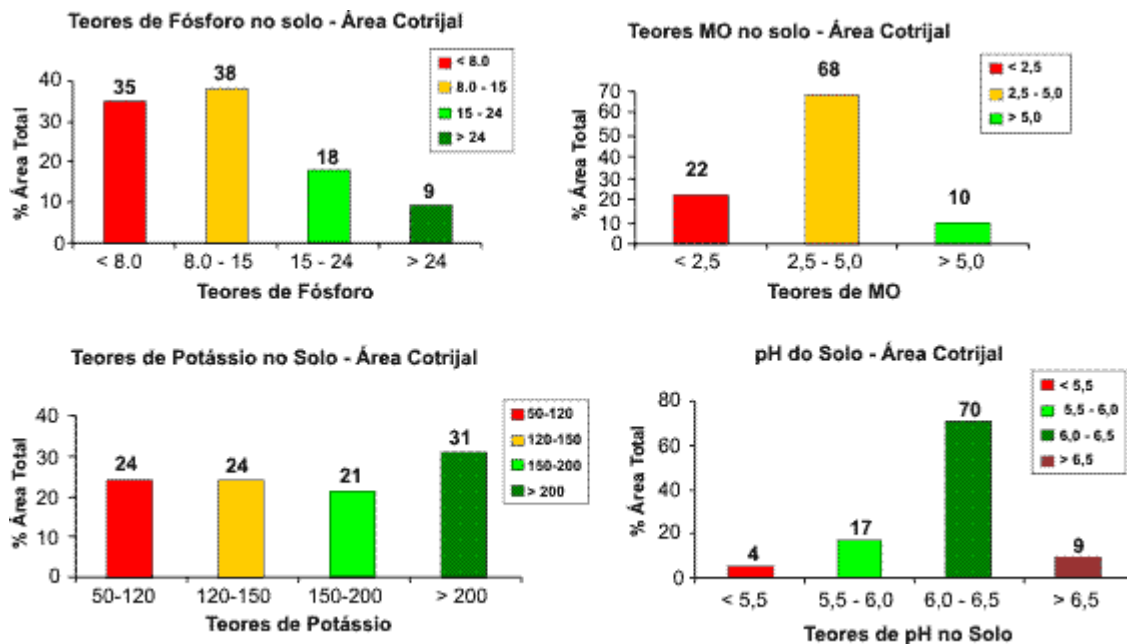


Figura 6. Diagnóstico geral da fertilidade do solo nas áreas pertencentes ao Projeto Aquarius-Cotrijal.

Quanto aos teores de potássio, nenhum ponto amostral apresentou valores inferiores a 60 mg dm⁻³ (teor crítico para a CTC 5 a 15 cmolc dm⁻³). Aproximadamente 24% dos pontos amostrais encontram-se próximos ao teor crítico (60 a 90 mg dm⁻³, 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⁻³. Este fato pode ocasionar desequilíbrios nutricionais com reflexo negativo no rendimento das culturas (Figura 6 B).

Quanto a matéria orgânica, 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 (campo nativo ou mata). Embora tenha sido verificada uma interação com a classe textural, os teores de matéria orgânica refletem o sistema plantio direto consolidado predominante na região de estudo (Figura 6 C).

Os valores de pH em água 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 (Figura 6 D).

Pelo exposto neste diagnóstico 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.

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 7 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 7 B). 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. A variabilidade textural observada dentro da

mesma lavoura é atribuída ao material origem e processos pedogenéticos, a topografia das áreas (coxilhas), e ao histórico de erosão principalmente, durante o período de preparo convencional.

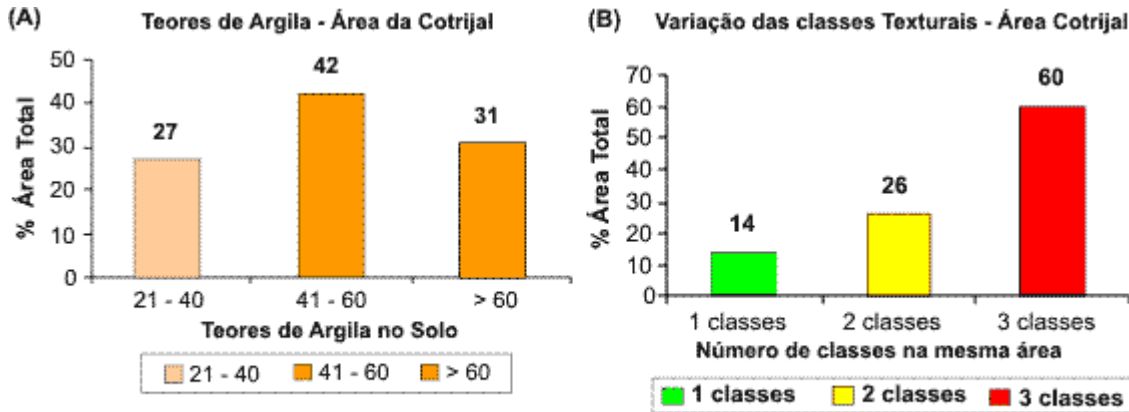


Figura 7. Variabilidade textural entre as áreas do projeto (A) e dentro de uma mesma área (B).

Na área do produtor Mario Ely em Carazinho – RS, foi possível constatar a associação de teores de argila com a disponibilidade de fósforo (Figura 8 B). 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 mg dm⁻³, fato indesejado por questões ambientais, econômicas e mesmo de desequilíbrio nutricional.

Aplicação de fertilizantes e corretivos à taxa variável

A aplicação à taxa variável foi realizada com o equipamento Amazone Zam Max disponibilizado pela Stara , (Figura 9 A) 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 (Figura 9 B).

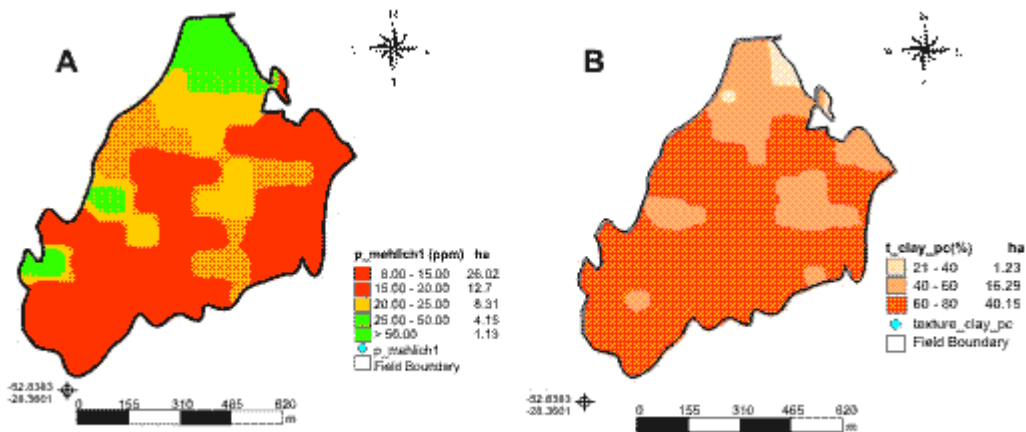


Figura 8. Mapa de disponibilidade de fósforo no solo (A) e mapa de distribuição dos teores de argila (B) na propriedade do associado Mario Ely (Carazinho – RS).

A calibração dos equipamentos à taxa variada obedeceu à operacionalidade de cada área, baseada na topografia do terreno e no melhor direcionamento das aplicações. Cada operação foi tratada de forma particular, calibrando o sistema, a fim de aferir quantidade aplicada, largura de aplicação, posicionamento na área e rastreabilidade. Notou-se que um componente indispensável para tornar a aplicação à taxa variada eficiente é a granulometria do fertilizante. Produtos armazenados com umidade e empedrados prejudicam a qualidade da aplicação, bem como as operações de reabastecimento. o principal componete na qualidade da aplicao-se que a granulometria Os controladores do sistema permitiram monitorar, em tempo real, a localização na área, bem como velocidade de deslocamento, taxas planejada e aplicada, tempo gasto e área aplicada.

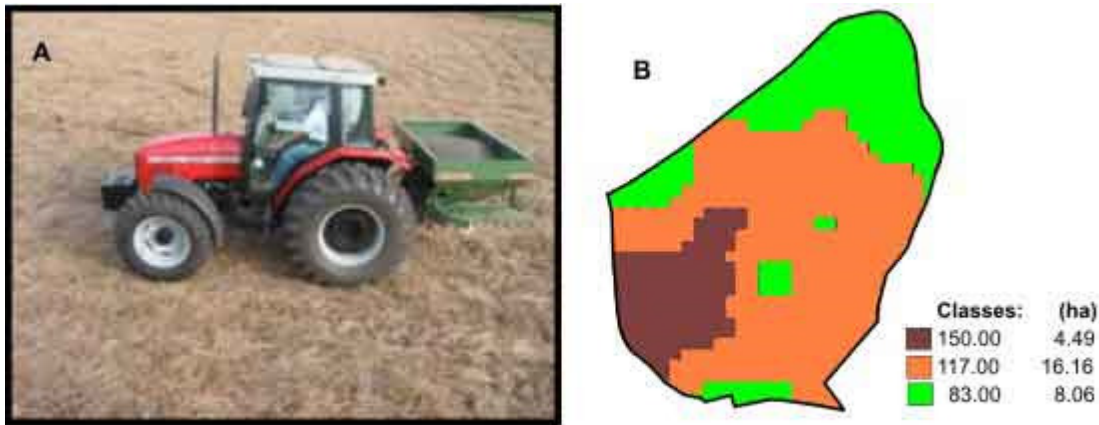


Figura 9. Amazone Zan Max realizando aplicação à taxa variada (A); mapa de aplicação à taxa variada de potássio na propriedade do Sr. José Alberto de Mattos (B).

Análise econômica simplificada da taxa variável x taxa fixa de aplicação de fertilizantes

Para fins deste trabalho será apresentado de forma preliminar os resultados da análise econômica de 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 com redução na ordem de 53% na quantidade aplicada, em relação aquela em que o produtor, tradicionalmente, aplicava à taxa fixa (Figura 10). 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 (1 ponto ha-1), 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-1, incluindo somente 1 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 realizada em anos anteriores, criando uma poupança no solo.

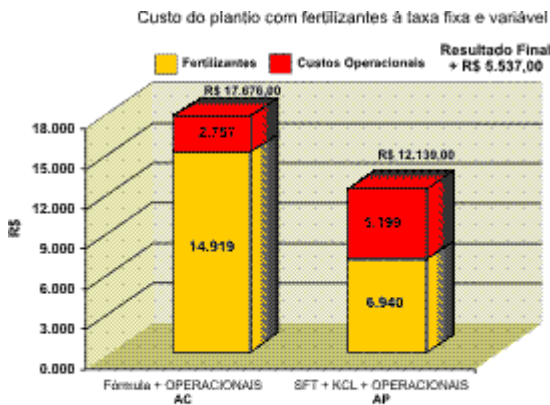


Figura 10. Comparação dos custos de plantio, incluindo fertilizantes, na agricultura convencional (AC) e agricultura precisão (AP), na propriedade de Sérgio Limberger 45,2 ha (Saldanha Marinho – RS).

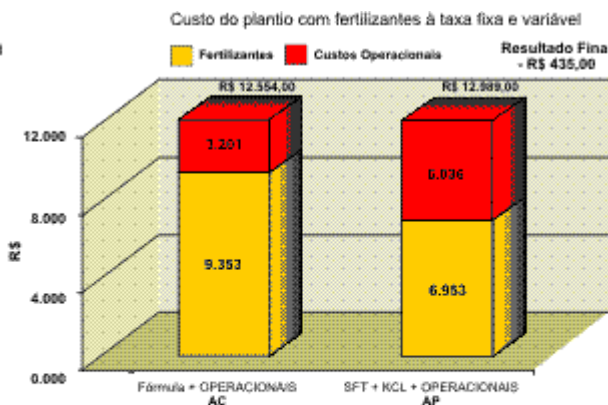


Figura 11. Comparação dos custos de plantio, incluindo fertilizantes, na agricultura convencional e agricultura precisão, na propriedade de Inês Maria M. Vian 52,49 ha (Colorado – RS).

Na propriedade de Inês Maria M. Vian, a diferença entre o custo do fertilizante a taxa fixa no sistema convencional, com o da taxa variável na AP, ficou na ordem de 25% menor, representando uma economia de R\$ 2.400,00 (Figura 11). 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 utilizada (1 ponto ha-1), 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 12. Colhedora MF 34 com Sistema Fieldstar, (A) mapa de produtividade do milho 2003 na área da Lagoa 132 ha, Fazenda Anna, Não-Me-Toque-RS.

Próximas Etapas do Projeto

Acompanhamento do desenvolvimento das culturas

Durante o desenvolvimento da soja na safra 2005 -2006 serão selecionados 10 PG em cada área abrangendo subáreas onde foi aplicada a taxa variável, visando conferir o estado nutricional da cultura. Para isto, em algumas propriedades será coletada amostras para análise folhar (30 plantas por ponto). A coleta será realizada no pleno florescimento da soja, onde serão coletadas as terceiras folhas do terço superior, conforme recomendação da Comissão...2004.

Outro procedimento será o registro com uso do GPS de subáreas com problemas de desenvolvimento vegetal visando qualificar os mapas de rendimento.

Mapas de rendimento das áreas

Os mapas de rendimento irão completar o ciclo da agricultura de precisão. Eles serão gerados no período de março a abril de 2006 nas 12 áreas pertencentes ao projeto, com o auxílio de uma colhedora MF 34 equipada com o Sistema Fieldstar de agricultura de precisão (Figura 12 A). A colhedora disponibilizará mapas de rendimento como o da Figura 12 B, gerado na área da Lagoa, também pertencente ao projeto Aquarius.

Com os mapas de rendimento será possível a identificação de zonas com diferente potencial de rendimento, com ênfase a identificação de causas que limitaram a produtividade. Outra finalidade dos mapas de rendimento é a investigação de possíveis correlações entre atributos do solo e rendimentos. Pode-se ainda utilizar os mapas de rendimento com a finalidade de prescrever a reposição de nutrientes exportados na colheita.

A opinião dos produtores e técnicos

A receptividade dos produtores a essa fase inicial do projeto foi muito positiva. Segundo o produtor Volnei Koeche (Figura 13), da Agropecuária Koeche, em Vitor Graeff, "a determinação exata das necessidades a serem repostas ao solo vai permitir uma racionalização no uso de insumos, com redução dos custos e aumento da produtividade". Durante a execução das atividades, destacou-se o entusiasmo dos produtores que acompanharam detalhadamente a aplicação à taxa variável. Já o Engenheiro Agrônomo Givago Souza Borgheti, responsável técnico do entreposto da Cotrijal em Lagoa dos Três Cantos, destacou que é fundamental a adoção de novas tecnologias no campo. "Precisamos nos atualizar continuamente para podermos levar aos produtores as melhores soluções para produzirem mais e melhor".



Figura 13. Produtor Volnei Koeche da Agropecuária Koeche – Victor Graeff –RS: “Tudo nos leva a crer que esse é o caminho”.

Agradecimentos

Aos produtores participantes do projeto, aos técnicos Gelson e Edilson 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.ver. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos,5)

Dados para referências bibliográficas:

Revista Plantio Direto, edição 91, janeiro/fevereiro de 2006. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo.