

USO DE SIG NA ANÁLISE DOS RESULTADOS DE AUDITORIA SOBRE EFICIÊNCIA OPERACIONAL DA CALAGEM E ADUBAÇÃO

Marcos Antonio Klimionte

E-mail: mklimionte@convoy.com.br

Vínculo: Centro de Mecanização e Automação Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas (CMAA/IAC)

Endereço: Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, km 65, Jundiaí-SP C. Postal 26, CEP- 13201-970

Tel: (0XX11) 7392 8155

Afonso Peché Filho

E-mail: peche@dea.iac.br

Vínculo: Centro de Mecanização e Automação Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas (CMAA/IAC)

Endereço: Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, km 65, Jundiaí-SP C. Postal 26, CEP- 13201-970

Tel: (0XX11) 7392 8155

Jaime Alberti Gomes

E-mail: jaime@agr.unicamp.br

Vínculo: (Feagri/Unicamp)

Endereço: Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, km 65, Jundiaí-SP C. Postal 26, CEP- 13201-970

Tel: (0XX11) 7392 8155

Pedro Henrique Weirich Neto

E-mail: weirich@convoy.com.br

Vínculo: Universidade Estadual de Ponta Grossa, Laboratório de Mecanização Agrícola (Lama)

Endereço: Av. Carlos Cavalcanti 4748, Bloco F – Campus de Uvaranas Ponta Grossa-PR CEP 84030-000

Tel: (0XX42) 220 3092

Resumo

A auditoria técnica em processos operacionais de produção agrícola vem sendo adotada em empresas agropecuárias que são administradas na filosofia da qualidade, portanto vários indicadores são estudados na avaliação de performance. Esse trabalho demonstra os procedimentos utilizados com aplicação da tecnologia SIG para obtenção de cartas temáticas relacionadas com a eficiência operacional na aplicação de corretivos e fertilizantes. A avaliação é realizada de acordo com a especialização dos resultados provindos da análise química de amostras do solo. Nos estudos realizados na propriedade Santa Luzia do Rio Abaixo – Itupeva, SP, em uma área de 50 hectares obtiveram-se 40 análises químicas do solo, gerando 7 cartas temáticas e respectivos gráficos percentuais. Pode-se concluir que o uso de SIG facilitou a compreensão dos resultados da auditoria bem como propiciou diretrizes eficazes para recomendação de ações operacionais no sentido de adequar novas aplicações de fertilizantes e corretivos, para uniformização das áreas estudadas. A validação desta proposta poderá ser incrementada com o desenvolvimento de novos estudos em outras áreas do processo operacional da produção agrícola.

Palavras chaves:

auditoria; sistema de informação geográfica; fertilidade do solo; operações agrícolas.

Abstract

The technical audit in operational processes of agricultural production has been adopted in agricultural companies that are administered in the philosophy of the quality, therefore several indicators are studied in the performance evaluation. That work demonstrates the procedures used with application of the technology SIG for obtaining of thematic letters related with the operational efficiency in the application of correctives and fertilizers. The evaluation is accomplished in agreement with the espacialização of the results provindos of the chemical analysis of samples of the soil. In the studies accomplished Below in the property Santa Luzia do Rio Abaixo – Itupeva, SP, in an area of 50 hectares were obtained 40 chemical analyses of the soil, generating 7 thematic letters and respective percentile graphs. It can be concluded that the use of SIG facilitated the understanding of the results of the audit as well as it propitiated effective guidelines for recommendation of operational actions in the sense of adapting new applications of fertilizers and correctives, for uniformização of the studied areas. The validation of this proposal can be increased with the development of new studies in other areas of the operational process of the agricultural production.

Key words

audit; system information geographical; fertility of the soil; agricultural operations.

INTRODUÇÃO

Com os avanços da ciência do georeferenciamento, novos estudos para monitoramento e avaliação de ações operacionais são apresentadas freqüentemente, dentre eles as técnicas de auditoria vem sendo aplicadas na área agrícola com bastante sucesso. Tommasi (1993), define auditoria ambiental como um sistema básico de gerenciamento compreendendo uma avaliação sistemática, documentada, periódica e objetiva de quão bem estão funcionando equipamentos, sistemas de monitoramento e organização ambiental. Braga *et al.* (1999), afirmam que uma auditoria consiste basicamente em um exame sistemático de vistoria de caráter técnico e especializado de problemas numa organização. Klimionte *et al* (1999), apresentou resultados da aplicação de uma proposta metodológica de auditoria técnica para monitoramento da fertilidade de solo baseada em resultados da análise química de solos, e com os recursos da tecnologia de mapeamento acessível à microcomputadores é possível otimizar os trabalhos de auditoria disponibilizando ferramentas poderosas para tomada de decisões, treinamento e monitoramento da qualidade de serviços operacionais. Com relação a uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) no mapeamento da fertilidade do solo, diversos autores fizeram uso dessa tecnologia para estudo de diferentes interesses. Fietz *et.al.* (2000), estudando aplicação localizada de calcário em uma área experimental concluíram que as interpolações dos valores pela técnica da Krigagem, possibilitaram maior detalhamento da área experimental, permitindo identificar regiões de maior

homogeneidade, para fins de aplicação de calcário. Os mesmos autores ainda comentam que a geoestatística pode ser uma ferramenta valiosa para a interpolação de dados e a confecção de mapas em agricultura de precisão.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da aplicação da tecnologia SIG na complementação dos resultados dos trabalhos de auditorias técnicas sobre eficiência operacional de calagem e adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na propriedade agrícola denominada Santa Luzia do Rio Abaixo, Itupeva - SP, em uma área de 50 hectares destinada a produção de cereais, tendo o solo sido classificado como podzolizado com cascalho (Pc), sendo que parte continha lavouras de milho e parte estava em pousio. A partir dos conceitos obtidos na literatura e em reuniões com técnicos e pesquisadores, estruturou-se uma proposta de auditoria baseada na coleta e interpretação de análise de solos, sendo retiradas 40 amostras de solo para análise química. Com o mapa planaltimétrico da propriedade e com o uso de *Scanner* inseriu-se a imagem no programa *Paint Brush* onde foi tratada e colorida de acordo com a plotagem dos dados com cores contrastantes, em seguida a imagem foi inserida no programa IDRISI 3.2, o qual fornece cotas para cada cor do mapa, dessa forma os cálculos de área são determinantes e fundamentais para o ajuste de recomendação de calagem e adubação, que podem ser feitos com precisão, facilitando no planejamento e gerenciamento da propriedade. O roteiro para execução de auditoria com auxílio de SIG contempla quatro etapas descritas a seguir. ETAPA 1 - Atividades de pré-auditoria (preparo de materiais de consumo); elaboração de planilhas e estruturas para registro de dados; preparo de ferramentas e aparelhos; vistoria no local da auditoria; estabelecimento de critérios para procedimentos de todos os componentes da equipe de trabalho; definição de responsabilidades no processo. ETAPA 2 - Atividades no local (realização de um percurso de reconhecimento; definições do zoneamento de glebas; identificação das áreas de amostragem; estabelecimento de diretrizes para o caminhar de coleta das sub-amostras; preparo das amostras de terra para envio ao laboratório). ETAPA 3 - Análise e processamento de resultados, através da distribuição espacial, que segundo Câmara & Medeiros (1998), pode ser descrita de forma qualitativa através de mapas temáticos, nos quais os dados são levantados à campo e inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada a partir de classificação de imagens. (ordenação dos dados provindos da análise de solos; interpretação dos resultados com base nas diretrizes técnicas do sistema vigente; cálculo de índices de acidez e necessidades de nutrientes; plotagem em cartas temáticas). ETAPA 4 - Estruturação operacional final (organização estrutural do relatório conclusivo; apresentação/discussão das conclusões; sugestão de plano de trabalho; implementação de ações; acompanhamento técnico).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados das análises de solo, e com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi possível fazer o mapeamento da propriedade e usar como

ferramenta para visualização das condições das áreas e ajudar ao produtor na tomada de decisões e resolução dos problemas. Os mapas foram confeccionados de maneira a permitir a observação de resultados das análises de solo separadamente, facilitando na tomada de decisões.

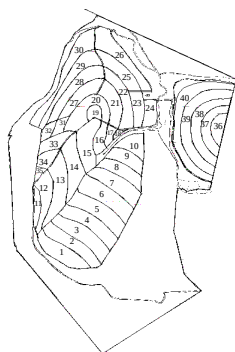


Figura 1 - Distribuição dos talhões.

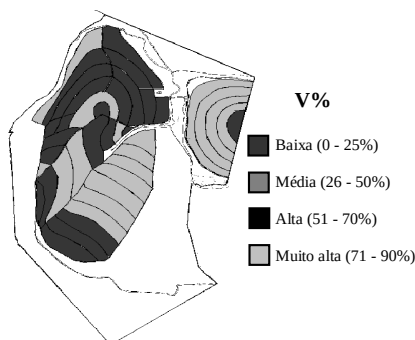


Figura 2 - Distribuição dos valores de saturação de bases.

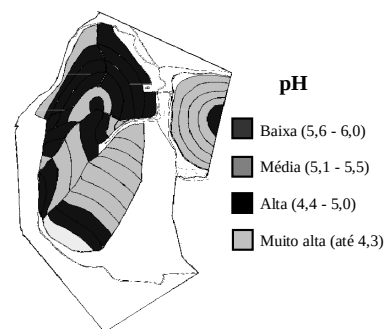


Figura 3 - Distribuição dos valores de acidez.

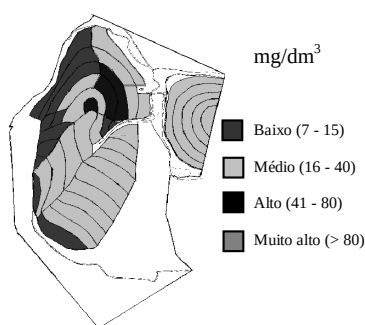


Figura 4- Distribuição dos teores de fósforo (P).

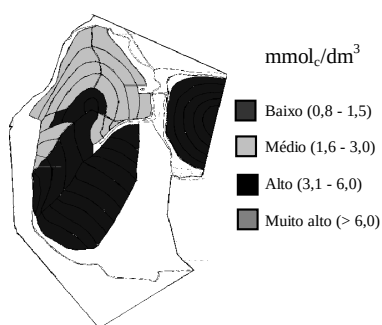


Figura 5- Distribuição dos teores de potássio (K).

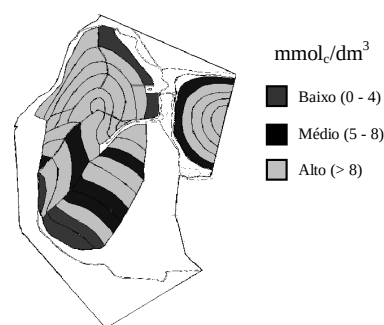


Figura 6- Distribuição dos teores de magnésio (Mg).

Durante as atividades da auditoria a área foi dividida em 40 talhões conforme a figura 1, sendo realizada uma análise de solo para cada talhão que foi interpretado seguindo as normas do Instituto Agrônomo de Campinas, IAC (1997), onde observa-se os valores separadamente para cada item estudado.

Para a recomendação foram confeccionados 2 mapas temáticos. Na figura 7, visualiza-se a recomendação de calagem que é representada por faixas de recomendação a cada 1000kg. A figura 8 mostra a recomendação de adubação para a cultura do milho, visando a produtividade na faixa de 6 a 8 t.ha⁻¹, conforme o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (1996).

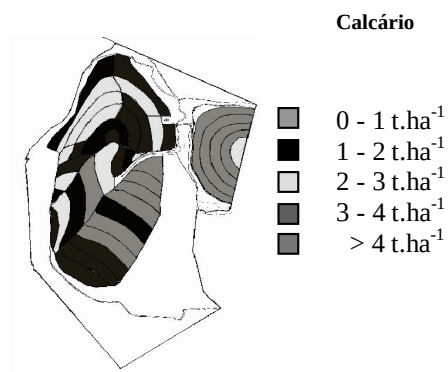


Figura 7- Recomendação da calagem.

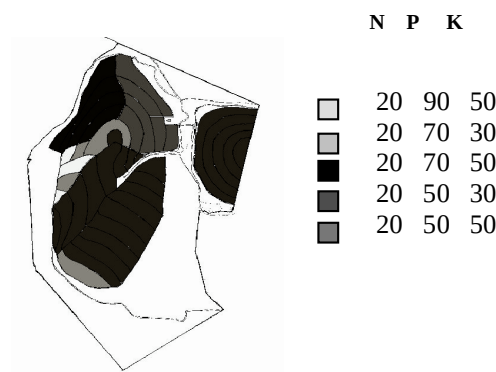


Figura 8- Recomendação da formulação de adubação.

Estes gráficos mostram a porcentagem de teores dos elementos analisados das figuras anteriores referentes aos resultados obtidos através de análise do solo.

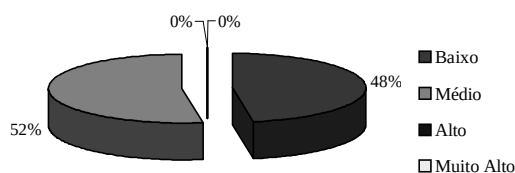


Figura 7 - Distribuição percentual dos valores de saturação de bases (V%), na propriedade agrícola Santa Luzia do Rio Abaixo, Itupeva -SP, conforme análise de solo.

Na figura 7 pode-se observar que os valores de V% estão praticamente divididos em duas classes, sendo correspondentes a 48% apresentando valores baixos e 52% apresentando valores médio, não havendo ocorrência de valores alto e muito alto.

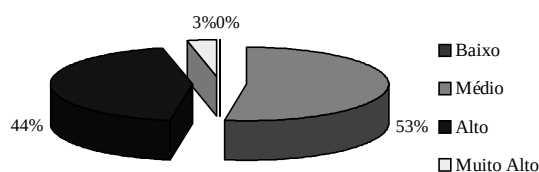


Figura 8 - Distribuição percentual dos valores de pH, na propriedade agrícola Santa Luzia do Rio Abaixo, Itupeva -SP, conforme análise de solo.

Com relação ao pH, os valores percentuais ficaram 53% com valor médio 44% apresentando valores altos e apenas 3% apresentando valores muito alto, não havendo ocorrência de valores baixos.

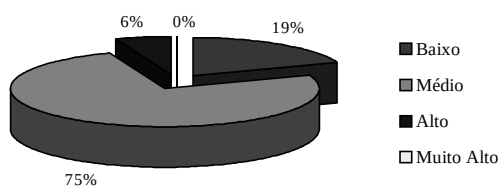


Figura 9 - Distribuição percentual dos teores de P, na propriedade agrícola Santa Luzia do Rio Abaixo, Itupeva -SP, conforme análise de solo.

Com relação ao P, os valores percentuais ficaram 19% com valor baixo, 75% apresentando valores médios, 6% ficaram com valores altos, não havendo ocorrência de valores muito alto.

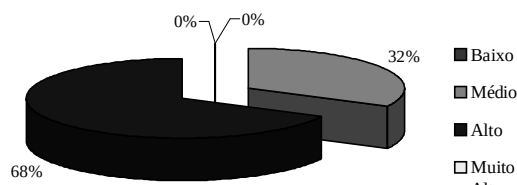


Figura 10 - Distribuição percentual dos teores de K, na propriedade agrícola Santa Luzia do Rio Abaixo, Itupeva -SP, conforme análise de solo.

Com relação ao K, os valores percentuais ficaram 32% com valor médio, 68% apresentando valores altos, não havendo ocorrência de valores baixos e de valores muito alto.

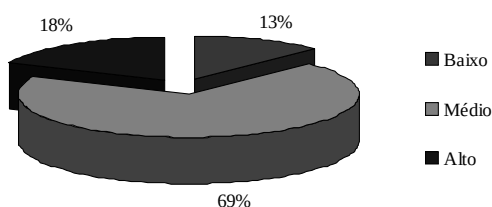


Figura 11 - Distribuição percentual dos teores de Mg, na propriedade agrícola Santa Luzia do Rio Abaixo, Itupeva -SP, conforme análise de solo.

Com relação ao Mg, os valores percentuais ficaram 13% com teores baixos, 69% com valor médio e 18% apresentando valores altos.

CONCLUSÃO

A proposta metodológica de auditoria da fertilidade do solo com o uso de Sistema de Informação Geográfica como base para avaliação do uso de terra mostrou-se eficiente, gerando cartas, detectando diferenças relevantes para intervenções benéficas relacionadas com as unidades de manejo.

A auditoria com cartas temáticas propiciou diretrizes eficientes para executar o planejamento das operações de calagem e adubação.

A validação desta proposta poderá ser incrementada com desenvolvimento de novos estudos em outras áreas do conhecimento do processo de produção agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico 100 – Recomendações de adubação e calagem** para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC. 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- BRAGA, T. de O.; FORNASARI FILHO, N.; BATISTUCCI, S. G. G.; MONTANHESI, M. O. R.; COSTA, V. L. C.; ALNANI, S. S.; PAMPLONA, R. I. **Auditoria ambiental- uma proposta para empreendimentos mineiros**, IPT - Boletim 69 - São Paulo, 1999. 120p.
- EASTEMAN, J. R. **Idrisi 2.2-Update manual**. Worcester: Clark University, 1993. 209p.
- FIETZ, C. R.; FABRÍCIO, A. C.; SALTON, J. C. Mapa de aplicação localizada de calcário em uma área experimental. In: O Estado da Arte da Agricultura de Precisão no Brasil. Coord. Luiz Antonio Balastreire. **Trabalhos...** Piracicaba, 2000. P. 165-169. 224p.
- IAC. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. **Análise do solo: unidades e interpretação**. Programa de controle de qualidade de laboratório com o sistema IAC de análise de solos. 1997. Folder.
- KLIMIONTE, M. A. Avaliação do uso das terras com base na auditoria da fertilidade do solo. (trabalho não publicado).
- MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual de adubação**. 2 ed. São Paulo, ANDA, 1975.
- TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. CETESB/Terragraph Artes e informática. São Paulo. 1993. 354p.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: **Sistemas de Informações Geográficas – Aplicações na Agricultura**. Eduardo Delgado Assad, Edson Eyji Sano. 2 ed. Brasília, Embrapa SPI / Embrapa CPAC. 1998. p.13-29. 434p.