



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DIAGNÓSTICO ESPECIALIZADO DO ESTADO NUTRICIONAL
DE UMA LAVOURA DE SOJA**

LUISE LOTTICI KRAHL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**BRASÍLIA/DF
OUTUBRO DE 2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DIAGNÓSTICO ESPECIALIZADO DO ESTADO NUTRICIONAL
DE UMA LAVOURA DE SOJA**

LUISE LOTTICI KRAHL

**ORIENTADOR: SEBASTIÃO ALBERTO DE OLIVEIRA
CO - ORIENTADOR: ÁLVARO VILELA DE RESENDE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PUBLICAÇÃO: 313

**BRASÍLIA/DF
OUTUBRO DE 2008**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**DIAGNÓSTICO ESPECIALIZADO DO ESTADO NUTRICIONAL
DE UMA LAVOURA DE SOJA**

LUISE LOTTICI KRAHL

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE DISCIPLINAS DE
GESTÃO DE SOLO E ÁGUA.**

**ÁLVARO VILELA DE RESENDE, Doutor, Pesquisador
Embrapa Cerrados, CPF: 886.254.606-82
(CO-ORIENTADOR)**

APROVADA POR:

**SEBASTIÃO ALBERTO DE OLIVEIRA, Doutor, Professor FAV/UnB
CPF: 052.361.771-20
(Orientador)**

**MARILUSA PINTO COELHO LACERDA, Doutora, Professora FAV/UnB
CPF: 434.760.586-20
(Examinadora interna)**

**WILSON MOZENA LEANDRO, Doutor, Professor UFG
CPF 081.784.678-60
(Examinador externo)**

BRASÍLIA/DF, 22 de OUTUBRO de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

Krahl, Luise Lottici

Diagnóstico especializado do estado nutricional de uma lavoura de soja / Luise Lottici Krahl; orientação de Sebastião Alberto de Oliveira. Brasília, 2008.

96 p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008.

1- Diagnóstico nutricional especializado. 2 - DRIS. 3 - Soja. I. Oliveira, S.

A. II. Dr.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

KRAHL, L. L. **Diagnóstico especializado do estado nutricional de uma lavoura de soja**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 96 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Luise Lottici Krahl

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Diagnóstico especializado do estado nutricional de uma lavoura de soja.

GRAU: Mestre

ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Luise Lottici Krahl
CPF: 979.942.511-53
Tel: (61) 3368-2710
e-mail: luisekrahl@yahoo.com.br

À minha mãe Mara Flora,
por acreditar em mim sempre.

Ao meu marido Felipe,
pela compreensão, paciência e amor...

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Jones, pelo carinho e exemplo.

Ao Professor Dr. Sebastião Alberto de Oliveira, meu orientador, pelos ensinamentos, oportunidade e confiança.

Ao Pesquisador Dr. Álvaro Vilela de Resende, pela orientação, amizade e grande incentivo à minha vida profissional.

Ao Pesquisador João de Deus e aos colegas Sandro e Inara, pela imprescindível contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Marilusa Lacerda, pelo incentivo e apoio durante todo o curso de mestrado.

À Embrapa Cerrados e à Universidade de Brasília, por viabilizarem a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Desenvolvimento da agricultura no Cerrado	3
2.2. Monitoramento da fertilidade do solo e diagnose nutricional.....	5
2.2.1. Análise de solo	6
2.2.2. Análise foliar	8
2.2.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS.....	12
2.3.3.1. População de referência, normas DRIS e cálculos dos índices DRIS.....	15
2.3. Informações georrefenciadas na agricultura	21
2.3.1. Colheita monitorada e mapeamento da produção.....	23
2.3.2. Amostragens georrefenciadas de solo e de folhas.....	25
2.3.3. Mapeamento	27
2.2.4. Manejo diferenciado das lavouras.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1. Local do trabalho	30
3.2. Manejo da lavoura.....	30
3.3. Amostragens de solo e de folhas	32
3.4. Colheita	33
3.5. Seleção da população de referência para aplicação do DRIS	34
3.6. Diagnose foliar segundo os diferentes critérios de interpretação.....	34
3.7. Elaboração dos mapas e análise dos dados	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1. Produtividade da soja	38
4.2. Diagnose foliar pelo critério da faixa de suficiência.....	39
4.3. Diagnose foliar pelo DRIS	46
4.4. Concentração foliar na melhor condição de equilíbrio nutricional	56
4.5. Subsídios ao manejo nutricional.....	62
5. CONCLUSÕES	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	83

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Valores médios e amplitude de atributos do solo antes do plantio da soja.....	33
2	Faixas de suficiência de nutrientes para interpretação de análise foliar na cultura da soja no Cerrado.	35
3	Valores mínimos, máximos, média, mediana e coeficientes de variação (CV) para os teores foliares de nutrientes na cultura da soja.....	43
4	Valores mínimos e máximos dos índices DRIS e porcentagem de amostras com valores negativos para os nutrientes avaliados.....	47
5	Coeficientes de correlação linear (r) entre os índices DRIS dos nutrientes avaliados na cultura da soja	55
6	Faixas de suficiência de nutrientes para interpretação de análise foliar da lavoura de soja em estudo, estabelecidas a partir do DRIS	56
7	Áreas de limitação dos nutrientes (%) em função dos diferentes critérios de interpretação utilizados	67

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Fotografia aérea da área de estudo na fazenda Alto Alegre, Planaltina – GO	31
2	Disposição dos pontos amostrais georreferenciados na área de estudo (quadrícula 100 x 100m). Planaltina de Goiás – GO	32
3	Planilha gerada por programa computacional para calcular os índices DRIS simulados e os teores foliares simulados.....	37
4	Mapa de produtividade da soja.....	38
5	Distribuição percentual das amostras, conforme as classes de interpretação dos resultados das análises foliares de macronutrientes	41
6	Distribuição percentual das amostras, conforme as classes de interpretação dos resultados das análises foliares de micronutrientes.....	42
7	Distribuição espacial dos teores foliares de enxofre em soja na área de estudo.....	45
8	Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes em 1ª e 2ª ordem na área de estudo, com base nos índices DRIS para a soja.....	49
9	Variação espacial dos índices DRIS para N, P, K e Ca na lavoura de soja.....	52
10	Variação espacial dos índices DRIS para Mg, S, B e Cu na lavoura de soja.....	53
11	Variação espacial dos índices DRIS para Fe, Mn e Zn na lavoura de soja.....	54
12	Variação espacial dos teores foliares de N, P e K, segundo as classes de interpretação da literatura (A) e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS (B).....	58
13	Variação espacial dos teores foliares de Ca, Mg e S, segundo as classes de interpretação da literatura (A) e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS (B).....	59

14	Variação espacial dos teores foliares de B, Cu e Fe, segundo as classes de interpretação da literatura (A) e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS (B).....	60
15	Variação espacial dos teores foliares de Mn e Zn, segundo as classes de interpretação da literatura (A) e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS (B)	61
16	Mapa da diferença entre o índice DRIS real e o índice DRIS simulado para os macronutrientes.....	64
17	Mapa da diferença entre o índice DRIS real e o índice DRIS simulado para os micronutrientes	65

LISTA DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Resultados das análises foliares da cultura da soja. Planaltina – GO, safra 2005/2006.....	84
2	Índices de diagnose DRIS e ordem de limitação dos nutrientes para amostras de folha de soja, relativas às 107 quadrículas amostrais da área em estudo. Planaltina – GO, safra 2005/2006.....	89
3	Índices de diagnose DRIS e produtividade da soja nas 107 quadrículas amostrais que compuseram a área de estudo. Planaltina – GO, safra 2005/2006... ..	94

RESUMO

A agricultura de precisão é uma técnica baseada na coleta de informações georreferenciadas de solo, folha e produção, a fim de subsidiar a aplicação de fertilizantes a taxas variáveis e aperfeiçoar o manejo da adubação. O objetivo deste trabalho foi diagnosticar de forma espacializada o estado nutricional da cultura da soja em uma área de produção comercial, a partir de dados de análises foliares georreferenciadas e identificar os fatores nutricionais interferentes na produtividade. Foi selecionado um talhão de 107 hectares, localizado em Planaltina de Goiás – GO, dividido em uma grade regular de 100 x 100m. No florescimento da soja, foram coletadas para análise foliar amostras compostas para cada quadrícula. O monitoramento da produção foi feito por meio de uma colheitadora equipada com GPS e sensores de produtividade. Os resultados das análises foliares para cada nutriente foram interpretados pelo método das faixas de suficiência e pelo Sistema Integrado de diagnose e Recomendação – DRIS. Foram ainda determinadas faixas de suficiência específicas para a área de estudo, ajustada pelo DRIS. O N foi o nutriente mais limitante, de acordo com os valores recomendados pela literatura, enquanto os índices DRIS apontaram maiores deficiências relacionadas a N, Cu e P. Quando considerada a faixa de suficiência ajustada pelo DRIS, foram evidenciadas maiores limitações relacionadas a Cu, B, N, Mn e Zn. A partir da diferença entre teores foliares simulados e teores foliares analisados, obteve-se o diagnóstico espacializado para cada nutriente, indicando subáreas de maior probabilidade de resposta a medidas corretivas dentro do talhão, o que permite o estabelecimento de zonas de manejo específico, resultando no uso mais econômico e racional de fertilizantes.

Palavras - chave: agricultura de precisão, análises foliares, DRIS.

ABSTRACT

Precision agriculture is a technique based on georeferenced information on soil, leaf and productivity, aiming to support application of fertilizers at variables rates to improve fertilization management. This work aimed at spatial diagnosing of the nutritional status of the soybean crop in an area of commercial production, based on georeferred leaf analysis, identifying the factors that interfere on the productivity. A 107 ha field was selected in Planaltina de Goiás – GO, divided into a regular 100 x 100m grid. In the first-bloom growth stage, composed samplings were collected to the leaf analysis, in each square. The crop was monitored using a harvesting combine equipped with GPS and yield sensors (monitor). The results of the leaf analysis to each nutrient were construed through the sufficiency ranges and by the Integrated System of Diagnosis and Recommendation (DRIS). Moreover, it has also established specific sufficiency ranges to the area of study, adjusted by the DRIS. The N was the most limiting nutrient, following the criterion of sufficiency ranges, while the DRIS rates pointed out the major deficiencies related to N, Cu and P. The limitations related to Cu, B, N, Mn and Zn were observed, when considering the DRIS-adjusted sufficiency range. Based on the difference of simulated leaf contents and the analyzed leaf contents, the space-based diagnosis to each nutrient was obtaining, indicating sub-areas of higher probability of response to the remedy measures in the field, allowing for establishing specific management zones, resulting in the most economic and rational use of fertilizers.

Key words: precision agriculture, leaf analyses, DRIS.

1. INTRODUÇÃO

A economia globalizada, a valorização das *commodities* e as questões referentes à escassez de alimentos e à premência de alternativas energéticas, dentre outros fatores, refletem-se de modo contundente nos rumos do setor agrícola. A pauta dos debates mundiais é substanciada por essas temáticas em que se destacam palavras como produtividade, lucratividade e competitividade. Em resposta a tais demandas, a agricultura busca níveis de eficiência progressivos a partir de investimentos em pesquisa e da incorporação de tecnologias avançadas.

Insere-se nesse cenário a agricultura brasileira, atividade econômica que tradicionalmente carrega nossa balança comercial. É uma área que vem incorporando tecnologias modernas que levam à racionalidade no uso de insumos, redução de custos, qualidade dos produtos e lucratividade, refletindo positivamente no volume da produção e nos índices de produtividade.

Nesse sentido, as produtividades alcançadas são diretamente proporcionais à forma de gerenciamento das lavouras em função da constante evolução tecnológica, especialmente no que tange à disponibilidade de nutrientes em quantidade adequada durante todo o ciclo das culturas. Porém, isso nem sempre ocorre, já que esse tipo de tecnologia é recente no País e ainda se restringe a grandes empresas e a círculos de pesquisa.

O uso racional de fertilizantes e corretivos é um dos fatores de maior relevância nesse processo, o que só ocorre com o acompanhamento acurado da lavoura. Para tal fim, apresenta-se a análise de solo e de folha como um procedimento eficaz para determinar os índices de fertilidade do solo e o

estado nutricional das culturas, de modo a orientar a correção de desequilíbrios nutricionais e a necessidade de adubação. Nesse contexto, destacam-se técnicas utilizadas na agricultura de precisão, baseadas na coleta de informações georreferenciadas sobre produtividade, atributos do solo e condições gerais da cultura. Tais técnicas permitem a geração de informações e a caracterização das áreas de cultivo com maior grau de detalhamento, a fim de identificar a variabilidade espacial e temporal das propriedades do solo, do desenvolvimento das plantas e da produção, visando determinar os fatores condicionantes da produtividade e estabelecer estratégias de manejo mais efetivas (Molin, 2001). considerando a variabilidade constatada nas lavouras.

O presente trabalho teve por objetivo diagnosticar e espacializar o estado nutricional da cultura da soja e identificar os fatores interferentes na produtividade em uma área de produção comercial. A análise partiu de informações georreferenciadas sobre o estado nutricional das plantas, interpretadas pelo método das faixas de suficiência e pelo Sistema Integrado de diagnose e Recomendação – DRIS e buscou fornecer subsídios para a definição de possíveis estratégias de manejo diferenciado para cultivos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Desenvolvimento da agricultura no Cerrado

O Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, estende-se por aproximadamente 204 milhões de hectares, correspondente a 23% do território nacional, com áreas predominantes em Goiás, Tocantins e Distrito Federal, parte dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, São Paulo e Rondônia. Ocupa uma região de áreas relativamente planas, caracterizado por uma vegetação com fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter, 1998).

A maior parte da região apresenta clima tropical estacional, com chuvas na ordem de 1500 mm anuais (Adámoli et al., 1985), definido por uma estação chuvosa (novembro a abril) e outra seca (maio a outubro), com 80% da precipitação no período chuvoso (Ker et al., 1992). Apesar do volume anual de chuvas não constituir um fator impeditivo ao desenvolvimento da maioria das culturas, a distribuição pluviométrica pode representar sérias limitações ao desenvolvimento da agricultura na região, sendo quase uma regra a ocorrência de veranicos.

Os solos sob cerrado, em sua maioria, constituem-se de Latossolos altamente intemperizados (Lopes & Guilherme, 1994). Eram considerados impróprios para a produção agrícola até meados dos anos 70, contribuindo com pequena porcentagem da produção nacional de grãos. São solos que apresentam características físicas que os habilitam para a agricultura, como a

combinação de declives suaves com uma boa estabilidade dos agregados, bem como, boas condições de aeração, profundidade e drenagem, fatores que facilitam a mecanização agrícola. Contudo, têm limitações no que diz respeito à fertilidade natural, acidez acentuada e alta saturação por alumínio, apresentando apenas uma pequena reserva de nutrientes para as plantas, o que limita o desenvolvimento das culturas.

Atualmente, entretanto, a região do Cerrado é responsável por grande parte da produção nacional de grãos, com destaque para a cultura da soja, cuja produção em 2003 já representava cerca de 60% do total do país (Embrapa, 2003). Segundo informações da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), em 2007/08 a produção da oleaginosa no Brasil ficou em 58,49 milhões de toneladas, representando uma área plantada de 20,9 milhões de hectares, com aumento de 0,9% (190,2 mil hectares) em relação à safra anterior. Essas informações ressaltam a importância da cultura para o cenário econômico do país, tendo o Cerrado participação significativa na produção, com tendência de crescimento em área e produtividade.

Essa evolução da agricultura no Cerrado deve-se, entre outros fatores, ao grande estímulo governamental nas décadas de 70 e 80, com a oferta de farto volume de crédito subsidiado para fins de custeio, investimento e comercialização. Nesse contexto, destacam-se os programas de desenvolvimento e modernização da agropecuária voltados para a ocupação de áreas de cerrado, com aproveitamento em escala empresarial (Roessing & Guedes, 1993). Outro fator relevante diz respeito à pesquisa agropecuária, responsável pelo desenvolvimento de técnicas de manejo que permitiram a incorporação da região ao sistema produtivo, resultando em notável evolução

não somente pelo aumento da produção e produtividade, mas também no que se refere à sustentabilidade da prática agrícola na região.

Apesar desse evidente desenvolvimento agrícola da região nas últimas décadas ainda são encontradas discrepâncias entre as propriedades no tocante à forma de condução das lavouras. Nesse aspecto, o adequado manejo da adubação é um dos fatores que mais contribuem para o sucesso dos investimentos nas culturas, proporcionando parte considerável dos retornos em produtividade e lucratividade, tendo em vista que o uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas é responsável, dentre os diversos fatores de produção, por aproximadamente 50% dos ganhos de produtividade das culturas (Lopes & Guilherme, 2001).

2.2. Monitoramento da fertilidade do solo e diagnose nutricional

O crescimento e a produção das culturas dependem, dentre os diversos fatores de produção, do ambiente e da disponibilidade de nutrientes no solo em quantidade e ao longo do tempo. O conhecimento dos aspectos químicos e físicos do solo e a avaliação do estado nutricional das plantas são fundamentais para a correção de desequilíbrios nutricionais e para o dimensionamento da adubação, fatores essenciais para a promoção de ganhos em produtividade, otimização de custos e maior eficiência econômica do sistema de produção. A quantidade de nutrientes a ser fornecida é estabelecida com base no conhecimento de duas variáveis principais: necessidade de cada

cultura para atingir determinado nível de rendimento e capacidade do solo em fornecê-los.

De acordo Malavolta et al. (1997), o estado nutricional das culturas, pode ser avaliado por métodos qualitativos, como a diagnose visual, e quantitativos, como a análise de solo e a análise foliar. A diagnose visual consiste em comparar o aspecto de uma amostra com o considerado padrão, seguindo o princípio de que a falta ou excesso de um ou mais elementos pode ocasionar o mesmo sintoma visual, a saber que um dado nutriente exerce as mesmas funções, independentemente da espécie da planta. Contudo, a manifestação de sintomas visuais ocorre quando a deficiência apresenta-se aguda, situação em que o crescimento e a produtividade da cultura já estão comprometidos (Malavolta et al., 1997). Além disso, complicações no diagnóstico visual podem ocorrer quando mais de um nutriente encontra-se deficiente, bem como na presença de outros sintomas ocasionados por pragas, doenças ou até mesmo por injúrias mecânicas, o que pode dificultar a distinção de tais sintomas daqueles causados por desordens nutricionais.

Nesse contexto, análises de solo e foliares constituem-se alternativas no diagnóstico de possíveis distúrbios nutricionais, pela caracterização da fertilidade do solo e avaliação do estado nutricional das plantas.

2.2.1. Análise de solo

A análise de solo pode ser considerada ponto de partida para o manejo da fertilidade, a fim de determinar o grau de suficiência ou deficiência de nutrientes

no solo e detectar condições prejudiciais para as culturas, como acidez ou salinidade (Raij, 1981). Tal procedimento fornece as bases para a avaliação da disponibilidade de nutrientes no solo e, conseqüentemente, a recomendação de adubação com vistas à manutenção dos níveis de nutrientes em faixas consideradas adequadas, permitindo estimativas de respostas rentáveis pela adubação e melhor retorno econômico.

O princípio desse tipo de análise química reside na utilização de soluções extratoras que simulam a ação das raízes das plantas em extrair e absorver nutrientes existentes no solo (Maeda, 2002). Para se avaliar a disponibilidade de nutrientes é essencial que os valores analíticos sejam calibrados com as respostas da cultura em questão, demonstrando a existência de correlação do resultado analítico e da resposta da cultura ao nutriente aplicado (Raij, 1981). Assim, pode-se dimensionar o manejo da adubação.

A análise de solo, contudo, tem se mostrado insuficiente para garantir o monitoramento adequado do estado nutricional das plantas pois a existência de nutrientes no solo, mesmo que disponíveis em quantidade suficiente, não assegura o suprimento às culturas, visto que diversos fatores podem influenciar sua absorção pelas plantas. Além disso, os métodos de extração e os parâmetros para interpretar a disponibilidade desses nutrientes são variáveis, interferindo na interpretação dos resultados e na quantificação da adubação. Não obstante, para alguns nutrientes não existem métodos eficientes de análise de solo de rotina, o que leva à necessidade do emprego complementar da análise de folhas.

2.2.2. Análise foliar

As folhas, de maneira geral, refletem melhor o estado nutricional das culturas e são consideradas o foco das atividades fisiológicas da planta (Bataglia & Dechen, 1986; Bataglia, 2004; Grassi Filho, 2008). Por isso, a diagnose foliar é considerada um importante método de avaliação do estado nutricional e consiste da análise de determinadas folhas em períodos específicos do ciclo da cultura (Malavolta et al., 1997).

Na diagnose foliar, geralmente, procede-se a determinação dos teores totais dos elementos (Malavolta et al., 1997). Ressaltam-se, dentre suas diversas aplicações: avaliação do estado nutricional da cultura pela identificação de deficiências, toxicidade ou desequilíbrio nutricional; estabelecimento de manejo da adubação; identificação de interações e antagonismos entre os nutrientes; diferenciação entre desordens nutricionais e danos por patógenos e insetos, que causam sintomas semelhantes; e meio de previsão de safras (Bataglia & Dechen, 1986; Malavolta et al., 1997).

A maior vantagem da diagnose foliar está no fato de se considerar a própria planta como solução extratora (Beaufils, 1971; Malavolta & Malavolta, 1989; Malavolta et al., 1997), o que permite uma avaliação direta de seu estado nutricional e indireta da fertilidade do solo, a partir da análise da concentração dos nutrientes nas folhas.

A utilização desse processo como critério de diagnóstico baseia-se em duas premissas: na existência de uma relação direta do teor foliar e com o suprimento de nutrientes pelo solo, e de que aumento ou decréscimo nas concentrações desses nutrientes podem se relacionar com produções mais

altas ou mais baixas, respectivamente (Bataglia & Dechen, 1986; Dechen et al., 1995; Grassi Filho, 2008). Contudo, nem sempre é possível encontrar estreitas correlações dos teores dos nutrientes no solo com os encontrados nas folhas, pois na análise do material vegetal são quantificados os teores totais dos nutrientes absorvidos pela planta, os quais dependem de vários fatores que atuaram até o momento em que órgão foi colhido para análise.

O teor dos nutrientes na planta é considerado o valor integral de todos os fatores que interagiram para constituí-lo (Grassi Filho, 2008), direta ou indiretamente. Dentre esses destacam-se: aspectos relacionados à planta (espécie, variedade, idade fisiológica, órgão analisado); atributos de solo (textura, CTC, densidade, aeração, pH); manejo (adubação, calagem, gessagem); interações dos nutrientes; condições do clima; práticas culturais (cultivo, herbicidas, cobertura morta, adubação verde, cultura intercalar); pragas e doenças (Bates, 1971; Bataglia e Dechen, 1986; Malavolta et al., 1997). Tais fatores podem acarretar mudanças na composição mineral dos tecidos, a qual depende também do estágio de desenvolvimento da cultura e da parte da planta amostrada (Bates, 1971; Hanway & Weber, 1971), o que torna fundamental a padronização da amostragem (Bataglia e Dechen, 1986; Leandro, 1998), a fim de minimizar a influência de variações ocasionais nas concentrações dos nutrientes. Silva (2008) ressalta ainda que fatores relacionados ao procedimento de amostragem foliar, como época, parte amostrada (limbo, pecíolo ou folha completa), posição da folha na planta, idade e número de subamostras, também podem alterar a composição nutricional da amostra.

Para cada cultura existem informações específicas sobre como proceder a amostragem de folhas. De modo geral, na maioria das culturas, o início da floração é a época mais indicada, pois folhas novas apresentam uma diluição de nutrientes pelo fato de estarem em fase de crescimento, ao passo que folhas mais velhas tendem ao acúmulo de nutrientes (Oliveira, 2004), o que pode mascarar os resultados. Segundo Grassi Filho (2008), a folha que melhor expressa o estado nutricional da cultura é aquela considerada fisiologicamente ativa, ou seja, folhas recém-maduras em que o crescimento já cessou e que ainda não entraram em senescência, apresentando alta taxa metabólica.

É importante destacar que padrões de amostragem (quanto a época de amostragem e parte da planta amostrada) ainda não são totalmente definidos quando se comparam diferentes fontes na literatura. No caso da soja, dentre as várias especificações, a principal recomendação é a coleta de trinta a quarenta folhas trifoliadas, com pecíolo, recém-maduras, da haste principal, entre o início da floração e o pleno florescimento (estádio R2) (Borkert et al., 1994; Bataglia & Dechen, 1996).

O princípio da diagnose foliar consiste em comparar a concentração de nutrientes nas folhas com valores padrão, provenientes de plantas de alta produtividade (Silva, 2008). Assim, a interpretação dos resultados das análises foliares requer valores de referência para serem comparados com os dados analíticos das amostras. Os critérios mais utilizados para a interpretação dos resultados são: o nível crítico, as faixas de suficiência e, atualmente, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação ("Diagnosis and Recommendation Integrated System" - DRIS) (Beaufils, 1971, 1973; Bataglia & Dechen, 1986).

O nível crítico corresponde à concentração do nutriente na folha, abaixo da qual a taxa de crescimento, a produção ou a qualidade do produto são significativamente reduzidas (Bataglia & Dechen, 1986). Existem diferentes abordagens acerca do nível crítico, para que possa ser válido sob diferentes condições de cultivo. Isso deve-se à dificuldade em se estabelecer um único valor como referência, em função das condições experimentais, da idade fisiológica da planta e da produtividade tomada como ideal. O nível crítico é definido por Ulrich & Hills (1967), citado por Bates (1971), como sendo a concentração do nutriente na planta correspondente a 95% da produção ótima.

Essas especificações interferem na interpretação dos resultados da análise foliar, tendo que o valor definido como nível crítico para determinado nutriente depende da produtividade apontada como referência para o seu estabelecimento (Maeda, 2002).

Na maioria das culturas, entretanto, não se pode apontar um único valor ótimo de produtividade e sim uma faixa de concentração onde o rendimento é otimizado, visto que o aumento de produção mediante adoção crescente de nutrientes pode ser associado a um erro (Bataglia e Dechen, 1986). No método das faixas de suficiência, a concentração observada na amostra de folha é enquadrada em faixas de concentrações tidas como insuficientes, adequadas ou excessivas para a cultura.

Particularmente para culturas de grande variabilidade genética, o método das faixas de suficiência pode ser o mais adequado, pois é relativamente menos afetado por pequenas variações locais ou fatores inerentes à própria planta do que o nível crítico (Bataglia & Dechen, 1986), o que proporciona maior flexibilidade no diagnóstico, porém pode torná-lo menos

preciso, devido aos limites das faixas serem mais amplos (Sumner, 1977a,b e 1979).

Esses critérios de interpretação – nível crítico e faixas de suficiência – credenciam a avaliação apenas dos teores dos nutrientes na matéria seca, comparando-os com valores de referência. Utilizam-se os teores absolutos dos elementos com resultados interpretados individualmente (Bataglia, 2004), não se atendo às interações dos nutrientes e à variação dos teores com a idade, com o grau de desenvolvimento da planta (Sumner, 1979; Hanson, 1981) e a existência de variações nas concentrações dos nutrientes entre as cultivares (Mascarenhas et al., 1980; Hanson, 1981; Hallmark et al., 1987). Além disso, quando dois ou mais nutrientes encontram-se abaixo das faixas de concentração críticas, não é possível hierarquizar essas limitações (Hallmark et al., 1987; Maeda et al., 2004).

2.2.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS

O DRIS é um critério metodológico desenvolvido por Beaufils (1973) a partir da técnica chamada Diagnose Fisiológica (Beaufils, 1971), criada para identificar e estudar a influência de fatores ambientais (edáficos e climáticos) e de manejo sobre a produção da seringueira. Trata-se de um processo utilizado na experimentação e calibração de dados resultantes de pesquisas em fertilidade do solo e nutrição de plantas, com o intuito de diagnosticar as causas primárias e secundárias que podem afetar o rendimento das culturas (Bataglia & Santos, 1990). É um sistema holístico muito eficiente quando

aplicado como critério de avaliação do estado nutricional das plantas, no qual fatores da planta, do ambiente e de manejo, determinantes da produtividade, podem ser expressos qualitativa e quantitativamente, e são analisados e calibrados como uma função do rendimento da cultura (Sumner, 1977a e 1979).

Esse método fundamenta-se no conceito de balanço de nutrientes (Sumner, 1977b; Beverly et al., 1986; Hallmark et al., 1987), no qual os nutrientes são considerados a partir de relações envolvendo as concentrações de todos os nutrientes dois a dois. Essas relações, freqüentemente, são melhores indicadoras de desequilíbrios nutricionais se comparadas à avaliação apenas das concentrações individuais dos nutrientes. O DRIS embasa-se no cálculo de um índice para cada nutriente, comparando-se relações binárias entre os nutrientes de uma amostra com relações padrão (ou normas DRIS) obtidas de uma população de alta produtividade, assumida como nutricionalmente equilibrada (Maeda et al., 2004).

A aplicação do DRIS possibilita a obtenção de índices de diagnose, que podem assumir valores que variam de negativos a positivos, estabelecendo, respectivamente, quais são os nutrientes limitantes quanto à deficiência ou excesso. O valor zero indica melhores condições de equilíbrio do nutriente (Bataglia & Santos, 1990; Baldock & Shulte, 1996; Costa, 1999; Bataglia, 2004). Os índices DRIS dos nutrientes considerados permitem estimar o equilíbrio nutricional através do índice de balanço nutricional (IBN), que é a soma dos valores absolutos dos índices DRIS, sendo que quanto menor o valor do IBN, melhor o equilíbrio nutricional da lavoura (Costa, 1999). Além disso, obtém-se uma ordem de intensidade de limitação entre os nutrientes, o que

facilita a avaliação do estado nutricional da cultura (Costa, 1999; Bataglia; 2004), orientando uma recomendação de adubação mais ajustada.

A utilização de relações entre nutrientes e não dos seus valores absolutos torna a interpretação menos dependente de variações de amostragem (Beverly et al., 1986), especialmente no que se refere à idade fisiológica da planta, à origem do tecido e à variedade (Sumner, 1977a,b; Hallmark et al., 1987), realçando a importância do equilíbrio nutricional (Sumner, 1977a; Dechen et al., 1995; Bataglia, 2004), principalmente nos casos de elevadas produtividades.

A aplicação do método DRIS apresenta aspectos positivos e também alguns negativos. Dentre as vantagens, Baldock & Shulte (1996) destacam: I) apresenta escala de interpretação dos resultados continua e de fácil utilização; II) permite a classificação ordenada dos nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo; III) pode identificar casos de produtividade limitada por um desequilíbrio nutricional mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo dos teores considerados adequados; IV) fornece uma medida dos efeitos combinados dos nutrientes na produção, por meio do IBN. Como desvantagens os autores mencionam: I) requer sistema computacional relativamente complexo para a sua aplicação; II) os índices não são independentes, ou seja, o índice de um nutriente pode ter um efeito sobre outros índices, promovendo erros na diagnose; III) em alguns casos há sensibilidade à idade da planta, como relatado em outros trabalhos (Hanson, 1981; Hallmark et al., 1986; Hallmark, 1988; Hallmark et al., 1988a).

A partir do método desenvolvido por Beaufils (1973), diversas modificações foram sugeridas, especialmente quanto ao princípio estatístico

das fórmulas utilizadas no cálculo das relações componentes dos índices DRIS. Uma forma simplificada do método original foi proposta por Jones (1981), que considera se a relação da amostra é maior ou menor que a norma DRIS utilizada, e pondera a variabilidade das relações através da reciprocidade do desvio padrão (Bataglia & Santos, 1990). Outra alteração, proposta por Elwali & Gascho (1984), refere-se ao conceito de balanço nutricional e estabelece que o equilíbrio entre dois nutrientes ocorre se a razão de suas concentrações em uma amostra estiver dentro da faixa dada pela média geral da relação na população de referência, mais ou menos seu desvio padrão.

2.3.3.1. População de referência, normas DRIS e cálculos dos índices DRIS

O estabelecimento de normas ou valores de referência, calculados para todas as relações de nutrientes, requer um aporte considerável de dados básicos (análise foliar, de solo e produtividade), a partir de uma população de alta produtividade (Bataglia & Santos, 1990) ou população de referência, definida como nutricionalmente equilibrada. Essa definição deve ocorrer a partir da seleção de amostras contidas em banco de dados, separado em duas categorias: plantas normais, ou população de referência, que não foram afetadas por condições adversas e que possuem produtividade superior a um nível pré-estabelecido; e plantas anormais ou população não-referência, que foram afetadas por condições adversas, produzindo menos que o nível estabelecido (Beaufils, 1973).

Os dados devem ser coletados sob as mais variadas condições ambientais, via experimentação ou com plantas de áreas de produção comerciais (Leandro, 1998; Maeda, 2002; Bataglia, 2004; Creste, 2008), de maneira que toda a variabilidade de fatores que agem sobre a população de referência se faça representar (Beaufils, 1973; Sumner, 1979; Letzsch & Sumner, 1984), permitindo a aplicação universal das normas ou valores de referência para cada cultura. Essas normas equivalem aos valores médios das relações entre os nutrientes, dos respectivos desvios padrão e dos coeficientes de variação, verificados em uma população de referência, os quais devem corresponder a um nível de rendimento específico ou um determinado padrão de qualidade desejado (Maeda, 2002).

Entretanto, a definição da base de dados e a subdivisão das populações em alta e baixa produtividade e também do ponto de corte, ocorre arbitrariamente, não apresentando critérios bem definidos. Para a maioria das culturas, o procedimento usual é selecionar uma população que represente os melhores resultados obtidos comercialmente.

Para a subdivisão das populações, Walworth & Sumner (1987) sugerem uma definição arbitrária do nível de produtividade considerado para o estabelecimento do ponto de corte entre as duas subpopulações, com base nos dados coletados. Malavolta & Malavolta (1989) recomendam o rendimento de 80% do máximo para separar as duas sub-populações.

Letzsch & Sumner (1984) destacam que para se determinar um banco de dados adequado para o desenvolvimento das normas DRIS, este deve ser suficientemente grande, aleatório e que contenha ao menos 10% das observações dentro da subpopulação de alta produtividade. O aumento do

número de amostras na subpopulação de alta produtividade, de acordo com os autores, é importante pois os valores de referência tendem a tornar-se constantes para essa população. Isso evidenciaria a possibilidade de culturas de alto rendimento apresentarem composição mineral dentro de limites específicos, tidos como ideais, sendo que produções menores ocorreriam quando os valores obtidos estivessem fora desses limites.

Como exemplo, para a cultura da soja, Maeda et al. (2006) estabeleceram uma produtividade de corte de 3.500 kg.ha⁻¹, ao passo que Hallmark et al. (1987) tomaram 2.700 kg.ha⁻¹ como ponto de separação das duas subpopulações. Para Bataglia (2004), produções elevadas podem induzir a desequilíbrios nutricionais nas folhas, por isso recomenda, para fins de diagnóstico, a utilização de uma população de produtividade média e nutricionalmente equilibrada.

Quanto ao tamanho da base de dados, a melhor aplicação do método, segundo alguns autores, pode ser conseguida pelo aumento considerável do número de amostras (Sumner, 1979; Letsch & Sumner, 1984), enquanto que outros obtiveram bons resultados empregando bases de dados mais restritas (Hallmark et al., 1987, 1988a,b). Segundo Beaufils (1973), quanto maior o número de observações, mais diluídos estarão outros fatores de influência na produção, que não seja o fator em estudo. Contrariamente, Bataglia (2004) afirma que populações mais restritas são mais eficientes, pois normas obtidas a partir de populações de referência muito abrangentes perdem a eficiência para fins de diagnóstico nutricional. Trabalhos com a cultura da soja utilizaram de 67 (Maeda et al., 2006) a 3.500 (Beverly et al., 1986) observações,

enquanto para a cultura do milho, Elwali et al. (1985) relatam aproximadamente 10.000 observações para compor a base de dados.

Letzsch & Sumner (1984) indicam que, uma vez estabelecidas as normas para determinada cultura, elas poderiam ser universalmente aplicadas. A idéia de universalidade refere-se à possibilidade de extrapolação de normas DRIS obtidas em determinado local para outras regiões com diferentes condições de clima e solo. Essa idéia parte da premissa de que, devido às relações duais entre os nutrientes apresentarem maior constância comparativamente aos seus teores absolutos, haveria certa independência no uso do DRIS no que se refere à região de cultivo, idade fisiológica e parte da planta amostrada (Silva et al., 2005). Entretanto, a universalidade no uso das normas DRIS tem sido questionada, pois em algumas situações os valores de referência demonstraram influência das condições edafoclimáticas regionais e do período de amostragem, o que pode acarretar erros no diagnóstico quando este não for realizado nas mesmas condições em que foram obtidos os valores de referência (Silva et al., 2005). Nesse caso, seria preferível o uso de normas locais específicas, a fim de obter maior exatidão no diagnóstico (Bataglia & Santos, 1990; Maeda et al., 2004).

Uma vez definida a população de referência, são estabelecidas as normas para todas as relações nutricionais, ou seja, as relações de concentração entre pares de nutrientes, a partir das quais é possível calcular os índices DRIS para os nutrientes em cada amostra.

Para a determinação dos índices DRIS numa população é essencial que as relações entre os teores dos nutrientes tenham distribuição normal (Alvarez V. & Leite, 1999), o que pode não ocorrer em bancos de dados obtidos a partir

de áreas comerciais. Para cada subpopulação (de alto e baixo rendimento), são calculados a média, o desvio-padrão e a variância de todas as relações entre nutrientes. As relações de variância (variância da subpopulação de baixa produção/variância da subpopulação de alta produção) são utilizadas a fim de discriminar as relações a serem empregadas no cálculo dos índices, selecionando as normas com base na maior relação de variância entre eles (Creste, 2008).

O índice DRIS mede o desvio do valor de um parâmetro nutricional de uma amostra sob análise em referência a um valor ótimo, correspondente ao valor médio da relação numa população de alta produtividade e constitui uma média aritmética das funções de todas as relações contendo um determinado nutriente (Walworth & Sumner, 1987).

Após o cálculo dos índices DRIS para os nutrientes de interesse, pode-se verificar quais elementos podem ser limitantes ao rendimento da cultura e a ordem de limitação destes, sendo que quanto mais negativo o valor de um índice, maior será a deficiência desse nutriente relativamente a outros (Creste, 2008).

A pesquisa tem evoluído nas últimas décadas na busca de equações ou modelos matemáticos mais apropriados para descrever as funções DRIS, por meio de avaliações envolvendo diferentes bases de dados ou na comparação dos diagnósticos obtidos por diferentes métodos de avaliação do estado nutricional das plantas. Todavia, poucos avanços têm sido alcançados no que diz respeito a transformar diagnóstico nutricional fundamentado no DRIS em medidas agrônomicas e recomendações práticas de doses de fertilizantes para o manejo nutricional das culturas (Wadt, 2008).

A acurácia do diagnóstico e a tomada de decisão são prejudicadas pela dificuldade em se distinguir quais os nutrientes são realmente limitantes daqueles que não são limitantes para o rendimento das culturas. Os valores nulos para um nutriente representam que o referido nutriente está em situação de equilíbrio nutricional, ou seja, as relações entre dois nutrientes da amostra sob análise correspondem à média da mesma relação na população tomada como referência (de alto rendimento). Esse equilíbrio, porém, não indica necessariamente que a planta está absorvendo o nutriente nas quantidades necessárias para seu pleno desenvolvimento e produção. Em uma situação hipotética, onde todos os nutrientes são absorvidos proporcionalmente, mas em condições de insuficiência, a planta poderá apresentar deficiência de certos nutrientes, mas estaria nutricionalmente equilibrada segundo o DRIS. Tal fato pode ser verificado também em relação ao excesso de nutriente, onde o consumo de luxo de todos os nutrientes, em uma mesma proporção em relação às quantidades requeridas para plantas em condições normais de crescimento, indicaria uma situação de equilíbrio nutricional, porém com acúmulo de quantidades excessivas dos nutrientes na planta (Wadt, 2008).

Podendo os valores para os índices DRIS serem nulos, negativos ou positivos, o problema encontra-se em distinguir quando o valor negativo ou positivo de um determinado nutriente representa, efetivamente, uma situação de excesso ou de deficiência nutricional, pois interações dos nutrientes podem resultar em uma interpretação equivocada dos resultados. Um valor negativo próximo de zero poderia ser decorrente do efeito de altas concentrações de outro nutriente, ou seja, um índice com valor negativo pode ser resultante, simplesmente, de um desequilíbrio por excesso de um segundo nutriente e

vice-versa. Assim, a adubação com o nutriente “em deficiência” não resultaria em aumento da produtividade.

Acerca dessa problemática, alguns autores sugerem modificações nos cálculos dos índices DRIS e novas formas de interpretação dos resultados. Savoy & Robinson (1990) recomendam a definição de faixas de equilíbrio com amplitudes variáveis entre nutrientes, de acordo com a expectativa de resposta do talhão à adição dos nutrientes, fazendo com que pequenos desvios nas relações entre os nutrientes sejam desconsiderados como indício de desequilíbrio nutricional.

A fim de possibilitar critérios mais objetivos para a interpretação dos índices DRIS, Hallmark et al. (1987) desenvolveram o método do DRIS modificado. O intuito é separar os nutrientes limitantes dos não-limitantes, pela introdução do índice DRIS de matéria seca na interpretação dos resultados. Utilizando o mesmo conceito, Wadt (1996) estabeleceu o método do Potencial de Resposta à adubação (PRA), adicionando o índice de balanço nutricional médio para diferenciar os nutrientes limitantes dos não-limitantes

2.3. Informações georrefenciadas na agricultura

Sabe-se que a atividade agrícola historicamente tem ancorado a economia brasileira e que o agronegócio tem papel determinante na geração de divisas, empregos e no desenvolvimento do país. No que se refere à soja, Segundo Machado et al. (2004), a partir de 2010, a produção brasileira,

estimada em 76 milhões de toneladas, pode superar a norte-americana, atualmente o maior produtor mundial.

Para alcançar tal nível de eficiência na cadeia produtiva, torna-se imprescindível, contudo, a incorporação de modernas tecnologias de produção, no sentido de aumentar a produtividade das lavouras, bem como reduzir os custos e melhorar a competitividade da agricultura brasileira no mercado internacional, apoiada na racionalidade no uso dos insumos. Para tanto, o acompanhamento mais detalhado da lavoura tem papel de destaque, visto que o desenvolvimento e o rendimento das culturas resultam da interação de vários fatores que atuam durante todo o seu ciclo e que variam no espaço e no tempo. Segundo Tisdale et al. (1993), pesquisas identificaram 52 fatores que afetam o crescimento e a produção das culturas, dos quais 45 são controláveis pelo homem. A interação de todos esses fatores reflete-se na produção.

Para que se consiga melhor aproveitamento dos recursos e máxima eficiência no sistema de produção é necessário o acompanhamento e o gerenciamento de um volume muito grande de informações acerca dos diferentes fatores de produção, considerados determinantes do rendimento de grãos e da variabilidade deste nas áreas agrícolas.

Nesse contexto, o geoprocessamento apresenta-se como um conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de dados georreferenciados (associados a coordenadas geográficas), fornecendo ferramentas para a análise espacial de atributos de grande importância no gerenciamento dos fatores determinantes da produtividade em sistemas agrícolas. Destacam-se o Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS). Esse aparato tecnológico permite analisar

grande quantidade de dados espaciais, podendo estes serem estáticos ou dinâmicos e atuarem de maneira isolada ou em conjunto (Rocha & Lamparelli, 1998).

Algumas técnicas associadas ao conceito de agricultura de precisão, baseadas em amostragens georreferenciadas de solo e folha, e no monitoramento espacializado da produtividade, visam identificar a variabilidade espacial e temporal das propriedades do solo, do desenvolvimento das plantas e da produção nas áreas de cultivo. Essas técnicas fornecem subsídios para o manejo localizado (ou manejo sítio-específico) da variabilidade de fatores de solo condicionantes da produtividade. A identificação desses fatores condicionantes, considerando a variabilidade constatada nas lavouras, possibilita refinar o manejo nutricional. Portanto, o emprego de técnicas de amostragem e de geoprocessamento constituem um meio para a localização, o entendimento e a minimização da variabilidade, com o propósito de subsidiar estratégias de manejo otimizadas para cada subárea dentro de um talhão de cultivo.

2.3.1. Colheita monitorada e mapeamento da produção

Atualmente, é possível realizar o monitoramento espacializado das colheitas para identificar a variabilidade da produção, mediante o uso de sensores de produtividade (sensores de fluxo de grãos), normalmente instalados no elevador de grãos limpos da colhedora e acoplados a receptores DGPS. Assim, tem-se o registro da localização da colhedora em latitude e

longitude com a sua respectiva produtividade, em intervalos de tempo definidos. Os dados pontuais obtidos são armazenados em dispositivos de memória, com informações como: quantidade de grãos colhidos em cada ponto (produtividade); área que o ponto representa; posição do ponto; teor de umidade do grão; largura da plataforma de colheita; e outras variáveis relevantes.

Por meio de Sistemas de Informação Geográfica, esses dados são processados, permitindo a obtenção de mapas de produtividade. Os dados brutos da produtividade coletados e armazenados devem ser cuidadosamente analisados e filtrados antes da elaboração do mapa.

Os mapas são elaborados a partir de dados coletados automaticamente, o que acarreta um considerável número de erros sistemáticos, dos quais apenas alguns podem ser eliminados por rotinas e programas computacionais de tratamento de dados. Entre os erros constatados, podem ser citados os relacionados às características físicas da colhedora, do sistema de medição e posicionamento, a variações dentro da área e ao operador (Gimenez & Molin, 2004).

Tais mapas representam o efeito combinado de diversas fontes de variabilidade no espaço e tempo e evidenciam as regiões de alta e baixa produtividade. São considerados por muitos autores como ponto de partida para a identificação dos fatores condicionantes da produtividade e para a definição de zonas de manejo sítio-específico.

2.3.2. Amostragens georrefenciadas de solo e de folhas

A caracterização da fertilidade do solo e a avaliação do estado nutricional das plantas por meio de análises de solo e foliar são fundamentais para a correção de desequilíbrios nutricionais e para o dimensionamento adequado da adubação. O intuito, com isso, é garantir a disponibilidade dos nutrientes durante o ciclo das culturas e a minimização do desperdício e do risco de contaminação ambiental.

A partir do surgimento de receptores GPS tornou-se possível proceder amostragens georreferenciadas de solo e de folhas para caracterização das áreas de cultivo com maior grau de detalhamento. Obtêm-se, assim, informações suficientes para identificar a variabilidade espacial de cada componente da fertilidade do solo e para avaliar o estado nutricional das plantas.

Para tanto, é comum proceder a amostragem em grade regular, dividindo-se o talhão em subáreas (quadrículas) de tamanho variável, de acordo com a extensão da área de cultivo. Informações como variações nas produções das culturas, cor e textura do solo e unidades de mapeamento podem ser úteis na definição da estratégia de amostragem a ser utilizada (Marques Júnior & Corá, 1998). Além disso, a dependência espacial dos atributos do solo pode ser um critério para determinar a densidade de amostras em levantamentos futuros.

Estratégias de amostragem mais eficientes podem ser estabelecidas baseadas no uso de conceitos de geoestatística (Machado et al., 2004), a fim de avaliar a dependência espacial dos atributos de solo e de planta. Esta ferramenta disponibiliza métodos de interpolação e simulação espacial

baseados em modelos de continuidade espacial, com destaque para a análise do alcance de semivariogramas, que indica a distância até onde o parâmetro em estudo apresenta continuidade espacial, e pode contribuir para o estabelecimento da malha de amostragem. De acordo com Mulla & McBratney (2000), a extensão da célula de amostragem para atributos do solo é definida como sendo de 0,25 a 0,5 do valor do alcance do atributo sob análise.

O tamanho da grade de amostragem é um aspecto ainda de difícil definição. De acordo com Molin (2001), experiências dos agricultores americanos indicam a utilização de 1 a 2,5 amostras por hectare para detectar a variabilidade espacial existente nos talhões. Ainda, segundo o autor, no Brasil, em áreas de projetos de avaliação dessa tecnologia, tem-se utilizado tamanhos de células variando de 1x1m a 100x100m. Na região do Cerrado, Resende et al. (2006) encontraram dependência espacial para a maioria dos atributos de fertilidade do solo em grades amostrais com quadrículas de até 2,25 hectares.

Para a diagnose foliar, ainda são poucos os resultados sobre a variabilidade e dependência espacial dos nutrientes. Trabalhos nesse sentido foram realizados por Mulla & McBratney (2000) e Bernardi et al. (2004) para a cultura da soja, sugerindo valores médios para a célula de amostragem de folhas de 34 x 22m e 20 x 20m, respectivamente.

2.3.3. Mapeamento

Dados georreferenciados de colheita e de análises de solo e foliares, dentre outros, permitem a geração de mapas que representam a variabilidade espacial da produção, da disponibilidade de nutrientes e de outros fatores que influenciam a produtividade de uma lavoura. A pesquisa em agricultura de precisão vem buscando, a partir das informações contidas nesses mapas, diagnosticar os fatores condicionantes da produtividade e definir estratégias de manejo diferenciado de áreas agrícolas, considerando a variabilidade existente no campo, de forma a aumentar a eficiência da agricultura com o uso otimizado de insumos.

Para comparar as diferentes informações obtidas sobre uma mesma área, todos os dados devem ser interpolados em uma grade uniforme. A interpolação é um processo de predição de uma variável em posições não amostradas, usando a informação de uma amostra (Valencia et al., 2004). Entre os métodos mais utilizados para a interpolação de dados, destacam-se os algoritmos de interpolação denominados inverso da distância a uma determinada potência e krigagem (Mohamed et al., 1996; Molin, 2001; Gimenez & Molin, 2004). Por meio do método do inverso da distância estimam-se os valores desconhecidos fazendo a média de um número de pontos previamente selecionados ao redor do ponto desejado, a partir um número fixo de pontos ou um raio de atuação para o cálculo, em que peso maior é atribuído a valores mais próximos do ponto desejado (Molin, 2001). A krigagem é um método de interpolação ponderado pela dependência espacial existente entre amostras em função da distância, utilizando a continuidade espacial do atributo analisado (Valencia et

al., 2004) Este método baseia-se na hipótese de que a autocorrelação espacial diminui em função do aumento da distância entre as amostras (Isaaks & Srivastava, 1989).

2.2.4. Manejo diferenciado das lavouras

O cruzamento de dados de produtividade e de atributos de solo e folha pode auxiliar no diagnóstico e na tomada de decisão para definição de manejo mais apropriado em diferentes partes de uma lavoura. A partir dessa análise é possível fazer uso de técnicas de manejo localizado e aplicação de insumos a taxas variáveis, de acordo com a variabilidade dos fatores de produção, no caso, a disponibilidade de nutrientes.

Entender a variabilidade espacial da produtividade das culturas, das propriedades do solo, das plantas e de qualquer outro fator que possa estar correlacionado com a produtividade é uma das etapas mais importantes para se estabelecer um processo de gerenciamento localizado de insumos (Oliveira et al., 2002). Além de observações das mudanças no comportamento químico e físico do solo, outras informações como estado nutricional da cultura, índices de infestação de insetos, doenças e plantas daninhas são úteis para explicar as variações na produção das culturas. Vários anos de observação e coleta de dados podem ser necessários para compreender as interações da variabilidade espacial e temporal das propriedades do solo e produção das culturas (Marques Júnior & Corá, 1998) e para desenvolver estratégias de manejo mais efetivas.

Nos últimos anos, têm-se difundido técnicas de amostragens georreferenciadas de solo e folha, a fim de subsidiar a aplicação de fertilizantes a taxas variáveis e aperfeiçoar o manejo da adubação. Nessa proposta, a utilização da análise foliar e do DRIS, em conjunto com o monitoramento da produção, pode fornecer subsídios para a identificação dos fatores condicionantes da produtividade e para a correção de desequilíbrios nutricionais. São fatores fundamentais para a obtenção de elevadas produtividades, em que o equilíbrio nutricional passa a ser determinante do desempenho das culturas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do trabalho

A área de estudo localiza-se na fazenda Alto Alegre, município de Planaltina de Goiás – GO, latitude 15° 22' 07" S e longitude 47° 36' 19" W , Datum SAD-69 (Figura 1). O presente trabalho é parte integrante das atividades de pesquisa da Embrapa Cerrados no projeto “*Rede de conhecimento em agricultura de precisão para as condições do Cerrado e dos Campos Gerais*” (Projeto Embrapa MP1-01.02.5.01.02.05).

Para o monitoramento nutricional de um cultivo de soja (safra 2005/2006) foi selecionado um talhão de produção comercial de 107 hectares, utilizado para o cultivo de grãos (sucessão milho/soja) em sequeiro no sistema de plantio direto. O solo apresenta textura argilosa, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. A altitude média da área de estudo é de 1040m e o clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1460 mm.

3.2. Manejo da lavoura

A soja, cultivar 7002, plantada em novembro de 2005, recebeu adubação com 312 kg ha⁻¹ de formulado NPK 02-22-18 no plantio. Foram aplicadas duas doses de inoculantes com rizóbio (uma líquida e outra em turfa) para cada 50 kg de sementes.

Os principais tratos culturais consistiram na dessecação para o plantio com glifosato e controle de plantas daninhas em pós-emergência com a mistura de Classic (50 g ha^{-1}) + Cobra ($0,4 \text{ L ha}^{-1}$) no 3º trifólio para folhas largas e Select ($0,35 \text{ L ha}^{-1}$) para folhas estreitas na fase do 5º trifólio. Para o controle da lagarta da soja foi realizada uma aplicação de inseticida fisiológico e duas aplicações de PrioriXtra na dose de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ + óleo mineral específico na fase R2 e R5, para o controle de doenças de final de ciclo e ferrugem da soja.



Figura 1. Fotografia aérea da área de estudo na fazenda Alto Alegre, Planaltina – GO.

3.3. Amostras de solo e de folhas

A área de monitoramento foi dividida em uma grade de 100 x 100m (Figura 2), totalizando 107 pontos amostrais georreferenciados (quadrículas).

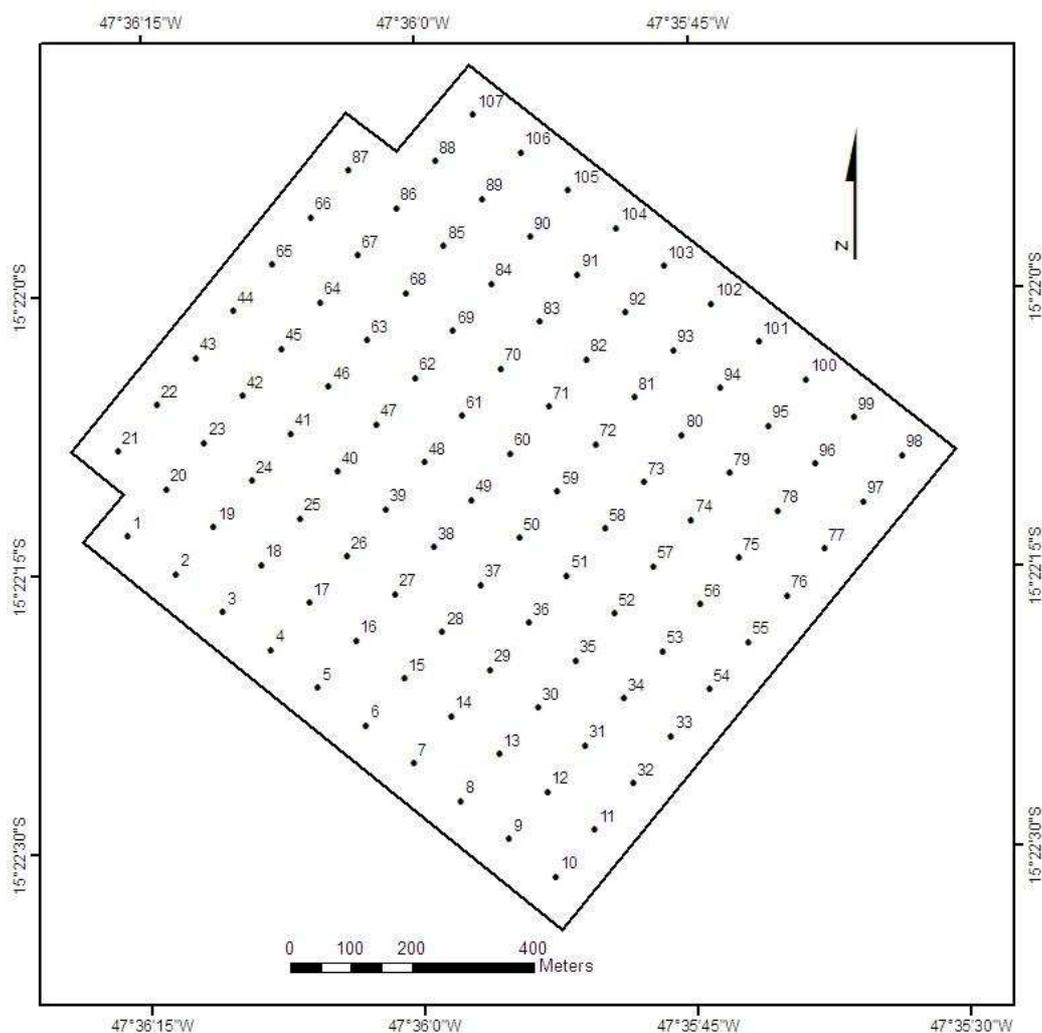


Figura 2. Disposição dos pontos amostrais georreferenciados na área de estudo (quadrícula 100 x 100m), Planaltina de Goiás – GO.

Antes da semeadura da soja, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm, compostas de 11 subamostras coletadas em um caminhamento diagonal dentro de cada quadrícula. Foram realizadas análises

químicas para avaliar a fertilidade do solo conforme metodologias descritas pela Embrapa (1999). Os dados médios e a amplitude de valores obtidos no talhão são apresentados na Tabela 1.

À época do florescimento da soja, para cada quadrícula, foi coletada para análise foliar uma amostra composta de 33 folhas, sendo 11 subamostras de três folhas (3ª ou 4ª folha madura a partir do ápice, com pecíolo) obtidas num caminhamento em diagonal dentro das quadrículas. As folhas foram secas, moídas e analisadas para determinação dos teores de macro e micronutrientes, conforme metodologias descritas pela Embrapa (1999).

Tabela 1. Valores médios e amplitude de atributos do solo antes do plantio da soja.

Valor	pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	m	V	Mat. Org.
		..mg dm ⁻³cmol c.dm ⁻³%.....		decag dm ⁻³
Mínimo	5,48	2,07	120	0,06	0,48	0,00	0,74	4,45	0,00	27,02	1,48
Máximo	6,50	16,25	430	3,17	1,94	0,18	5,08	8,37	6,82	83,37	2,68
Média	5,87	5,92	220	1,91	0,91	0,02	3,49	6,87	0,80	49,40	2,03
CV(%)	8,8	124	72	82	82,4	493	63	28,8	466	57,4	29,6

3.4. Colheita

Na colheita dos grãos foi utilizada uma colheitadora equipada com GPS e sensores de produtividade e umidade (marca Ag Leader), ajustando-se a umidade a 130 g kg⁻¹. Os dados brutos foram filtrados conforme Menegatti & Molin (2004), para a obtenção de dados de produtividade relativos a cada

ponto amostral, aplicados na determinação da população de referência e na geração de mapas de produtividade da soja.

3.5. Seleção da população de referência para aplicação do DRIS

O conjunto de resultados de análise das 107 amostras de folhas da soja no talhão foi empregado para a formação de um banco de dados regionalizado e fornecer as normas (valores de referência) locais para a diagnose foliar pelo método do DRIS.

O banco de dados foi dividido considerando a produtividade de 3.300 kg ha⁻¹ como limite entre a subpopulação de alta produtividade ($\geq 3.300 \text{ kg ha}^{-1}$), que constituiu a população de referência do DRIS, e a subpopulação de baixa produtividade ($< 3.300 \text{ kg ha}^{-1}$).

3.6. Diagnose foliar segundo os diferentes critérios de interpretação

Utilizando valores fornecidos por Oliveira (2004), as análises foliares da soja (Anexo 1) foram interpretadas segundo o critério da faixa de suficiência (Tabela 2) para cada nutriente em todas as amostras do talhão.

Considerando ainda os resultados das análises foliares, foram calculadas as relações entre os nutrientes e, posteriormente, com base nos valores de referência estabelecidos, calcularam-se os índices DRIS para cada nutriente

em todos os pontos georreferenciados (Anexo 2), aplicando metodologias propostas por Malavolta et al. (1997). Os valores correspondentes aos índices DRIS calculados foram ajustados, por meio de programas computacionais, simulando uma situação de melhor equilíbrio nutricional, conforme exemplo ilustrado na Figura 3.

Tabela 2. Faixas de suficiência de nutrientes para interpretação de análise foliar na cultura da soja no Cerrado.

Nutriente	Classes de interpretação		
	Baixo	Adequado	Alto
 g kg ⁻¹		
N	≤ 45	45 – 55	≥ 55
P	≤ 2,5	2,5 – 5,0	≥ 5,0
K	≤ 17	17 – 25	≥ 25
Ca	≤ 4,0	4,0 – 20	≥ 20
Mg	≤ 3,0	3,0 – 10	≥ 10
S	≤ 2,1	2,1 – 4,0	≥ 4,0
 mg kg ⁻¹		
B	≤ 4	4 – 20	≥ 20
Cu	≤ 5	5 – 25	≥ 25
Fe	≤ 100	100 – 300	≥ 300
Mn	≤ 25	25 – 150	≥ 150
Zn	≤ 20	20 - 70	≥ 70

Com o propósito de melhorar o diagnóstico nutricional foram ajustadas faixas de suficiência específicas para a área de estudo, estabelecidas a partir de modelos de regressão entre as concentrações dos nutrientes nas folhas e os índices DRIS, segundo processo desenvolvido por Oliveira (1993) e Oliveira & Sousa (1993), envolvendo os dados das 107 amostras de folhas da soja.

De acordo com a metodologia proposta por Oliveira (1999), a partir da simulação de uma situação ideal de equilíbrio entre os nutrientes, considerando as relações e as interações possíveis entre os nutrientes para cada amostra,

foram determinadas as áreas do talhão que se encontravam efetivamente em desequilíbrio nutricional, considerando a diferença entre a concentração simulada determinada e a concentração foliar analisada, objetivando corrigir o desequilíbrio nutricional, avaliado pelo Índice de Balanço Nutricional (IBN) em até 80% (Figura 3).

3.7. Elaboração dos mapas e análise dos dados

Considerando-se as coordenadas geográficas dos pontos amostrais e os respectivos resultados analíticos foliares e os índices DRIS calculados, foram gerados mapas representando a variabilidade espacial da produtividade da soja, dos teores de nutrientes nas folhas, dos índices DRIS e das áreas a serem corrigidas no manejo da adubação para a próxima safra. Para tanto, utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica ArcMap 9.1[®] e o método de interpolação pelo inverso da distância (Molin, 2001).

Os índices DRIS e concentrações foliares de nutrientes foram correlacionadas entre si e com a produtividade, pelo uso do aplicativo SAS (SAS Institute, 2000).

Interpretação da Análise Foliar

Nutriente	Ind. Folha	Ind. simulado	Folha	Folha simulada	Dif. (%)
N	-262	-17	30.59	42.53	39
P	-137	-10	2.88	3.46	20
K	254	58	27.4	27.4	0
Ca	182	3	10.82	10.82	0
Mg	19	-25	3.3	3.58	8
S	-168	-21	1.87	2.51	34
B	-1	-22	46.2	54.4	18
Cu	80	-15	16.3	17.23	6
Fe	-2	-33	69.1	86.18	25
Mn	-109	-31	24.7	33.51	36
Zn	39	-15	45.6	50.43	11
IBN	1253	250	Correção(%)= 80		

Obs.: N, P, K, Ca, Mg e S em g/kg. B, Cu Fe, Mn e Zn em mg/kg

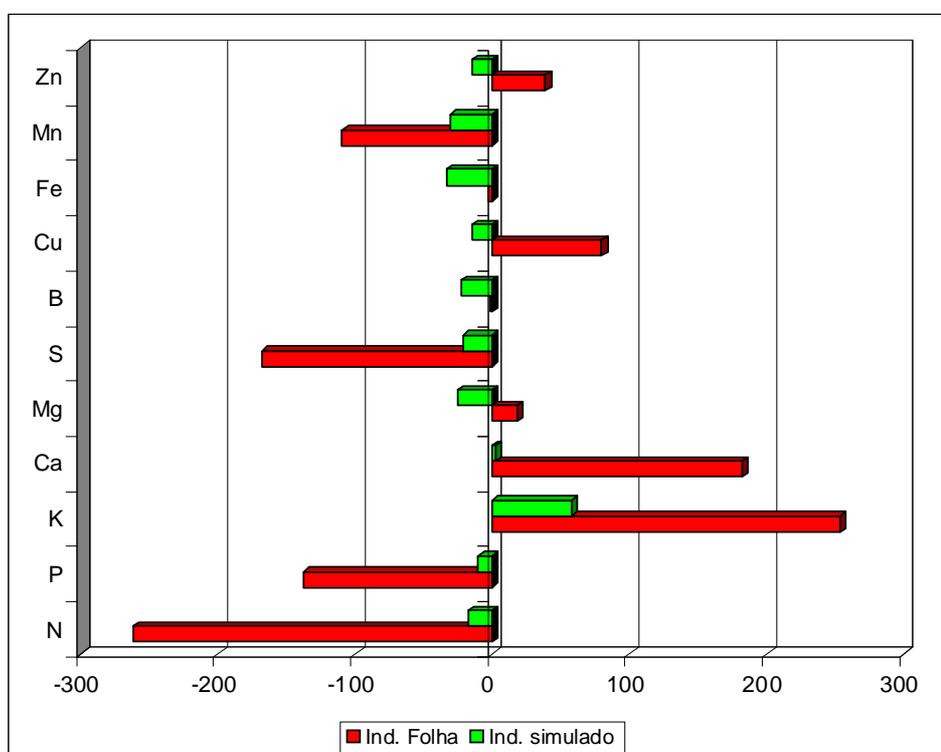


Figura 3. Planilha gerada por programa computacional para calcular os índices DRIS simulados e os teores foliares simulados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produtividade da soja

Na Figura 4 observa-se que a produtividade da soja variou de 2.870 a 3.540 kg ha⁻¹, com média de 3.280 kg ha⁻¹ e mediana de 3.290 kg ha⁻¹.

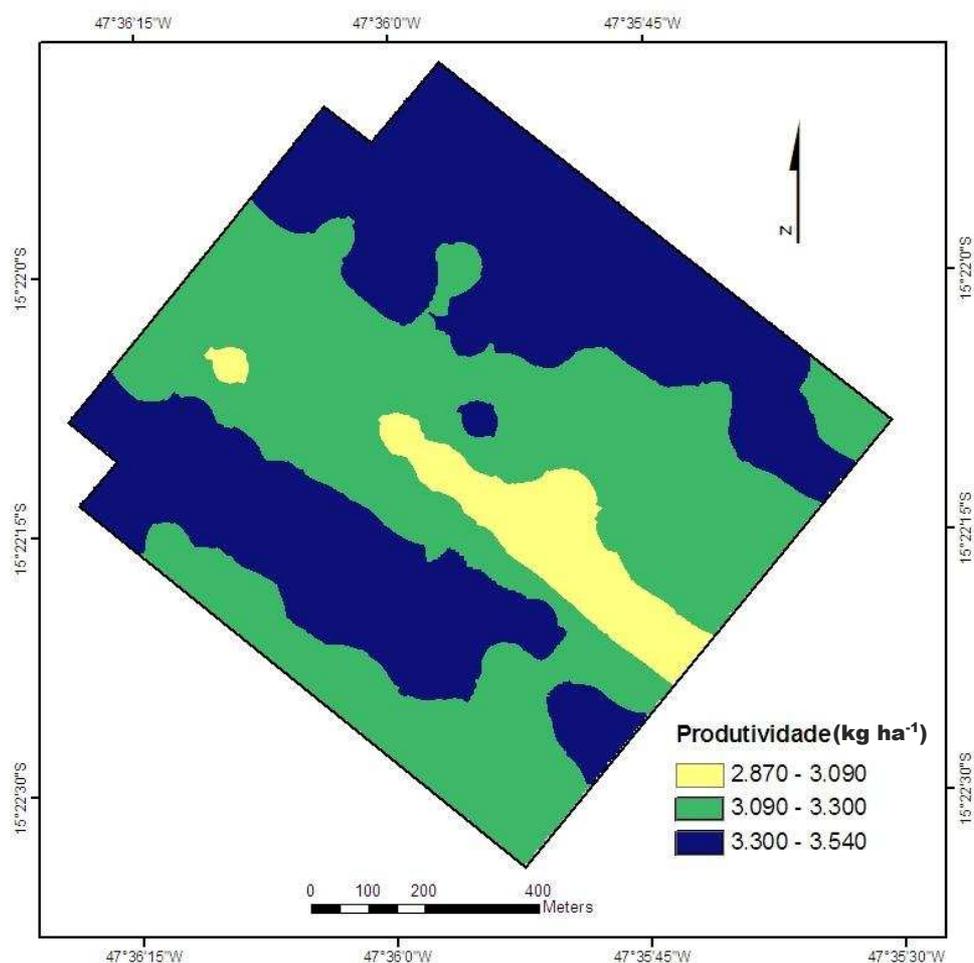


Figura 4. Mapa de produtividade da soja na área de estudo. Planaltina de Goiás - GO.

A produtividade média obtida na área está acima da média do Cerrado, que é de aproximadamente 3.000 kg ha⁻¹ (Embrapa, 2003), sendo a

produtividade máxima (3.540 kg ha^{-1}) considerada bastante satisfatória, sobretudo para as condições edafoclimáticas da região do Distrito Federal e entorno, as quais são mais limitantes em comparação a outras regiões, como o Cerrado do Sudoeste de Goiás e dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Tomando como base a menor produtividade obtida na área de estudo, verifica-se uma variação de até 23% conforme o local dentro do talhão (Figura 4). Portanto, por meio do monitoramento espacializado da colheita, foi possível identificar subáreas de alta e de baixa produtividade. A existência de tais subáreas comprova a necessidade de um diagnóstico nutricional espacializado, visando detectar se problemas relacionados ao suprimento de nutrientes estariam condicionados às diferenças de produtividade. Constatada essa situação, ajustes no manejo podem resultar em ganhos de produtividade nos locais de menor rendimento, contribuindo para elevar a média do talhão. A busca do manejo sítio-específico na adubação das lavouras representa um avanço das técnicas agrônômicas e pode permitir a otimização da produtividade e do uso de fertilizantes, bem como a redução de riscos ao ambiente.

4.2. Diagnose foliar pelo critério da faixa de suficiência

De acordo com a interpretação dos resultados de análise foliar da soja (Anexo 1) segundo o critério da faixa de suficiência (Tabela 2), verificou-se que, para a maioria das amostras, os teores dos nutrientes por ocasião do

florescimento encontravam-se em níveis considerados adequados. Exceção ao nitrogênio (N), que estava em concentrações baixas para a cultura na totalidade das amostras, e ao enxofre (S) que se mostrou insuficiente em 23% das amostras (Figura 5).

Todos os micronutrientes apresentaram concentrações foliares adequadas. O boro (B) e o zinco (Zn) encontravam-se em níveis considerados altos para a cultura da soja em 25% e 23% das amostras, respectivamente (Figura 6).

A amplitude de valores, bem como a média e os coeficientes de variação para os teores foliares de nutrientes ao longo do talhão encontram-se representadas na Tabela 3. Os maiores coeficientes de variação foram observados para os micronutrientes, principalmente manganês (Mn) e ferro (Fe), resultados similares aos verificados por Maeda (2002) e Hoogerheide (2005), que obtiveram coeficientes de variação elevados para Fe, Mn e Zn. Entretanto, os coeficientes de variação ora obtidos foram relativamente baixos, se comparados aos dos trabalhos citados, indicando um conjunto de dados homogêneo. Tal fato justifica-se pelos dados aqui utilizados terem sido coletados numa mesma área e em uma única safra.

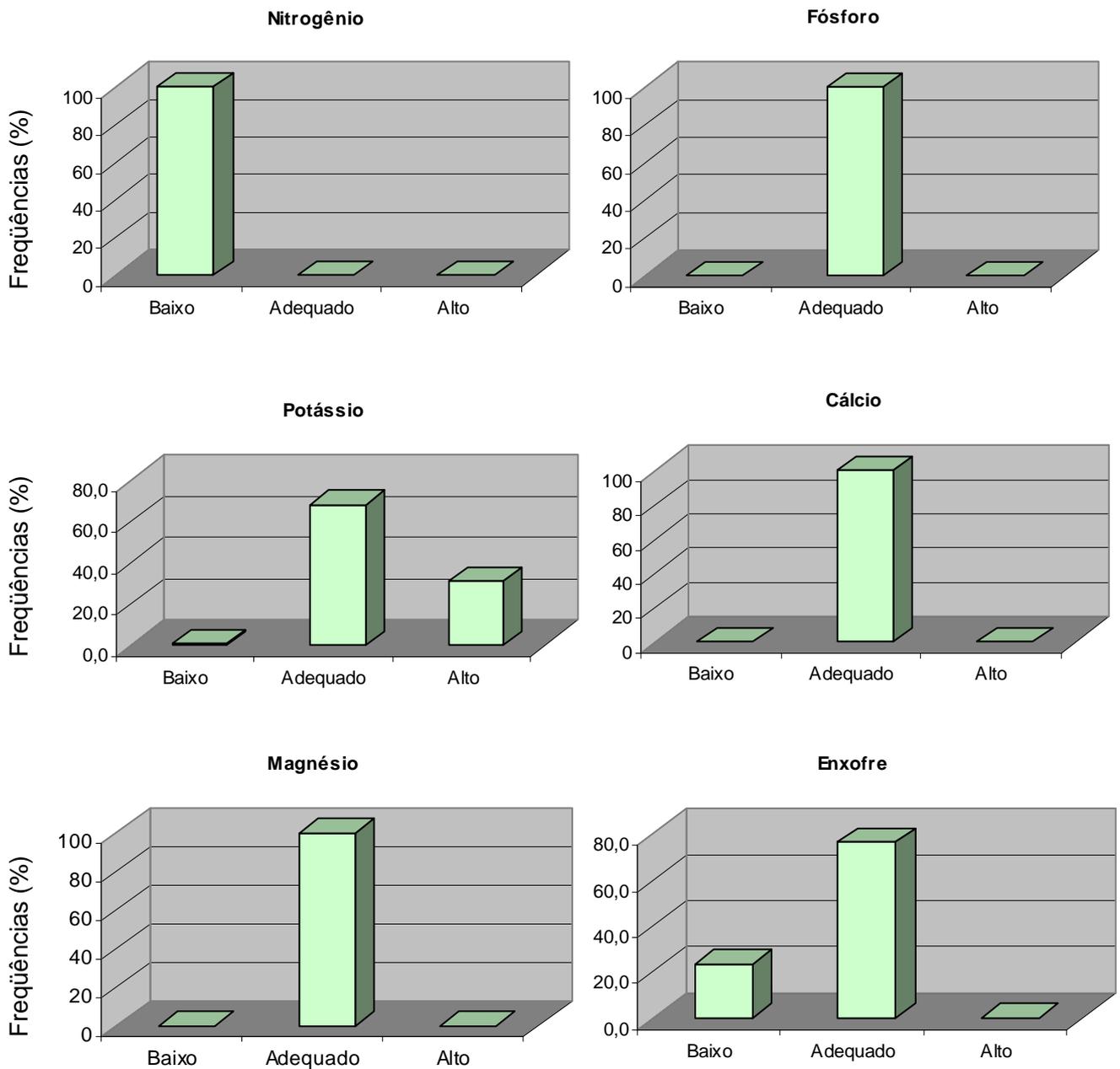


Figura 5. Distribuição percentual das amostras, conforme as classes de interpretação dos resultados das análises foliares de macronutrientes.

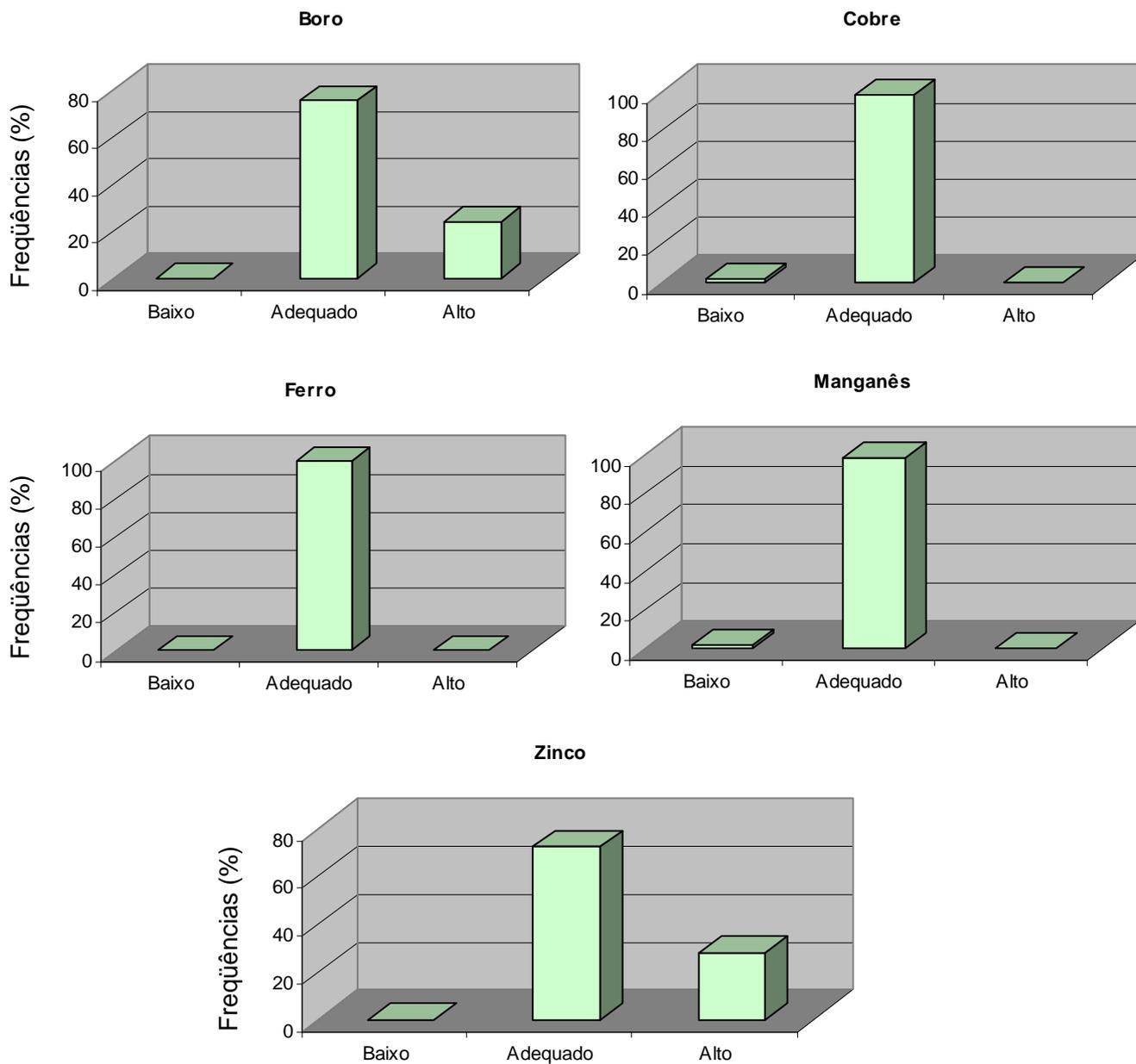


Figura 6. Distribuição percentual das amostras, conforme as classes de interpretação dos resultados das análises foliares de micronutrientes.

Comprovadamente, os nutrientes mais requeridos para a soja são: nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo) e cobalto (Co), sendo o N e o K os mais extraídos. O nitrogênio é obtido, em pequena parte, do solo (25-35%) e, na maior parte, pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico (65-85%), mediante associação simbiótica com bactérias comumente chamadas de rizóbio (Borkert et al., 1994).

Tabela 3. Valores mínimos, máximos, média, mediana e coeficientes de variação (CV) para os teores foliares de nutrientes na cultura da soja.

Nutriente	Valor				
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV(%)
	g kg ⁻¹				
N	35,7	35,6	28,6	41,2	6,6
P	3,0	3,0	2,5	3,6	7,6
K	23,1	22,5	16,6	33,3	14,1
Ca	9,8	9,7	7,4	12,4	10,6
Mg	3,5	3,5	3,1	3,9	4,5
S	2,2	2,2	1,7	2,7	8,3
	mg kg ⁻¹				
B	36	29	41	7	14
Cu	16	15	10	21	16
Fe	86	83	62	177	20
Mn	33	32	20	65	23
Zn	45	45	34	60	15

As baixas concentrações de N constatadas na análise foliar por ocasião do florescimento da soja podem estar relacionadas a condições edafoclimáticas durante o ciclo da cultura, características genéticas (referentes à variedade cultivada), ou de manejo (referente ao processo de inoculação), fatores que afetam a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN). A efetividade da inoculação

depende da eficiência da estirpe de rizóbio, do número de células do inoculante, das técnicas de inoculação e da adequação dos fatores ambientais. Falhas nos procedimentos de inoculação podem ocasionar limitações à simbiose, acarretando deficiência de N para a planta. Plantas dependentes de FBN são mais sensíveis aos estresses do solo que as adubadas com nitrogênio mineral (Siqueira & Franco, 1988).

Small & Ohlrogge (1973), citados por Leandro (1998), afirmam que análises foliares têm pouca eficiência na diagnose de problemas nutricionais envolvendo o nitrogênio. Contudo, aparentemente, existe possibilidade de os valores de N foliar propostos como adequados na literatura (Oliveira, 2004) não se aplicarem a todas as regiões de plantio ou condições de manejo da soja no Cerrado. São relatados teores abaixo de 40 g kg^{-1} em áreas com produtividades elevadas (Wadt, 1999; Urano et al., 2006). Essas incertezas sugerem a necessidade de readequação dos valores das faixas de suficiência a padrões mais regionalizados. Nesse sentido, aprimorando a referência para interpretação da análise foliar, a Embrapa (2006) indica a faixa de 34,7 a 45,2 g kg^{-1} de N como suficiente para a soja cultivada nos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

A deficiência de S constatada em parte da área (Figura 7) pode ser decorrente de fatores inerentes à adubação, onde a tendência de utilização de formulados NPK de elevada concentração (sem apresentar S em sua composição) ocasionam a redução da disponibilidade do nutriente no solo ao longo do tempo. Segundo Malavolta & Kliemann (1985), aproximadamente 70% dos solos do Cerrado apresentam problemas de deficiência natural de S. Portanto, o nutriente, necessariamente, deve ser contemplado nos programas

de adubação em sistemas de produção de grãos no Cerrado, o que nem sempre é observado pelos agricultores e técnicos.

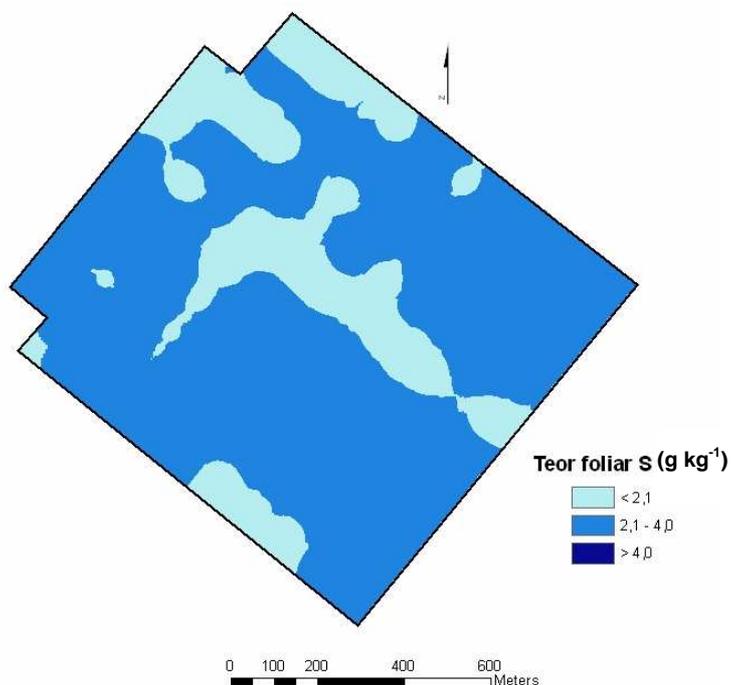


Figura 7. Distribuição espacial dos teores foliares de enxofre em soja na área de estudo.

Conforme já visto, com base na interpretação das análises foliares pelo método da faixa de suficiência, os nutrientes mais limitantes foram o N, seguido do S. Todavia, é preciso uma ressalva com respeito à grande amplitude das faixas de interpretação indicadas para a soja (Tabela 2), o que acaba por ser um complicador para o diagnóstico nutricional por esse método. A enorme extensão territorial em que a soja é cultivada atualmente no País reforça a necessidade de confirmação regional/local dos valores de referência, considerando variantes de solo, clima, cultivares e manejo da cultura. Diferenças locais nos níveis críticos de nutrientes no solo e na planta têm sido

detectadas (Borkert et al., 2001; Embrapa, 2001; Hitsuda et al., 2001; Pereira et al., 2002a,b; Sfredo et al., 2002), mas faltam mais pesquisas acerca desse tema (Resende, 2008).

4.3. Diagnose foliar pelo DRIS

Os resultados das análises foliares referentes às subáreas de alta produtividade ($\geq 3.300 \text{ kg ha}^{-1}$) na lavoura foram tomados para compor a população de referência e fornecer as normas (valores de referência) locais para a diagnose foliar pelo método do DRIS. Segundo Letzch & Sumner (1984), com o aumento do número de observações na população de alta produtividade, os valores das normas DRIS tendem a se aproximar de um valor constante, o que evidencia a idéia de que lavouras de alto rendimento apresentam composição nutricional dentro de limites definidos, e que produtividades menores podem ser obtidas com valores inferiores a esses limites.

Com base nos valores de referência estabelecidos, calcularam-se os índices DRIS para todas as amostras do talhão (Anexo 2), conforme proposto por Malavolta et al (1997).

Considerando todo o conjunto amostral da área em estudo, a avaliação do estado nutricional pelo DRIS apontou desordens nutricionais ligadas a prováveis deficiências e excessos para todos os nutrientes, indicando desequilíbrios entre os nutrientes nas folhas. De acordo com os índices DRIS obtidos, o N e o P apresentaram valores negativos para 66% das amostras, enquanto que o K e Mg demonstraram a menor porcentagem de amostras com

índices negativos, aproximadamente 32% e 31%, respectivamente (Tabela 4). As amplitudes dos índices DRIS foram grandes, com destaque para o valor mínimo de N (-419) e o máximo de Fe (678).

Tabela 4. Valores mínimos e máximos dos índices DRIS e porcentagem de amostras com valores negativos para os nutrientes avaliados.

Nutriente	Índices DRIS		Porcentagem de amostras com índices negativos
	Mínimo	Máximo	
N	-419	132	66
P	-319	192	66
K	-197	378	32
Ca	-230	417	37
Mg	-57	174	31
S	-237	183	56
B	-331	310	52
Cu	-283	311	51
Fe	-217	678	38
Mn	-308	497	53
Zn	-258	373	47

Entretanto, considerando que os índices de diagnose baseiam-se na comparação entre valores de referência com os valores das amostras sob análise, pequenos desvios nos valores dessas amostras podem resultar em distorções na interpretação dos resultados, pois valores negativos próximos de zero são tomados como deficientes. No caso, pode-se chegar a uma determinada ordem de limitação dos nutrientes que, na realidade, não expressa a intensidade dessa limitação.

Com base nas informações contidas no Anexo 2, estabeleceu-se a ordem de limitação para os nutrientes em cada amostra, considerando como mais importante ou deficiente o nutriente cujo índice de diagnose apresentou o menor valor, conforme metodologia utilizada por Maeda (2002). Assim, verificou-se que o N apareceu como o nutriente mais deficiente (ou limitante de primeira ordem) em 34% amostras (Figura 8A). A freqüência de ocorrência dos nutrientes na condição de mais limitante seguiu a seqüência: N > Cu >P > B > K = Mn >Zn > Fe >Ca = Mg > S.

Hierarquizando a importância dos nutrientes também para a limitação de segunda ordem (Figura 8B), verificou-se que o P, seguido do Zn e S, são os nutrientes que aparecem mais deficientes em segunda ordem. Esses resultados demonstram que, apesar de tais nutrientes constarem como mais deficientes apenas em pequena parte das amostras (Figura 8A), eles se manifestam como segundo mais limitante em parte considerável das outras amostras.

O diagnóstico nutricional com base nos índices DRIS apontou o N como nutriente mais limitante, concordando com o diagnóstico segundo as faixas de suficiência. Entretanto, a porcentagem de limitação para o N (34%) foi menor que a indicada pelas faixas de suficiência, que apontava 100% das amostras em condição deficiente (Figura 5). Discordâncias, contudo, ocorreram em relação ao S, que apresentou níveis tomados como insuficientes em 23% das amostras, de acordo com a faixa de suficiência, enquanto que, pelo método DRIS, o nutriente mostrou-se como mais limitante em primeira ordem em apenas 1% das amostras e em segunda ordem em 12% das amostras. Micronutrientes, como o Cu e Zn, que foram considerados em concentrações

adequadas na interpretação tradicional, apareceram, respectivamente, como limitantes de primeira e de segunda ordem em 15% das amostras, segundo os índices DRIS.

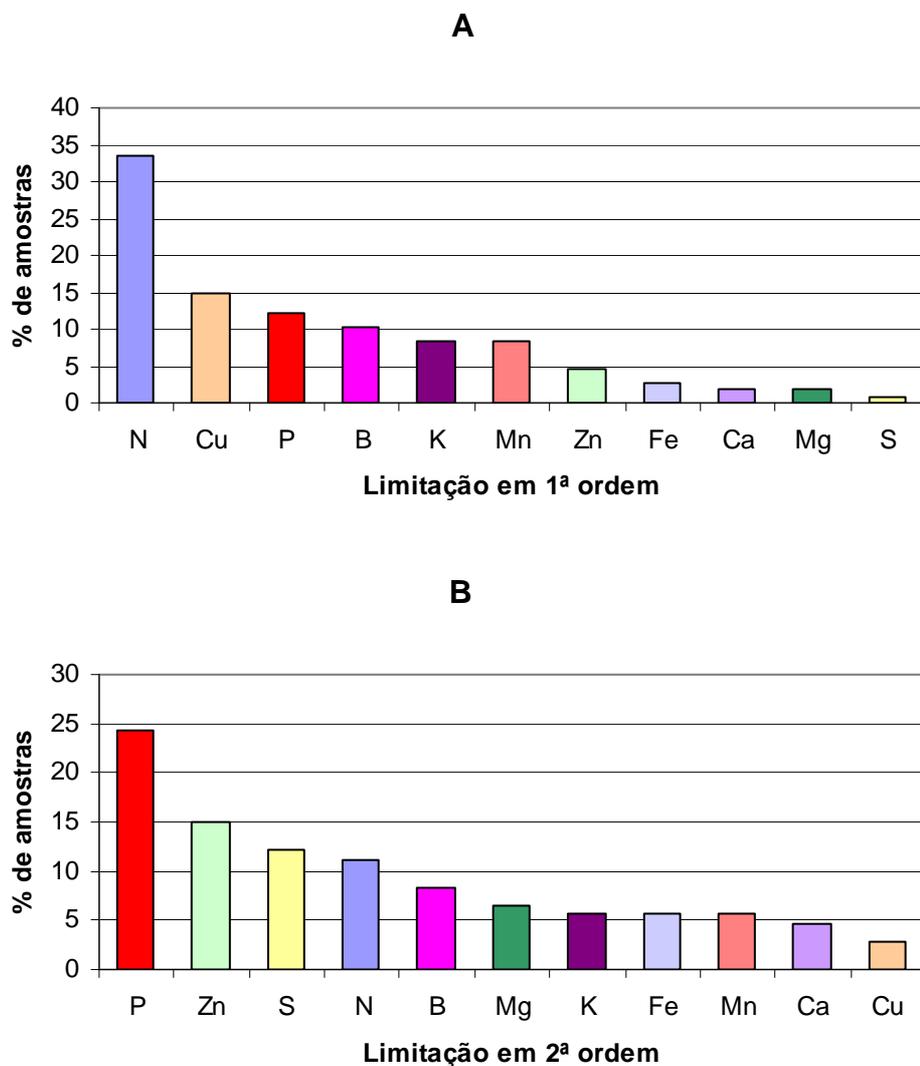


Figura 8. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes em 1ª e 2ª ordem na área de estudo, com base nos índices DRIS para a soja.

De acordo com os dados do Anexo 3, até mesmo nas amostras com produtividades mais elevadas (acima da produtividade de corte de 3.300 kg ha⁻¹

¹), foram obtidos índices negativos para alguns nutrientes. Tal fato evidencia a possibilidade de falsos diagnósticos em plantas onde, em princípio não haveria restrição de ordem nutricional. Resultados semelhantes foram demonstrados por Leandro (1998), onde o método DRIS detectou deficiências nutricionais em glebas de alta produtividade. De acordo com Creste (2008), situações de deficiência nutricional em lavouras de alta produtividade podem estar relacionadas mais ao consumo de luxo de alguns nutrientes do que a uma condição real de deficiência nutricional. Interações dos nutrientes podem resultar em uma interpretação equivocada dos resultados, pois um índice de diagnose negativo próximo de zero pode ser efeito de altas concentrações de outros nutrientes (Wadt, 2008).

Diante dos dados expostos, conclui-se que a interpretação dos resultados das análises foliares e, conseqüentemente, o diagnóstico nutricional da lavoura não constituem ações simples. O que se extrai de informação são algumas tendências, visto que as duas abordagens utilizadas (faixa de suficiência e DRIS) não foram totalmente concordantes.

Tendo em vista que a abordagem DRIS possibilitou buscar um diagnóstico tomando como referência a condição nutricional das subáreas mais produtivas do talhão, nas Figuras 9, 10 e 11 tem-se a representação espacializada dos índices DRIS para cada nutriente na lavoura de soja. Para todos os nutrientes avaliados percebe-se algum grau de deficiência em partes do talhão, variando a intensidade conforme o nutriente em questão. Pelos mapas é possível identificar as zonas onde o desequilíbrio nutricional em relação a cada nutriente é mais crítico, o que pode fornecer subsídios para um acompanhamento

localizado e eventual manejo sítio-específico da adubação nos cultivos subsequentes.

A comparação dos padrões (manchas) de variação dos índices DRIS permitiu identificar certa correspondência entre os índices de N e P (Figura 9), onde as manchas com índices mais elevados para o nitrogênio têm boa correspondência com aquelas que obtiveram maiores índices para o fósforo. Tal correspondência foi verificada, também, entre os micronutrientes (Figuras 10 e 11). Observa-se, por outro lado, uma relação oposta entre os índices de N e P quando comparados aos índices de Ca. A consistência dessas relações foi confirmada pelos coeficientes de correlação linear entre os índices DRIS dos nutrientes (Tabela 5).

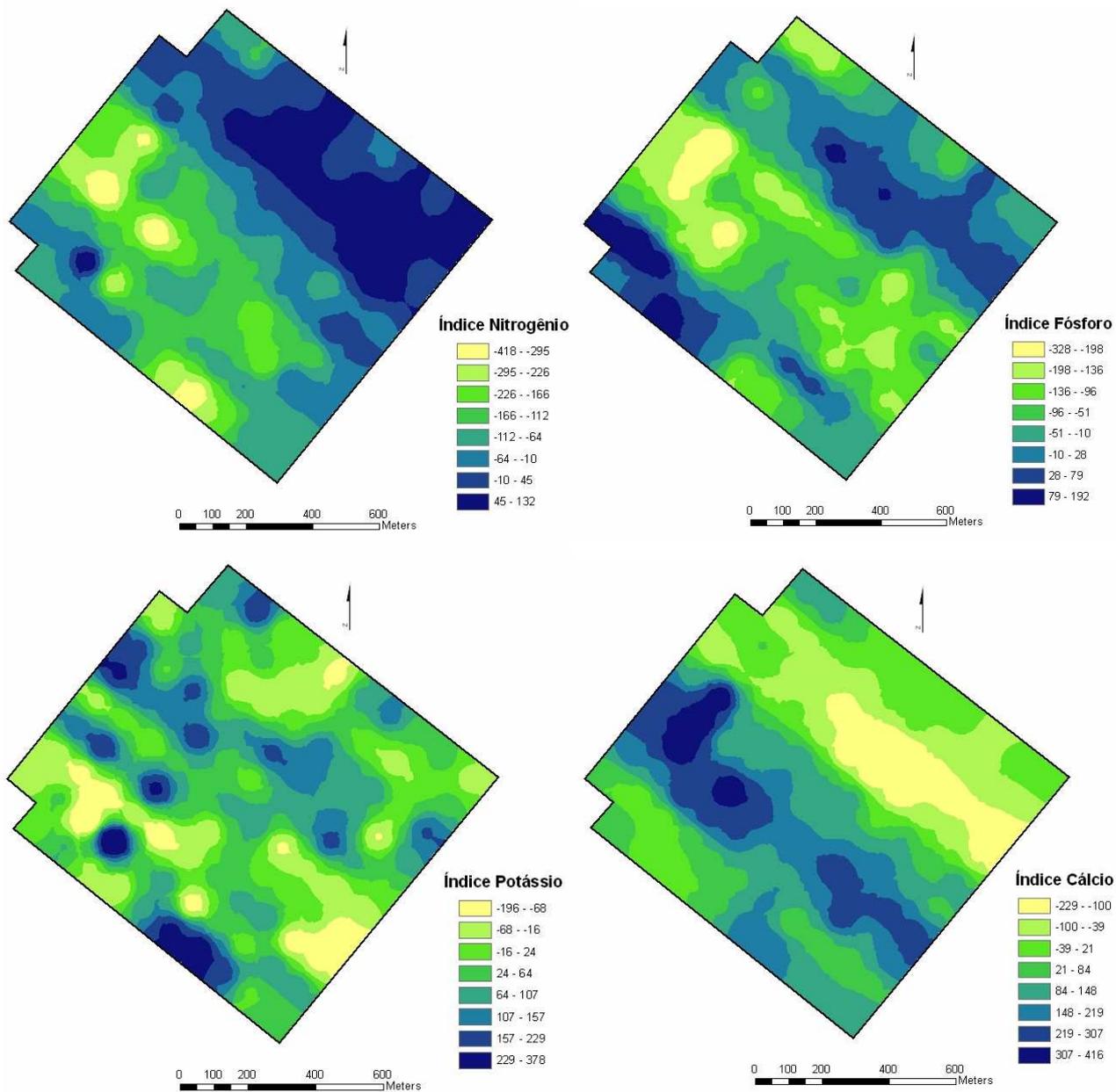


Figura 9. Variação espacial dos índices DRIS para N, P, K e Ca na lavoura de soja.

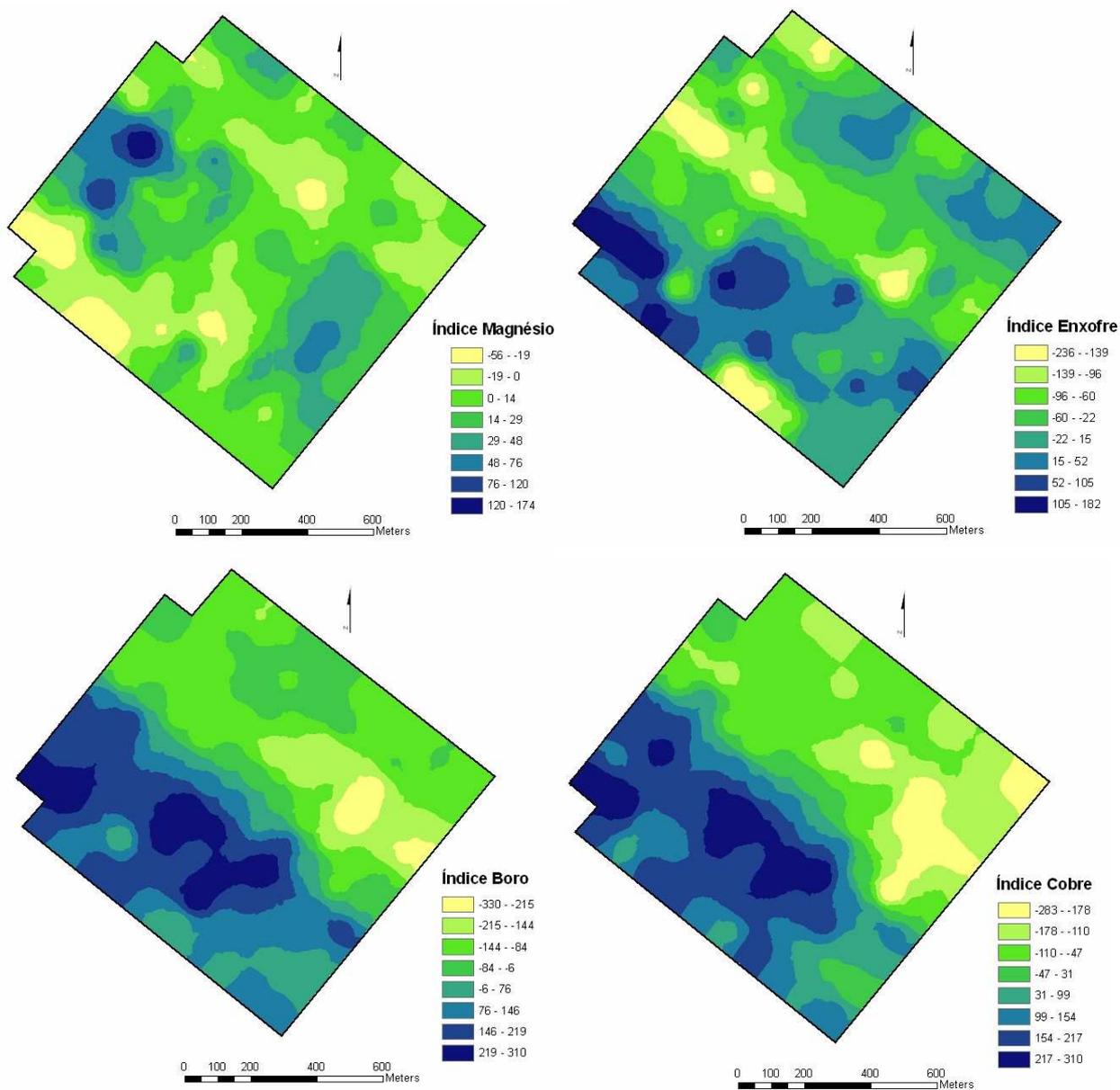


Figura 10. Variação espacial dos índices DRIS para Mg, S, B e Cu na lavoura de soja.

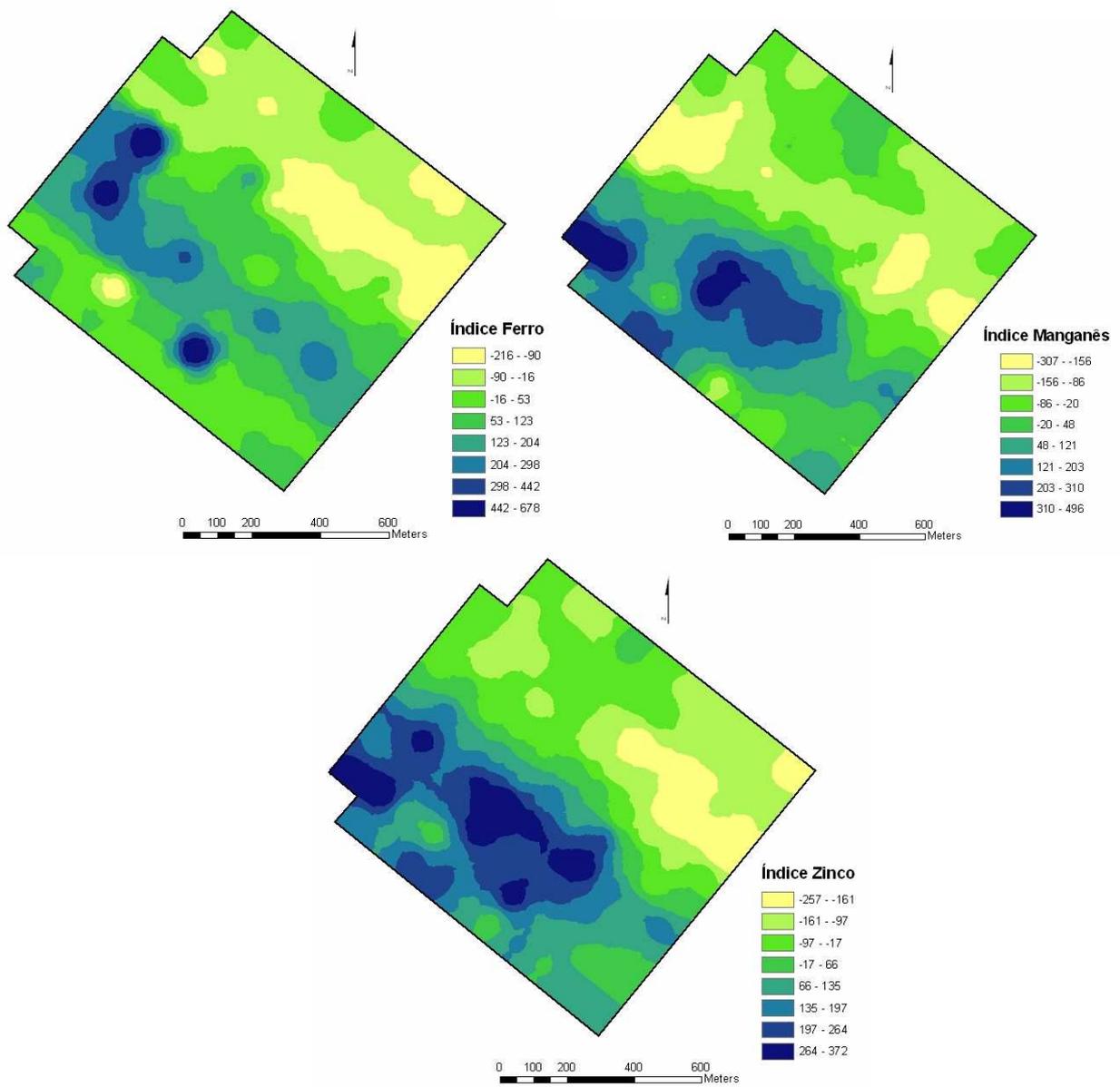


Figura 11. Variação espacial dos índices DRIS para Fe, Mn e Zn na lavoura de soja.

Tabela 5. Coeficientes de correlação linear (r) entre os índices DRIS dos nutrientes avaliados na cultura da soja.

Índices DRIS	Índices DRIS										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	1,00	0,66**	-0,47**	-0,83**	-0,39**	0,27**	-0,59**	-0,70**	-0,65**	-0,30**	-0,66**
P		1,00	-0,22*	-0,80**	-0,74**	0,54**	-0,15	-0,19*	-0,62**	0,12	-0,21*
K			1,00	-0,02	0,10	-0,72**	-0,30**	-0,12	-0,18	-0,35**	-0,19*
Ca				1,00	0,52**	-0,03	0,70**	0,70**	0,83**	0,41**	0,72**
Mg					1,00	-0,49**	-0,10	-0,06	0,61**	-0,40**	-0,07
S						1,00	0,58**	0,41**	0,06	0,74**	0,49**
B							1,00	0,96**	0,64**	0,87**	0,98**
Cu								1,00	0,63**	0,80**	0,97**
Fe									1,00	0,35**	0,67**
Mn										1,00	0,88**
Zn											1,00

** = significativo a 1% de probabilidade

* = significativo a 5% de probabilidade

4.4. Concentração foliar na melhor condição de equilíbrio nutricional

Na tentativa de reforçar o diagnóstico nutricional foram ajustadas faixas de suficiência específicas para a lavoura em estudo, como um procedimento adicional. As faixas foram estabelecidas utilizando-se o processo desenvolvido por Oliveira (1993) e Oliveira & Sousa (1993), a partir de modelos de regressão entre as concentrações dos nutrientes nas folhas e os índices DRIS. A concentração foliar do nutriente em uma condição de equilíbrio é dada pelo valor obtido quando o índice DRIS é igual a zero. As classes de interpretação ajustadas estão apresentadas na Tabela 6 e pode-se verificar que as faixas de suficiência (níveis adequados) locais diferem das disponíveis na literatura (Tabela 2), especialmente para o N, Ca, B e Fe.

Tabela 6. Faixas de suficiência de nutrientes para interpretação de análise foliar da lavoura de soja em estudo, estabelecidas a partir do DRIS.

Nutriente	Classes de interpretação		
	Baixo	Adequado	Alto
 g kg ⁻¹		
N	< 34,29	34,29 – 39,28	> 39,28
P	< 2,92	2,92 – 3,23	> 3,23
K	< 20,47	20,47 – 22,95	> 22,95
Ca	< 8,9	8,9 – 9,89	> 9,89
Mg	< 3,31	3,31 – 3,67	> 3,67
S	< 2,13	2,13 – 2,39	> 2,39
 m kg ⁻¹		
B	< 46,31	46,31 – 51,4	> 51,4
Cu	< 14,67	14,67 – 16,22	> 16,22
Fe	< 76,14	76,14 – 85,96	> 85,96
Mn	< 30,16	30,16 – 35,2	> 35,2
Zn	< 41,97	41,97 – 47,2	> 47,2

Os teores de N tomados como insuficientes de acordo com o método tradicional da faixa de suficiência para o Cerrado (Oliveira, 2004), passaram a enquadrar-se como adequados em parte das amostras, quando considerada a faixa de suficiência calibrada pelos índices DRIS. Para o P, bem como para os micronutrientes (B, Cu e Fe), parte dos valores tidos como adequados na interpretação tradicional passaram a indicar uma situação de deficiência nutricional. Esses resultados enfatizam a conveniência de se determinar níveis de suficiência locais/regionais, a fim de corrigir distorções decorrentes de critérios de interpretação generalistas compilados da literatura e, muitas vezes, relacionados a regiões de condições edafoclimáticas e de manejo diferentes (Resende, 2008) das praticadas no local.

As faixas de suficiência ajustadas no presente caso estão coerentes com trabalhos conduzidos na região do Cerrado por Leandro (1998) e Oliveira (1993) para os macronutrientes. Porém, para os teores de B, Cu e Zn, as faixas estabelecidas ficaram além das obtidas em tais trabalhos, enquanto que para o Fe e o Mn, as faixas ficaram abaixo dos valores encontrados pelos autores.

As diferenças na espacialização das concentrações foliares de nutrientes na lavoura de soja segundo as classes de interpretação disponíveis na literatura para o Cerrado (Tabela 2) e aquelas ajustadas localmente pelos índices DRIS (Tabela 6) estão representadas nas Figuras 12, 13, 14 e 15. As faixas de suficiência tiveram seus intervalos estreitados após o ajuste baseado no DRIS o qual, por sua vez, foi atrelado ao comportamento produtivo da cultura no talhão. É de se esperar, portanto, que essas faixas sejam mais condizentes com os fatores condicionantes que prevalecem naquela lavoura.

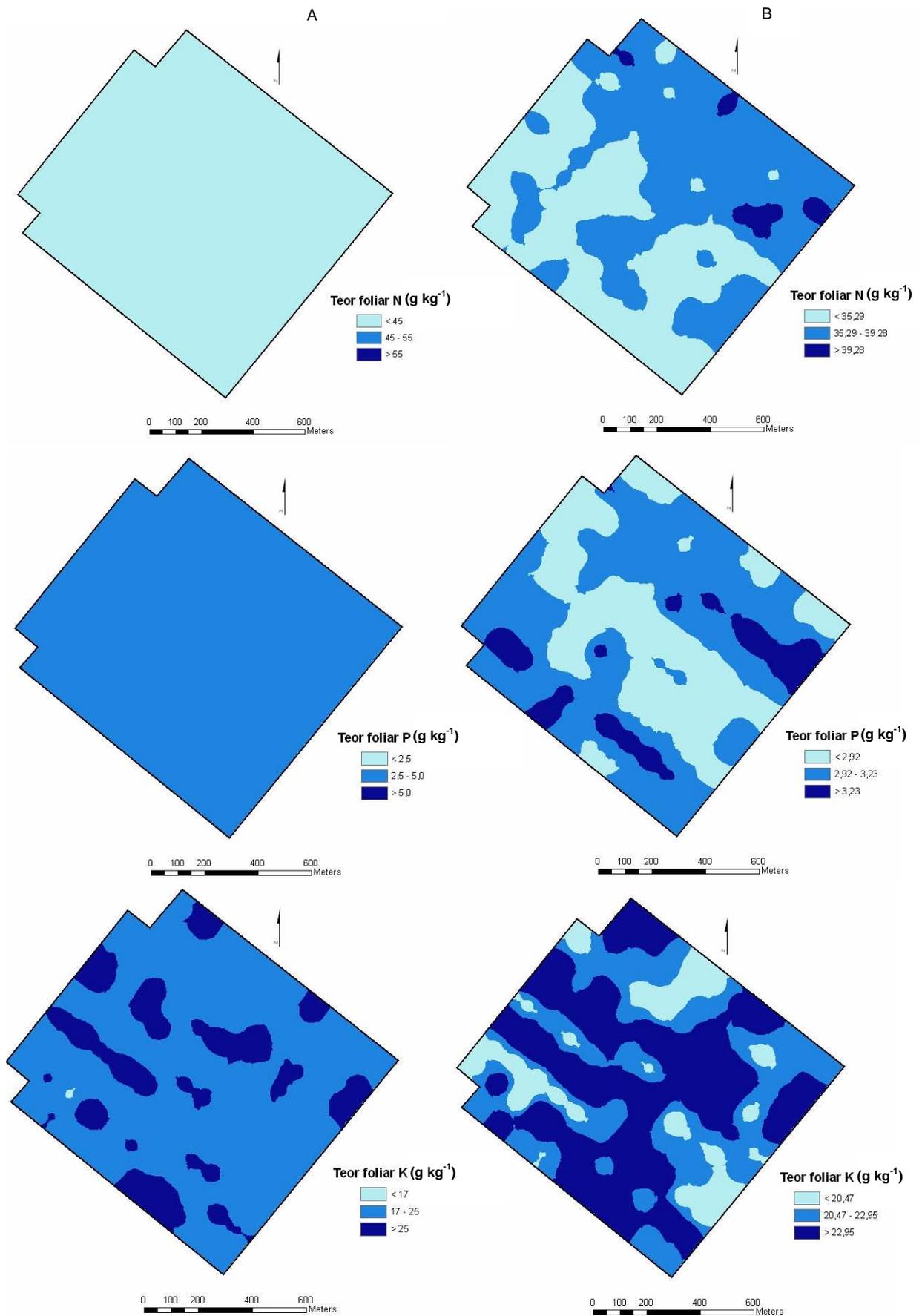


Figura 12. Variação espacial dos teores foliares de N, P e K, segundo as classes de interpretação de acordo com Oliveira (2004) - A - e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS - B.

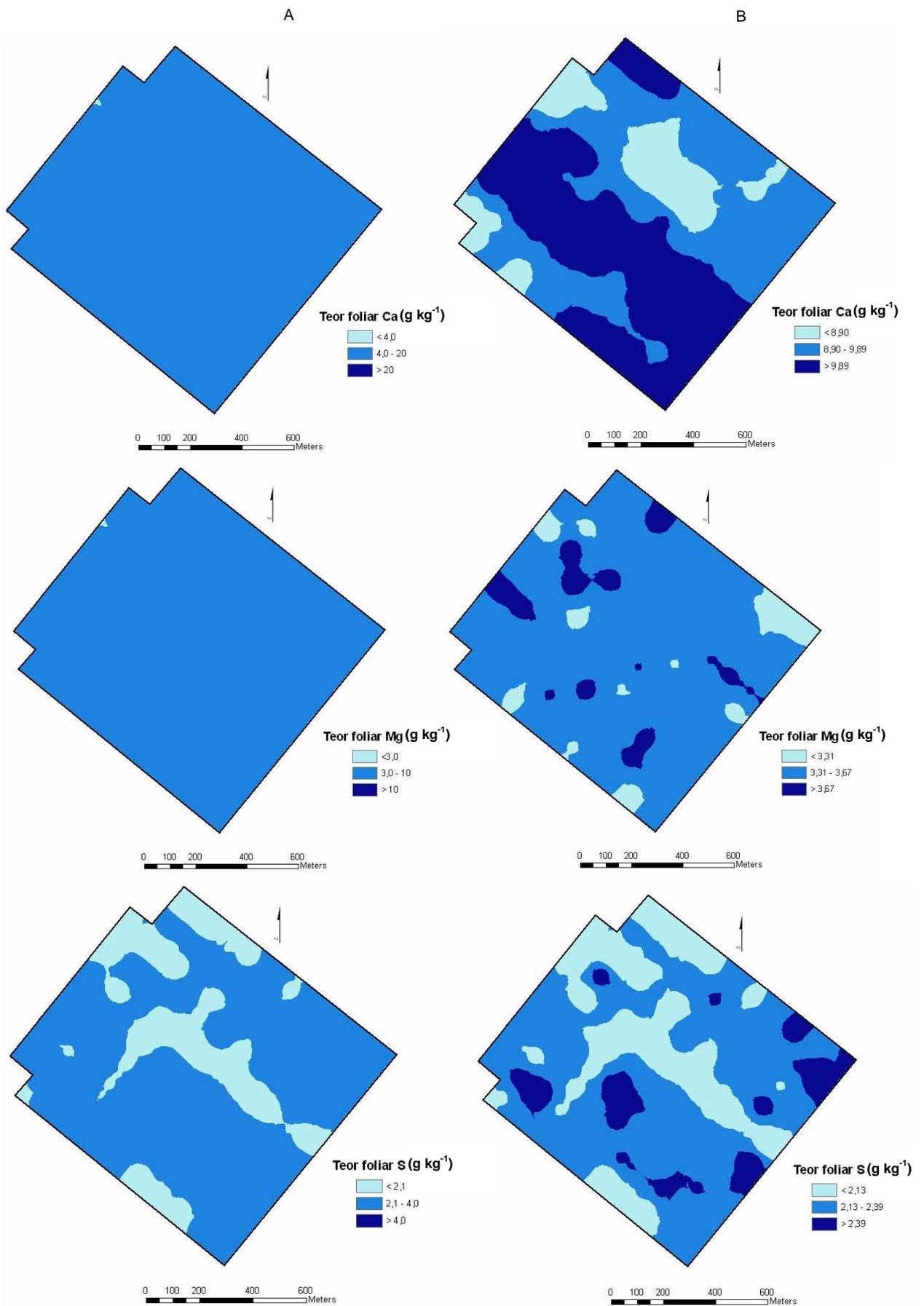


Figura 13. Variação espacial dos teores foliares de Ca, Mg e S, segundo as classes de interpretação de acordo com Oliveira (2004) - A - e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS - B.

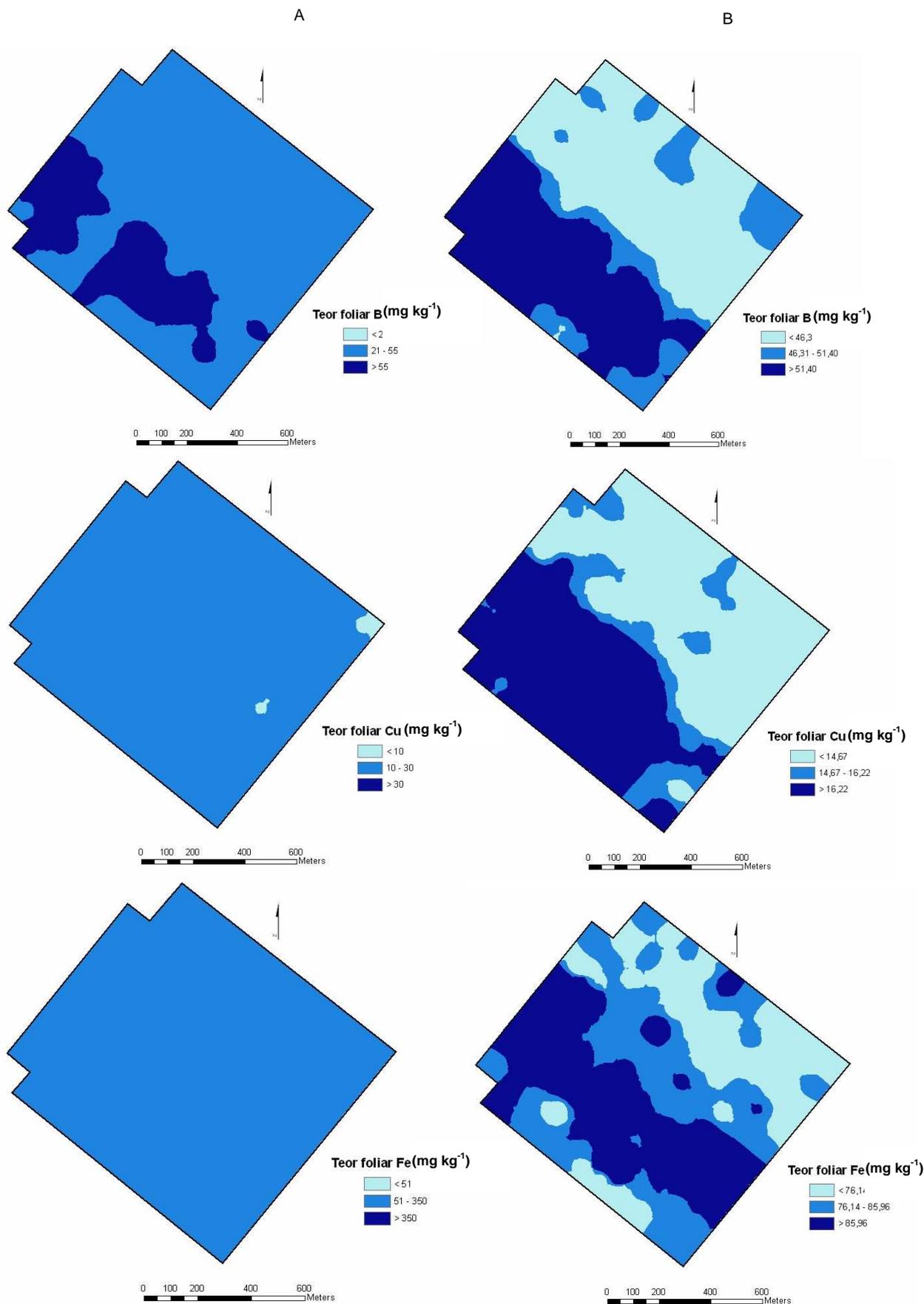


Figura 14. Variação espacial dos teores foliares de B, Cu e Fe, segundo as classes de interpretação de acordo com Oliveira (2004) - A - e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS - B.

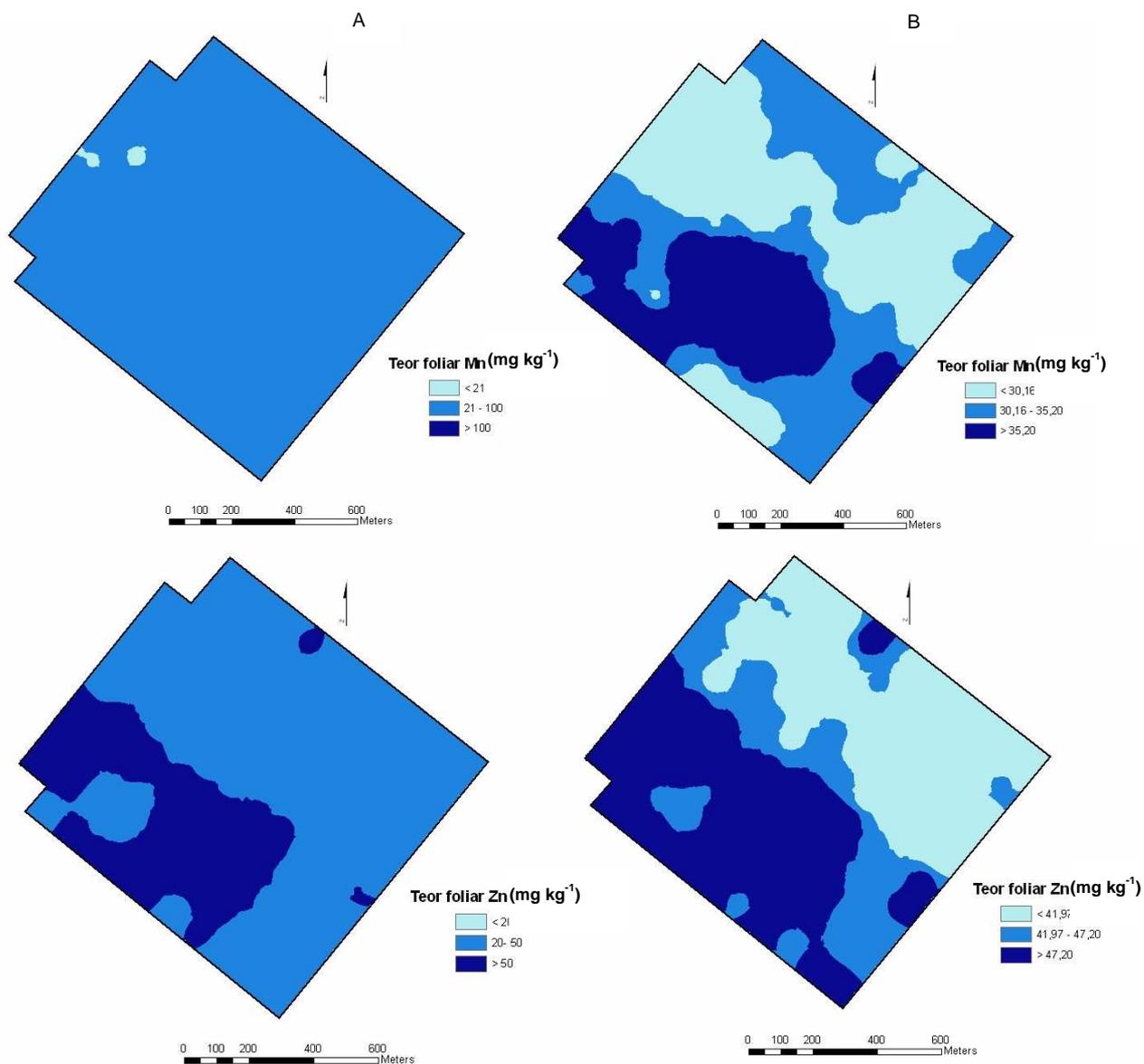


Figura 15. Variação espacial dos teores foliares de Mn e Zn, segundo as classes de interpretação de acordo com Oliveira (2004) - A - e as classes ajustadas localmente pelos índices DRIS - B.

Pelas figuras mencionadas é possível visualizar a existência de mais zonas contrastantes definidas a partir das faixas de suficiência ajustadas, ou seja, o ajuste conferiu maior sensibilidade no diagnóstico, o que é desejável quando se busca refinar o manejo nutricional.

4.5. Subsídios ao manejo nutricional

Determinados os índices DRIS, o passo seguinte consiste em transformar o diagnóstico em recomendações práticas para o manejo nutricional da soja. A partir da constatação de deficiências ou desequilíbrio de nutrientes, é necessário determinar as intervenções a serem feitas na área de estudo. Podendo os índices assumir valores negativos, nulos ou positivos, o problema reside em distinguir quando o valor positivo ou negativo de um determinado nutriente representa, de fato, uma situação de excesso ou de deficiência. Interações dos nutrientes podem resultar em uma interpretação equivocada, visto que um valor negativo próximo de zero pode ser decorrente do efeito de altas concentrações de outro nutriente. Ou seja, um índice com valor negativo pode ser consequência, simplesmente, de um desequilíbrio por excesso de um segundo nutriente e vice-versa, dependendo das relações de antagonismo e sinergismo entre os nutrientes (Wadt, 2008).

Assim, segundo metodologia desenvolvida por Oliveira (dados não publicados), a partir da simulação de uma situação ideal de equilíbrio entre os nutrientes, considerando as relações e as interações (sinergismos e antagonismos) possíveis entre os nutrientes para cada amostra, foram determinadas as áreas do talhão que se apresentaram, de fato, em desequilíbrio nutricional. Por meio do mapa da diferença entre os teores foliares simulados e os teores foliares analisados, considerou-se que diferenças superiores a 15% indicariam as áreas com maior probabilidade de resposta à adoção de medidas corretivas, visando melhorar o equilíbrio nutricional do talhão. Assume-se, assim, que diferenças inferiores a 15%

devam ser desconsideradas, visto que podem decorrer de erros ou variações ao acaso, desde a coleta das amostras até a análise laboratorial.

Nas Figuras 16 e 17 constam os mapas que evidenciam a diferença entre os teores foliares simulados e os teores analisados. Nota-se boa correspondência entre os mapas dos índices DRIS reais (Figura 9) e os mapas da diferença para N, e P. Para o S e para os micronutrientes, as áreas a serem corrigidas mostram-se menores que as indicadas pelos índices DRIS reais (Figuras 10 e 11).

Além de uma visualização espacial mais clara do diagnóstico nutricional de um dado nutriente, esses mapas (Figuras 16 e 17) possibilitam o estabelecimento de zonas de manejo específico, o que pode resultar no uso mais econômico e racional dos fertilizantes. Podem ser definidas com isso, prioridades de manejo localizado da adubação para safras futuras.

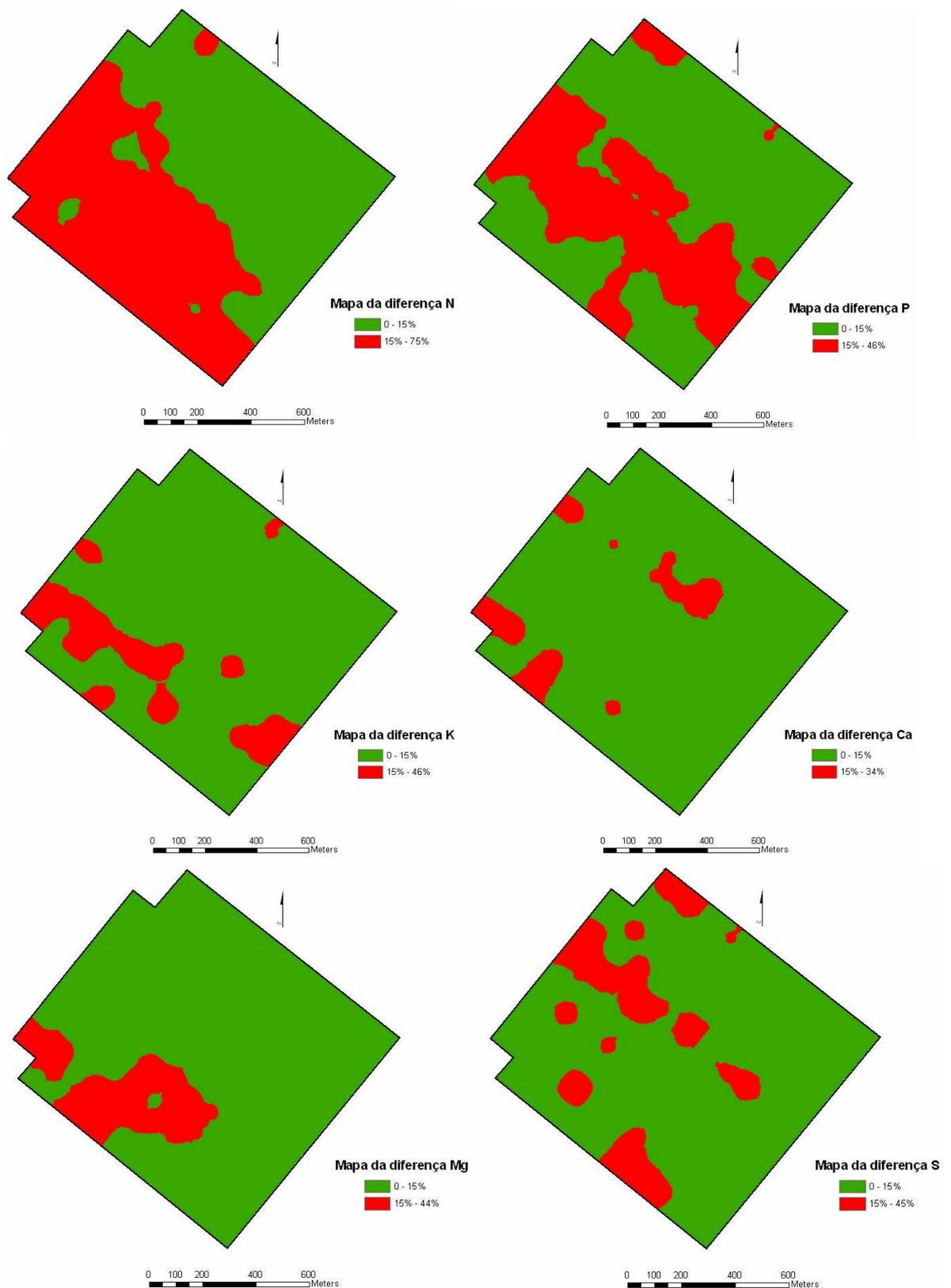


Figura 16. Mapa da diferença entre a concentração analisada e a concentração simulada para os macronutrientes.

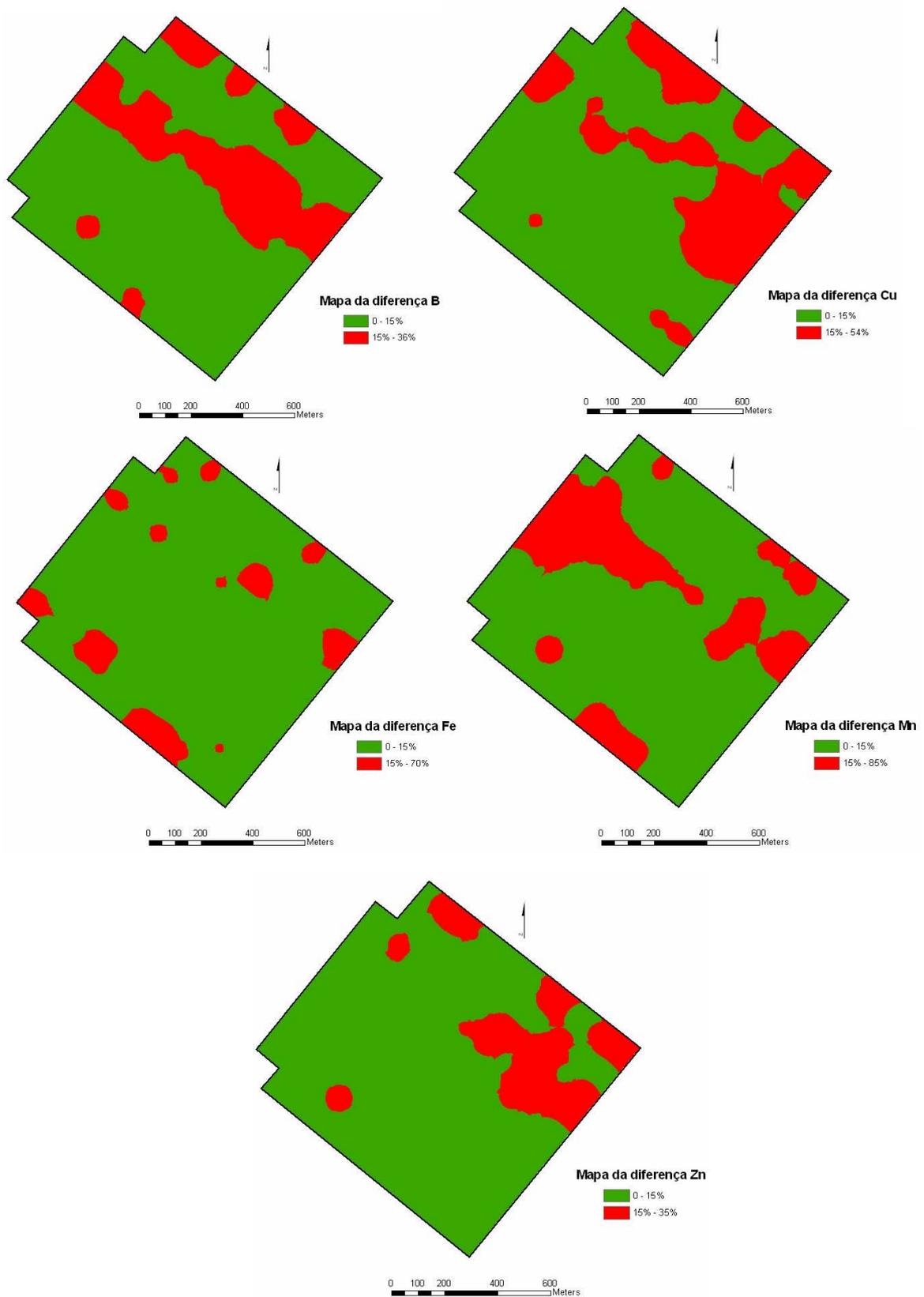


Figura 17. Mapa da diferença entre a concentração analisada e a concentração simulada para os micronutrientes.

Os nutrientes mais limitantes à produtividade da soja por deficiência, na lavoura estudada, de modo geral, variaram de acordo com o procedimento utilizado. Segundo o critério das faixas de suficiência, o N e o S foram os únicos nutrientes em situação de deficiência. Os índices DRIS apresentaram maiores deficiências relacionadas a N, Cu e P, ao passo que para K e Ca houve tendência de consumo de luxo ou excesso. Quando considerada a faixa de suficiência ajustada pelo DRIS, foram evidenciadas limitações relacionadas a N, P e micronutrientes, semelhante ao verificado por meio dos índices DRIS.

A Tabela 7 representa as áreas em situação de deficiência nutricional para cada nutriente segundo os diferentes métodos de interpretação. Observa-se que, segundo o critério das faixas de suficiência, o N encontra-se deficiente em 100% da área. Em contrapartida, nas faixas de suficiência ajustadas pelo DRIS, a área com teores tidos como abaixo do adequado para o nutriente está reduzida a 43%. Tomando diferenças superiores a 15% para determinar as áreas de maior probabilidade de resposta a medidas corretivas, a partir da diferença entre os teores foliares simulados e os teores foliares analisados, a área em desequilíbrio passa a ser de 47% do total.

Tabela 7. Áreas de limitação dos nutrientes (%) em função dos diferentes critérios de interpretação utilizados.

Nutriente	Faixas de suficiência*	Faixas de suficiência ajustadas pelo DRIS	Mapas da diferença
N	100	43	47
P	0	36	38
K	0,1	15	14
Ca	0,1	15	8
Mg	0,1	7	14
S	23	28	17
B	0	45	26
Cu	1	45	29
Fe	0	28	10
Mn	0,6	39	25
Zn	0	38	17

*Oliveira, 2004.

Observa-se, na análise dos dados apresentados na Tabela 7, que os valores estabelecidos segundo o critério das faixas de suficiência são superestimados, especialmente para macronutrientes, permitindo desprezar eventuais deficiências nutricionais e reduzir as áreas com necessidade de correção. Tal fato é evidenciado quando se comparam com as áreas estabelecidas de acordo com as faixas de suficiência ajustadas pelo DRIS, onde recortes que antes se apresentavam com teores adequados dos nutrientes passaram a apontar uma situação de deficiência nutricional. Citam-se o P e os micronutrientes.

A interpretação da situação nutricional obtida por meio da diferença entre os teores foliares simulados e os analisados mostra-se mais eficiente que os demais critérios para orientar medidas corretivas futuras. É possível, assim, visualizar as áreas em que essas medidas são aplicáveis. Tem-se, com isso, maior racionalidade no uso de insumos, permitindo um dimensionamento mais adequado das necessidades de correções, em termos quantitativos e quanto

ao tipo de correção a ser feita. Evita-se, portanto, subestimar ou superestimar as adubações subseqüentes. No caso de culturas anuais, como a soja, a correção dos problemas nutricionais diagnosticados deve ser planejada para a próxima safra (Resende, 2008).

O presente estudo, ao comparar as diferentes metodologias de processamento e interpretação de resultados de análises foliares, mesmo não apontando diagnósticos plenamente concordantes, tem o mérito de apresentar conteúdos que, além de servirem para subsidiar outros trabalhos, podem orientar a definição de estratégias de monitoramento nutricional e manejo da adubação em agricultura de precisão.

Os resultados obtidos evidenciam oportunidades para que se possa melhorar o manejo nutricional por meio de adubações balanceadas e específicas para cada área. Ressalta-se exceção feita ao nitrogênio, o qual não deve ser fornecido na adubação da soja, e sim suprido via inoculação apropriada com rizóbio, associada a práticas agronômicas que proporcionem condições favoráveis à nodulação e FBN.

De modo geral, não são apenas os fatores nutricionais que modulam a resposta produtiva das culturas. Nesse sentido, é importante levar em conta as condições em que esta pesquisa foi realizada, por se tratar de uma área de produção em larga escala (sistema aberto). É preciso ponderar, ainda, que condições de maior ou menor crescimento da soja podem afetar inversamente os teores foliares de nutrientes pelo efeito de diluição (Jarrel & Beverly, 1981). Numa situação de baixa disponibilidade de nutrientes, a planta cresceria menos, mas concentraria os nutrientes absorvidos e apresentaria elevados teores na análise foliar, sem, contudo, ter relação com a produtividade de

grãos. Para explicar a variação espacial e temporal da produtividade, segundo Molin (2001), os fatores relacionados à fertilidade do solo e à nutrição das plantas têm sido menos efetivos do que outras características, como topografia, profundidade do solo, textura e compactação.

Outro aspecto a ser considerado é que o diagnóstico ora apresentado foi decorrente do acompanhamento de apenas uma safra. É preciso ter ciência que, na busca do aprimoramento para a condução das lavouras deve-se almejar benefícios e sustentabilidade no manejo de longo prazo. Faz-se necessário, portanto, a continuidade das ações de monitoramento da produtividade e dos teores dos nutrientes nas folhas, especialmente nas regiões contrastantes dentro do talhão, a fim verificar a evolução da situação nutricional da cultura e das respostas em rendimento ao manejo adotado.

5. CONCLUSÕES

1. Os métodos de interpretação avaliados neste trabalho apresentaram diagnósticos distintos, exceto para nitrogênio.
2. O nitrogênio foi o nutriente mais limitante, segundo o critério das faixas de suficiência.
3. Os índices DRIS apontaram maiores deficiências relacionadas a nitrogênio, cobre e fósforo.
4. Os teores foliares dos nutrientes conjugados com os índices DRIS possibilitaram a determinação de faixas de suficiência específicas para a área de estudo.
5. Foram evidenciadas limitações relacionadas a nitrogênio, fósforo e micronutrientes, quando considerada a faixa de suficiência ajustada pelo DRIS.
6. A diferença entre os teores foliares simulados e os analisados, espacializados para cada nutriente, possibilita o estabelecimento de subáreas de maior probabilidade de resposta a medidas corretivas, resultando no uso mais econômico e racional de fertilizantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÂMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W.J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. p.33 – 74.

ALVAREZ V., V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v 24, n. 1. Janeiro/março, p. 20 – 25, 1999.

BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, 1996. p. 448 – 456.

BATAGLIA, O. C. Métodos diagnósticos da nutrição potássica, com ênfase no DRIS. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Pedro, 2004. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 2004. CD-ROM.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Piracicaba, 1986. **Anais...** Campinas:FUNDAÇÃO CARGILL. 179p. 1986.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, 1990. p.339-344.

BATES, T. E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: A review. **Soil Science**, v. 112, n.2, 1971. p.116 – 130.

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal.**, v.1, 1971. p.1-30.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition**, Pietermararitzburg: University of Natal, 132 p. 1973 (Soil Science Bulletin n.1).

BERNARDI, A. C.C.; CARMO, C. A. F. S.; MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A.; VALENCIA, L. I. O.; MEIRELLES, M. S. P. Avaliação espacializada do estado nutricional da soja. In: MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. (Ed). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 131 – 152. 2004.

BEVERLY, R. B.; SUMNER, M. E.; LETZSCH, W. S.; PLANK, C. O. Foliar diagnosis of soybean by DRIS. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 17, 1986. p.237 – 256.

BORKERT, C. M.; HITSUDA, K.; CASTRO, C.; SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F.; PEREIRA, J. E.; YAMADA, T. Adubação da soja com macro e micronutrientes e manejo da fertilidade do solo em rotação de culturas em solos do Brasil. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.) **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2000: solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 23 -35.

BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; CORREA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. Seja o doutor da sua soja. In: **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.66, 16p, 1994.

CRESTE, J. E. Perspectivas do DRIS em culturas de alta produtividade. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H.

A. (Ed.). **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Capes/Fundunesp, p. 83 – 104, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – Grãos**. Safra 2007/2008. Fev. 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 2 de abril 2008.

COSTA, A. N. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v 24, n. 1. Janeiro/março, 1999. p. 13 – 15.

DECHEN, A. R.; BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Conceitos fundamentais da interpretação da análise de plantas. In: XXI REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1994. Petrolina. Fertilizantes: insumo básico para agricultura e combate à fome. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA – CPATSA/SBCS, 1995. p. 87 - 115.

ELWALI, A. M. O.; GASHO, G. J.; Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, 1984, p.466 - 470.

ELWALI, A. M. O.; GASHO, G. J.; SUMNER, M. E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, 1985, p. 506 - 508.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil – 2001/2002**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 267p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil - 2004.** Londrina: Embrapa Soja, 2003. 237p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil - 2007.** Londrina: Embrapa Soja, 2006. 225p.

GIMENEZ, L.M.; MOLIN, J. P. Mapeamento da produtividade. In: MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. (Ed). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p. 77 – 92.

GRASSI FILHO, H. Dianose foliar – Princípios e aplicações. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. (Ed.). **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas.** Jaboticabal: Capes/Fundunesp, 2008. p. 35 – 60.

HALLMARK, W. B. Evaluation of DRIS for soybeans. **Proceedings of Louisiana Association of Agronomists**, Louisiana, v.29, 1988, p. 47 - 60.

HALLMARK, W. B.; ADAMS, J. F.; MORRIS, H. F.; FONTENOT, J. D. Effect of plant growth stage on detection of soybean nutrient deficiencies. **Journal of Fertilizer Issues**, v.3, 1986. p.66 - 71.

HALLMARK, W. B.; deMOOY, C. J.; MORRIS, H. F.; PESEK, J.; SHAO, K. P.; FONTENOT, J. D. Soybean phosphorus and potassium deficiency detection as influenced by plant growth stage. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, 1988a. p. 586 – 591.

HALLMARK, W. B.; MORRIS, H. F.; FONTENOT, J. D. Use of DRIS to formulate a soybean foliar fertilization program. **Journal of Fertilizer Issues**, v.5, 1988b. p.131 - 141.

HALLMARK, W. B.; WALWOTH, M. E.; SUMNER, M. E; deMOOY, C. J.; PESEK, J.; SHAO, K. P. Separating limiting from non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, 1987. p. 1381 – 1390.

HANSON, R.G.; DRIS evaluation of N, P, K status of determinant soybeans in Brazil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, 1981. p. 933 – 948.

HANWAY, J. J.; WEBER, C. R. N, P and K percentages in soybean plant parts. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, 1971. p. 286 – 290.

HITSUDA, K.; SFREDO, G. J.; KLEPKER, D. Capacidade de suprimento de enxofre e micronutrientes em dois solos de cerrado no Nordeste do Brasil – diagnose nutricional de enxofre na soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23, Londrina, 2001. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 94 – 95.

HOOGERHEIDE, H. C. **DRIS para avaliação do estado nutricional da soja em duas regiões do cerrado brasileiro**. Piracicaba, ESALQ, 2005. 94p. Dissertação Mestrado.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **Applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561p.

JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v.34, 1981. p.197-224.

JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.12, n. 8, 1981, p.785 - 794.

KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JR, W; CARVALHO FILHO, A. Cerrados: Solos, Aptidão e Potencialidade Agrícola. In: COSTA, C.V.;

BORGES, L.C.V (Coord.). **Simpósio sobre manejo e conservação do solo no Cerrado**, Goiânia, 1990. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.1-31.

LEANDRO, W. M. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*glycine max* L. Merrill) na região de Rio Verde – GO**. Goiânia: UFG, 1998. 159 p. Tese Doutorado.

LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.15, n. 9, 1984. p.997 - 1006.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Aposta na fertilidade. In: **Vocação da terra**. São Paulo: ANDA, 2001. 23p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado**: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. São Paulo, ANDA, 1994. 62p (Boletim técnico, 5).

MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. (Ed). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 209 p.

MAEDA, S. **Interpretação do estado nutricional de soja pelo DRIS no Mato Grosso do Sul**. Curitiba: UFPR, 2002. 107p. Tese Doutorado.

MAEDA, S.; NOVACHINSK, J. R.; SCORZA JÚNIOR, R. P.; LIMA FILHO, O. F. de; FABRÍCIO, A. C. Valores de referência e programa DRIS para avaliação nutricional de soja em Naviraí, MS. In: FERTIBIO. Dourados, 2006. **Anais...** Dourados, 2006. CD-ROM.

MAEDA, S.; RONZELLI JR, P.; LUCCHESI, L. A. C. Valores de referência do DRIS para a soja, cv. CD 202, para a região sul do Mato Grosso do Sul. **Scientia Agrária**, v.5, n. 1-2, 2004. p. 35 - 42.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136p.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1989. p. 227 – 308.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARQUES JÚNIOR, J.; CORÁ, J. E. Atributos do solo para agricultura de precisão. In: SILVA, F. M.; BORGES, P. H. M. (Ed.). **Mecanização e Agricultura de precisão**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 31 - 70.

MASCARENHAS, H. A. A.; NEPTUNE, A. M. L.; MUROAKA, T.; BULISANI, E.A.; HIROCE, R. Absorção de nutrientes por cultivares de soja (*GLYCINE MAX* (L.) MERRILL). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, 1980. p. 92 – 96.

MENEGATTI, L. A. A.; MOLIN, J. P. Remoção de erros em mapas de produtividade via filtragem de dados brutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, 2004. p. 126 – 134.

MOHAMED, S.B.; EVANS, E.J.; SHIEL, R.S. Mapping techniques and intensity of soil sampling for precision farming. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 3., Minneapolis, 1996. **Proceedings...** Madison: ASA, CSS, SSSA, 1996. p. 217 - 225.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão: o gerenciamento da variabilidade**. Piracicaba: o autor, 2001. 83p.

MULLA, D. J.; McBRATNEY, A. B. Soil spatial variability. In: SUMNER, M. E. (Ed). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 321 – 352.

OLIVEIRA, S. A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo-planta. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, Goiânia, 1993. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.43 – 44.

OLIVEIRA, S. A. Obtenção dos níveis ótimos de nutrientes na planta e no solo por meio do DRIS. In: Simpósio sobre monitoramento nutricional para a recomendação da adubação de culturas. **Anais...** Piracicaba, POTAFOS, 1999. CD-ROM. Seção autores.

OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 245 - 256.

OLIVEIRA, F. C. M.; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C.; ZULLO JÚNIOR, J. Variabilidade espacial da produtividade e nutrientes absorvidos pela cultura de cana-de-açúcar visando Agricultura de precisão. In: Simpósio Internacional de Agricultura de precisão, 2, Viçosa, 2002. **Anais...** Piracicaba : Esalq, 2002. CD-ROM.

OLIVEIRA, S. A.; SOUSA, D. M. G. Uso do DRIS modificado na interpretação de análise de solo para a soja no leste do Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, Goiânia, 1993. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.83 – 84.

PEREIRA, L. R.; BORKET, C. M.; CASTRO, C.; SFREDO, G. J.; OLIVEIRA JR., A.; OLIVEIRA NETO, W. Calibração de boro para a cultura da soja em solo do Mato Grosso. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24, São Pedro, 2002. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2002a. p. 123 – 124.

PEREIRA, L. R.; BORKET, C. M.; SFREDO, G. J.; OLIVEIRA JR., A.; ORTIZ, F. R. Calibração de manganês para a cultura da soja em solo do Mato Grosso. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24, São Pedro, 2002. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2002b. p. 122 – 123.

RAIJ, B.van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.

RESENDE, A. V. Diagnose foliar em soja. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. (Ed.). **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Capes/Fundunesp, 2008. p. 221 – 240.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L.S.; SENA, M. C.; KRAHL, L. L.; OLIVEIRA, J. V. F.; CORRÊA, R. F.; ORO, T. Grades amostrais para fins de mapeamento da fertilidade do solo em área de cerrado . In: Congresso Brasileiro de Agricultura de precisão, 2, São Pedro, 2006. **Anais...** Piracicaba : Esalq, 2006. CD-ROM.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998. p. 89 - 166.

ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Geopressamento. In: SILVA, F. M.; BORGES, P. H. M. (Ed.). **Mecanização e Agricultura de precisão**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1 - 30.

ROESSING, A. C.; GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.1 - 69.

SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT. **SAS user's guide for Windows environment**, 8.2 ed. Cary: SAS institute, 1999. 956p.

SAVOY, H. J.; ROBINSON, D. L. Norm range size effects in calculating diagnosis and recommendation integrated system indices. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, 1990. p. 592 - 596.

SFREDO, G. P.; PEREIRA, L. R.; BORKET, C. M.; OLIVEIRA JR., A.; ORTIZ, F. R. Calibração de cobre no solo do Mato Grosso para a cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24, São Pedro, 2002. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 120 – 121.

SILVA, M. A. C. Importância dos critérios de amostragem de folhas. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. (Ed.). **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Capes/Fundunesp, 2008. p. 61 – 82.

SILVA, G. G. C.; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ V., V. H.; LEITE, F. P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.29, 2005, p.755 - 761.

SIQUEIRA, J. O; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do Solo**: fundamentos e perspectivas. Brasília: Ministério da Educação, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236p.

SMALL, H. G.; OHLROGGE, A. J. Plant analysis as an aid in fertilizing soybeans and peanuts. In: WASH, L.; BEATON, J. D. (Ed). **Soil testing and plant analysis**. SSSA, Madison, Wisconsin, 1973. p.315 – 327.

SUMNER, M. E. Use of the DRIS system in foliar diagnoses of crops at high yield levels. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, 1977a. p.251 – 268.

SUMNER, M. E. Preliminary N, P, K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, 1977b. p. 226 – 230.

SUMNER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, 1979, p.343 - 348.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizer**. New York : MacMillan, 1993. 1634 p.

ULRICH, A.; HILLS, F. J. Principles and practices of plant analysis. In: HARDY, G. W. (Ed.). **Soil Testing and Plant Analysis**. Madison: SSSA. 1967. p.11 – 24 (Special Publication 2).

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, 2006. p. 1421 – 1428.

VALENCIA, L. I. O.; MEIRELLES, M. S. P.; BETTINI, C. Geoestatística aplicada à Agricultura de precisão. In: MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. (Ed). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p. 37 – 56.

WADT, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional de plantios de eucalipto. Viçosa:UFV, 1996. 123p. Tese Doutorado.

WADT, P. G. S. DRIS em soja: usando a tecnologia tupiniquim. In: **Informações Agronômicas**, n. 87, p.6 – 7, 1999 (Encarte Técnico).

WADT, P. G. S. Análise foliar para recomendação de adubação em culturas agrícolas. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. (Ed.). **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Capes/Fundunesp, 2008. p. 115 – 134.

WALWORTH, J. L; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, 1987. p. 149 - 188.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados das análises foliares da cultura da soja. Planaltina – GO, safra 2005/2006.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
1	32,85	3	20,84	8,83	3,37	2,1	55,2	18,1	89	33,8	47,2
2	35,29	3,18	25,14	9,17	3,55	2,34	53,8	16	85,4	41	52,5
3	34,43	3,2	21,03	8,26	3,24	2,35	53,2	17,8	85,7	44,1	52
4	37,78	3,3	20,44	9,24	3,46	2,35	57,1	19,2	83,6	40,2	60,3
5	32,51	3,1	23,44	9,81	3,42	2,34	48,4	17,1	74,9	32,2	53,3
6	30,59	2,88	27,4	10,82	3,3	1,87	46,2	16,3	69,1	24,7	45,6
7	31,36	2,91	31,38	11,01	3,39	2,03	51,1	20,3	72	28,5	51,8
8	30,91	2,96	25,83	10,19	3,36	1,99	52,9	16,8	71,3	24,8	46
9	32,74	3,09	20,61	9,93	3,23	2,15	50,5	15,6	79,7	30,2	47,9
10	33,83	3,09	22,42	10,3	3,39	2,29	49,9	17,5	83,5	34,3	49,6
11	34,01	3,1	25,1	10,09	3,49	2,31	51,4	13,8	84	31,8	43,6
12	35,29	3,24	26,9	9,79	3,64	2,34	58,3	15,5	82,6	33,3	46,6
13	34,12	3,39	20,96	9,88	3,74	2,43	53,5	17,2	86	33,1	48,8
14	36,21	3,33	24,39	9,71	3,52	2,39	55,3	19,2	85,2	36,5	52,5
15	38,21	3,44	22,14	9,13	3,42	2,42	64,4	17,6	177,3	37,8	58,1
16	33,36	3,11	25,28	9,18	3,39	2,17	60,8	18,5	86,7	36,8	53,5
17	34,75	3,28	24,08	9,83	3,7	2,32	60,3	18,9	89	41	52,1
18	28,59	3,02	33,25	9,36	3,31	2,1	51,4	17,1	61,5	29,7	42,1
19	38,07	3,32	16,56	9,3	3,49	2,73	57,5	18,4	79,8	33,4	45,6
20	34,54	3,6	25,4	8,78	3,37	2,47	58,7	20,8	91,3	65,3	53,7
21	33,66	3,09	19,92	8,71	3,44	2,24	54,3	19	78,1	53,4	51,8
22	34,81	2,95	19,91	10,27	3,46	2,15	59,2	16,2	97,7	32,3	50,9
23	36,74	2,93	18,85	9,98	3,44	2,08	59,8	17,6	94,8	37,9	50,7

Continua

Anexo 1. Continuação.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
24	34,81	2,98	18,4	11,71	3,55	2,23	54,3	17,8	107,4	32,9	49,8
25	34,07	2,66	18,84	10,78	3,42	2,09	51,5	16,9	98,4	36,6	46,7
26	37,01	2,84	19,74	10,71	3,46	2,35	57,2	18,8	97,9	56,8	54,1
27	38,57	3,14	21,55	10,41	3,79	2,45	57,9	18,9	100,8	44,2	57,1
28	35,17	2,86	24,2	9,66	3,35	2,22	62	20	85,2	41,9	52,2
29	34,86	2,9	25,12	10	3,4	2,21	59,2	18,1	87,9	39,3	54,9
30	34,66	2,93	25,97	12,18	3,76	2,39	56,1	20,4	88,1	35,4	49
31	37,09	2,89	18,94	10,34	3,41	2,4	53,5	16,4	91,4	34,7	43,6
32	37,28	2,8	18,57	11,28	3,49	2,35	47,7	16,2	93,6	31,6	43,8
33	37,92	2,98	18,28	12,06	3,56	2,4	57,7	16,4	94,1	37,9	49,5
34	34,31	2,87	21,58	11,14	3,5	2,22	51,1	15,9	112,8	32,9	43,9
35	34,66	2,78	22,17	10,77	3,57	2,2	55,1	16,1	95,7	38,8	46,9
36	34,18	2,6	22,75	10,65	3,33	2,28	58,8	18,5	95,5	43,4	57,1
37	35,41	2,65	24,18	10,21	3,3	2,37	50,9	19	89,6	44,1	53,9
38	35,67	2,99	21,41	10,59	3,55	2,42	57,1	18,4	97,8	50,6	54,8
39	35,23	3,29	26,79	11,85	3,61	2,54	61,6	20,6	124	55,5	60,3
40	30,26	2,6	30,14	11,99	3,49	2,06	53,7	16,7	86,2	42,6	52,2
41	35,94	2,99	25,41	11,39	3,65	2,36	57,2	18	107,7	33,2	57,1
42	29,73	3,15	29,56	12,13	3,79	2,29	56,6	17,9	149,7	32,1	57,1
43	32,74	2,92	26,71	11,45	3,8	2,3	60,2	18,2	94,3	34,4	54,4
44	36,06	2,96	19,87	11,7	3,58	2,25	61,7	19,6	102	20,4	47,5
45	34,37	2,67	21,64	12,37	3,46	2,26	58,4	17	104,4	26,2	50,3
46	35,81	2,91	19,93	9,84	3,38	2,11	48,2	17,3	85,4	28,3	48,9

Continua

Anexo 1. Continuação.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
47	33,66	2,69	21,23	9,37	3,21	1,93	45,2	17,3	84	29,9	47
48	34,43	2,92	23,27	10,84	3,63	2,37	51,5	17,7	88,1	36,4	48
49	34,98	2,88	25,56	10,03	3,45	2,28	51,7	17,8	85,4	43,4	49,3
50	35,49	2,93	25,57	10,43	3,68	2,32	48,5	17,5	79,3	40,8	50,7
51	34,54	2,94	18,29	10,18	3,46	2,26	50,3	16,2	83,4	40,1	53,6
52	35,55	2,82	20,5	10,57	3,46	2,23	45,6	13,4	96,2	34,4	45,4
53	35,03	2,76	19,9	10,46	3,44	2,35	42,7	9,6	92,4	31,4	42,1
54	37,22	3,15	21,14	10,53	3,56	2,55	45	13,6	92,6	36,1	50,2
55	34,01	2,53	20,33	9,44	3,22	1,83	41,1	11,3	79,5	29,3	37
56	33,36	2,87	23,41	9,67	3,5	2,1	44,1	10,4	80,4	32	37,5
57	33,48	2,57	24,7	9,77	3,39	1,82	37,2	12,5	71,5	26	37,9
58	35,41	2,84	23,81	9,03	3,3	1,89	41,2	12,7	83	28,1	39,1
59	36,13	2,77	23,49	10,04	3,55	2,05	42,3	14,5	87,9	35,2	44,7
60	37,42	2,51	20,12	9,06	3,35	1,85	40,7	14,9	82,2	31,7	46,3
61	34,81	2,55	21,38	9,61	3,45	1,92	44,2	14,5	80,1	25,9	39,7
62	34,61	2,65	27,69	9,77	3,33	1,89	41	12,2	81,1	29,8	45,7
63	35,67	3,15	25,59	11,03	3,91	2,21	44,5	14,7	85,6	29	45,4
64	31,25	2,59	23,78	10,42	3,55	1,96	39,1	17,5	151,8	19,7	37,8
65	33,48	2,92	30,41	9,55	3,63	2,14	43,5	13,7	113,1	24,9	47,1
66	32,41	2,65	25,22	7,39	3,14	1,97	42,4	12	68,4	22,3	43,6
67	37,22	3,06	22,05	9,42	3,86	2,53	47,3	14,1	75,4	23,6	41,7
68	37,15	2,95	28,21	8,97	3,55	2,18	43,5	15,4	77,5	28,3	45,4
69	35,23	3,02	21,45	8,94	3,87	2,19	43,8	14,7	80	24,8	39,8

Continua

Anexo 1. Continuação.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
70	36,01	2,9	25,43	7,92	3,41	2,08	41,5	13,5	101,8	27,3	41,4
71	37,15	3,3	28,58	8,73	3,64	2,29	41	14,3	78,1	30,8	43,7
72	35,03	3,02	25,03	7,78	3,48	2,01	39,1	14,5	75	26,9	36,4
73	35,88	2,97	24,42	8,02	3,45	2,21	40,8	15,8	71,1	29,7	37,2
74	40,06	3,08	25,28	9,84	3,68	2,26	33,4	13,9	83,4	28,4	36,5
75	39,73	3,13	19,59	9,44	3,71	2,5	40,9	12,3	86,9	28,2	38,7
76	38,07	3,19	23,96	9,26	3,68	2,17	41,5	13,7	70,1	24,3	37,2
77	36,34	3,4	27,06	8,94	3,44	2,32	39,4	14,3	69,3	27,7	41,3
78	39,73	3,3	21,31	9,15	3,42	2,11	43,7	13,4	70,1	27,6	41,2
79	38,81	3,46	25,52	9,3	3,54	2,36	41	12,5	73,2	27,2	38,6
80	38,66	3,23	24,84	8,98	3,65	2,27	42,5	14,1	72,4	28,7	38,6
81	38,81	3,26	27,54	8,12	3,49	2,14	45,6	11,7	67,9	32,5	39,2
82	38,21	3,17	21,95	8,69	3,36	2,19	43,8	14,3	71,1	27,5	38,7
83	37,01	3,18	18,77	7,93	3,33	2,03	45	14,5	71,1	27,8	41,2
84	39,18	3,06	18,91	8,88	3,38	2,15	44,1	14,6	77,2	31	41,1
85	36,41	3,02	21,72	8,99	3,43	1,99	44,9	13,5	74,8	26,5	37,1
86	34,43	2,64	21,93	8,69	3,23	1,7	42	13,3	77,7	23,9	33,8
87	36,87	2,91	19,07	8,68	3,4	2,1	45,1	14,9	79,9	26,8	42,9
88	39,73	3,23	24,51	9,45	3,51	2,26	47,7	15,7	70,6	28,9	42,3
89	38,07	3,18	21,71	9,16	3,51	2,17	46,2	14,3	79,4	30,7	41,7
90	34,98	3,01	22,14	9,18	3,45	2,14	45	13,4	68,3	32,4	37,8
91	36,74	2,9	19,84	8,81	3,49	2,31	43,7	12,3	72,4	30,7	41
92	38,61	3,15	20,83	9,48	3,52	2,41	50,7	14	76,4	34,8	42,3

Continua

Anexo 1. Continuação.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
93	38,02	3,1	23,2	9,63	3,45	2,17	47,1	15,3	74,9	32,7	40,7
94	38,91	3,1	21,15	8,91	3,45	2,28	41,8	14,8	78,1	30,6	37,9
95	35,06	3	18,86	8,78	3,38	2,3	44,4	13,7	73,2	25,9	34,2
96	36,69	3,06	21,12	9,25	3,31	2,4	46,8	12,7	72,8	27	37,7
97	41,17	3,34	26,27	9,78	3,49	2,55	49,8	14,2	80,1	32,1	42,9
98	35,83	2,79	21,12	9,59	3,24	2,39	47,8	9,5	71,5	30,5	34,2
99	35,57	2,77	22,75	8,97	3,22	2,34	47,8	12,8	67,2	24,8	37
100	37,02	3,1	22,49	8,85	3,3	2,46	45,4	14	70,5	25,2	41
101	37,31	2,81	27,11	9,85	3,46	2,27	46,1	13	74,6	30,4	37,5
102	36,29	2,91	23,49	9	3,46	2,06	41,7	15	78,1	28,5	37
103	40,01	3,17	19,78	9,42	3,66	2,33	49,5	13,3	92,7	34,1	42
104	36,35	2,94	19,68	9,03	3,43	2,02	40,7	12,3	73	33,6	53
105	37,72	2,96	20,93	10,15	3,9	2,1	48,8	12,6	77,2	32,6	38,3
106	34,56	2,84	28,08	10,93	3,56	2,03	42,4	12,8	74,7	31,1	38,2
107	36,63	2,69	24,56	10,35	3,49	1,98	42,6	14,2	78,6	31,4	38,5

Anexo 2. Índices de diagnose DRIS e ordem de limitação dos nutrientes para amostras de folha de soja, relativas às 107 quadrículas amostrais da área em estudo. Planaltina – GO, safra 2005/2006.

Amostra	Índices de diagnose											Ordem de Limitação por Deficiência
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
1	-104	18	9	74	3	28	175	188	127	118	171	N>Mg>K>P>S>Ca>Mn>Fe>Zn>B>Cu
2	-66	36	66	9	-14	38	93	80	28	144	129	N>Mg>Ca>Fe>P>S>K>Cu>B>Zn>Mn
3	-15	124	-25	-26	-33	129	193	190	58	265	223	Mg>Ca>K>N>Fe>P>S>Cu>B>Zn>Mn
4	-30	73	-55	19	-36	87	191	198	41	206	226	K>Mg>N>Ca>Fe>P>S>B>Cu>Mn>Zn
5	-122	7	91	77	6	16	82	120	7	67	131	N>Mg>P=Fe>S>Mn>Ca>B>K>Cu>Zn
6	-262	-137	254	182	19	-168	-1	80	-2	-109	39	N>S>P>Mn>Fe>B>Mg>Zn>Cu>Ca>K
7	-327	-129	311	204	1	-152	86	210	6	-19	144	N>S>P>Mn>Mg>Fe>B>Zn>Ca>Cu>K
8	-223	-73	186	138	12	-101	63	107	7	-80	60	N>S>Mn>P>Fe>Mg>Zn>B>Cu>Ca>K
9	-93	-12	19	106	7	14	98	94	65	43	106	N>P>Mg>S>K>Mn>Fe>Cu>B>Ca=Zn
10	-110	-27	43	120	11	14	104	130	73	83	132	N>P>Mg>S>K>Fe>Mn>B>Ca>Cu>Zn
11	-81	-35	88	66	18	-13	3	-31	32	-21	-2	N>P>Cu>Mn>S>Zn>B>Mg>Fe>Ca>K
12	-92	5	104	24	-3	-9	47	19	-4	6	27	N>S>Fe>Mg>P>Mn>Cu>Ca>Zn>B>K
13	-64	43	0	48	27	47	90	91	52	48	86	N>K>Mg>P>S>Ca=Mn>Fe>Zn>B>Cu
14	-81	41	51	31	-14	30	114	144	29	99	132	N>Mg>Fe>S>Ca>P>K>Mn>B>Zn>Cu
15	-105	-12	-101	158	37	78	274	211	625	151	300	N>K>P>Mg>S>Mn>Ca>Cu>B>Zn>Fe
16	-158	21	91	77	-22	17	202	209	88	151	213	N>Mg>S>P>Ca>Fe>K>Mn>B>Cu>Zn
17	-119	25	45	74	-3	38	178	181	71	162	182	N>Mg>P>S>K>Fe>Ca>Mn>B>Cu>Zn
18	-266	7	378	34	-13	-97	25	103	-148	-22	34	N>Fe>S>Mn>Mg>P>B>Ca=Zn>Cu>K
19	90	115	-197	-10	-6	178	154	116	6	107	85	K>Ca>Mg>Fe>Zn>N>Mn>P>Cu>B>S
20	-56	192	34	-32	-57	183	302	311	41	497	349	Mg>N>Ca>K>Fe>S>P>B>Cu>Zn>Mn
21	-41	99	-44	28	-32	138	262	267	23	398	299	K>N>Mg>Fe>Ca>P>S>B>Cu>Zn>Mn
22	-118	-80	-46	186	17	13	184	141	203	80	173	N>P>K>S>Mg>Mn>Cu>Zn>B>Ca>Fe
23	-78	-59	-93	160	-5	33	221	189	178	168	211	K>N>P>Mg>S>Ca>Mn>Fe>Cu>Zn>B
24	-144	-143	-86	297	54	10	194	185	291	82	198	N>P>K>S>Mg>Mn>Cu>B>Zn>Fe>Ca
25	-137	-160	-58	278	38	1	188	182	252	141	205	P>N>K>S>Mg>Mn>Cu>B>Zn>Fe>Ca
26	-80	-72	-108	227	-11	119	307	276	198	409	347	K>N>P>Mg>S>Fe>Ca>Cu>B>Zn>Mn

Continua

Anexo 2. Continuação.

Amostra	Índices de diagnose											Ordem de Limitação por Deficiência
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
27	-69	-34	-54	126	5	58	181	172	151	196	213	N>K>P>Mg>S>Ca>Fe>Cu>B>Mn>Zn
28	-148	-32	41	139	-32	38	254	263	96	229	257	N>P=Mg>S>K>Fe>Ca>Mn>B>Zn>Cu
29	-162	-60	71	152	-18	6	199	198	112	172	225	N>P>Mg>S>K>Fe>Ca>Mn>Cu>B>Zn
30	-222	-153	104	266	34	-43	144	193	113	65	154	N>P>S>Mg>Mn>K>Fe>B>Zn>Cu>Ca
31	-19	-62	-98	141	16	62	119	84	127	81	91	K>P>N>Mg>S>Mn>Cu>Zn>B>Fe>Ca
32	-46	-143	-90	214	43	9	65	58	165	17	65	P>K>N>S>Mn>Mg>Cu>B=Zn>Fe>Ca
33	-61	-124	-136	254	23	60	181	120	169	129	161	K>P>N>Mg>S>Cu>Mn>Zn>Fe>B>Ca
34	-146	-159	-2	258	60	-27	108	96	298	28	116	P>N>S>K>Mn>Mg>Cu>B>Zn>Ca>Fe
35	-137	-131	9	219	27	-3	151	124	179	126	159	N>P>S>K>Mg>Cu>Mn>B>Zn>Fe>Ca
36	-203	-148	12	298	-1	43	297	285	236	273	340	N>P>Mg>K>S>Fe>Mn>Cu>B>Ca>Zn
37	-144	-107	45	204	-8	37	195	229	147	243	263	N>P>Mg>S>K>Fe>B>Ca>Cu>Mn>Zn
38	-103	-46	-46	189	1	95	252	230	174	310	289	N>P=K>Mg>S>Fe>Ca>Cu>B>Zn>Mn
39	-222	-75	52	278	15	70	310	310	310	336	373	N>P>Mg>K>S>Ca=B=Cu=Fe>Mn>Zn
40	-364	-246	249	377	28	-99	198	222	174	186	272	N>P>S>Mg>Fe>Mn>B>Cu>K>Zn>Ca
41	-199	-143	67	242	30	-37	147	155	236	49	186	N>P>S>Mg>Mn>K>B>Cu>Zn>Fe>Ca
42	-419	-212	210	417	114	-93	215	244	548	27	290	N>P>S>Mn>Mg>K>B>Cu>Zn>Ca>Fe
43	-266	-145	132	266	38	-46	180	190	174	75	201	N>P>S>Mg>Mn>K>Fe>B>Cu>Zn>Ca
44	-196	-176	-33	291	57	-77	141	158	265	-203	70	Mn>N>P>S>K>Mg>Zn>B>Cu>Fe>Ca
45	-244	-260	9	399	57	-58	184	165	314	-36	171	P>N>S>Mn>K>Mg>Cu>Zn>B>Fe>Ca
46	-76	-64	-12	113	13	-28	66	102	105	0	92	N>P>S>K>Mn>Mg>B>Zn>Cu>Fe>Ca
47	-124	-92	49	135	10	-60	78	140	126	41	128	N>P>S>Mg>Mn>K>B>Fe>Zn>Ca>Cu
48	-133	-91	47	175	29	0	106	126	105	85	127	N>P>S>Mg>K>Mn>Fe>B>Cu>Zn>Ca
49	-122	-55	82	121	-7	11	128	151	69	183	172	N>P>Mg>S>Fe>K>Ca>B>Cu>Zn>Mn
50	-114	-68	97	107	7	-18	59	100	10	121	119	N>P>S>Mg>Fe>B>K>Cu>Ca>Zn>Mn
51	-58	-37	-77	148	10	70	166	148	105	197	208	K>N>P>Mg>S>Fe>Cu=Ca>B>Mn>Zn
52	-53	-125	-25	166	41	-7	22	-14	168	35	57	P>N>K>Cu>S>B>Mn>Mg>Zn>Ca>Fe

Continua

Anexo 2. Continuação.

Amostra	Índices de diagnose											Ordem de Limitação por Deficiência
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
53	27	-137	-47	128	58	13	-102	-240	130	-58	-79	Cu>P>B>Zn>Mn>K>S>N>Mg>Ca>Fe
54	7	-39	-32	76	29	45	-16	-53	84	42	36	Cu>P>K>B>N>Mg>Zn>Mn>S>Ca>Fe
55	-31	-146	22	106	28	-85	-76	-112	74	-54	-58	P>Cu>S>B>Zn>Mn>N>K>Mg>Fe>Ca
56	-16	-76	73	36	37	-46	-118	-202	8	-68	-115	Cu>B>Zn>P>Mn>S>N>Fe>Ca>Mg>K
57	-101	-172	172	87	36	-180	-176	-127	-16	-156	-119	S>B>P>Mn>Cu>Zn>N>Fe>Mg>Ca>K
58	-33	-74	97	6	15	-111	-122	-109	34	-103	-88	B>S>Cu>Mn>Zn>P>N>Ca>Mg>Fe>K
59	-72	-124	68	104	27	-80	-43	-15	85	16	24	P>S>N>B>Cu>Mn>Zn>Mg>K>Fe>Ca
60	-35	-138	2	87	7	-93	-27	18	90	19	51	P>S>N>B>K>Mg>Cu>Mn>Zn>Ca>Fe
61	-87	-153	50	123	33	-110	-40	-14	78	-95	-28	P>S>Mn>N>B>Zn>Cu>Mg>K>Fe>Ca
62	-129	-166	199	95	13	-161	-120	-103	43	-81	-31	P>S>N>B>Cu>Mn>Zn>Mg>Fe>Ca>K
63	-106	-106	124	91	52	-111	-105	-71	29	-124	-62	Mn>S>N>P>B>Cu>Zn>Fe>Mg>Ca>K
64	-310	-329	138	376	174	-237	-45	95	678	-308	18	P>N>Mn>S>B>Zn>Cu>K>Mg>Ca>Fe
65	-194	-145	241	102	68	-167	-121	-77	242	-198	-38	Mn>N>S>P>B>Cu>Zn>Mg>Ca>K>Fe
66	-51	-2	176	-92	-10	-87	-124	-114	-61	-151	-85	Mn>B>Cu>Ca>S>Zn>Fe>N>Mg>P>K
67	24	-11	21	-40	37	-20	-129	-137	-64	-197	-156	Mn>Zn>Cu>B>Fe>Ca>S>P>K>N>Mg
68	-59	-38	174	-46	-1	-105	-128	-65	-55	-109	-74	B>Mn>S>Zn>Cu>N>Fe>Ca>P>Mg>K
69	-11	-18	44	-33	49	-65	-119	-87	-8	-162	-120	Mn>Zn>B>Cu>S>Ca>P>N>Fe>K>Mg
70	-21	-26	108	-61	27	-86	-129	-99	140	-120	-76	B>Mn>Cu>S>Zn>Ca>P>N>Mg>K>Fe
71	4	43	174	-140	3	-75	-194	-140	-106	-111	-133	B>Ca=Cu>Zn>Mn>Fe>S>Mg>N>P>K
72	14	44	142	-154	11	-95	-186	-113	-84	-141	-158	B>Zn>Ca>Mn>Cu>S>Fe>Mg>N>P>K
73	32	54	103	-135	-1	-37	-132	-61	-113	-70	-115	Ca>B>Zn>Fe>Mn>Cu>S>Mg>N>P>K
74	67	-67	106	-76	46	-128	-331	-240	-62	-218	-258	B>Zn>Cu>Mn>S>Ca>P>Fe>Mg>N>K
75	132	-7	-72	-65	43	11	-188	-224	-6	-146	-189	Cu>Zn>B>Mn>K>Ca>P>Fe>S>Mg>N
76	46	0	88	-110	18	-99	-230	-197	-144	-231	-236	Zn>Mn>B>Cu>Fe>Ca>S>P>Mg>N>K
77	26	74	162	-153	-2	-58	-212	-151	-171	-148	-170	B>Fe>Zn>Ca>Cu>Mn>S>Mg>N>P>K
78	92	40	3	-117	-16	-43	-152	-154	-131	-121	-151	Cu>B>Zn>Fe>Mn>Ca>S>Mg>K>P>N

Continua

Anexo 2. Continuação.

Amostra	Índices de diagnose											Ordem de Limitação por Deficiência
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
79	90	56	93	-160	5	-50	-254	-253	-162	-198	-247	B>Cu>Zn>Mn>Fe>Ca>S>Mg>P>N>K
80	61	33	82	-133	4	-57	-192	-165	-141	-142	-186	B>Zn>Cu>Mn>Fe>Ca>S>Mg>P>N>K
81	93	84	130	-230	-37	-53	-210	-245	-217	-100	-207	Cu>Ca>Fe>B>Zn>Mn>S>Mg>P>N>K
82	76	51	20	-117	-11	-23	-126	-112	-112	-105	-137	Zn>B>Ca>Fe=Cu>Mn>S>Mg>K>P>N
83	91	97	-41	-142	-17	4	-61	-55	-82	-47	-69	Ca>Fe>Zn>B>Cu>Mn>K>Mg>S>N>P
84	90	23	-67	-61	-7	6	-60	-60	-34	-20	-58	K>Ca>B=Cu>Zn>Fe>Mn>Mg>S>P>N
85	20	-14	35	-46	8	-69	-109	-109	-47	-124	-127	Zn>Mn>B=Cu>S>Fe>Ca>P>Mg>N>K
86	-47	-104	83	24	18	-151	-114	-84	34	-161	-122	Mn>S>Zn>B>P>Cu>N>Mg>Ca>Fe>K
87	27	-7	-37	-16	8	-17	-33	-21	24	-58	-28	Mn>K>B>Zn>Cu>S>Ca>P>Mg>Fe>N
88	30	22	59	-80	-20	-43	-101	-77	-131	-94	-108	Fe>Zn>B>Mn>Ca>Cu>S>Mg>P>N>K
89	39	16	5	-53	1	-22	-72	-75	-35	-50	-71	Cu>B>Zn>Ca>Mn>Fe>S>Mg>K>P>N
90	19	11	44	-40	3	-14	-73	-85	-102	-23	-83	Fe>Cu>Zn>B>Ca>Mn>S>Mg>P>N>K
91	81	8	-33	-55	9	26	-91	-135	-66	-36	-89	Cu>B>Zn>Fe>Ca>Mn>K>P>Mg>S>N
92	67	29	-48	-36	-8	50	-16	-67	-58	21	-41	Cu>Fe>K>Zn>Ca>B>Mg>Mn>P>S>N
93	8	-8	37	-19	-9	-31	-52	-40	-63	-24	-55	Fe>Zn>B>Cu>S>Mn>Ca>Mg>P>N>K
94	89	27	-12	-86	5	-6	-121	-99	-59	-66	-120	B>Zn>Cu>Ca>Mn>Fe>K>S>Mg>P>N
95	73	35	-40	-54	23	27	-83	-100	-51	-107	-137	Zn>Mn>Cu>B>Ca>Fe>K>Mg>S>P>N
96	69	22	-13	-47	4	29	-90	-140	-74	-102	-133	Cu>Zn>Mn>B>Fe>Ca>K>Mg>P>S>N
97	59	27	47	-80	-19	4	-107	-134	-93	-75	-119	Cu>Zn>B>Fe>Ca>Mn>Mg>S>P>K>N
98	101	-41	-33	-5	8	50	-117	-283	-78	-79	-187	Cu>Zn>B>Mn>Fe>P>K>Ca>Mg>S>N
99	23	-17	42	-24	-4	1	-81	-123	-95	-125	-131	Zn>Mn>Cu>Fe>B>Ca>P>Mg>S>N>K
100	57	49	28	-87	-6	17	-104	-110	-103	-124	-122	Mn>Zn>Cu>B>Fe>Ca>Mg>S>K>P>N
101	-22	-85	123	11	4	-69	-129	-146	-73	-103	-138	Cu>Zn>B>Mn>P>Fe>S>N>Mg>Ca>K
102	-7	-34	79	-29	16	-80	-118	-70	-27	-100	-107	B>Zn>Mn>S>Cu>P>Ca>Fe>N>Mg>K
103	85	-1	-89	-25	15	28	-43	-106	49	-14	-59	Cu>K>Zn>B>Ca>Mn>P>Mg>S>Fe>N
104	26	-20	-8	-13	-3	-21	-62	-78	-25	42	36	Cu>B>Fe>S>P>Ca>K>Mg>N>Zn>Mn

Continua

Anexo 2. Continuação.

Amostra	Índices de diagnose											Ordem de Limitação por Deficiência
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
105	20	-79	-14	27	30	-54	-88	-142	-37	-67	-115	Cu>Zn>B>P>Mn>S>Fe>K>N>Ca>Mg
106	-117	-157	198	104	31	-149	-148	-132	-43	-115	-116	P>S>B>Cu>N>Zn>Mn>Fe>Mg>Ca>K
107	-72	-157	100	104	22	-124	-94	-64	12	-68	-67	P>S>B>N>Mn>Zn>Cu>Fe>Mg>K>Ca

Anexo 3. Índices de diagnose DRIS e produtividade da soja nas 107 quadrículas amostrais que compuseram a área de estudo.

Planaltina – GO, safra 2005/2006.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Produtividade (t/ha)
1	-104	18	9	74	3	28	175	188	127	118	171	3,4
2	-66	36	66	9	-14	38	93	80	28	144	129	3,3
3	-15	124	-25	-26	-33	129	193	190	58	265	223	3,3
5	-122	7	91	77	6	16	82	120	7	67	131	3,3
7	-327	-129	311	204	1	-152	86	210	6	-19	144	3,3
9	-93	-12	19	106	7	14	98	94	65	43	106	3,3
11	-81	-35	88	66	18	-13	3	-31	32	-21	-2	3,3
13	-64	43	0	48	27	47	90	91	52	48	86	3,3
14	-81	41	51	31	-14	30	114	144	29	99	132	3,4
15	-105	-12	-101	158	37	78	274	211	625	151	300	3,4
16	-158	21	91	77	-22	17	202	209	88	151	213	3,5
17	-119	25	45	74	-3	38	178	181	71	162	182	3,4
18	-266	7	378	34	-13	-97	25	103	-148	-22	34	3,4
19	90	115	-197	-10	-6	178	154	116	6	107	85	3,4
20	-56	192	34	-32	-57	183	302	311	41	497	349	3,4
21	-41	99	-44	28	-32	138	262	267	23	398	299	3,4
22	-118	-80	-46	186	17	13	184	141	203	80	173	3,3
23	-78	-59	-93	160	-5	33	221	189	178	168	211	3,3
24	-144	-143	-86	297	54	10	194	185	291	82	198	3,3
25	-137	-160	-58	278	38	1	188	182	252	141	205	3,3
26	-80	-72	-108	227	-11	119	307	276	198	409	347	3,4
27	-69	-34	-54	126	5	58	181	172	151	196	213	3,4
28	-148	-32	41	139	-32	38	254	263	96	229	257	3,3

Continua

Anexo 3. Continuação.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Produtividade (t/ha)
29	-162	-60	71	152	-18	6	199	198	112	172	225	3,4
30	-222	-153	104	266	34	-43	144	193	113	65	154	3,3
31	-19	-62	-98	141	16	62	119	84	127	81	91	3,3
32	-46	-143	-90	214	43	9	65	58	165	17	65	3,4
33	-61	-124	-136	254	23	60	181	120	169	129	161	3,3
34	-146	-159	-2	258	60	-27	108	96	298	28	116	3,3
35	-137	-131	9	219	27	-3	151	124	179	126	159	3,4
36	-203	-148	12	298	-1	43	297	285	236	273	340	3,3
37	-144	-107	45	204	-8	37	195	229	147	243	263	3,3
44	-196	-176	-33	291	57	-77	141	158	265	-203	70	3,3
56	-16	-76	73	36	37	-46	-118	-202	8	-68	-115	3,3
60	-35	-138	2	87	7	-93	-27	18	90	19	51	3,3
62	-129	-166	199	95	13	-161	-120	-103	43	-81	-31	3,3
64	-310	-329	138	376	174	-237	-45	95	678	-308	18	3,3
66	-51	-2	176	-92	-10	-87	-124	-114	-61	-151	-85	3,4
67	24	-11	21	-40	37	-20	-129	-137	-64	-197	-156	3,3
68	-59	-38	174	-46	-1	-105	-128	-65	-55	-109	-74	3,5
69	-11	-18	44	-33	49	-65	-119	-87	-8	-162	-120	3,3
70	-21	-26	108	-61	27	-86	-129	-99	140	-120	-76	3,3
73	32	54	103	-135	-1	-37	-132	-61	-113	-70	-115	3,3
75	132	-7	-72	-65	43	11	-188	-224	-6	-146	-189	3,3
76	46	0	88	-110	18	-99	-230	-197	-144	-231	-236	3,3
78	92	40	3	-117	-16	-43	-152	-154	-131	-121	-151	3,3
82	76	51	20	-117	-11	-23	-126	-112	-112	-105	-137	3,5

Continua

Anexo 3. Continuação.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Produtividade (t/ha)
83	91	97	-41	-142	-17	4	-61	-55	-82	-47	-69	3,3
84	90	23	-67	-61	-7	6	-60	-60	-34	-20	-58	3,3
85	20	-14	35	-46	8	-69	-109	-109	-47	-124	-127	3,3
86	-47	-104	83	24	18	-151	-114	-84	34	-161	-122	3,4
87	27	-7	-37	-16	8	-17	-33	-21	24	-58	-28	3,4
88	30	22	59	-80	-20	-43	-101	-77	-131	-94	-108	3,5
89	39	16	5	-53	1	-22	-72	-75	-35	-50	-71	3,4
90	19	11	44	-40	3	-14	-73	-85	-102	-23	-83	3,3
91	81	8	-33	-55	9	26	-91	-135	-66	-36	-89	3,5
92	67	29	-48	-36	-8	50	-16	-67	-58	21	-41	3,5
93	8	-8	37	-19	-9	-31	-52	-40	-63	-24	-55	3,4
94	89	27	-12	-86	5	-6	-121	-99	-59	-66	-120	3,4
95	73	35	-40	-54	23	27	-83	-100	-51	-107	-137	3,3
96	69	22	-13	-47	4	29	-90	-140	-74	-102	-133	3,4
97	59	27	47	-80	-19	4	-107	-134	-93	-75	-119	3,4
99	23	-17	42	-24	-4	1	-81	-123	-95	-125	-131	3,3
100	57	49	28	-87	-6	17	-104	-110	-103	-124	-122	3,4
101	-22	-85	123	11	4	-69	-129	-146	-73	-103	-138	3,5
102	-7	-34	79	-29	16	-80	-118	-70	-27	-100	-107	3,4
103	85	-1	-89	-25	15	28	-43	-106	49	-14	-59	3,4
104	26	-20	-8	-13	-3	-21	-62	-78	-25	42	36	3,4
105	20	-79	-14	27	30	-54	-88	-142	-37	-67	-115	3,5
106	-117	-157	198	104	31	-149	-148	-132	-43	-115	-116	3,4
107	-72	-157	100	104	22	-124	-94	-64	12	-68	-67	3,4