



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO  
NUTRICIONAL DOS POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE  
MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA-BA**

**ROZILDA VIEIRA OLIVEIRA SACRAMENTO**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**  
**AGOSTO - 2004**

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO  
NUTRICIONAL DOS POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE  
MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA-BAHIA**

**ROZILDA VIEIRA OLIVEIRA SACRAMENTO**

Licenciada em Geografia

Universidade Estadual de Feira de Santana – 1996

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias – área de concentração: Uso, manejo e conservação dos recursos naturais solo e água.

**Orientador: Prof. Dr. Washington Luiz Cotrim Duete**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA - 2004

## FICHA CATALOGRÁFICA

S 123 Sacramento, Rozilda Vieira Oliveira

Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional dos pomares cítricos nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira – Bahia / Rozilda Vieira Oliveira Sacramento. – Cruz das Almas, 2004.

161 p.: il., tab., graf.

Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, 2004.

1. Solo – nutrição – citros. 2. Citros – solo. 3. Solo - micronutrientes. 4. Solo – adubação. 5. Solo – calagem. I. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia. II. Título.

CDD 20. ed. 631.8

**Aos meus pais:**

**João Nascimento (In memoriam) & Romilda Vieira Oliveira**

Pelo amor que os uniram, razão da minha existência. E, sobretudo pelo apoio materno e paterno exercido por minha mãe.

Aos meus irmãos:

Rui, Roziane, Rosilene, Rosimeire e Rosivaldo

À Marcelo pelo apoio e incentivo.

**OFEREÇO**

**Aos meus filhos:**

***LORENA & LUCAS***

por serem a razão da minha vida.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelo dom da vida, sabedoria, e estímulo para realizar este trabalho.

Em especial ao Prof. Dr. Washington Luiz Cotrim Duete pela amizade, confiança, dedicação, orientação e valiosos ensinamentos os quais foram as bases para construção deste conhecimento.

À minha família pela compreensão às minhas ausências e incentivo para trilhar este caminho.

À Prefeitura Municipal de Muritiba, representada pelo Prefeito Epifânio Marques Sampaio, pela liberação para realização do curso e apoio financeiro para realização da pesquisa.

À Secretaria de Educação do Estado da Bahia pela licença concedida para realização do mestrado.

À Universidade Federal da Bahia / Escola de Agronomia, pelo curso proporcionado.

Ao Dr. Robson Rui Cotrim Duete pelo apoio, enquanto Gerente Regional da EBDA – Cruz das Almas-BA, e sua valiosa contribuição como co-orientador na realização deste trabalho.

À Engenheira Agrônoma Yêda Leite Dias, Chefe ESLOC – Muritiba / EBDA, pela participação na seleção dos agricultores, coleta das amostras e divulgação deste trabalho.

Ao Dr. Braulio Luíz Sampaio Seixas (in memoriam) pelo apoio e receptividade.

À colega Claudia M. B. Vieira pelas sugestões na elaboração dos mapas.

Ao Professor Dr. Takashi Muraoka pelas contribuições e colaboração nas análises de solo e planta.

Ao Professor Dr. Lucedino Paixão Ribeiro pelas contribuições.

Ao Professor João Albany Costa pela colaboração na realização das análises estatísticas.

Ao Professor José Raimundo de Araújo pela contribuição nas atividades de geo-referenciamento dos pomares.

Aos Professores do Departamento de Química Agrícola e Solos, com os quais tive o prazer de conviver e trocar experiências.

Às bibliotecárias Ednaide Magalhães e Isaelce Silva pela correção das referências bibliográficas.

Aos funcionários do Departamento de Química Agrícola e Solos: Benedita, Veronice, Maurício e demais, pelo atendimento às solicitações.

Ao meu irmão Rui, e amigos Silvinha e Natanael pela companhia na árdua tarefa de coleta das amostras.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, expresso meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO .....	01
Capítulo 1	
AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES NO SOLO E NAS PLANTAS DE POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA-BA .....	09
Capítulo 2	
AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES NO SOLO E NAS PLANTAS DE POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA-BA .....	63
Capítulo 3	
RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA OS POMARES DE LARANJEIRA 'PÊRA' NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA-BA.....	117
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	148
ANEXOS .....	150
APÊNDICES .....	153

## **AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO NUTRICIONAL DOS POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA – BAHIA**

Autora: Rozilda Vieira Oliveira Sacramento

Orientador: Prof. Dr. Washington Luíz Cotrim Duete

**RESUMO:** O desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo avaliar a fertilidade do solo e o estado nutricional dos pomares cítricos, em Latossolo Amarelo, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira - BA. Foram avaliadas no solo as características físicas através das análises granulométricas e, químicas com a determinação dos teores de matéria orgânica, P, K, Na, S, Ca, Mg, H + Al, Cu, Fe, Mn, Zn e pH além dos cálculos de S, T e V%. No tecido foliar determinou-se N, P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. Para amostragem do solo e da folha foram selecionados 34 pomares de cultivar 'Pêra' sobre porta-enxerto de limão Cravo, em cada pomar foram definidas 25 plantas para coleta de folhas em cada quadrante. As amostras de terra para análise química foram retiradas na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm. Os pomares foram georeferenciados para elaboração dos mapas de fertilidade do solo e estado nutricional das plantas. Os resultados das análises químicas das amostras de terra e tecido vegetal foram submetidos aos métodos da estatística descritiva e correlação de Pearson, sendo também, calculada a necessidade de calagem e adubação para macro e micronutrientes. Dos resultados obtidos conclui-se que: no solo os teores de matéria orgânica, S, P, K, Ca e Mg foram classificados abaixo do adequado; Cu, Mn e Zn de médio a baixo e Fe alto. Na diagnose foliar os teores de N, S e K foram classificados de adequado a alto, Mg de alto a excessivo, P e Cu como adequado, Ca e Fe baixo e Mn e Zn como deficiente. A recomendação para correção e adubação indica a necessidade de calagem, adubação NPK em menores doses para Muritiba e adubação foliar com Mn e Zn, bem como, a necessidade de experimentação local para definição de curvas de calibração de análise de solo para correção e adubação com macro e micronutrientes em citros.

**Palavras-chave:** fertilidade do solo, avaliação nutricional, adubação, citros.

# **SOIL FERTILITY AND NUTRITIONAL STATE EVALUATION OF CITRUS ORCHARDS IN MURITIBA AND GOVERNADOR MANGABEIRA MUNICIPALITY-BA**

Author: Rozilda Vieira Oliveira Sacramento

Adviser: Prof. Dr. Washington Luíz Cotrim Duete

**ABSTRACT:** The research had the objective of evaluating the soil fertility and nutritional state of orchards with "Pera" orange trees grown in dystrophic yellow latosol, in Muritiba and Governador Mangabeira municipality, localized in Reconcavo Sul Baiano. The physical conditions of the soil were evaluated through particle size analysis and the chemical characteristics by the determination of organic matter, P, K, S, Ca, Mg, H + Al, Cu, Fe, Mn and Zn contents and pH, calculating the sum of bases, CEC, and base saturation. The N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn contents were also determined in leaf samples. For the soil and leaf sampling 34 orchards of "Pera" cultivar grafted on "Cravo" lemon plants were selected and in each orchard 25 plants from each quadrant were defined for leaf samplings. The soil samples for chemical analysis were collected at the projection of shoot canopy, from the four quadrants of each plant, at 0 to 20 and 20 to 40 cm depth. The orchards were geo-referenced for the elaboration of soil fertility and nutritional state map. The results of soil and plant samples chemical analysis were submitted to descriptive statistical methods and Pearson correlation, and lime and macro and micronutrient fertilizers requirement for each municipality were calculated. The results indicated that: The soil organic matter, S, P, K, Ca, and Mg contents were classified as below the adequate level; Cu, Mn, and Zn as medium to low and low for Fe. In the leaf diagnosis, the N, S and K were classified as adequate to high, Mg as high to excessive, P and Cu as adequate, Ca and Fe low and Mn and Zn as deficient. The recommendation for soil acidity and fertility amendment indicate the needs of liming, NPK fertilization in lower doses for Muritiba and foliar Mn and Zn application and a local experiment to define the calibration curve of soil analysis for acidity and fertilizer (macro and micro) amendment in citrus.

**Key-words:** soil fertility, fertilizer application, nutritional evaluation, citrus.

## INTRODUÇÃO

Os citros, planta originária da Ásia e do Arquipélago Malaio nas regiões tropicais e subtropicais, constituem o grupo mais importante da fruticultura mundial, participando com 22% dessa produção. A laranja doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck), pertencente à família das Rutáceas (Rutaceae), originou-se provavelmente da Indochina e China Meridional e representa 80% da nossa citricultura. Por ser mais conhecida e apresentar um maior volume de produção, a laranja é considerada a rainha das frutas, sendo cultivada por mais de 60 países respondendo por 69% da produção citrícola do mundo.

A preferência pelo cultivo da laranjeira justifica-se pela grande demanda do mercado internacional, principalmente pelas indústrias de suco concentrado, além de ser um cultivo que permite, nos primeiros três anos, estabelecimento de consórcios com outras culturas como: feijão, amendoim, fumo, batata-doce, inhame, abóbora, melancia ou fruteiras como abacaxi, mamão e maracujá. Aliado a essas vantagens soma-se o alto valor nutritivo do fruto, cuja composição por 100g da fruta fresca é: calorias (63), glicídios (9,9 g), proteína (0,6 g), lipídios (0,1g), cálcio (45 mg), fósforo (28 mg), ferro (0,2 mg), magnésio (26 mg), potássio, vitamina A (14 mcg), vitamina B (40 mcg), vitamina B<sub>2</sub> (21 mcg) e vitamina C (40,9 mcg).

No mercado internacional, a produção de laranja para consumo *in natura* é liderada pela Espanha e Estados Unidos enquanto que o Brasil destaca-se como maior exportador mundial de suco concentrado suprindo 80% da demanda mundial, gerando divisas que ultrapassam US\$ 1bilhão/ano. O eixo central da cadeia produtiva citrícola apresentou em 1999, um movimento estimado em US\$ 3,45 bilhões, englobando defensivos, implementos, fertilizantes, mudas, tratores,

equipamentos para irrigação, corretivos, produção agrícola e exportação de suco concentrado, fruta fresca para consumo in natura no mercado interno e exportação. A laranja ocupa o 1º lugar na venda de defensivos por hectare e o 3º lugar em termos de demanda relativa/hectare para fertilizantes. O eixo de suporte da cadeia produtiva citrícola foi responsável pela movimentação de US\$ 438 milhões, englobando produtos ou serviços como: transportadores de frutos, mão-de-obra na colheita, combustíveis, embalagens de frutas, empresas extratoras, serviços portuários, pedágios e embalagens de suco (NEVES, 2001).

Em 2003 a produção mundial de laranjas foi de 64.712.847 toneladas, participando o Brasil com 26,61%, E.U.A com 16,18%, México com 6,13%, China com 5,9%, segundo dados da FAO (2004). A produção de laranja no Brasil, em 2002 foi de 18.530.625 toneladas, em área correspondente a 828.846 hectares (IBGE, 2003). Os estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Sergipe participaram com 79,65%, 4,98%, 3,77% e 3,69%, respectivamente na composição da produção nacional, gerando nos quatro estados média de 135 empregos por hectare.

Embora o Brasil seja o maior produtor mundial de citros, sua produtividade média é baixa, 21,06 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 2/3 do seu principal competidor, os EUA, sendo esta liderança no volume produzido, segundo Malavolta et al., (1996) dada pela área cultivada, que aumentou cerca de 10 vezes em pouco mais de 50 anos, e não por ganhos expressivos na produtividade. Segundo dados da FAO (2004) nos Estados Unidos e em Israel a produção média de laranja em 2003 foi de 32,2 e 33,9 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Na Bahia, a citricultura tem grande importância social, pois emprega, a cada safra, um contingente superior a 20 mil pessoas. Entretanto, a atividade citrícola no Estado sofreu decréscimo da área plantada com laranja de 7,43%, passando de 53 mil ha em 1999, para 49 mil ha em 2000. A queda da produção de laranja foi de 21%, passando de 4,3 bilhões de frutos em 1999, para 3,4 bilhões em 2000, com rendimento médio de 68.842 frutos/ha (SEI-BA, 2004). Desta produção, o Recôncavo Baiano responde com 15,55%, com destaque para os municípios de Cruz das Almas, Sapeaçu, Conceição do Almeida, Cabaceiras do Paraguaçu, Castro Alves, Governador Mangabeira e Muritiba.

O presente trabalho teve como abrangência os municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, situados no Recôncavo Sul da Bahia, nos Tabuleiros Pré-Litorâneos com área territorial de 111 km<sup>2</sup> e 94,7 km<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 1). Em ambos os municípios, historicamente, a economia têm se fundamentado na atividade fumageira, além do cultivo de lavouras como mandioca, laranja, banana, feijão e milho. Dentre estas, a laranja destaca-se como de maior importância econômica, no contexto regional. No município de Muritiba, a citricultura já chegou a ocupar 1.500 hectares em 1989, mas, ao longo da década de 90, foi sendo substituída por lavouras com melhores preços conjunturais, sendo que em 1996 a sua área colhida se estabilizou em 400 hectares, correspondendo a uma produção de 32 milhões de frutos (SEBRAE, 1996). Atualmente, com base em dados fornecidos pela CODEVASF (2001), a área destinada à cultura de laranja no município de Muritiba representa 471,5 hectares, correspondendo a 62,62% da área produtiva, ocupada pela fruticultura. No município de Governador Mangabeira a cultura da laranja ocupa 517 hectares, produzindo 41.360.000 frutos, obtendo rendimento médio de 80.000 frutos/ha, durante o ano de 2000 (SEI-BA, 2004).

A citricultura na região desenvolve-se em solos de Tabuleiros Costeiros, com predominância do Latossolo Amarelo, de textura média, caracterizando-se pela baixa capacidade de retenção de água, acidez natural devido ao processo de lixiviação e remoção de bases, bem como a presença de camadas adensadas, limitando a infiltração e o aprofundamento do sistema radicular, resultando em plantas de baixo vigor, comprometendo a longevidade dos pomares.

A falta de correção da acidez superficial e subsuperficial, juntamente com a adubação insuficiente, feita de modo inadequada são os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade dos pomares no Brasil, segundo Malavolta (1996). Aliado a esses fatores, Torres (1996) acrescenta os efeitos negativos de outros, tais como: presença de pragas, má nutrição das plantas e um manejo inadequado dos pomares.

A carência de pesquisas é outro agravante ao desenvolvimento da citricultura brasileira considerando que, segundo levantamento realizado por Malavolta et al. (1996) é reduzido o número de ensaios de adubação com fins para recomendação, não sendo considerados o aspecto econômico da adubação

e da calagem bem como ausência de respostas significativas aos micronutrientes e à adubação orgânica. Tais evidências ressaltam a necessidade e importância do desenvolvimento de pesquisas que possam fornecer ao citricultor recomendações adequadas para otimização da produção.

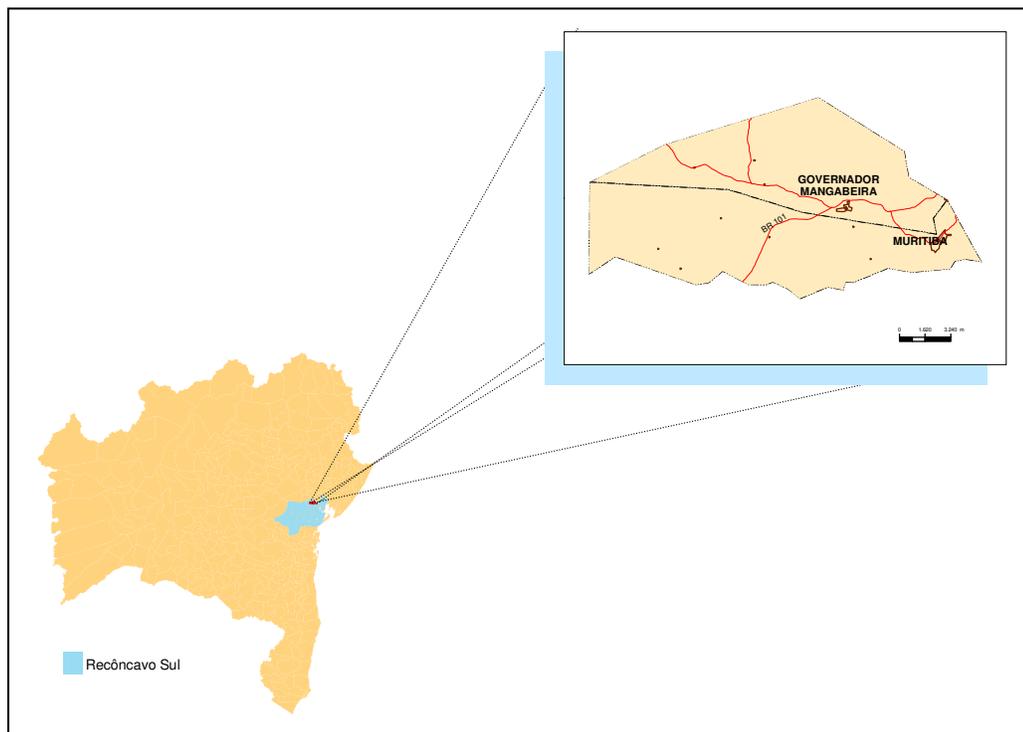


Figura 1 - Localização dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira- BA.

Segundo Coelho e Matos (1991), na Bahia as práticas culturais adotadas são inadequadas, necessitando de aprimoramento técnico, principalmente no que se refere à adubação, a qual vem sendo realizada, muitas vezes, em desacordo com as recomendações básicas da pesquisa e da assistência técnica. Sendo que o método da diagnose foliar é pouco usado e a solução para os problemas nutricionais baseia-se nos métodos clássicos de análise de solo e os sintomas visuais de deficiência. Tal situação não difere da realidade local, onde predomina pequenas propriedades, com mão-de-obra basicamente familiar e disponibilidade de poucos recursos para investimento na produção. Alguns agricultores utilizam nos pomares resíduos da mistura mineral 10-10-10, destinados à produção do

fumo, financiados pelos armazéns. Observa-se também a carência de assistência técnica com vistas ao controle de pragas e manejo dos pomares, sendo comum a presença de ortézia, broca, má formação do pomar por falta de poda ou mudas mal formadas, ausência de técnicas de rejuvenescimento, comprometendo a longevidade dos pomares bem como sua capacidade produtiva.

A adoção de técnicas que permitam verificar o estado nutricional das plantas, visando determinar de forma racional a quantidade de fertilizante a ser fornecida é imprescindível, se consideramos a adubação adequada, em conjunto com o manejo e tratos culturais, um dos principais fatores responsáveis por altas produtividades e melhores qualidades dos frutos produzidos. O diagnóstico nutricional foliar adapta-se em plantas perenes sobretudo em árvores, devido ao longo período de crescimento, o que faz possível corrigir deficiências durante o ciclo da planta (TORRES, 1996).

Para Rodriguez (1988), uma das melhores técnicas disponíveis para avaliar o estado nutricional dos pomares e orientar programas de adubação consiste na análise foliar aliada aos conhecimentos da fertilidade do solo e das influências de outros fatores. No Brasil, trabalhos neste sentido foram realizados no Pará (VELOSO e BRASIL; VELOSO et al.;1996, 2002), Paraná (FIDALSKI e AULER, 1997), na Bahia (COELHO e MATOS, 1991), Minas Gerais (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 1994a, 1994b).

Aliado aos métodos convencionais para análise de tecido foliar e fertilidade dos solos, o uso de técnicas de geoprocessamento tem contribuído bastante para a eficiência da interpretação dos resultados, possibilitando com uso do sistema de posicionamento global (GPS) e sistema de informação geográfica (SIG) a elaboração de mapas, identificando variação espacial do estado nutricional das plantas e graus de fertilidade do solo bem como a correlação entre ambos o que possibilita o uso eficiente e racional dos insumos agrícolas.

Desta forma, se o estado nutricional das plantas é responsável pelo seu crescimento e produção e, se a disponibilidade desses nutrientes está intimamente relacionada com a fertilidade do solo, então, o conhecimento dos teores de nutrientes no solo e na planta constituem condições indispensáveis para um programa de reposição de nutrientes.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional dos pomares de laranjeiras, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira – BA., a partir da diagnose foliar e das condições de fertilidade apresentada pelo solo, identificando os teores de macro e micronutrientes presentes no solo e na folha; efetuando interações entre os teores de nutrientes detectados na análise foliar e a disponibilidade dos mesmos no solo e, identificando os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade dos pomares.

### Referências Bibliográficas

COELHO, Y. da S.; MATOS, C. R. R. Levantamento nutricional de pomares cítricos na Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.3, p. 335 – 340, mar. 1991.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA – CODEVASF: **Censo frutífero 2000**. Disponível em <http://www.codevasf.gov.br> Acesso em 26 out. 2001

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS -FAO. **Frutos cítricos, frescos y elaborados, estadísticas anuales**. 2003. Disponível em: <http://www.fao.org> Acesso em 16 abr. 2004

FIDALSKI, J.; AULER, P. A. Levantamento nutricional de pomares de laranja no noroeste do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Paranaíba, 40, n.2, p. 443-451, jun., 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2002. Disponível em: <http://www.ibge.com.br> Acesso em 11 dez. 2003

MALAVOLTA, E. et al. A Adubação de citros no Brasil: o estado da arte. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., 1996, Bebedouro. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 1 – 14.

NEVES, E. M. et al. Citricultura brasileira: efeitos econômicos-financeiros, 1996-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.23, n. 2, p. 432-436, ago. 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. de et al. Diagnose foliar em citros: I efeito de cultivares e de quadrantes de coleta de folhas nos teores de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 579-585, abr. 1994a.

\_\_\_\_\_. Diagnose foliar em citros: II efeito de cultivares e de quadrantes de coleta de folhas nos teores de micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 587 – 592. abr. 1994b.

RODRIGUEZ, O. Produtividade de citrus. In: DONADIO, L. C. (Coord.). **Produtividade de citrus**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1988. p. 15-21.

SERVIÇO DE APOIO Á PEQUENA E MÉDIA EMPRESA - SEBRAE. **Diagnóstico de municípios região do Recôncavo Sul**: Muritiba. Salvador: SEBRAE, 1996. 82 p., (Série desenvolvimento regional 71).

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Informações Municipais**. 2000. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br>  
Acesso em 16 abr. 2004

TORRES, R. M. Adubação de citros no México. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., 1996, Bebedouro. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 15 – 26.

VELOSO, C. A. C.; BRASIL, E. C. Avaliação do estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá, PA. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE

DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 42 – 43.

VELOSO, C. A. C.; PEREIRA W. L. M.; CARVALHO, E. J. M. Diagnose nutricional pela análise foliar de pomares de laranjeira no nordeste paraense. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 38, p. 47-55, jul./dez. 2002.

# **CAPÍTULO 1**

## **AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES NO SOLO E NAS PLANTAS DE POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA –BA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial da Revista Brasileira de Ciência do Solo

# **AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES NO SOLO E NAS PLANTAS DE POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA –BA**

## **RESUMO**

O presente trabalho teve como propósito avaliar a fertilidade do solo e o estado nutricional dos pomares cítricos nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, localizados no Recôncavo Sul Baiano sobre Latossolo Amarelo distrófico. Foram avaliadas no solo as condições físicas através das análises granulométricas e químicas com a determinação dos teores de matéria orgânica, P, K, S, Ca e Mg além dos cálculos de S, T e V%, na análise do tecido foliar determinou-se N, P, K, S, Ca e Mg. Para amostragem do solo e da folha foram selecionados 34 pomares de cultivar 'Pêra', sobre porta- enxerto de limão Cravo. Em cada pomar foram definidas 25 plantas para coleta de folhas em cada quadrante. As amostras de solo, para análise química, foram retiradas na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, obtendo em cada pomar uma amostra composta de solo em cada profundidade. Os pomares foram georeferenciados para elaboração dos mapas de fertilidade do solo e estado nutricional das plantas. Os resultados das análises químicas das amostras de solo e tecido vegetal foram submetidos aos métodos da estatística descritiva e correlação de Pearson através do Sistema de Análise Estatística e Genética – SAEG. Dos resultados obtidos conclui-se que: No solo os teores de matéria orgânica e enxofre apresentaram-se baixo, no entanto, os teores foliares de N e S foram classificados nas faixas de adequada a alta; os teores de P e K no solo apresentaram-se abaixo da faixa adequada em mais de 50% dos pomares, com teores foliares de P em nível adequado e os de K variando na faixa de adequado a alto; a concentração de Ca e Mg no solo apresentaram-se abaixo do nível adequado para mais de 80% dos pomares, enquanto que os teores foliares de Ca também foram baixo para 91,2% dos mesmos, com os teores de Mg classificados em alto a excessivo.

Termos de indexação: fertilidade do solo, avaliação nutricional, macronutrientes, citros.

**MACRONUTRIENTS CONTENT EVALUATION IN SOIL AND PLANT  
SAMPLES, IN CITRUS ORCHARDS OF MURITIBA AND GOVERNADOR  
MANGABEIRA MUNICIPALITY - BA**

**SUMMARY**

The purpose of present work was to evaluate the soil fertility and nutritional state of citrus orchards, in dystrophic yellow latosol, of Muritiba and Governador Mangabeira municipality, localized in Reconcavo Sul Baiano. The physical conditions of the soil were evaluated through particle size analysis and the chemical characteristics by the determination of organic matter, P, K, S, Ca and Mg content, besides the calculation of sum of bases, CEC and base saturation. In the leaf samples N, P, K, S, Ca and Mg contents were determined. For the soil and leaf sampling 34 orchards of "Pera"cultivar grafted on "Cravo" lemon plants were selected and in each orchard 25 plants from each quadrant were defined for leaf samplings. The soil samples for chemical analysis were collected at the projection of shoot canopy, from the four quadrants of each plant, at 0 to 20 and 20 to 40 cm depth, obtaining one compound soil sample for each depth. The orchards were geo-referenced for the evaluation of soil fertility and plant nutritional status map. The results of soil and plant chemical analysis were submitted to descriptive statistical analysis and Pearson correlation through the Statistic and Genetic Analysis System - SGAS. It was concluded that: Although the soil organic matter and sulphur contents were low, the leaf S content was classified as adequate to high; the soil P and K contents were below the adequate level for more than 50% of orchards, with leaf P content within the adequate level and of the K varying from adequate to high; the soil Ca and Mg contents were below the adequate level in more than 80% of orchards, while the leaf Ca contents were low for 91.2% of them, with the Mg content classified as high to excessive.

Index terms: soil fertility, nutritional evaluation; macronutrients, citrus.

## INTRODUÇÃO

Um dos fatores que mais interfere no rendimento da planta cítrica é o estado nutricional. A avaliação do estado nutricional de pomares cítricos envolve técnicas de diagnose foliar aliada aos métodos de análise de solo em diferentes profundidades. Comparando os métodos e técnicas para avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional, Lorenz & Bartz (1968), consideram para fins de avaliação da fertilidade do solo o conjunto de técnicas de ensaio de campo + análise de solo + análise de tecido como excelente, enquanto que apenas a análise de solo seria um bom referencial tendo na análise de tecido uma técnica moderada. Para avaliação do estado nutricional têm-se a técnica de análise de tecido e o conjunto das técnicas de ensaio de campo + análise de solo + análise de tecido como excelentes métodos, considerando a análise de solo e o ensaio de campo como técnicas pobres.

Vários trabalhos na literatura têm apresentado baixos índices de correlações entre os parâmetros de solo e os teores de nutrientes foliares. Tais correlações quando significativas, ocorrem com maior freqüência nas profundidades de 20 a 40 cm. Bernardi (1995), avaliando a fertilidade do solo e o estado nutricional de pomares de laranjeira 'Valência', no estado de São Paulo, observou que as variáveis relativas à profundidade de 20 a 40 cm foram mais freqüentemente incluídas que as variáveis da profundidade de 0 a 20 cm, bem como a relação entre os nutrientes teve maior influência que os teores individuais.

Singh et al. (1998), avaliando o estado nutricional de pomares de laranjeira, na Índia, verificaram que pH do solo, carbono orgânico, P disponível, Ca, Mg e K eram maiores na camada de 0 – 15 cm em comparação aos teores apresentados na camada de 15–30 cm, bem como, não houve correlação entre a disponibilidade desses nutrientes no solo e a concentração nas folhas.

A falta de correlação para as variáveis da camada de 0 a 20 cm pode estar relacionada à concentração de nutrientes no perfil do solo e a distribuição do sistema radicular dos citros. Segundo Malavolta (1984), o sistema radicular dos citros é relativamente profundo, em laranjeiras adultas (10 a 23 anos de idade) cerca de 90% das raízes estão de 0 – 60 cm de profundidade. Entretanto, a quantidade e distribuição das raízes depende da variedade da copa e do porta

enxerto, da idade e das condições de solo. Da mesma forma, Rodriguez (1984), afirma que as raízes dos citros apresentam maior densidade nos primeiros 50-60 cm de solo, onde se situa sua maior capacidade de absorção de nutrientes. Todavia, Moreira (1983), estudando a distribuição do sistema radicular da laranjeira 'Pêra' verificou que 50% das radicelas em pomares de 6 anos de idade, estava nos primeiros 15 cm e mais 10% até 30 cm.

A literatura tem demonstrado maior correlação no estudo entre as relações dos nutrientes com a produtividade que considerando os teores isolados dos elementos. Para Koo (1985), as interações são o fator predominante sobre os teores de nutrientes nas folhas. Valores ótimos para as relações de macronutrientes em folhas com frutos, no estado de São Paulo, foi proposta por Sanchez (1979), sendo: N/P = 16,3; N/K = 1,8; Ca/N = 1,8; Ca/P = 23; Ca/K = 3,3; K/Mg = 3,00; Ca/Mg = 10. Entretanto, Malavolta et al. (1991), avaliando a composição mineral das folhas de laranjeiras em função da produtividade por um período de 10 anos, estabeleceram teores adequados de macro e micronutrientes para uma produção superior a 800 caixas ha<sup>-1</sup>, definindo valores maiores de relações ideais entre pares de elementos: N/P = 19; N/K = 2,2; Ca/K = 4,2; Ca/Mg = 18; K/Mg = 4,2; N/B = 338; P/Zn = 31, Zn/Mn = 1,0 e Ca + Mg/K = 4,45. As diferenças observadas devem-se possivelmente às variações entre os teores considerados como adequados para a cultura, em função das tabelas padrões utilizadas pelos autores, como também, a produtividade média considerada.

O uso da diagnose foliar possibilita identificar possíveis deficiências, avaliar o estado nutricional e determinar a necessidade de adubos, devendo ser empregada preventivamente. A aplicação dessa técnica requer atenção para fatores que podem modificar a composição mineral das folhas e interferir na interpretação dos resultados, tais como: idade e posição da folha, presença e ausência de fruto, variação anual, variedades enxerto e porta-enxerto, clima, práticas culturais e as interações entre os elementos (Malavolta, 1983; Rodriguez, 1983). Entretanto, as tabelas utilizadas no Brasil como padrão para determinação das classes de teores nutricionais foliares não levam em consideração a variedade porta-enxerto/copa, as especificidades regionais, nem a idade do pomar. Pesquisas realizadas têm demonstrado que a absorção de determinados nutrientes varia em função do porta-enxerto e copa utilizado. Para Embleton et al. (citados por Dasberg, 1996), os efeitos de porta-enxertos no conteúdo mineral da

folha podem ser muito fortes. Assim, Trifoliata e Cleópatra apresentam teores de N menores que limoeiro rugoso; algumas laranjeiras e limoeiro rugoso estão associados com baixos teores de P e muitos outros efeitos.

Avaliando a composição mineral das folhas de quatro variedades de laranjeira (Baianinha, Natal, Pêra e Valência), por um período de 10 anos (1982-1991), em Alfenas - MG, Malavolta et al. (1991) encontraram variação nos teores foliares em função da produtividade e da variedade. Considerando a produção máxima de 800 caixas/ha a variedade Baianinha apresentou os teores mais altos de K e os mais baixos de Ca, tomando por base a média ponderada dos teores foliares das quatro variedades observou-se que, com o aumento da produtividade houve diminuição nos teores de N, P e K aumentando os teores de Ca, para os teores de Mg e S não houve variação.

Aliado a estes fatores observa-se ainda grande divergência entre os limites de faixas de nutrientes para efeito de classificação dos teores foliar para citros, proposta por Malavolta & Prates (1994) e o Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros – GPACC (1994).

Levantamentos nutricionais de pomares cítricos, realizados no Brasil, evidenciam a necessidade de aprimoramento das pesquisas com estudos mais detalhados sobre o estado nutricional da citricultura.

Coelho & Matos (1991), avaliando o estado nutricional dos pomares cítricos na Bahia, em solos dos Tabuleiros Costeiros, após quatro anos de estudo, identificaram nítidos problemas nutricionais, especialmente em relação ao Ca e K, cujos teores apresentaram-se baixos em 65,0 e 48,3% dos pomares, respectivamente, P estava abaixo dos teores adequados em 35% dos pomares amostrados.

Bernardi (1995) realizou levantamento da fertilidade do solo e do estado nutricional de 30 pomares de laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) em Latossolos, na região de Araraquara, Estado de São Paulo, verificando que os teores no solo para P e Mg, na maioria dos pomares, estavam na faixa de médio a alto, K de baixo a médio, e a saturação por base apresentaram valores de baixos até altos. Na avaliação do estado nutricional verificou-se que, em ordem decrescente, os nutrientes potássio, nitrogênio e magnésio estavam adequados, enquanto que cálcio, fósforo e enxofre mostraram-se deficientes.

Veloso & Brasil (1996), avaliando o estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá, no estado do Pará, constataram que os teores foliares de cálcio apresentaram-se de baixo a deficiente em 100% das amostras, os teores de P e Mg foram considerados adequados na maioria dos pomares e os teores de K eram baixos em 25% dos pomares.

Os mesmos estudos realizados por Veloso et al. (2002) no nordeste Paraense verificaram que cerca de 50% dos pomares apresentaram teores foliares de N, P, K e Mg adequados, e os teores de cálcio e enxofre baixos.

Apesar das pesquisas até então desenvolvidas, ainda há carência de informações em relação aos critérios de interpretação das análises que permitam discriminar variedades, relação copa-porta enxerto, idade do pomar, uso de relação entre teores e não teores isolados, bem como a correlação desses teores nutricionais com a produção e qualidade dos frutos.

A absorção de nutrientes ocorre durante todo o ano, entretanto, a exigência é maior durante o período de florescimento e na formação de folhas e ramos novos ocorrendo nos meses de setembro/dezembro e março/abril no hemisfério Sul. O cálcio é o elemento mais abundante na parte vegetativa da planta seguida pelo N, K, Mg S e P. Dentre estes, o N e o K são mais abundantes nos frutos, concentrando respectivamente 30% e 70% do teor total desses elementos.

A exportação de macronutrientes dá-se na seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, P, S, Mg. Segundo vários autores, uma tonelada de laranja remove do solo entre 1,18 a 1,85 kg de N; de 0,17 a 0,27 kg de P; 1,79 a 2,71 kg de K; 0,36 a 1,04 kg de Ca; 0,17 a 0,19 kg de Mg (Torres, 1996).

## **NITROGÊNIO**

Os períodos fisiológicos de maior exigência de N ocorre antes da primavera, na floração, durante a queda prematura e maturação dos frutos. Segundo Kampfer & Uexkull, (citados por Malavolta, 1983), o N absorvido no outono e começo do inverno, fica acumulado nas folhas, até a primavera quando passa a ser redistribuído no florescimento e na frutificação reduzindo o teor nas folhas.

Estudos realizados por Legaz et al. (1995), com objetivo de avaliar a absorção e distribuição do nitrogênio em planta cítrica, com adubo marcado,

constatarem que, as maiores quantidades de N foram encontradas nas folhas (33-42%) e nas raízes (30-38%). As folhas velhas são os principais órgãos de reserva, contribuindo com 40 a 50% das reservas totais de N exportado. As raízes e caule contêm entre 30-35% e 15-25% das reservas totais de N, respectivamente.

A avaliação da ciclagem de N em ambiente de pomar cítrico é complexa e tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores. Neste aspecto, a análise da fertilidade do solo não possibilita estimar a disponibilidade de nitrogênio devido à dinâmica deste elemento no processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica. Para Obreza (1996), num pomar cítrico, a reciclagem de matéria orgânica fornece a maior parte do nitrogênio necessário para novas folhas e galhos, sendo complementado com uma pequena fertilização de nitrogênio. Estudos sobre a contribuição de N proveniente da mineralização de resíduos como folhas e galhos secos que retornam ao solo, realizados por Dou et al. (1997) comprovaram que esses resíduos podem contribuir com até  $153 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , quantidade que corresponde de um terço a metade da recomendação anual de N para árvores adultas de citros.

Almeida & Baumgartner (2002), estudando os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de frutos de laranja 'Valência', em solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, durante três safras (1997 a 1999), observaram que os pomares mantiveram a produtividade com as doses mínimas de N ( $94 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e de  $\text{K}_2\text{O}$  ( $38 \text{ kg ha}^{-1}$ ), durante os três anos, não havendo respostas em produção com o aumento das doses desses nutrientes nem efeitos significativos das doses combinadas, bem como os teores foliares mantiveram-se dentro das faixas consideradas adequadas, nos tratamentos com doses mínimas, nas três safras. Este comportamento, segundo os autores, confirma a capacidade das plantas cítricas quando bem conduzidas manterem a produtividade às custas de suas próprias reservas e das do solo por um período relativamente longo.

A resposta da produção ao nitrogênio segue a lei de incrementos decrescentes, obtendo-se maiores rendimentos a baixas taxas de N e, conseqüentemente menores efeitos de rendimento ao aumento das taxas de N (Obreza, 1996). Da mesma forma, Intrigliolo et al. (1993), testando a influência da adubação nitrogenada (0 –  $1000 \text{ g N/planta}$ ), no estado nutricional e rendimento

de pomares de laranja 'Navelina', observaram que concentrações foliares de N e Mg aumentaram com doses crescentes de N enquanto que os teores foliares de K e Ca diminuíram. O rendimento aumentou consideravelmente com aplicações de N até 600g N/planta sendo que doses mais elevadas resultaram em baixos rendimentos e decréscimo dos índices de qualidade de fruta. Similarmente, Dubey & Yadav (2001), em resposta à adubação nitrogenada em pomares de laranja 'Mandarin' (*Citrus reticulata* Blanco), na Índia, obtiveram rendimento mais alto 55,37 kg/planta com aplicação de 800 g N/planta/ano, doses de 1000g N/planta/ano causou diminuição de rendimento.

### **RELAÇÃO N/K**

O nitrogênio tem muita importância na absorção de K. Du Plessis (1996), em experimentos realizados na África do Sul, com laranja Valência, observou que quanto maior o nível inicial de N nas folhas, menor o efeito no aumento da absorção de K na sua absorção e similarmente, aumentando a dose de K aumenta o K foliar, mas diminui o Mg. Comportamento similar foi obtido por Koo (1983), analisando resposta da adubação N e K em citros com quatro experimentos de campo envolvendo 5 cultivares e 3 porta-enxerto. Observou que o aumento de doses de N causaram decréscimo no K foliar, entretanto, o aumento de K não apresentou efeito no N foliar, indicando que o N é o dominante, entre os dois elementos e a maior produção foi alcançada com a dose de 202 kg N ha<sup>-1</sup> para plantas entre 10 – 15 anos de idade. Com o aumento da dose de N houve diminuição do teor de P, aumentando o teor de Mg nas folhas, observou-se também que a incidência de cochonilha variou diretamente com o aumento das doses de N aplicadas.

A relação N/K tem sido bastante estudada na nutrição mineral, pois as plantas dependem do potássio para expressar o seu potencial de utilização do nitrogênio. As relações N/K, para citros, propostas por Sanchez (1979) e o GPACC (1994) apresentaram para ramos com frutos, relação ótima de N/K = 2,0. Trabalhos realizados por Du Plessis & Koen (1988), para avaliar os efeitos da fertilização N e K no rendimento e tamanho de fruto em pomares de laranja 'Valencia' verificaram que o estudo da relação N:K foliar era mais significativo para as respostas de rendimento e qualidade da fruta que os valores absolutos

desses nutrientes. Rendimento máximo foi obtido para relação N:K de 2,4 a 3,0 com N mais alto que 2,1% e K mais alto que 0,8%, para tamanho máximo de fruto a relação ótima estava entre 1,6 a 2,2 com N mais alto que 1,8% e K mais alto que 0,9%.

Kohli et al. (1996), estudando os efeitos da interação entre os teores foliares de N e potássio no crescimento, rendimento e qualidade de frutos em pomares de 'Nagpur' mandarin, na Índia, verificaram que a relação N/K = 2,49 apresentou ótimos resultados para crescimento e produtividade. Esta relação estava associada com um incremento no volume da copa de 2,70m<sup>3</sup> e rendimento de 411 frutos.

Basso et al. (1983), avaliando a influência da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranjeiras 'Valência', observaram que doses crescentes de N aumentaram a concentração foliar de Mn e reduziram a de Ca, havendo associação negativa entre as concentrações de N e Ca nas folhas. A redução do teor foliar de Ca, segundo o autor, é explicada, até certo ponto por um maior crescimento vegetativo, e baixa mobilidade do cálcio na planta, diluindo o Ca nas folhas. Os aumentos nas concentrações foliares de Mn podem estar relacionados com um provável maior desenvolvimento radicular provocado pelo nitrogênio.

## FÓSFORO

As necessidades de P para o crescimento vegetativo da planta cítrica são menores em relação ao N. Estima-se que uma tonelada de fruta contenha aproximadamente 0,2 kg de P, cerca de 60% do total de P absorvido pela planta é encontrado no seu fruto (Molina, 2003).

Segundo Malavolta (1983) a laranjeira pode produzir satisfatoriamente num solo pobre em fósforo no qual uma cultura anual poderia mostrar sintomas de fome. As altas doses de fósforo usado nos pomares cítrico, estão mais relacionadas com a diminuição na disponibilidade do elemento por fixação e com o pequeno sistema radicular do que com a exigência da planta ou a capacidade das raízes para absorver P. Entretanto, Quaggio (1996), definindo curvas de calibração de análise de solos para fósforo, específicas para citros, estabeleceu que estes requerem em torno de 22 mg dm<sup>-3</sup> para otimizarem a produção,

enquanto que, para culturas anuais isto ocorre em valores mais alto ao redor de  $55 \text{ mg dm}^{-3}$ . Segundo o autor, essa diferença não significa que o citros seja menos exigente em P, mas sim, que as plantas cítricas são mais eficientes na absorção do P no solo devido à extensão do sistema radicular e o maior tempo para absorção do mesmo.

Várias pesquisas desenvolvidas têm demonstrado que a resposta dos citros, à fertilização com P está mais relacionada com a melhoria do crescimento vegetativo, sendo raras respostas positivas quanto ao rendimento (Malavolta, 1983; Koo, 1983; Obreza, 2003a).

Sobral et al.(2000), observou efeitos significativos do P na produção de frutos de Laranjeira 'Pêra', em Latossolo Amarelo, obtendo produção máxima com a aplicação de  $41,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de P.

Os teores de P nas folhas dependem do suprimento do nutriente, mas também do teor de N. Os teores desses nutrientes nas folhas são inversamente relacionados, tendo o N um efeito pronunciado sobre o P (Koo, 1983; Bernardi et al., 2000).

Avaliando a influência da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranjeiras Valência, Basso et al. (1983), observaram que as quantidades de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aplicadas ao solo correlacionaram positivamente com a disponibilidade de P no solo e com o teor foliar de P, apresentando associação positiva entre os teores foliares de P e K, provavelmente devido a um maior desenvolvimento radicular e conseqüente maior absorção desses nutrientes.

Goramnagar et al. (2001), estudando os efeitos do manejo integrado de nutrientes sobre os teores nutricionais em folhas e solo, em pomares de laranja 'Nagpur' em Maharashtra - Índia, verificaram que aplicações de NPK na forma de uréia, superfosfato simples e nitrato de potássio, respectivamente, aumentaram os teores desses nutrientes em folha e solo em proporção às taxas aplicadas. O fósforo na forma aplicada conduziu a teores mais elevados de Ca nas folhas e solo.

## POTÁSSIO

As frutas cítricas acumulam grande quantidade de potássio comparado com outros nutrientes, sua absorção máxima pela laranjeira, ocorre na primavera

e no verão quase cessando no inverno (Malavolta 1983). Segundo Molina (2003), o K é o elemento extraído em maior quantidade, no fruto a relação de extração é de 2:1:4 considerando N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O, para uma produção de aproximadamente 40 t ha<sup>-1</sup>.

O K é necessário para as funções fisiológicas básicas como formação de açúcares, síntese de proteínas, divisão e crescimento celular, interfere diretamente na formação, tamanho e qualidade dos frutos. O efeito do K no desenvolvimento vegetativo é menos acentuado que o do N, tendo maior influencia na qualidade do fruto que qualquer outro elemento.

A análise de solo para recomendação de K é pouco utilizada devendo ser usado teste de tecido foliar devido a não acumulação desse nutriente no solo, sendo facilmente lixiviado, principalmente quando se trata de solo arenoso e com baixo teor de matéria orgânica. Assim, a tentativa de estabelecer curvas de calibração para K no solo é pouco eficiente fazendo-se uso apenas da análise de solo.

Baixos teores de K em plantas de citros são mais encontrados onde o pH do solo é maior que 7,0 (Obreza, 1996). Em geral, solos arenosos possuem menos K que os solos argilosos e sua concentração maior ocorre próximo a superfície. O uso contínuo de fertilizantes de potássio, durante muitos anos, pode favorecer elevados teores desse nutriente no solo (Weir, 2002).

Quaggio (1996), estabelecendo curvas de calibração de análise de solo para K, específicas para citros, observou que a produção máxima foi alcançada com teores de K no solo ao redor de 2,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> sendo que concentrações desse nutriente mais elevada foram encontrada na camada de 20-40 cm devido ao alto potencial de perdas por lixiviação, em decorrência do excesso de uso.

Avaliando respostas da Laranja 'Pêra' à adubação NPK em Latossolo Amarelo, Sobral et al. (2000) obtiveram produção máxima com a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de K, aumentando consideravelmente a produção de frutos em três dos quatro anos considerados.

Obreza (2003b), avaliando resposta de citros à adubação potássica, em solos arenosos da Flórida, obteve resposta linear para o teor de K foliar, com o aumento das doses (0, 90, 180 e 360 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), sendo a dose 180 kg K<sub>2</sub>O suficiente para manter a concentração foliar em teores ótimos (1,2 – 1,7%) e garantir crescimento máximo de fruto e rendimento.

A relação entre o K e outros macronutrientes, principalmente Ca e Mg, tem sido amplamente citada na literatura, pela forte competição existente entre eles nos sítios de absorção. Basso et al. (1983), analisando a influência da adubação NPK na concentração foliar de nutrientes em laranjeira 'Valência', obtiveram correlação positiva entre o teor foliar de K e a disponibilidade deste no solo, encontrando correlação negativa entre o teor foliar de K e a concentração foliar de Mg e Ca.

## CÁLCIO

O cálcio é o elemento dominante na composição mineral da parte vegetativa da laranjeira, sendo por isso, considerada como planta calcífera. Os teores desse nutriente nas folhas cresce durante toda a vida da mesma devido a imobilidade desse elemento no tecido, não sofrendo redistribuição.

No Brasil existem poucos trabalhos com doses de calcário que relacionem variações de teores de Ca e Mg nas folhas e produção, em pomares formados. De acordo com Malavolta (1976), o maior crescimento de mudas de laranjeiras está associado com teor de cálcio correspondente a 50% da CTC. Para o Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros é recomendado manter no mínimo 40% da CTC com cálcio.

Koo (1983), em experimentos com laranjeira Valência jovem, avaliou respostas à aplicação de 4 doses de Ca (0, 112, 224, e 448 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) em solo arenoso, ácido e de baixa fertilidade. Constatou que maior crescimento de árvore e máxima produção de frutos foram obtidas com 224 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com teor de Ca foliar por volta de 28,5 g kg<sup>-1</sup>, não influenciando na qualidade do suco.

Baumgartner et al (1996), desenvolvendo experimentos com laranjeira 'Pêra', na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, por 4 anos, testaram a produção na presença e ausência de calcário em combinação com doses de NPK. Neste período, não houve resposta ao calcário em produção de frutos, sendo a maior produção obtida no último ano, correspondente a 136 kg/planta para o tratamento que apresentou teores foliares de 28,7 g kg<sup>-1</sup> de Ca, 6,2 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 9,6 g kg<sup>-1</sup> de K, com os teores foliares de Ca muito próximos ao encontrado pelo autor acima citado.

Fidalski et al. (1999) encontraram correlações significativas e positivas dos teores foliares de cálcio com a produção e número de frutos de laranjeira 'Pêra', cultivadas sobre um Latossolo Vermelho-Escuro do noroeste do Paraná, estabelecendo nível crítico para Ca foliar de 29,72 g kg<sup>-1</sup>, correspondente a 90% da produção máxima de frutos.

Pesquisas realizadas em pomares das regiões norte e nordeste do Estado de São Paulo, durante o período de 1994 – 1996, apresentaram teores de K adequados, os de Mg de adequados a altos e os de cálcio baixo, considerando as faixas de interpretação para análise foliar de citros, desenvolvida pelo GPACC (1994). Entretanto, não houve relatos de deficiência de cálcio em citros na região, sendo mais freqüentemente observados sintomas visuais de deficiência de Mg que de Ca.

Lavon et al. (1999), analisando os teores nutricionais em folhas de limão rugoso (*Citrus volkameriano* Ten&Pasq), em cultivo hidropônico sob deficiência de K, Mg e Ca, verificaram que a deficiência de cálcio causou significativa decréscimo no teor de N total, nitrato e reserva de aminoácidos livres.

## MAGNÉSIO

A maior absorção de Mg, como a maioria dos elementos, ocorre nos meses quentes, praticamente cessando o processo no inverno (Malavolta, 1983). A deficiência de Mg na planta cítrica afeta tanto a produção como a qualidade dos frutos devendo-se manter seus teores foliares superior a 0,3% ou 3 g/kg (Koo, 1983).

Os teores de Mg no solo, relacionados com maior crescimento de mudas de laranjeiras, corresponderia a 15% e 10% da CTC de acordo com Malavolta (1976) e o GPACC (1994), respectivamente. Entretanto, estas faixas podem variar com o grau de fertilidade do solo. Fidalski & Auler (1997), analisando o estado nutricional dos pomares de laranja no noroeste do Paraná, implantados sobre Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólicos, derivados da formação sedimentar do Arenito Caiuá, estabeleceram que a proporção do Mg na capacidade de troca, para atender ao teor mínimo desse nutriente no solo de 0.9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> estabelecido por (Quaggio, 1992), seria de 18,83% considerando os valores da CTC obtida nestes solos de 4,78 a 4,99 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. O nível crítico de Mg no solo

para cultura de citros, observado por Quaggio (1991) foi de  $8,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Quaggio (1996), estabeleceu correlações estreitas entre os teores de magnésio no solo com o grau de deficiência visual de Mg nas folhas e produtividade, obtendo produção máxima de laranja com teor de Mg trocável ao redor de  $9,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , comprovando que o teor de Mg trocável no solo é índice excelente de disponibilidade para as plantas cítricas.

Segundo Malavolta (1980) a absorção de magnésio é fortemente influenciada pela concentração de P no meio, com efeito sinérgico.

São freqüentes na literatura citações de efeitos depressivos da adubação potássica sobre teores foliares de Mg, induzindo sintomas de deficiências deste nutriente (Baumgartner, 1996, Du Plessis, 1996); Malavolta (1983) acrescenta ainda a possibilidade de efeito sinérgico entre Mg, Zn e Mn sendo que o fornecimento do primeiro favorece a acumulação dos últimos nas folhas.

Não há relatos na literatura de efeitos depressivos do excesso de Mg nas condições normais de cultivo. Coelho & Matos (1991), avaliando o estado nutricional de pomares cítricos no Estado da Bahia, encontraram 25% dos pomares com teores elevados de Mg foliar, sem registrar qualquer efeito negativo. Da mesma forma, Baumgartner (1996) afirma ser freqüente, no estado de São Paulo, teores foliares de Mg acima de  $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ , não relacionados a efeitos prejudiciais à planta.

A relação Ca/Mg tem sido amplamente discutida na literatura e assume importância no equilíbrio nutricional dos citros uma vez que, por se tratar de planta calcífica extrai muito mais cálcio do que Mg, devendo-se considerar ainda que Ca apresenta maior efeito agregante no complexo de troca do solo, conforme a série liotrópica ( $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+$ ).

A faixa de saturação em base mais adequada para citros varia de 60 a 70% (Vitti & Ferreira, 1985) e a proporção entre as bases K : Mg : Ca está na faixa de 1:3:9 a 1:5:25 para a maioria das culturas (Kupper, 1981). Pesquisas têm demonstrado que a relação Ca/Mg entre 4 a 6 apresenta-se dentro dos padrões normais para citros (Jacoby, 1961; Guardiola, 1992 citados por Vitti et al. 1996).

Obreza (1990), avaliando graus de fertilidade dos solos de pomares cítricos (velhos e jovens), no sudeste da Flórida, verificou que em solos cujo teor de magnésio era alto a concentração foliar desse nutriente apresentava-se baixo. Nos pomares jovens, os teores de Mg no solo estavam adequados e os teores

foliares apresentaram-se na faixa ótima a alta. A diferença na absorção de Mg entre os pomares, segundo o autor pode estar relacionada à relação Ca/Mg; pomares que apresentaram relação Ca/Mg = 12,9 apresentaram baixo teores foliar de Mg mesmo estando alto os teores desse elemento no solo. Pomares com relação Ca/Mg = 11,8 e 8 apresentaram teores foliares de Mg ótimo a alto.

## ENXOFRE

Na solução do solo o S é absorvido pelas raízes predominantemente na forma de sulfato, nas folhas a absorção pode ocorrer também na forma do gás SO<sub>2</sub>, presente na atmosfera. A utilização direta do S elementar foi observada por Malavolta (1980), nas folhas e frutos de plantas cítricas empregando-se o produto marcado com <sup>35</sup>S. As funções do enxofre na planta estão intimamente relacionadas ao metabolismo do nitrogênio, convertendo-o de N não protéico em proteína, utilizando-se a relação N/S do tecido vegetal para avaliar o seu estado nutricional (Vitti, 1988).

A maior parte do S no solo, em geral mais de 90%, encontra-se em formas orgânicas. Solos de regiões de clima úmido e subúmido conforme afirma Hoefft (1980), têm grande possibilidade de serem deficientes em S devido ao rápido processo de mineralização da matéria orgânica e lixiviação do sulfato para horizontes subsuperficiais, principalmente em solos de textura arenosa. Segundo Malavolta (1980), nos solos minerais os teores de enxofre variam de 0,2 a 2,0 g.dm<sup>-3</sup> podendo chegar a 10 g dm<sup>-3</sup> em solos orgânicos; nos solos brasileiros o S orgânico representa 60-90% do total.

De acordo com Embleton et al. (1978), o aumento dos teores de nitrogênio pode reduzir os teores de enxofre na planta. Já Bernardi (1995) avaliando a fertilidade do solo e o estado nutricional de 30 pomares de laranja 'Valência' e suas relações com a produtividade e a qualidade dos frutos, em Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro observou que as relações do nitrogênio com o enxofre apresentaram efeitos negativos sobre a produção relativa.

Deficiência de enxofre tem sido observada em áreas onde são freqüentes adubações pesadas de nitrogênio ou de fósforo e mais significativamente com aplicação de ambos conforme trabalhos realizados por Homes (1966).

O processo de adsorção de  $\text{SO}_4^{2-}$ , para Blair (1979) pode ser o principal controlador da disponibilidade de S às plantas, constituindo um equilíbrio entre a fase sólida e a solução do solo. Segundo Harward & Reisenauer (1966) esse fenômeno é bastante complexo podendo ocorrer de várias formas: a maioria dos solos apresenta capacidade para reter o sulfato sendo esta adsorção mais pronunciada nas camadas subsuperficiais provavelmente devido à diminuição do pH ou à saturação das áreas de adsorção nos solos de superfície por fosfatos e outros ânions; as caulinitas retêm mais sulfato que as montmorilonitas, sendo expressiva a capacidade de adsorção de sulfato pelos óxidos hidratados de ferro e alumínio; há uma forte dependência da retenção de sulfato em relação ao pH, a retenção aumenta com a diminuição deste.

Para Catani (1971), o aumento do pH do solo e, para Kamprath (1956), a dose de P aplicada são práticas que promovem maior adsorção de  $\text{SO}_4^{2-}$  no horizonte B dos solos, sendo o  $\text{SO}_4^{2-}$  adsorvido nesse horizonte uma importante fonte de enxofre para as plantas, desde que o sistema radicular atinja camadas mais profundas. Da mesma forma, afirma Bromfield (1972), que a aplicação de altas doses de P podem determinar, dependendo do tipo de solos, o aumento da lixiviação de sulfato para horizontes subsuperficiais. Acrescentam ainda Lopes (1983) e Pavan & Volkweiss (1986) que, a lixiviação de  $\text{SO}_4^{2-}$  é acompanhada dos deslocamentos de cátions, especialmente  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , para as camadas inferiores do perfil.

Malavolta (1982) afirma que apesar da ausência de informações adequadas no País quanto à dose de S a ser usada, sabe-se que, de modo geral, de 10 a 40  $\text{kg ha}^{-1}$  de S são suficientes para prevenir a deficiência desse nutriente. Entretanto, em ensaios de adubação com citros, Malavolta & Violante Netto (1988) observaram um efeito positivo e quadrático do enxofre, obtendo aumento significativo de 16% na produção quando o teor foliar foi de 2,75  $\text{g kg}^{-1}$  com aplicação de 60  $\text{kg ha}^{-1}$  de enxofre fornecido como sulfato de amônio, fosfogesso ou sulfato de potássio-magnésio.

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo avaliar os teores de macronutrientes no solo e nas folhas de laranjeira 'Pêra' nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, a partir da diagnose foliar e das condições de fertilidade apresentada pelo solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, situados no Recôncavo Sul da Bahia, nos Tabuleiros Pré-Litorâneos, abrangendo uma área de 204 km<sup>2</sup>, entre os paralelos 12°32'S e 12°39'S e os meridianos 38°57' W e 39°11' W.

O clima da região é do tipo subúmido a seco, apresentando temperatura média anual de 24,2°C e a pluviosidade média anual entre 800 a 1400mm, com um período chuvoso entre abril a junho. A vegetação varia entre floresta estacional e floresta ombrófila densa, com domínios de pastagens e culturas temporárias. A geomorfologia característica da área são os Planaltos Cristalinos, Rebaixados com altitudes entre 100 e 200 m, apresentando relevo bastante uniforme, com vertentes convexo-côncavas e com topos abaulados (CAR – BA, 2000); os solos encontrados nos municípios são do tipo Latossolo Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-amarelo distrófico e Chernossolo Háplico, conforme levantamento pedológico realizado pela Embrapa (2002) na escala de 1:1.000.000.

Para amostragem do solo e das folhas foram selecionados 34 pomares cítricos, sendo 17 em cada município nas diferentes localidades rurais, sobre Latossolo Amarelo distrófico, conforme figura 1. A localização de pontos de amostragem nos limites entre Latossolos Amarelo distrófico e Argissolo Vermelho-amarelo distrófico, não definem mudança abrupta do tipo de solo, não ocorrendo diferenças nas características físicas e químicas destes. Em cada pomar foram selecionadas 25 plantas para amostragem de folhas. Utilizou-se como critério para a seleção dos pomares, as características predominantes na região, tais como: Cultivar 'Pêra', sobre porta-enxerto de limão 'Cravo', com idade entre 5 a 10 anos, espaçamento de 4 x 5m, em propriedades com área média de 4 hectares.

Com a aplicação de questionários, obteve-se informações gerais relativas a cultivar, enxerto e porta-enxerto, tipo de solo, adubações e correção de solo (quantidade, fórmulas, épocas e método de aplicação), espaçamento, número de plantas, idade, área, produção, práticas culturais e controle fitossanitário. Estas

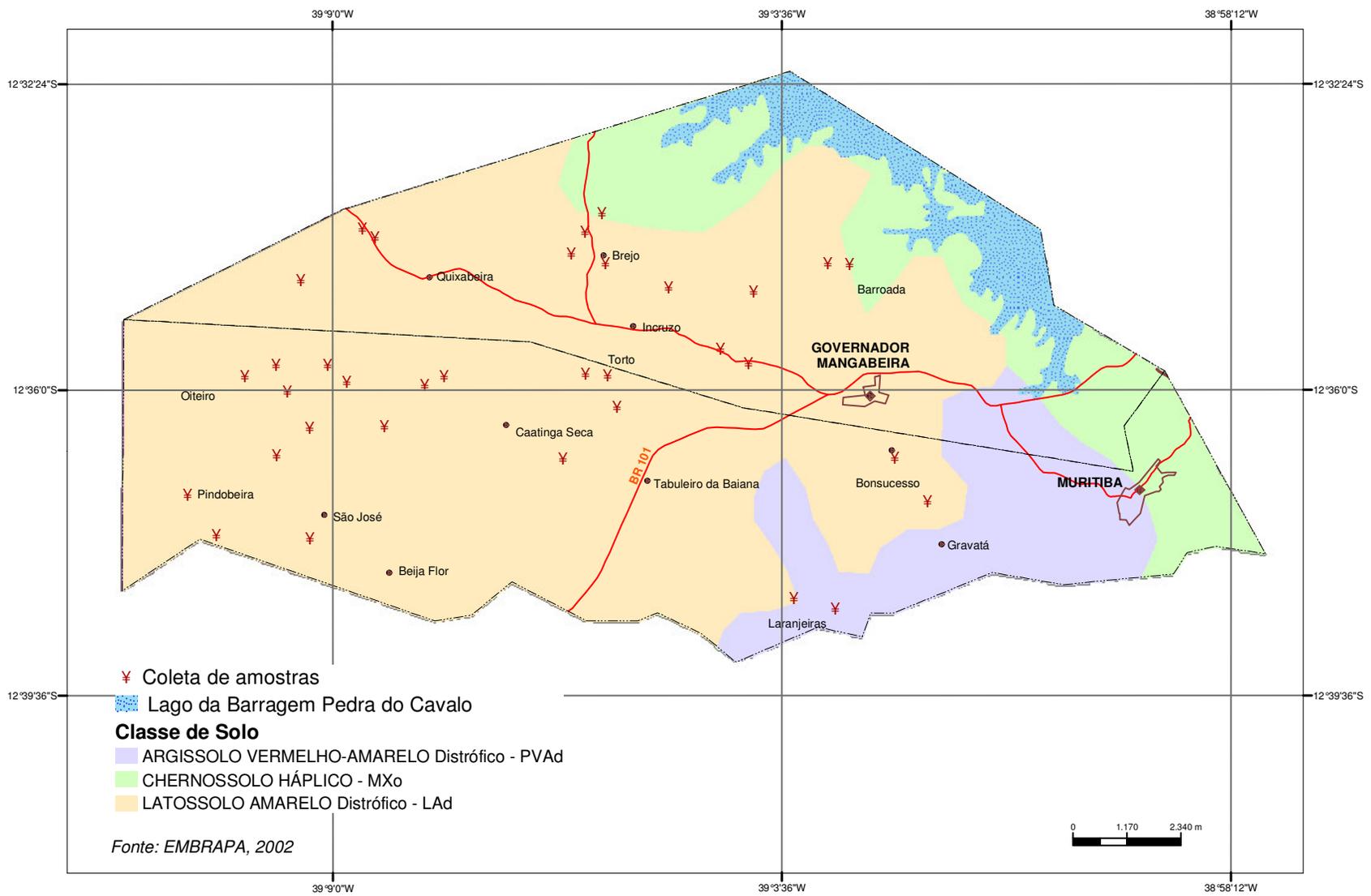


Figura 1 – Classificação dos solos da região e pontos de coleta de amostras de solo e folhas.

informações subsidiaram a análise estatística, auxiliando na interpretação dos dados.

A coleta do solo para análises física e química foi efetuada na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta amostrada, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, obtendo em cada pomar uma amostra composta de 100 amostras simples nas duas profundidades, posteriormente foram encaminhadas ao Departamento de Química Agrícola e Solos, da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, onde foram secas ao ar até atingirem 4-6% de umidade, passadas em peneiras com malhas de 6 mm de abertura. As subamostras foram retiradas e passadas em peneira com malha de 2 mm para serem efetuadas as respectivas análises.

Na análise física determinou-se as frações granulométricas utilizando-se do método da pipeta com dispersão em NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> e agitação mecânica, segundo Embrapa (1997). As classes texturais foram obtidas a partir dos percentuais de cada fração (areia, silte e argila) as quais foram interpoladas no triângulo de agrupamento textural e a intersecção das percentagens destas frações definiram a classe textural.

Na análise química, foram determinados o pH (H<sub>2</sub>O e CaCl<sub>2</sub>), matéria orgânica, fósforo e enxofre disponível, potássio, sódio, cálcio e magnésio trocáveis e acidez potencial, posteriormente foram calculados soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca (T) e saturação por bases (V%).

a) pH em água e pH CaCl<sub>2</sub> - determinado em potenciômetro, com o eletrodo de vidro, empregando-se a relação terra-solução 1:2,5 (Raij et al, 1987).

b) Matéria orgânica - determinada pelo método Walkley-Black.

c) Fósforo disponível - determinação segundo método Embrapa (1997), utilizando-se o extrator Mehlich – 1

d) Enxofre disponível - extraído com NH<sub>4</sub> OAc 0,5 mol L<sup>-1</sup> em HOAc 0,25 mol L<sup>-1</sup> e determinado por turbidimetria do sulfato de Ba, conforme Vitti (1989).

e) Potássio e Sódio - determinação segundo método Embrapa (1997), através de fotometria de chama, utilizando-se o extrator o Mehlich – 1.

f) Cálcio e Magnésio - determinação segundo método Embrapa (1997), utilizando-se como extrator o KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

g) Acidez potencial (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>) - extração com solução de acetato de cálcio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7 e titulação com solução de NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup> (Raij et al. 1987)

h) Soma de Bases Trocáveis (S) - soma dos teores de K, Ca, Mg e Na, trocáveis.

i) Capacidade de Troca (T) - soma de S e  $(H^+ + Al^{3+})$ .

j) Saturação por bases (V%) - porcentagem das bases no complexo sortivo do solo:  $V\% = S/T \times 100$

As classes de interpretação de fertilidade do solo para os teores de matéria orgânica, complexos de troca catiônica e para disponibilidade de fósforo, potássio e enxofre foram definidas segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999). Para a classificação das faixas de acidez do solo em relação ao pH foram utilizados os limites definidos por Vitti & Ferreira (1985).

O método de amostragem para análise foliar baseou-se na coleta de quatro folhas por planta, sendo uma em cada quadrante, retirando-se a terceira ou quarta folha a partir do fruto. Em cada pomar selecionou-se 25 plantas para aquisição de uma amostra composta de 100 folhas. Foram coletadas folhas saudáveis, livres de danos mecânicos ou ataques de insetos, de tamanho médio com pecíolo, retiradas da parte mediana dos ramos terminais com frutos do último surto primaveril, na altura mediana da copa, durante o período de março a abril de 2003, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel perfurados, etiquetados e posteriormente levadas ao Laboratório de Química do Solo - AGRUFBA, onde foram lavadas com água corrente e destilada, postas para secar em estufa de ventilação forçada a  $\pm 70^\circ\text{C}$ . Após secagem ( $\pm 48$  horas), as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley, acondicionadas em frascos de vidro com tampas de plástico devidamente etiquetados, para subsequente determinação dos teores de N, P, K, S, Ca e Mg.

O material moído foi mineralizado por via úmida, em digestão nitro-perclórica, adicionando-se 5 mL de  $\text{HNO}_3$  concentrado e 1,3 mL de  $\text{HClO}_4$  concentrado, para 0,5 g de material seco, exceto para a determinação de N a qual foi feita utilizando-se ácido sulfúrico, em presença de agentes catalizadores. No extrato obtido, determinou-se o teor de fósforo, colorimetricamente; potássio por fotometria de chama; cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica, enxofre por turbidimetria e o nitrogênio pelo método de Kjeldahl.

Para interpretação dos teores foliares, e classificação nas faixas (deficiente, baixo, adequado, alto e excessivo), foram adotados como padrões os valores utilizados por Malavolta & Prates (1994).

Os pomares selecionados para amostragem foram georeferenciados com o uso do GPS, para aquisição das coordenadas geográficas e altitude. Os dados obtidos nas análises de solo e plantas foram armazenados no banco de dados do Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando-se os programas SPRING e Arc View 8.x, para análise espacial dos dados. Com a utilização da folha cartográfica de Santo Antônio de Jesus e da Bahia de Todos os Santos – fornecida pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI (2003), em conjunto com as informações obtidas dos pontos georeferenciados, foi possível a elaboração de mapas temáticos como: fertilidade do solo e estado nutricional das plantas. Os mapas temáticos com as classes de teores dos elementos no solo e nas folhas foram elaborados utilizando interpolador média ponderada para obtenção da grade retangular. A partir das grades procedeu-se ao fatiamento em classes para confecção dos temáticos. A utilização de técnicas de geoprocessamento favoreceu a interpretação dos dados possibilitando correlacionar os teores do elemento no solo com os teores encontrados no tecido foliar na superposição dos mapas e no cruzamento de tabelas.

Aos resultados obtidos, aplicou-se o método da estatística descritiva tendo-se calculado o coeficiente de variação (CV%), desvio padrão, média, valores máximos e mínimos observados. Utilizou-se a correlação de Pearson para identificar relações entre os teores de nutrientes foliares, teores de nutrientes no solo e teores foliares X teores no solo. Os procedimentos de análises estatísticas foram efetuados através do Sistema para Análise Estatística– SAEG da Universidade Federal de Viçosa - MG, (1995).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Serão apresentados e avaliados neste item os teores de macronutrientes no solo e, o estado nutricional dos trinta e quatro pomares cítricos estudados nos

municípios de Muritiba e Governador Mangabeira. Para tanto, serão discutidos os valores médios, mínimos, máximos, desvio padrão e coeficiente de variação além da correlação de Pearson para todos os resultados obtidos nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm respectivamente. Será apresentada variação espacial dos teores dos nutrientes no solo e na planta através dos mapas de fertilidade do solo e estado nutricional dos pomares com base nas técnicas de geoprocessamento.

## NITROGÊNIO

Os teores de N nas folhas variaram de 23,60 a 28,98 g kg<sup>-1</sup>, com média de 26,22 g kg<sup>-1</sup>. O baixo coeficiente de variação observado 5,41% demonstra a uniformidade dos resultados obtidos em todos os pomares, como também pode ser visto no baixo desvio padrão encontrado (Quadro 1). Observa-se no quadro 2 que 59% dos pomares estavam na faixa adequada correspondente a 24 - 26 g kg<sup>-1</sup> de N segundo Malavolta & Prates (1994), apresentando ainda 41% dos pomares com altas concentrações, entre 27 a 30 g kg<sup>-1</sup>, conforme os autores acima citados. Considerando os altos valores encontrados convém lembrar que, segundo Obreza (1996), o nitrogênio segue a lei dos incrementos decrescentes, obtendo-se maiores rendimentos a baixas doses de N e conseqüentemente menores efeitos de rendimentos ao aumento da dose de N. Com a mesma preocupação Quaggio et al. (1998), observou decréscimo de rendimento com teores foliares de N igual a 28 g kg<sup>-1</sup>.

É importante chamar atenção que os teores de matéria orgânica do solo tanto nas camadas de 0 – 20 quanto de 20 a 40, conforme visualiza-se no quadro 3, apresentaram-se na faixa de muito baixo a baixo. Apesar dos baixos teores de matéria orgânica encontrada neste solo, o suprimento adequado e alto de N nas plantas pode ser explicado pelas freqüentes adubações orgânicas com esterco de animal além da torta de mamona utilizada quando dá aplicação da fórmula 10-10-10 fornecidas aos agricultores para o cultivo do fumo, que é realizado nas entrelinhas dos pomares. Considerando as condições climáticas da região, é intenso o processo de mineralização da matéria orgânica razão pela qual seus teores no solo são sempre encontrados baixo, estando o nitrogênio em nível adequado a alto na planta, possivelmente, pela capacidade desta armaze-

ná-lo nas folhas para redistribuição nos períodos de florescimento e frutificação conforme relatos de Legaz et al. (1995).

Quadro 1- Dispersão dos teores foliares de macronutrientes em pomares de laranja 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA., 2003

Elementos	Média	Valores observados			
		Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
		g kg <sup>-1</sup>			... % ...
<b>N</b>	26,22	23,60	28,98	1,41	5,41
<b>P</b>	1,30	1,10	1,59	0,13	9,81
<b>K</b>	13,89	7,51	18,16	2,53	18,18
<b>S</b>	2,64	2,24	3,43	0,23	8,58
<b>Ca</b>	27,92	21,81	39,90	4,78	17,11
<b>Mg</b>	4,91	2,72	6,91	1,29	26,33

Vale também ressaltar, que a ciclagem de N em ambiente de pomar cítrico é complexa e tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores. Neste sentido, a análise da fertilidade do solo não possibilita estimar a disponibilidade de N devido à dinâmica deste elemento no processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica. Segundo Obreza (1996), num pomar cítrico a reciclagem da matéria orgânica fornece a maior parte do N necessário para formar novas folhas e galhos, sendo assim é necessário pequena fertilização de nitrogênio para essa função. Dou et al. (1997) em estudo sobre a contribuição de N provenientes da mineralização de resíduos de folhas e galhos secos que retornam ao solo comprovaram que esses resíduos podem contribuir com até 153 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, quantidade que corresponde de 1/3 a metade da recomendação anual de N para árvores adultas de citros.

Pesquisas têm demonstrado uma maior correlação no estudo entre as relações dos nutrientes com a produtividade que considerando os teores isolados dos elementos. Koo (1985), afirma que as inter-relações são os fatores predominantes sobre os teores de nutrientes nas folhas. Sob esta situação, o

conhecimento das interações de N com os outros nutrientes essenciais é de fundamental importância para promover o desenvolvimento e crescimento das plantas. Desta forma Malavolta et al. (1991), e o Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994) definiram como relação ideal para N/P os valores de 19 e 17,85, respectivamente. Neste estudo, observou-se que 41% dos pomares apresentam alto teor foliar de N e que a média dos teores nos pomares está acima do limite superior da faixa adequada, com isto a relação média N/P foi de 20,16, sendo que 76,47% dos pomares apresentaram relação N/P acima das consideradas ideais pelos autores citados.

Quadro 2 – Freqüência de amostras observadas por classe de teores foliares de macronutrientes em pomares de laranja 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-Ba, 2003.

Elementos	Classe de teores				
	Deficiente	Baixo	Adequado	Alto	Excessivo
	..... % .....				
<b>N</b>	0	0	59,0	41,0	0
<b>P</b>	0	11,8	88,2	0	0
<b>K</b>	0	8,8	53,0	38,2	0
<b>S</b>	0	0	41,0	59,0	0
<b>Ca</b>	0	91,2	8,8	0	0
<b>Mg</b>	0	0	5,9	44,1	50,0

Segundo Du Plessis et al (1988), o estudo da relação N/K foliar é mais significativo para as respostas de rendimento e qualidade da fruta que os valores absolutos desses nutrientes. Chama também atenção Sanchez (1979) e o GPACC (1994) que a relação N/K tem sido bastante estudada, pois as plantas dependem do K para expressar seu potencial de utilização do nitrogênio. Da mesma forma Malavolta et al. (1991) estudando a composição mineral das folhas de laranja, em função da produtividade, por um período de 10 anos, reconhece o valor da relação N/K e sugere o valor de 2,2 como a relação ideal para atingir uma produção superior a 800 cx ha<sup>-1</sup>. Nestas condições, vale ressaltar que 76,5% dos pomares amostrados apresentaram relação N/K abaixo do limite acima

proposto, com valor médio de 1,88, possivelmente em razão dos altos teores de K encontrados em 38,2% dos pomares.

Quadro 3 - Frequência de amostras observadas por classe de teores de matéria orgânica, macronutrientes e propriedades do solo, nas duas profundidades, em pomares de laranja 'Pêra' nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA, 2003.

Parâmetros químicos	Profundidade	Classe de teores				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
	..... cm .....	..... % .....				
<b>MO</b>	0 – 20	3,0	97,0	0	0	0
	20 – 40	11,8	88,2	0	0	0
<b>P</b>	0 – 20	17,6	20,6	17,6	14,7	29,5
	20 – 40	61,8	14,7	20,6	0	2,9
<b>K</b>	0 – 20	0	26,5	35,3	23,5	14,7
	20 – 40	14,7	50,0	23,6	8,8	2,9
<b>Ca</b>	0 – 20	0	17,6	73,6	2,9	5,9
	20 – 40	2,9	88,3	8,8	0	0
<b>Mg</b>	0 – 20	0	17,6	64,7	11,8	5,9
	20 – 40	2,9	73,6	20,6	0	2,9
<b>S</b>	0 – 20	20,6	26,5	2,9	8,8	41,2
	20 – 40	58,8	26,5	11,8	2,9	0
<b>Soma de Bases</b>	0 – 20	0	14,7	67,7	14,7	2,9
	20 – 40	2,9	85,3	11,8	0	0
<b>Acidez efetiva pH(CaCl<sub>2</sub>)<sup>(1)</sup></b>	0 – 20	0	11,8	17,6	44,1	26,5
	20 – 40	0	0	0	11,8	88,2
<b>Acidez potencial (H + Al)<sup>(1)</sup></b>	0 – 20	0	73,5	26,5	0	0
	20 – 40	0	47,1	52,9	0	0
<b>CTC TOTAL</b>	0 – 20	0	35,3	61,8	2,9	0
	20 – 40	0	52,9	47,1	0	0
<b>V%</b>	0 – 20	0	5,9	55,9	29,4	8,8
	20 – 40	0	79,4	17,7	2,9	0

<sup>(1)</sup> A interpretação desta característica deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

Verifica-se pela correlação de Pearson, quadro 4, que os teores de N foliar apresentaram correlação negativa com os teores de Ca foliar significativo a 0,1% o que concorda com Basso et al. (1983), que observaram também associação negativa entre as concentrações de N e Ca nas folhas, explicando que as reduções dos teores foliares de Ca são devidas até certo ponto por um maior crescimento vegetativo, e baixa mobilidade do mesmo na planta, diluindo sua concentração nas folhas. Análise espacial dos teores de ambos nutrientes nos pomares confirmam os dados acima uma vez que 61,3% dos pomares com baixo teor de Ca apresentaram altos teores de nitrogênio (Figura 2).

### FÓSFORO

O teor médio foliar de P encontrado nos pomares foi de  $1,30 \text{ g kg}^{-1}$  considerado adequado segundo Malavolta & Prates (1994), variando de  $1,10$  a  $1,59 \text{ g kg}^{-1}$ , com desvio padrão de  $0,13$  e baixo coeficiente de variação de  $9,81\%$  (Quadro 1). Visualiza-se no quadro 2 que  $88,2\%$  dos pomares apresentaram teores foliares adequados na faixa de  $1,2 - 1,7 \text{ g kg}^{-1}$  e  $11,8\%$  classificados como baixos na faixa de  $0,9 - 1,1 \text{ g kg}^{-1}$ .

Vê-se no quadro 4 que não houve correlação entre P-foliar e P-solo nas duas profundidades, esta ausência de correlação justifica-se pelos altos coeficientes de variação encontrados no quadro 5, em torno de  $76,53$  e  $118,26\%$  para as camadas  $0 - 20$  e  $20 - 40 \text{ cm}$ , respectivamente. Apesar dos  $88,2\%$  dos pomares apresentarem teores foliares de P adequados, no solo a distribuição desses teores em faixas de classificação apresentaram  $17,6$ ;  $20,6$  e  $17,6\%$  como muito baixo, baixo e médio respectivamente para a camada de  $0 - 20 \text{ cm}$  e  $61,8$ ;  $14,7$  e  $20,6\%$  como muito baixo, baixo e médio respectivamente para a camada de  $20 - 40 \text{ cm}$ , perfazendo um total de  $55,8\%$  e  $97,1\%$  para as camadas de  $0 - 20$  e  $20 - 40 \text{ cm}$ , com teores no solo abaixo da faixa considerada adequada quadro 3, contrastando com os  $88,2\%$  dos teores foliares adequados (Quadro 2). Com os cruzamentos dos mapas temáticos de P no solo ( $20-40 \text{ cm}$ ) e P foliar visualizado na figura 3, pode-se observar que os pomares localizados em áreas com teores de P no solo classificados como muito baixo, baixo e médio, correspondente a  $20.117 \text{ ha}$ , apresentaram teores foliares adequados.

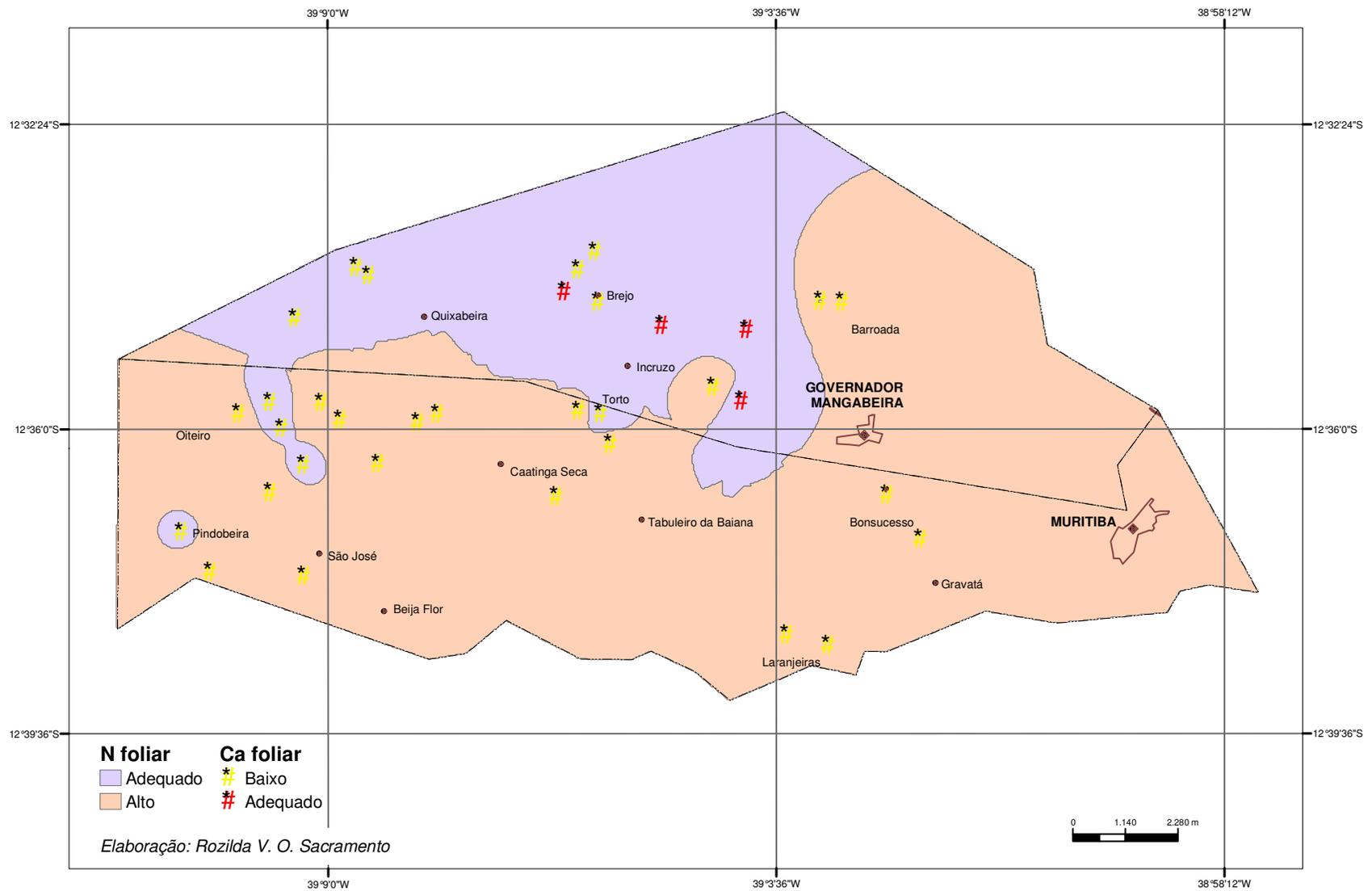


Figura 2 – Distribuição em classes dos teores foliares de nitrogênio e cálcio nos pomares amostrados.

Quadro 4 – Coeficientes de correlação de Pearson, entre teores foliares, argila e características químicas do solo.

Correlações		(r)	
N – foliar	x	Ca - foliar	-0,5511 ***
P – foliar	x	K - foliar	0,3438 *
K – foliar	x	Ca - foliar	-0,5461 ***
K – foliar	x	Mg - foliar	-0,5162 ***
K – foliar		K 20-40	0,6634 ***
K – foliar	x	Ca 0-20	0,5277 ***
K – foliar	x	Mg 0-20	0,4255 **
Ca – foliar	x	K 0-20	-0,4907 **
Ca – foliar	x	Mg 0-20	-0,3544 *
S – foliar	x	pH CaCl 20-40	0,424 **
S – foliar	x	P 20-40	0,4743 **
K – foliar	x	Ca 20-40	0,3663 *
Ca – foliar	x	K 20-40	-0,3949 *
Ca - foliar	x	P 20-40	0,2933 *
K 0-20	x	Ca 0-20	0,7695 ***
K 0-20	x	Mg 0-20	0,8087 ***
S 0-20	x	Ca 0-20	0,6028 ***
S 0-20	x	Mg 0-20	0,7056 ***
S 0-20	x	K 0-20	0,6554 ***
K 20-40	x	Ca 20-40	0,6736 ***
K 20-40	x	Mg 20-40	0,6739 ***
S 20-40	x	Argila 20-40	0,4017 **
S 20-40	x	Ca 20-40	0,3283 *
S 20-40	x	Mg 20-40	0,5048 **
S 20-40	x	K 20-40	0,6809 ***
pH água 20-40	x	K 20-40	0,6119 ***
pH água 20-40	x	Ca 20-40	0,8511 ***
pH água 20-40	x	Mg 20-40	0,6642 ***

\*, \*\* e \*\*\* significativo a 5, 1 e 0,1% respectivamente.

Estes resultados estão de acordo com as afirmações de Malavolta (1983), para o qual a laranjeira pode produzir satisfatoriamente num solo pobre em fósforo enquanto que uma cultura anual poderia mostrar sintomas de fome, justificando que as altas doses de fósforo usadas nos pomares cítrico estão mais

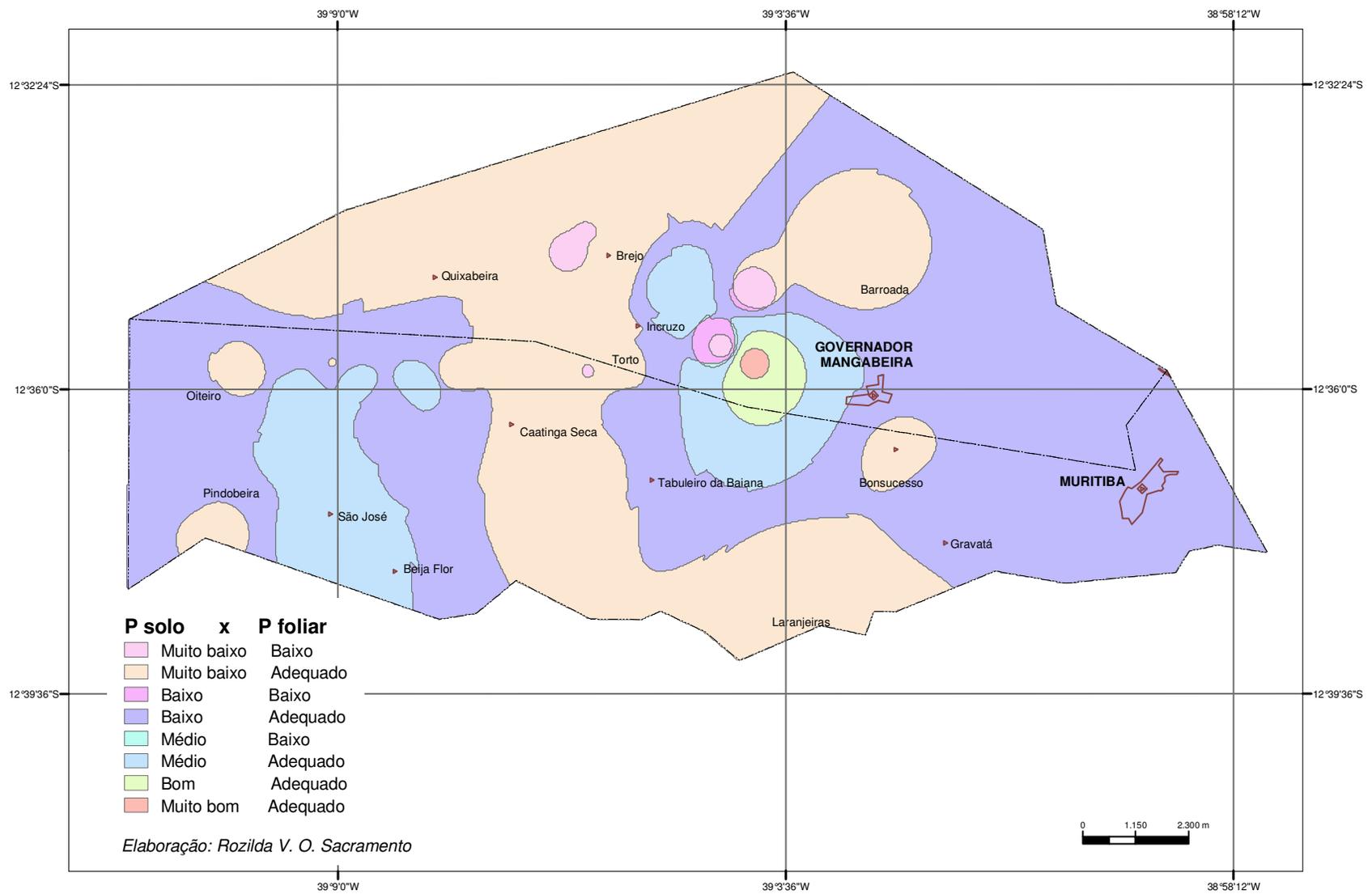


Figura 3 – Cruzamento entre os mapas de fósforo no solo na profundidade de 20-40 e fósforo foliar, nos pomares amostrados.

Quadro 5 – Dispersão dos teores de matéria orgânica, macronutrientes e propriedades do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em pomares de laranjeira 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA., 2003.

Elementos	Prof.	Média	Valores observados			
			Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
	..... cm .....					..... % .....
<b>pH (CaCl<sub>2</sub>)</b>	0 - 20	4,73	3,99	5,90	0,56	11,80
	20 - 40	4,09	3,85	4,70	0,20	4,82
			.....g dm <sup>-3</sup> .....			
<b>Matéria Orgânica</b>	0 - 20	10,86	4,23	16,91	2,85	26,24
	20 - 40	8,79	4,23	12,68	2,25	25,57
			..... mg dm <sup>-3</sup> .....			
<b>S</b>	0 - 20	7,36	2,80	26,00	5,36	72,81
	20 - 40	6,42	2,60	14,80	2,94	45,84
<b>P</b>	0 - 20	24,78	4,30	66,50	18,96	76,53
	20 - 40	7,51	1,70	48,40	8,88	118,26
			..... mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....			
<b>Ca</b>	0 - 20	17,74	5,01	47,45	8,53	48,08
	20 - 40	8,03	2,64	16,94	2,97	37,01
<b>Mg</b>	0 - 20	7,60	1,75	27,46	4,75	62,56
	20 - 40	3,59	1,04	10,33	1,75	48,71
<b>K</b>	0 - 20	1,95	0,50	6,60	1,30	67,01
	20 - 40	1,04	0,20	4,10	0,81	78,57
<b>Soma de bases</b>	0 - 20	28,06	8,16	82,71	14,10	50,26
	20 - 40	13,25	4,28	29,50	5,09	38,40
<b>Acidez potencial (H + Al)</b>	0 - 20	19,49	10,20	33,90	7,10	36,40
	20 - 40	25,93	13,30	39,70	7,57	29,17
<b>CTC total</b>	0 - 20	47,55	22,96	96,01	13,67	28,75
	20 - 40	39,20	20,38	57,48	9,77	24,93
			..... % .....			
<b>V</b>	0 - 20	57,40	35,54	86,15	13,78	24,00
	20 - 40	33,85	21,00	61,45	9,63	28,44

relacionadas com a diminuição na disponibilidade do elemento por fixação e com o pequeno sistema radicular do que com as exigências da plantas ou a capacidade das raízes para absorver fósforo. Estando a fertilização com este elemento mais relacionado com a melhoria do crescimento vegetativo que com respostas positivas quanto ao rendimento (Malavolta, 1983; Obreza, 2003a; Koo, 1983). Em contradição, Quaggio (1996), afirma que os citros não são menos exigente em P que as culturais anuais, mas sim, que as plantas cítricas são mais eficiente na absorção de P no solo devido à extensão do sistema radicular e maior tempo para absorção. Considerando as condições físico-química dos solos estudados e a presença da camada coesa encontrada nos Latossolos dos Tabuleiros Costeiros, que é um fator limitante ao desenvolvimento do sistema radicular, acredita-se ser a justificativa dos três autores acima citados a mais aplicada às condições locais.

Observa-se no quadro 4 correlação positiva significativa a nível de 5% entre os teores foliares de P e K, conforme também observado por Basso et al. (1983) quando aplicando quantidades de  $P_2O_5$  ao solo obteve correlação positiva com a disponibilidade de P no solo e teor foliar de P e K, justificando ser o maior desenvolvimento radicular a razão da maior absorção desses nutrientes.

## POTÁSSIO

Os teores de potássio nas folhas variaram de 7,51 a 18,16 g  $kg^{-1}$  com teor médio de 13,89 g  $kg^{-1}$ , apresentando desvio padrão de 2,53 e coeficiente de variação de 18,8% (Quadro 1). A distribuição em classes de teores mostra no quadro 2 que 53% dos pomares estão na faixa adequada com os teores variando de 10 a 14 g  $kg^{-1}$  de acordo com os limites estabelecidos por Malavolta & Prates (1994). Além disso, 8,8 e 38,2% dos pomares apresentaram classe de teores considerada baixo e alto, respectivamente.

Nota-se no quadro 5 que os teores médios de potássio no solo foram de 1,95 e 1,04  $mmol_c dm^{-3}$ , apresentando na mesma seqüência, coeficiente de variação de 67,01 e 78,57% para as camadas de 0 – 20 e 20 – 40 cm respectivamente. Em virtude deste alto coeficiente de variação, os teores de K no solo distribuiu-se na camada de 0 – 20 cm entre as faixas, baixo, médio, bom e muito bom, com percentual de 26,5; 35,3; 23,5 e 14,7%, respectivamente. Já na

camada de 20 – 40 cm 88,3% dos pomares apresentaram teores abaixo do adequado com apenas 8,8% em classe de teores considerado bom e 2,9 % muito bom (Quadro 3).

Apesar dos baixos teores de K no solo, na camada de 20 – 40 cm (Quadro 3) 53 e 38,2% dos pomares apresentaram teores foliares de potássio na faixa de adequada e alta, respectivamente. Uma das razões para explicar tal situação deve-se inicialmente as altas adubações realizadas nos pomares utilizando a fórmula 10-10-10 que, combinada com os baixos teores de cálcio e magnésio no solo favorecem uma alta absorção de potássio pelas plantas segundo Malavolta (1980) e Boyer (1985). Quanto aos baixos teores de potássio no solo, pode ser justificado pelas perdas por lixiviação comum nos solos tropicais e com alto grau de intemperismo, onde predomina argila do tipo 1:1 e óxidos hidratados de ferro e alumínio podendo ainda estes óxidos obstruírem as camadas das argilas 2:1 caso elas estejam presentes nestes solos, favorecendo ainda mais a lixiviação. Outra hipótese para explicar tal situação, leva-se em conta que os teores considerados baixo pela tabela de interpretação de fertilidade do solo proposta pela CFSEMG (1999), estejam adequados para suprir às necessidade das plantas cítricas.

Observando nos mapas temáticos a distribuição em classes para os teores de K no solo na profundidade de 20-40 cm (Figura 4) e foliares (Figura 5), percebe-se uma similaridade muito grande nas curvas que definem a ocorrência de pomares com teores adequados em áreas de baixa concentração de K no solo, o que é justificado pela correlação positiva significativa a 0,1% encontrada entre estes teores (Quadro 4).

Vê-se ainda no quadro 4, correlação negativa significativa a 0,1% entre os teores de K e Ca, Mg foliar, pelo quadro 2 percebe-se que 91,2% dos pomares encontram-se na faixa adequada a alta para potássio enquanto que a mesma percentagem de pomares apresentam teores baixos de cálcio e 94,1% alto a excessivo para magnésio. Nagai et al. (1975) e Embleton et al. (1978) já haviam demonstrado que os aumentos nos teores foliares de K levaram à redução nos teores de cálcio. Como também Weir (1969) observou que o potássio era o nutriente mais fortemente antagônico das bases estudadas, chamando também atenção que este antagonismo foi mais forte entre potássio e o cálcio, do que entre o potássio e o magnésio.

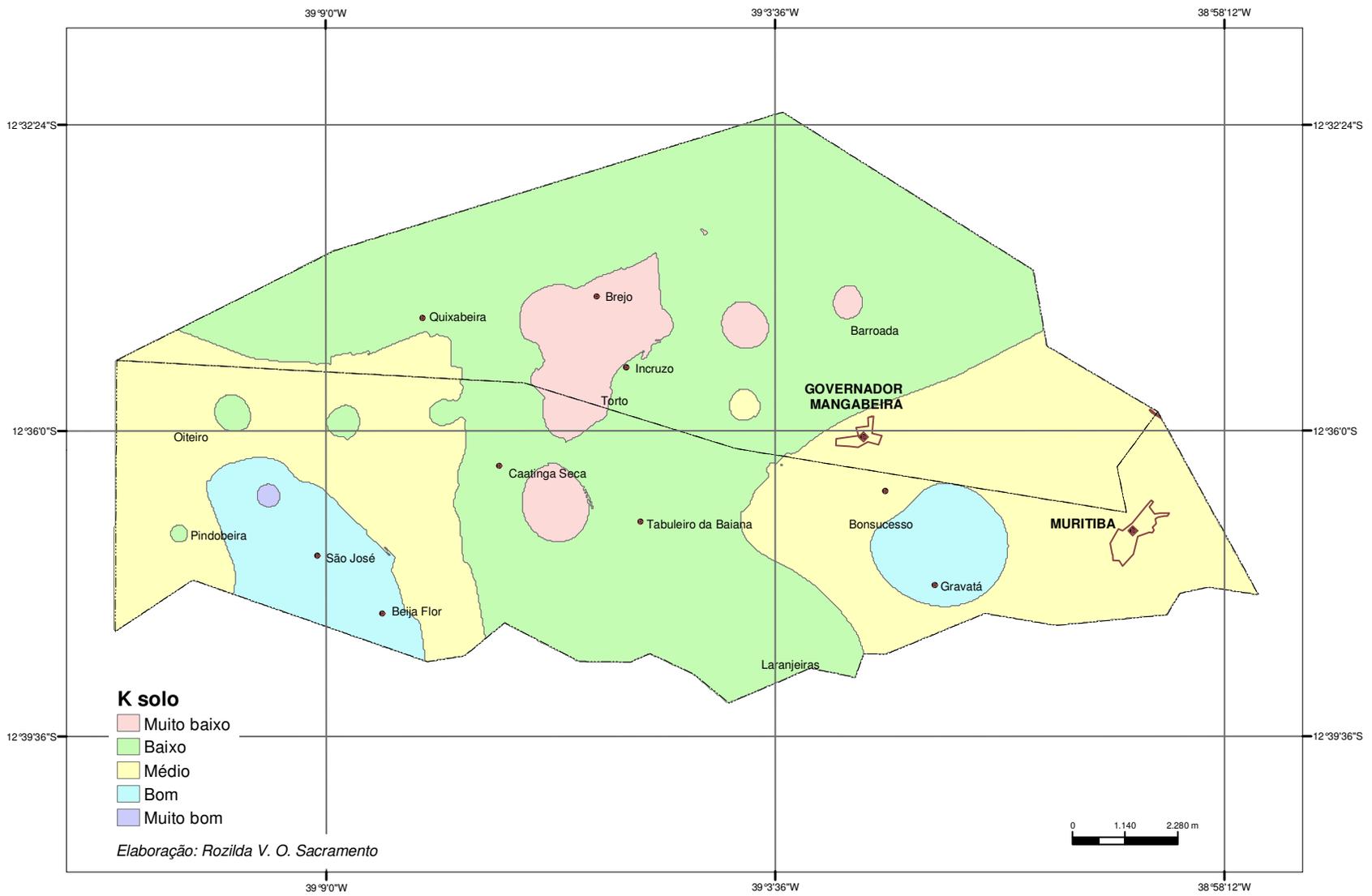


Figura 4 – Distribuição em classes dos teores de potássio no solo na profundidade de 20-40 cm nos pomares amostrados.

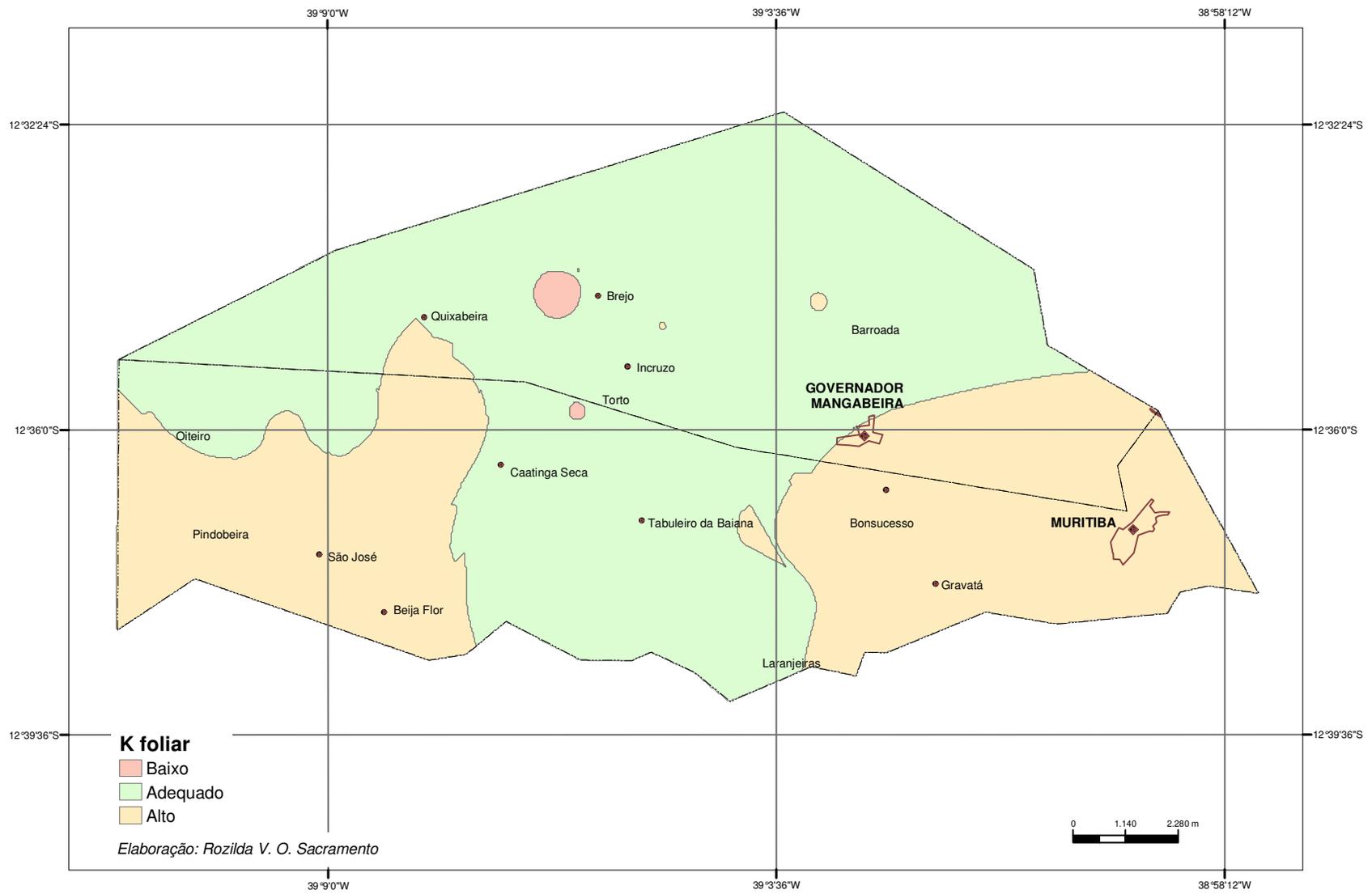


Figura 5 – Distribuição em classes dos teores foliares de potássio nos pomares amostrados.

Visualiza-se também no quadro 4 que os teores de K no solo, apresentaram correlação positiva significativa com os teores de Ca e Mg no solo nas duas profundidades a nível de 0,1% o que levou também a correlação positiva entre o teor de potássio foliar com os teores de Ca no solo nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm a nível de 0,1 e 5% respectivamente, e com os teores de Mg na camada de 0 – 20 cm a nível de 1% (Quadro 4). Esta correlação positiva pode ser explicada através de uma sinergia indireta entre K, Ca e Mg em função da variação do pH. Este efeito indireto do pH às plantas diz respeito à ação dos íons hidrogênio e hidroxila sobre a disponibilidade, maior ou menor, dos elementos essenciais, afetando com isto a absorção dos nutrientes, interferindo diretamente no crescimento e produção das plantas. O efeito indireto do pH sobre os teores de K, Ca e Mg no solo, detecta-se no quadro 4 pela correlação positiva e altamente significativa entre os mesmos nas duas profundidades.

Os valores ótimos para as relações K/Ca e K/Mg nas folhas de citros em estudos realizados no Estado de São Paulo segundo Sanchez (1979), Malavolta et al. (1991) e Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros - GPACC (1994) são: 0,3 e 3,0; 0,24 e 4,2; 0,31 e 3,85, respectivamente. Neste levantamento as relações médias de K/Ca e K/Mg foram 0,49 e 2,82 respectivamente, demonstrando altas concentrações de K, baixa concentração de Ca e elevada concentrações de Mg foliar nestes pomares, uma vez que, os valores da relação K/Ca foi maior e K/Mg a menor de todas as demais citadas.

## **ENXOFRE**

Observa-se no quadro 1 que os teores foliares de enxofre apresentaram média de 2,64 g kg<sup>-1</sup> com teor mínimo de 2,24 g kg<sup>-1</sup> e máximo de 3,43 g kg<sup>-1</sup>, desvio padrão de 0,23 e coeficiente de variação de 8,58%. O teor médio foliar de enxofre apresentado, encontra-se, segundo Malavolta & Prates (1994) na faixa considerada alta de 2,6 – 4,0 g kg<sup>-1</sup>, razão pela qual 41 e 59% dos pomares estão classificados como pode ser visto no quadro 2, na faixa de teores adequado e alto, respectivamente. Entretanto, para o GPACC (1994) a média apresentada encontra-se na faixa adequada. E, considerando os resultados encontrados por Malavolta & Violante Netto (1988) que obteve aumento significativo na produção

de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis*) em porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*) com aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre, associado com o teor foliar de enxofre 2,75 g kg<sup>-1</sup>, pode-se observar que este valor é próximo ao valor médio de 2,64 g kg<sup>-1</sup> encontrado nos pomares em estudo, portanto parece mais provável considerar o teor médio encontrado neste trabalho, como adequado.

No solo os teores de enxofre variaram de 2,80 a 26,00 mg dm<sup>-3</sup> com média de 7,36 mg dm<sup>-3</sup> apresentando coeficiente de variação de 72,81%, para a camada de 0-20 cm e de 2,60 a 14,80 mg dm<sup>-3</sup> com média de 6,42 mg dm<sup>-3</sup> e CV de 45,84% para profundidade de 20-40 cm (Quadro 5). A média dos teores de enxofre em ambas profundidades está abaixo do nível crítico sugerido pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999) a despeito dos teores médio foliares estarem adequados a altos como citado no parágrafo acima. Na camada de 0-20 cm 47,1% dos pomares encontra-se na classe de teores baixa a muito baixo, 2,9% médios e 50% de bom a muito bom. Já na profundidade de 20-40 cm 85,3% dos pomares estão baixo a muito baixo, 11% médio e apenas 2,9% considerados bons (Quadro 3). Uma possível razão para explicar as baixas concentrações de enxofre encontrados em ambas as camadas, pode ser atribuída aos baixos teores de matéria orgânica encontrados nas duas profundidades nestes solos uma vez que, esta constitui uma das principais fontes fornecedoras de enxofre à planta. Além disso, a área em estudo localiza-se em uma região de clima subúmido a úmido e os solos têm grande possibilidade de serem deficientes em enxofre por causa do rápido processo de mineralização da matéria orgânica.

Nota-se no quadro 4 correlação positiva e significativa a nível de 1% entre os teores de enxofre e argila na profundidade de 20-40 cm, isto pode ser atribuído a capacidade dos solos de reter sulfatos e, as camadas subsuperficiais comumente contém maior quantidade de sulfato adsorvido que as superficiais; essa diferença pode ser devido ao menor pH das camadas subsuperficiais, ou à saturação das áreas de adsorção nos solos de superfície com fosfatos e outros ânions; como também, a tendência das caulinitas e óxidos hidratados de ferro e alumínio em reter sulfato. Vê-se ainda, no quadro 4 correlação positiva significativa a 1% entre o teor de enxofre foliar e pH (CaCl<sub>2</sub>) no solo para a camada de 20-40 cm. Esta correlação deve-se ao efeito indireto do pH alterando a solubilidade do enxofre, à medida que, o SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> adsorvido pelos óxidos de ferro e

alumínio são liberados com a elevação do pH, favorecendo também a decomposição da matéria orgânica e conseqüente liberação do sulfato. Observou-se também correlação positiva e significativa a 5, 1 e 0,1% entre os teores de enxofre e as bases trocáveis (K, Ca, Mg) nas profundidades de 0- 20 e 20 – 40 cm (Quadro 4) , esta correlação possivelmente está associada à lixiviação de  $\text{SO}_4^{2-}$  que é acompanhada do deslocamento de cátions, especialmente Ca, Mg e K, para as camadas subsuperficiais do perfil (Figura 4 e 6).

Outra correlação positiva significativa a 1% pode ser observada entre os teores de enxofre foliar e os teores de fósforo no solo na profundidade de 20-40 cm, (Quadro 4) este comportamento explica-se segundo Cravo et al. (1985) que com o aumento da dose de P para doses relativamente baixas de S, a produção de matéria seca foi menor que quando se aplicou dose mais elevada de enxofre, o que indicou que com o aumento da adição de P há necessidade também de aumento da adição de S, a fim de manter o equilíbrio ótimo desses dois nutrientes para a produção de matéria seca.

## CÁLCIO

Os teores foliares de Ca apresentaram média de  $27,92 \text{ g kg}^{-1}$  variando de  $21,81$  a  $39,9 \text{ g kg}^{-1}$ , com coeficiente de variação de 17,11% conforme quadro 1. Observando o quadro 2 percebe-se que 91,2% dos pomares encontram-se com teores baixos dentro da faixa de  $20 - 34 \text{ g.kg}^{-1}$  segundo as classes de interpretação para os teores foliares proposta por Malavolta & Prates (1994), com apenas 8,8% apresentando-se adequados. O teor médio encontrado apresenta-se abaixo dos obtidos por Koo (1983), em experimentos desenvolvidos em solos arenosos de baixa fertilidade, cuja produção máxima foi obtida com teor de cálcio foliar de  $28,5 \text{ g kg}^{-1}$ , semelhantemente Baumgartner et al. (1996) trabalhando com laranja 'Pêra' na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro atingiu maior produção com teor foliar de cálcio de  $28,7 \text{ g kg}^{-1}$ . Muito próximo a estes valores Fidalski et al. (1999) em um Latossolo Vermelho-Escuro no noroeste do Paraná, estabeleceu nível crítico para cálcio foliar na ordem de  $29,72 \text{ g kg}^{-1}$  correspondente a 90% da produção máxima de frutos. Observa-se que estes valores correspondentes à produção máxima e nível crítico estão classificados

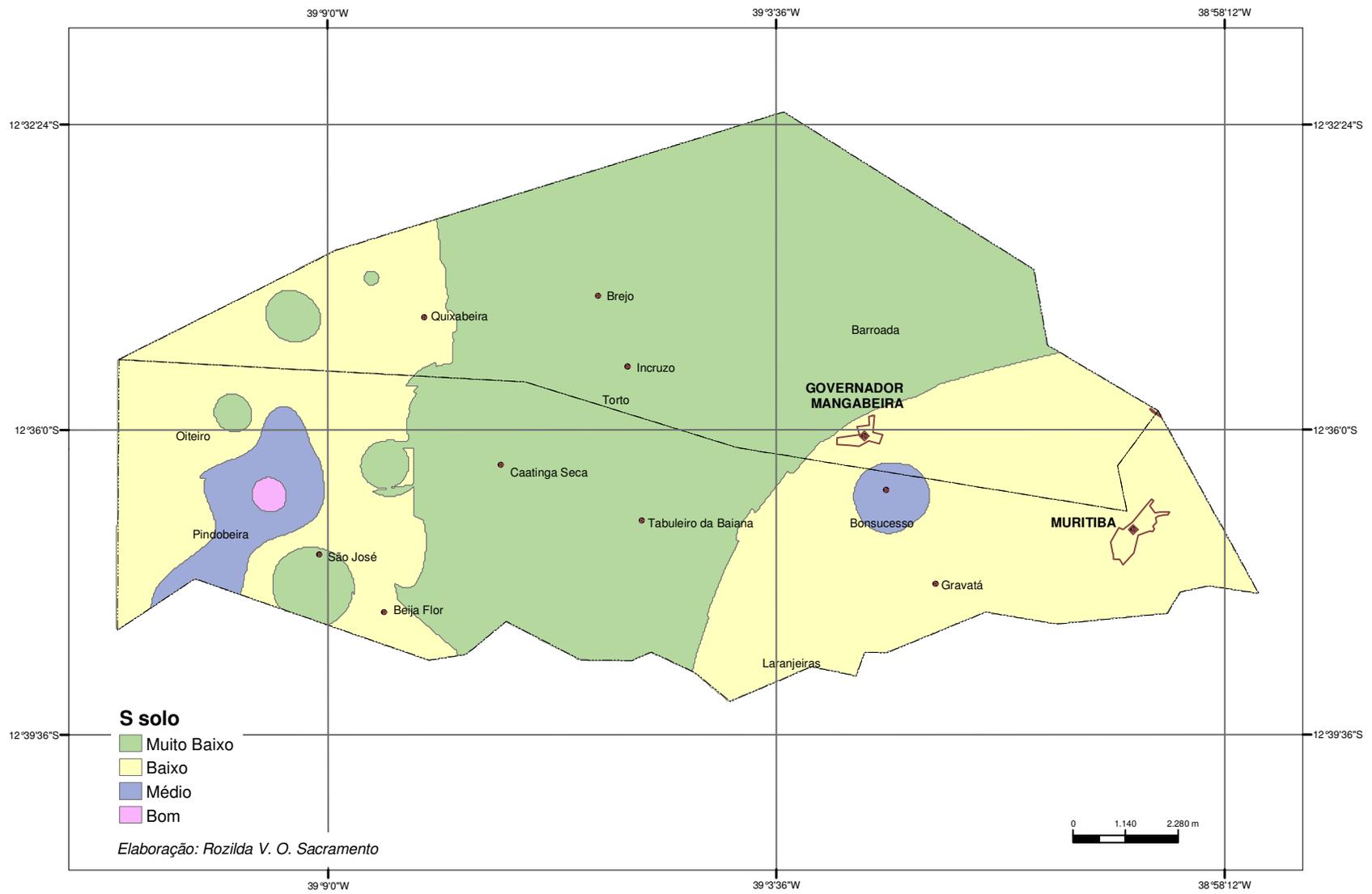


Figura 6 – Distribuição em classes dos teores de enxofre no solo na profundidade de 20 – 40 cm nos pomares amostrados.

como baixos conforme tabela de interpretação proposta por Malavolta & Prates (1994). A discrepância desses dados indica a necessidade de reavaliação da faixa de teores considerados adequados para a cultura na região, uma vez que não existe nenhuma comprovação experimental que o nível de  $35 \text{ g kg}^{-1}$  proposto por Malavolta & Prates (1994) seja realmente o mínimo necessário às necessidades metabólicas da planta, ressaltando-se também que não se observou na área de estudo relevantes problemas de deficiência de cálcio.

Os valores médio dos teores de Ca no solo nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm foram  $17,74$  e  $8,03 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , apresentando coeficiente de variação de 48,08 e 37,01%, na mesma seqüência (Quadro 5). Pode-se observar que o valor médio de  $17,74 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na profundidade de 0 – 20 corresponde a 73,6% dos pomares classificados como médios segundo a classe de teores do quadro 3, enquanto que a média de  $8,03 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  da profundidade de 20-40 cm corresponde no mesmo quadro a 88,3% dos pomares com baixos teores de cálcio segundo tabela de classificação, percebendo significativa redução dos teores com o aumento da profundidade.

Conforme Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais (1999), o limite superior da classe média correspondente a ( $24 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) para o cálcio, constante na tabela de interpretação de fertilidade do solo, indica o nível crítico deste elemento no solo, sendo assim 91,2 e 100% dos pomares nas duas profundidades respectivamente, estão com teores de Ca no solo abaixo do nível crítico razão pela qual 91,2% do mesmo apresentaram baixos teores de cálcio nas folhas. O percentual de cálcio na CTC total do solo para obtenção do maior crescimento de mudas cítricas segundo Malavolta (1976), seria igual a 50% e para o GPACC (1994), tal percentual seria igual a 40%. Na região em estudo a percentagem de cálcio na CTC para a camada de 0 – 20 cm variou de 21,82 a 60,62% com média de 36,6, apresentando 94% dos pomares com percentual de cálcio na CTC abaixo de 50 e apenas 6% dos pomares com percentuais acima. De acordo com o percentual estabelecido GPACC (1994), 68% dos pomares apresentam %Ca na CTC do solo abaixo de 40% enquanto que 32% dos pomares apresentam acima.

Detecta-se pelo quadro 4 correlações negativas significativas a nível de 5 e 1% entre os teores de Ca foliar e Mg e K no solo, na camada de 0 – 20 cm, respectivamente, como também correlações negativas entre os teores de cálcio

foliar e K na camada de 20–40 cm com significância de 5%, apresentando também uma correlação positiva entre cálcio foliar e P no solo para a camada de 20 – 40 cm significativo a 5% . O antagonismo entre cálcio foliar e Mg e K no solo de 0 a 20 e 20 a 40 cm dá-se provavelmente por inibição competitiva pelo mesmo sítio do carregador. A variação dos teores foliares de Ca em função dos teores de K no solo de 0 – 20 cm pode ser visualizada espacialmente na figura 7, percebendo que as áreas onde os teores de K foram classificados como bom e muito bom apresentaram menores teores de Ca foliar enquanto que, as áreas que apresentaram teores de K nos solos de baixo a médio registraram maiores teores de cálcio nos pomares. Uma possível razão para a correlação positiva entre cálcio foliar e fósforo no solo 20 – 40 cm deve-se possivelmente ao efeito do cálcio interferindo na disponibilidade de fósforo existente no solo, uma vez que, o teor de alumínio trocável no solo diminui em função da neutralização deste pelo cálcio, sendo o fósforo e o alumínio trocável antagônicos.

A relação média Ca/Mg foliar encontrada nos pomares estudados foi de 5,68 bem inferior ao valor 10 proposto por Sanchez (1979) para pomares de São Paulo e 18 encontrado por Malavolta et al. (1991) após avaliar a composição mineral das folhas de laranjeira por um período de 10 anos, em Alfenas, Minas Gerais. Vale ressaltar que a baixa relação encontrada nos pomares da região se justifica em razão dos baixos teores de cálcio e alto a excessivo teor de magnésio. Já a relação Ca/Mg no solo apresentou na profundidade de 0 – 20 cm valor médio correspondente a 2,3 considerada como baixa segundo Guardiola (citado por Vitti et al., 1996) o qual apresenta ainda como normal a relação entre 4 a 6, alta 7 a 10 e muito alta, maior que 10.

## MAGNÉSIO

Na folha os teores de magnésio variaram de 2,72 a 6,91 g.kg<sup>-1</sup>, apresentando média de 4,91 g kg<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 1,29 e coeficiente de variação de 26,33% conforme quadro 1. Dos pomares amostrados, apenas 5,9% apresentaram teores de Mg adequados, na faixa de 2,5 – 3,0 g kg<sup>-1</sup>, sendo que, 44,1 e 50% dos pomares foram classificados em altos e excessivos, respectivamente (Quadro 2). Apesar dos elevados teores foliares de Mg encontrados na região, convém ressaltar que, de acordo com Baumgartner

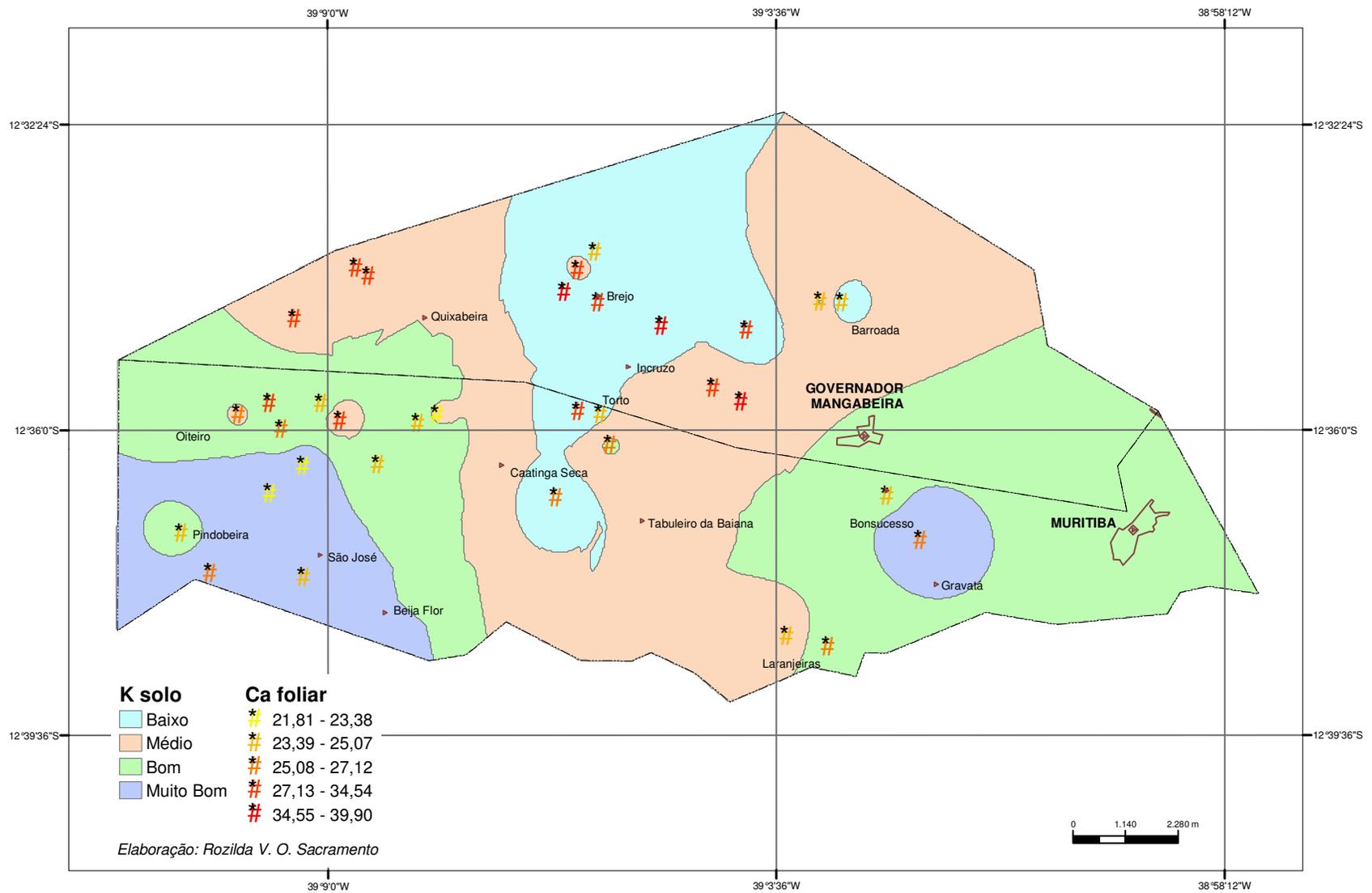


Figura 7 – Distribuição em classes dos teores de potássio no solo na profundidade de 0-20 cm e cálcio foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nos pomares amostrados.

(1996), não há na literatura indicação de efeitos depressivos do excesso de Mg em condições normais de cultivo, sendo comum no estado de São Paulo teores foliares de Mg acima de  $5,0 \text{ g kg}^{-1}$  não relacionando a efeitos prejudiciais na planta. Afirma ainda o autor que, em experimentos com laranjeira 'Pêra', realizado na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, por um período de 04 anos, com a presença e ausência de calcário em combinações com doses de NPK não obteve respostas em produção de frutos devido ao calcário e a produção máxima de  $136 \text{ kg/planta}$  foi obtida no último ano, para o tratamento em que o teor foliar de Mg correspondia a  $6,2 \text{ g kg}^{-1}$ . É conveniente chamar atenção que este teor de Mg encontra-se segundo Malavolta & Prates (1994) classificado na faixa de excessivo. Esta observação torna-se importante pois, na região em estudo, usando os atuais critérios de diagnose foliar, 91,2% dos pomares apresentaram teores foliares baixo de cálcio associado a 94,1% dos pomares com teores altos a excessivo de Mg, o que induziria a necessidade do uso de calcário calcítico. Entretanto, devido aos baixos teores de magnésio neste solo torna-se arriscado tal recomendação, sugerindo assim a reavaliação das faixas de teores foliares para esse nutriente.

Uma outra possível razão para explicar os elevados teores de magnésio foliar pode estar relacionada com as freqüentes adubações nitrogenadas realizadas na região utilizando as fórmulas 10-10-10, 20-08-20 e torta de mamona pois, segundo Koo (1983) analisando resposta da adubação N e K em citros, com quatro experimentos observou que com o aumento nas doses de N houve elevação dos teores de N e Mg foliar. Esse efeito sinérgico segundo Malavolta (1980), deve-se a participação do Mg no metabolismo do nitrogênio, uma vez que o magnésio atua na síntese de proteína; e isto se dá por várias razões: o Mg parece estabilizar a configuração das partículas de ribossoma necessárias para a síntese protéica; ser um ativador dos aminoácidos; e na transferência dos aminoácidos ativados para formar a cadeia polipeptídica ou protéica.

A variação de Mg no solo foi de  $1,75$  a  $27,46 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $1,04$  a  $10,33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  com CV de 62,56 e 48,71% nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm respectivamente, com  $7,60$  e  $3,59 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  como valores médio na mesma seqüência (Quadro 5). Estando 17,6; 64,7; 11,8 e 5,9% dos pomares classificados como baixo, médio, bom e muito bom, respectivamente, para a profundidade de 0-20 cm, para a profundidade de 20 – 40 cm apresentam 2,9; 76,6; 20,6 e 2,9%

dos mesmos classificados como muito baixo, baixo, médio e muito bom, respectivamente (Quadro 3). Considerando o nível crítico de  $9,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para o teor de Mg no solo, estabelecido por Quaggio (1992) e a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1994) conclui-se que, 82,3 e 97,1% dos pomares amostrados estão com teor de Mg no solo inferior ao nível crítico citado, para as camadas de 0 – 20 e 20 – 40 cm respectivamente, a despeito dos altos e excessivos teores foliares de Mg. Uma das possíveis razões que possa estar contribuindo para o baixo nível de magnésio nos solos em ambas as camadas, deve-se possivelmente a intensa lixiviação que ocorre nos solos desta região em razão do alto grau de intemperismo destes solos e elevados índices pluviométricos, aliado ser o magnésio dentre as bases a que possui menor energia de retenção favorecendo maior disponibilidade e conseqüentemente maiores perdas.

O percentual de magnésio na CTC destes solos variou de 7,62 a 28,60% com percentual médio de 15,21% próximo dos 15% de Mg na CTC sugerido por Malavolta (1976) para o maior crescimento de mudas de laranjeiras, e superior aos 10% de Mg na CTC proposto pelo GPACC (1994). O que levou a 55,88 e 8,82% dos pomares apresentarem a percentagem de Mg na CTC abaixo do sugerido como satisfatório por Malavolta (1976) e o GPACC (1994) respectivamente, enquanto que 44,12 e 91,18% apresentaram acima das sugestões dos autores, na mesma seqüência. Convém salientar que as faixas propostas podem variar com a fertilidade do solo, considerando a CTC média dos solos da região em estudo de  $47,55 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , quadro 5, o percentual de Mg na CTC para atender ao limite crítico desse elemento no solo estabelecido por Quaggio (1992) de  $9,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , corresponderia a 18,9% da CTC superior as propostas pelos autores acima citados.

A proporção entre as bases trocáveis K:Mg:Ca encontrada nos solos estudados foi de 1 : 3,9 : 9,1 para a camada de 0-20 cm e 1 : 3,5 : 7,7 na profundidade de 20-40 cm. A relação para a camada de 0-20 cm encontra-se no limite inferior da faixa proposta por Kupper (1981) que foi de 1 : 3 : 9 a 1 : 5 : 25, enquanto que a proporção na profundidade de 20-40 cm apresenta-se inferior ao limite mínimo para o teor de cálcio. Considerando os níveis críticos para estas bases propostos pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999) e, com base na CTC média apresentada pelos solos a proporção ideal

para atender ao nível crítico destas bases no solo seria de 1 : 5 : 13 podendo-se concluir que as proporções encontradas estão abaixo da ideal.

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados permitiram as seguintes conclusões:

1. O solo em estudo apresentou baixo teor de matéria orgânica, no entanto os teores foliares de N apresentaram média acima do limite superior da faixa adequada, estando 59 e 41% dos pomares amostrados classificados nas faixas adequada e alta, respectivamente.
2. Os teores foliares de P apresentaram-se adequados em 88,2% dos pomares, estando a disponibilidade deste elemento no solo abaixo da faixa adequada em 55,8 e 97,1% dos pomares para as camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente.
3. No solo os teores de K apresentaram-se abaixo do adequado para 61,8 e 88,3% dos pomares na profundidade de 0-20 e 20-40 cm respectivamente, com teores foliares classificados na faixa de adequado a alto em 91,2% dos pomares.
4. Os teores de S, no solo em ambas as camadas foram considerados baixos, com teor médio abaixo do nível crítico, enquanto que, os teores foliares apresentaram-se na faixa de adequada à alta.
5. Os teores de Ca no solo apresentaram-se abaixo do adequado para 91,2 e 100% dos pomares nas duas profundidades respectivamente, razão pela qual, 91,2% dos mesmos apresentaram baixos teores de cálcio foliar.
6. Os teores de Mg no solo apresentaram-se com 82,3 e 97,1% dos pomares em classe de teores abaixo do adequado, a despeito dos teores de Mg nas plantas encontrarem-se altos a excessivos.

**LITERATURA CITADA**

ALMEIDA, M. C. & BAUMGARTNER, J.G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranjeira 'Valência'. Rev. Bras. Frutic, 24:282-284, 2002.

BASSO, C.; MIELNICZUK, J. & BOHNEN, H. Influência da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranjas 'Valência'. Pesq. Agropec. Bras., 18:17-21, 1983

BAUMGARTNER, J. G. Diagnose foliar na citricultura brasileira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 61-76.

BERNARDI, A. C. C. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de pomares laranjeira Valência e suas relações com a produtividade e a qualidade dos frutos. Piracicaba, 1995. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1995.

BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C. & CARVALHO, S. A. Macronutrientes em mudas de citros cultivadas em vasos em resposta à adubação NPK. Scientia Agrícola, 57: 761-767, 2000.

BLAIR, G. J. Sulfur in the tropics. Muscle Shoals, The Sulphur Institute & The International Fertilizer Development Center, 1979. 69 p. (Technical bulletin, T-12).

BOYER, J. L. Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos. Salvador, Instituto de Geociências da UFBA, 1985. 311p.

BROMFIELD, A. R. Sulphur in Northern Nigerian soils. 1. the effects of cultivation and fertilizers on total S and sulphate patterns in soil profiles. Agric. Sci., 78:465-470, 1972.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL – CAR(BA).  
Recôncavo Sul: perfil regional; Programa de Desenvolvimento Regional  
Sustentável – PDRS; Salvador, 2000. (Série Cadernos CAR, 25).

CATANI, R. A.; GLÓRIA, N. A. & VITTI, G. C. Adsorção de sulfato pelo solo. Anais  
Esc. Sup. Agric. “Luiz de Queiroz”, 28:235-245, 1971.

COELHO, Y. S. & MATOS, C. R. R. Levantamento nutricional dos pomares  
cítricos na Bahia. Pesq. agropec. bras., 26:335-340, 1991.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS –  
CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas  
Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CRAVO, M, S.; BRAGA, J. M.; AMARAL, F. A . L. & ALVAREZ V. Efeitos da  
interação fósforo x enxofre sobre a produção de matéria seca e sobre os níveis  
críticos de P e S no solo e em plantas de soja (*Glycine max L.*), em solos com e  
sem calagem. Rev. Ceres, 32:12-30, 1985.

DASBERG, S. Análises foliares de citros em Insrael. In: SEMINÁRIO  
INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação  
Cargill, 1996. p. 41-50.

DOU, H.; ALVA, A.K. & KHAKURAL, B. R. Nitrogen mineralization from citrus  
trees residues under different production conditions. Soil Science Society of  
America. Journal, Madison, 61: 1226-1232, 1997.

DUBEY, A. K. & YADAV, D. S. Effect of nitrogen and phosphorus on yield and  
quality of Mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Khasi Mandarin. Orissa  
Journal of Horticulture, 29:79-82, 2001.

DU PLESSIS, S. F. Fatores que afetam a recomendação de adubação de citros na África do Sul. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 51-59.

DU PLESSIS, S. F. & KOEN, T. J. The effect of N and K fertilization on yield and fruit size of Valencia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CITRUS, 6., Tel Aviv, 1988. p. 663-672.

EMBLETON, T. W.; JONES, W. W.; PALLARES, C. & PLATT, R. G. Effects of fertilization of citrus on fruit quality and ground water nitrate-pollution potencial. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, Sidney, 1978. Proceedings. Sidney, International Society of Citriculture, 1978. p. 280-285.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Mapa de solos da Bahia, escala 1:1000.000. EMBRAPA, 2002. CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises do solo. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e de Abastecimento, 1997. 221 p.

FIDALSKI, J. & AULER, P. A. M. Levantamento nutricional de pomares de laranja no noroeste do Paraná. Arq. Biol. Technol. 40:443-451, 1997.

FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A.; AULER, P. A. M. & JACOMINO, A. P. Produção de frutos de laranjeira 'Pêra' e teores de nutrientes nas folhas e no solo, em Latossolo Vermelho-Escuro do noroeste do Paraná. R. Bras. Ci. Solo, 23:273-279, 1999.

GORAMNAGAR, H. B.; GONDANE, S. U.; SORTE, P. N.; REFEEKHER, M. & KUTE, U. D. Effect of integrated nutrient management on nutrient status of leaf and soil under orange orchard. Journal of Soils and Crops, 11: 226-228, 2001.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS - GPACC. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 3 ed. Cordeirópolis, Laranja, Edição Especial, 1994. 27 p.

HARWARD, M. E. & REISENAUER, H. M. Reactions and movement of inorganic soil sulphur. *Soil Science*, 101 (4): 326-335, 1966.

HOEFT, R. H. Crop response to sulphur in the midwest and northeastern U.S. *Sulphur in Agriculture*, 4: 13-15, 1980.

HOMES, M. V. Sulfur requirement in fertilizers as determined by the method of systematic variations. *Soil Science*, 101:291-296, 1966.

INTRIGLIOLO, F.; FISICHELLA, G.; TROPEA, M.; SAMBUCCO, G.; GIUFFRIDA, A.; FRAGOSO. & BEUSICHEM, M. L. Influence of nitrogen on nutritional status and yield of 'Navelina' orange. *Optimization of Plant Nutrition*, 31:439-444, 1993.

JACOBY, B. Calcium – magnesium ratios in the root medium as related to magnesium uptake by citrus seedling. *Plant and Soil*, 15:74-80, 1961.

KAMPRATH, E. J.; NELSON, W. L. & FITTS, J. W. The effects of pH, sulfate and phosphate concentrations on the adsorption of sulfate by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20:463-466, 1956.

KOHLI, R. R.; HUCHCHE, A. D.; LALLAN, R.; SRIVASTAVA, A. K.; DASS, H. C. & RAM, L. Interaction effect of leaf nitrogen and potassium on growth, yield and quality of Nagpur mandarin. *Journal of Potassium Research*, 12:70-74, 1996.

KOO, R. C. J. Nutrição e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. *Nutrição mineral e adubação de citros*. 4. ed. Piracicaba, Instituto da Potassa, 1983. p. 99-122.

KOO, R. C. J. Potassium nutrition of citrus. In: MUNSON, R. D. ed. *Potassium in agriculture*. Madison, SSSA, 1985. p. 1077-1086.

KUPPER, A. Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. e GUIDOLIN, J. A. coord. Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba, Instituto de Potassa Fosfato, 1981. p. 27-54.

LAVON, R.; SALOMON, R. & GOLDSCHMIDT, E. E. Effect of potassium, magnesium, and calcium deficiencies on nitrogen constituents and chloroplast components in citrus leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 124:158-162, 1999.

LEGAZ, F.; SERNA, M. D. & PRIMO-MILLO, E. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and Soil, 173:205-210, 1995.

LOPES, A. S. Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato e Instituto Internacional da Potassa, 1983, 162 p.

LORENZ, O. A. & BARTZ, J. F. Fertilization for high yields and quality of vegetable crops. R. C. Dinauer (ed.). Soil Sci. Soc. America. Inc. Madison. 466p. 1968.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras. Centro de Pesquisas e Promoções/Sulfato de Amônio. Divulgação Técnica, 1982. 59 p. (Boletim técnico, 1).

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. Nutrição mineral e adubação citros. 4. ed. Piracicaba, Institutos da Potassa, 1983. p. 13-71.

MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação dos citros. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV, 1984. p. 163-190.

MALAVOLTA, E.; CASALE, H. & PICCIN, C. Nota sobre a interpretação dos teores de macro e micronutrientes nas folhas de diversas variedades de laranja. Laranja, 12:345-356, 1991.

MALAVOLTA, E. & PRATES, H. S. Seja doutor de seu citros. Piracicaba, Informações Agrônomicas. n. 65 mar. 1994. 16 p. (Arquivo Agrônomico. 4).

MALAVOLTA, E. & VIOLANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, Jaboticabal, 1988, Anais. Jaboticabal, UNESP/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1988. p. 233-284.

MOLINA, E. Nutricion y fertilizacion de la naranja. Informaciones Agronomicas, 40:5-13 Disponível em <http://www.potafos.org> Acesso em 11 out. 2003.

MOREIRA, C. S. Estudo da distribuição do sistema radicular de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* Osbeck) com diferentes manejos de solo. Tese de Livre Docência, E.S.A. Luíz de Queiroz, USP, Piracicaba. 1983.

NAGAI, V.; IGUE, T. & HIROCE, R. Estudo comparativo das relações entre nutrientes dosados em folhas de café, citros e milho. Bragantia. Campinas, 34: 23-27, 1975.

OBREZA, T. A. Evaluation of citrus grove fertility status using soil and leaf tissue testing. Soil and Crop Sci. Soc. Fla. Proc. 49:66-69, 1990.

OBREZA, T. A. Adubação de plantas cítricas na Flórida, EUA – Uma visão Geral. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 27-39.

OBREZA, T. A. Managing phosphorus fertilization of citrus using soil testing. Disponível em: [http://www.edis.ifas.ufl.edu/body\\_ss332](http://www.edis.ifas.ufl.edu/body_ss332) Acesso em 04 jun. 2003a.

OBREZA, T. A. Importance of potassium in a Florida citrus nutrition program. *Better Crops*, 87:19-22, 2003b.

PAVAN, M. A. & VOLKWEISS, S. J. Efeitos do gesso nas relações solo-planta: princípios. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1. Brasília, DF, 1985. Anais. Brasília, EMBRAPA/PETROFERTIL, 1986. p. 107-118.

QUAGGIO, J. A. Respostas da laranjeira Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck) sobre limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck) à calagem e ao equilíbrio de bases em solos de textura argilosa. 1991. 107p. Tese (Doutorado), Piracicaba, 1991.

QUAGGIO, J. A. Conceitos modernos sobre calagem e adubação para citros no Estado de São Paulo. *Laranja*, 13:457-488, 1992.

QUAGGIO, J. A. Análise de solo para citros: métodos e critérios para interpretação de resultados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 95-113.

QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. & RAIJ B van. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 52:67-74, 1998.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H., FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S. & BATAGLIA, O. C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

RODRIGUEZ, O. Adubação dos citros: situação dos pomares paulistas. In: YAMADA, T. ed. *Nutrição mineral e adubação dos citros*. 4 ed. Piracicaba, Instituto Potassa, 1983. p. 73-87

RODRIGUEZ, O. Solo e sua importância na produtividade do pomar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1<sup>o</sup>., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV, 1984. p. 3-11.

SANCHEZ, A. C. Adubação de pomar cítrico de grande porte. In: MOREIRA, C. S. Nutrição mineral e adubação de citros. Piracicaba, Instituto da Potassa, 1979. p. 89-97. (Boletim técnico, 5).

SINGH, C. S.; PATIRAM; RAM, M.; PRASAD, R. N. & PRASAD, A. Studies on nutrient status of mandarin orchards (*Citrus reticulata* Blanco) in Meghalaya. Journal of Hill Research, 11: 32-37, 1998.

SOBRAL, L.F.; SOUZA, L. F. S.; MAGALHÃES, A. F. J.; SILVA, J. U. B. & LEAL, M. L. S. Resposta da Laranjeira-'Pêra' à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. Pesq. agropec. bras., 35:307-312, 2000.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. Base cartográfica digital do estado da Bahia: mapeamento topográfico sistemático. Salvador, 2003. Escala 1:100.000. CD-ROM.

TORRES, R. M. Adubação de citros no México. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 15-26.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 5. Viçosa, UFV/FAB, 1995. CD-ROM

VELOSO, C. A. C. & BRASIL, E. C. Avaliação do estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá (PA). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 22., 1996. Anais. Manaus, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 42 – 43.

VELOSO, C. A. C.; PEREIRA, W. L. M. & CARVALHO, E. J. M. Diagnose nutricional pela análise foliar de pomares de laranjeira no nordeste paraense. *Revista Ciências Agrárias*, 38:47-55, 2002.

VITTI, G. C. Respostas de culturas anuais e perenes à aplicação de enxofre. In: BORKERT, C. M; LANTMANN, A. F. eds. Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Londrina, EMBRAPA-CNPSq/IAPAR/SBCS, 1988. p. 61-85.

VITTI, G. S. Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 37p.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; LEÃO, H. C. & SILVA, M. M. Técnicas de utilização de calcário e gesso na cultura dos citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 131-160.

VITTI, G. S. & FERREIRA, M. E.; Interpretação de análise de solo e alternativas de uso de adubos e corretivos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1985. p. 117-145.

WEIR, C.C. Nutrient element balance in citrus nutrition. *Plant and Soil*, Haren, 30:405-414, 1969.

WEIR, R. G. Citrus Nutrition. Agfact H2.3.11. 2<sup>o</sup> ed. December 2002. Disponível em <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/citrus/h2311.htm> Acesso em 11 out. 2003.

## **CAPÍTULO 2**

### **AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES NO SOLO E NAS PLANTAS DE POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA –BA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial da Revista Brasileira de Ciência do Solo

# **AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES NO SOLO E NAS PLANTAS DE POMARES CÍTRICOS NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA –BA**

## **RESUMO**

O presente trabalho teve como propósito avaliar a fertilidade do solo e o estado nutricional dos pomares cítricos nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, localizados no Recôncavo Sul Baiano sobre Latossolo Amarelo distrófico. Foram avaliadas no solo as condições físicas através das análises granulométricas e químicas com a determinação dos teores de Cu, Fe, Mn e Zn, também determinados no tecido foliar. Para amostragem do solo e da folha foram selecionados 34 pomares de cultivar 'Pêra', sobre porta-enxerto de limão Cravo. Em cada pomar foram definidas 25 plantas para coleta de folhas em cada quadrante. As amostras de solo, para análise química, foram retiradas na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, obtendo em cada pomar uma amostra composta de solo em cada profundidade. Os pomares foram georeferenciados para elaboração dos mapas de fertilidade do solo e estado nutricional das plantas. Os resultados das análises químicas das amostras de solo e tecido vegetal foram submetidos aos métodos da estatística descritiva e correlação de Pearson através do Sistema de Análise Estatística e Genética – SAEG. Dos resultados obtidos conclui-se que: Os teores de Cu no solo apresentaram-se médio a baixo em ambas profundidades, com os teores foliares adequados em 94,1% dos pomares; apesar dos altos teores de Fe no solo verificados em 100% dos pomares, os teores foliares desse elemento apresentaram-se baixo em 91,2% dos mesmos; os teores foliares de Mn e Zn apresentaram-se deficientes em 64,7% dos pomares estando os teores desses elementos no solo classificados em médio a baixo e o Mn foi o único que apresentou correlação altamente significativa a 1 e 0,1% entre os teores foliares e os teores no solo em, ambas profundidades.

Termos de indexação: fertilidade do solo, avaliação nutricional, micronutrientes, citros.

**MICRONUTRIENTS CONTENT EVALUATION IN SOIL AND PLANT SAMPLES,  
IN CITRUS ORCHARDS OF MURITIBA AND GOVERNADOR MANGABEIRA  
MUNICIPALITY - BA**

**SUMMARY**

The purpose of present work was to evaluate soil fertility and nutritional state of citrus orchards of Muritiba and Governador Mangabeira, localized in Reconcavo Sul Baiano, in dystrophic yellow latosol. The physical conditions of the soil were evaluated through particle size analysis and the chemical characteristics by the determination of Cu, Fe, Mn and Zn, also analyzed in leaf tissues. For the soil and leaf sampling 34 orchards of "Pera" cultivar grafted on "Cravo" lemon plants were selected and in each orchard 25 plants from each quadrant were defined for leaf samplings. The soil samples for chemical analysis were collected at the projection of shoot canopy, from the four quadrants of each plant, at 0 to 20 and 20 to 40 cm depth, obtaining one compound soil sample for each depth. The orchards were geo-referenced for the evaluation of soil fertility and plant nutritional state map. The results of soil and plant chemical analysis were submitted to descriptive statistical analysis and Pearson correlation through the Statistic and Genetic Analysis System - SGAS. It was concluded that: The soil Cu contents were within the medium to low level in both depth, with adequate leaf Cu content in 94.1% of orchards; in spite of high soil P content verified in 100% of orchards, the leaf contents of this element were low in 91.2% of orchards; the leaf Mn and Zn contents were within the deficient level in 64.7% of orchards; the contents of these elements in soil were in medium to low level and the Mn was the only one which presented highly significant correlation at 1 and 0.1% between its contents in the leaves and in the soils, in both depth.

Index terms: soil fertility, nutritional evaluation, micronutrients, citrus.

## INTRODUÇÃO

Um dos fatores que mais interfere no rendimento da planta cítrica é o estado nutricional. A avaliação do estado nutricional de pomares cítricos envolve técnicas de diagnose foliar aliada aos métodos de análise de solo em diferentes profundidades. Comparando os métodos e técnicas para avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional Lorenz & Bartz (1968), considera para fins de avaliação da fertilidade do solo o conjunto de técnicas de ensaio de campo + análise de solo + análise de tecido como excelente, enquanto que apenas a análise de solo seria um bom referencial tendo na análise de tecido uma técnica moderada. Para avaliação do estado nutricional têm-se a técnica de análise de tecido e o conjunto das técnicas de ensaio de campo + análise de solo + análise de tecido como excelentes métodos, considerando a análise de solo e o ensaio de campo como técnicas pobres.

Vários trabalhos na literatura têm apresentado baixos índices de correlações entre os parâmetros de solo e os teores de nutrientes foliares. Tais correlações quando significativas, ocorrem com maior freqüência nas profundidades de 20 a 40 cm. Avaliando graus de fertilidade do solo e o estado nutricional de citros na Louisiana, Bell et al. (1997) verificaram que os teores de Zn, Mn e Fe, em amostras coletadas a 15 cm de profundidade, extraídos com DTPA foram considerados médio a alto, não apresentando correlação com os teores foliares desses elementos, os quais apresentavam-se muito baixo. A explicação para a falta de correlação encontrada, segundo os autores, está relacionada com a técnica de amostragem do solo considerando principalmente para as áreas mais extensivas, como também, a maior variação do pH em camadas superficiais em relação às camadas mais profundas que, por apresentarem um pH mais alto ajuda a explicar os baixos teores de Al, Fe, Mn e Zn foliar, a despeito de alguns solos superficiais serem ácidos, considerando ainda que a maior concentração das raízes encontrava-se nas camadas dos primeiros 46 cm.

Singh et al. (1998), avaliando o estado nutricional de pomares de laranja, na Índia, verificaram que Zn, Cu e Mn eram maiores na camada de 0 – 15 cm em comparação aos teores apresentados na camada de 15–30 cm bem

como, não houve correlação entre a disponibilidade desses nutrientes no solo e a concentração nas folhas.

A falta de correlação para as variáveis da camada de 0 a 20 cm pode estar relacionada à concentração de nutrientes no perfil do solo e a distribuição do sistema radicular dos citros. Segundo Malavolta (1984), o sistema radicular dos citros é relativamente profundo, em laranjeiras adultas (10 a 23 anos de idade) cerca de 90% das raízes estão de 0 – 60 cm de profundidade. Entretanto, a quantidade e distribuição das raízes depende da variedade da copa e do porta enxerto, da idade e das condições de solo. Da mesma forma, Rodriguez (1984), afirma que as raízes dos citros apresentam maior densidade nos primeiros 50-60 cm de solo, onde se situa sua maior capacidade de absorção de nutrientes. Todavia, Moreira (1983), estudando a distribuição do sistema radicular da laranjeira 'Pêra' verificou que 50% das radículas em pomares de 6 anos de idade, estava nos primeiros 15 cm e mais 10% até 30 cm.

A literatura tem demonstrado maior correlação no estudo entre as relações dos nutrientes com a produtividade que considerando os teores isolados dos elementos. Para Koo (1985), as interações são fatores predominantes sobre os teores de nutrientes nas folhas. Valores ótimos para as relações de macro e micronutriente, considerando uma produção superior a 800 caixas ha<sup>-1</sup>, foram propostas por Malavolta et al. (1991), como sendo: N/B = 338; P/Zn = 31 e Zn/Mn = 1,0 .

O uso da diagnose foliar possibilita identificar possíveis deficiências, avaliar o estado nutricional e determinar a necessidade de adubos, devendo ser empregado preventivamente. A aplicação dessa técnica requer atenção para fatores que podem modificar a composição mineral das folhas e interferir na interpretação dos resultados, tais como: idade e posição da folha, presença e ausência de fruto, variação anual, variedades enxerto e porta-enxerto, clima, práticas culturais e as interações entre os elementos (Malavolta, 1983; Rodriguez, 1983). Entretanto, as tabelas utilizadas no Brasil como padrão para determinação das classes de teores nutricionais foliares, não levam em consideração a variedade porta-enxerto/copa, as especificidades regionais, nem a idade do pomar. Pesquisas realizadas têm demonstrado que a absorção de determinados nutrientes varia em função do porta-enxerto e copa utilizados. Para Embleton et al., (citados por Dasberg, 1996), os efeitos de porta-enxertos no conteúdo mineral

da folha podem ser muito fortes; Trifoliata e Cleópatra apresentam teores de N menores que limoeiro rugoso; algumas laranjeiras e limoeiro rugoso estão associados com baixos teores de P e muitos outros efeitos.

Avaliando a composição mineral das folhas de quatro variedades de laranjeira (Baianinha, Natal, Pêra e Valência), por um período de 10 anos (1982-1991), em Alfenas - MG, Malavolta et al. (1991) encontraram variação nos teores foliares em função da produtividade e da variedade. Considerando a produção máxima de 800 caixas ha<sup>-1</sup> a variedade Baianinha apresentou os teores mais altos de Zn e, tomando por base a média ponderada dos teores foliares das quatro variedades observou-se que, com o aumento da produtividade houve diminuição nos teores desse elemento, enquanto que para os teores de B e Mn as variações não foram consistentes.

Aliado a estes fatores observa-se ainda grande divergência entre os limites de faixas de nutrientes para efeito de classificação dos teores foliar para citros, proposta por Malavolta & Prates (1994) e o Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros - GPACC (1994), principalmente para os teores dos micronutrientes ferro e cobre.

As exigências de micronutrientes para a citricultura ainda carecem de pesquisas, são poucas as informações disponíveis quanto às respostas dos citros aos micronutrientes, em termos de produção e qualidade dos frutos. A exportação de micronutrientes dá-se na seguinte ordem decrescente: Cl, Fe, Mn, B, Zn e Mo. Dentre estes, os que mais freqüentemente apresentam limitações na citricultura nas condições de solos brasileiros são o zinco, o manganês e o boro.

Levantamentos nutricionais de pomares cítricos, realizados no Brasil, evidenciam a necessidade de aprimoramento das pesquisas com estudos mais detalhados sobre o seu estado nutricional.

## **COBRE**

O cobre é absorvido como Cu<sup>2+</sup> e Cu-quelato, sua absorção parece ocorrer por processo ativo, existindo evidências de que este elemento inibe fortemente a absorção do zinco e vice-versa.

Por apresentar afinidade com o nitrogênio do grupo amino, parece que compostos nitrogenados solúveis, como os aminoácidos, atuam como

carregadores deste nutriente no xilema e no floema (Loneragan, 1981). Segundo Dechen et al. (1991a), a maioria das espécies pode acumular cobre especialmente nas raízes e nos órgão de reserva, estando o teor deste, nas plantas de regiões não poluídas de diversos países, na faixa de 1 a 10 ppm na matéria seca .

Os citros, segundo Jones (1961), são muito sensíveis ao cobre e é possível passar-se da deficiência ao excesso com uma pulverização, nestas condições, o cobre é capaz de diminuir o crescimento e induzir a clorose por deficiência de ferro nas plantas.

A disponibilidade de cobre, em solos de baixo pH pode variar em função da presença de cátions trocáveis (Ca, Mg e K) no solo. Estudo para avaliar os níveis de adsorção de Cu em solos de baixo pH foi realizado por Zhu & Alva (1993) utilizando concentrações variadas de cálcio e magnésio (2,5 – 15 mmol<sub>c</sub>) e potássio (5 – 30 mmol<sub>c</sub>), adicionando 10<sup>-4</sup> M Cu. Verificaram que a adsorção de Cu decresceu com o aumento das concentrações de Ca e Mg, enquanto que a adição de K apresentou pequeno efeito inibitório na sua adsorção. Interações deste tipo também foram observadas por Malavolta et al. (1997) levando-os a afirmarem existir um efeito antagônico do cálcio sobre a absorção de cobre.

O aumento do pH pode também interferir na disponibilidade do cobre no solo, devido à formação de compostos insolúveis hidróxidos e carbonato (Malavolta, 1986). Acrescenta ainda Harmsen & Vlek (1985) que a elevação do pH provoca aumento na quantidade de Cu adsorvida sobre superfícies ou precipitada, concedendo também maior estabilidade das ligações deste com a matéria orgânica.

Vega et al. (1993) testando os efeitos de doses crescente de nitrogênio (0 a 240 kg ha<sup>-1</sup>) na concentração de micronutrientes nas folhas de laranja Washington Navel, em pomares de Havana - Cuba, verificaram que os teores de Cu nas folhas não foram afetados pela aplicação de N. No entanto, Reuther & Smith (1954), relatam a deficiência de cobre associada em muitos casos com alto teores de nitrogênio e potássio e baixo de cálcio, nas folhas. Acrescenta ainda Torres (1996), que aplicações elevadas de fósforo podem ocasionar deficiências de cobre.

Alva & Chen (1995), avaliando os efeitos de concentrações externas de cobre na solução nutritiva (0.1, 5, 10, ou 20 mmol/L), a pH 5,5 na absorção de

micronutrientes em plântulas de Cleopatra mandarin e Swingle citrumelo, verificaram que o aumento da concentração de cobre na solução causou decréscimo na absorção de Zn, Fe e Mn sendo seus efeitos mais pronunciado na absorção de Fe, provocando também redução significativa da matéria seca da parte aérea e raízes.

Os solos de textura fina apresentam teores de cobre mais elevados que os solos de textura grosseira. Shuman (1979 e 1985) verificou que o Cu predominava nas frações silte e argila para a maioria dos solos estudados. Segundo Krauskopf (1972) a disponibilidade de Cu pode variar em função do tipo de argila e, conforme acrescenta Camargo (1991) esta adsorção pode ocorrer também com os óxidos de ferro, alumínio e manganês, aumentando a adsorção com o aumento do pH. Também estudando vários solos do Estado de São Paulo, Camargo et al. (1982) observaram uma correlação negativa entre o pH e  $\text{Cu}^{2+}$  solúvel em DTPA, sugerindo diminuição na disponibilidade do elemento com o aumento do pH.

Avaliando o estado nutricional de 60 pomares cítricos na Bahia, em Latossolo Amarelo álico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, após quatro anos de estudo, Coelho & Matos (1991), observaram teores altos e excessivos de Cu em 38,3% e 8,4% dos pomares respectivamente, sendo que 53,3% dos pomares apresentaram-se adequados; os teores foliares do elemento variaram de 5,6 a 55,7  $\text{mg kg}^{-1}$ . Ainda segundo os autores, os teores excessivos encontrados podem estar relacionados ao uso de fungicidas cúpricos embora não seja esta prática adotada com freqüência na região. Similarmente, Veloso & Brasil (1996), avaliando o estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá, no estado do Pará, constataram que os teores foliares de Cu apresentaram-se adequados e altos, variando de 9 a 27  $\text{mg kg}^{-1}$ , com média de 18  $\text{mg kg}^{-1}$ , e atribuíram também os elevados teores ao uso de fungicidas cúpricos pelos produtores para controle de doenças. Veloso et al. (2002), avaliando o estado nutricional das laranjeiras, em 74 pomares na mesorregião do Nordeste Paraense, durante o período de 1996 a 1998, constataram que 66,3% dos pomares apresentaram teores excessivos desse nutriente, com média do teor foliar de 16,4  $\text{mg kg}^{-1}$ , variando de 7 a 32,00  $\text{mg kg}^{-1}$  e elevado coeficiente de variação de 58,9%. Segundo os autores, o uso de defensivos orgânicos com o Cu em sua composição tem sido prática comum entre os citricultores.

Os mesmos estudos nos pomares de laranjeira no noroeste do Paraná, em Latossolo Vermelho-Escuro e Argissolos, realizados por Fidalski & Auler (1997) durante o período de 1995-1996, constataram também, que os teores de cobre estavam na faixa excessiva, superior a  $15 \text{ mg kg}^{-1}$  em 84,78% e 97,80% dos resultados das análises foliares, nos dois períodos, devido às pulverizações fitossanitárias à base de cobre.

Avaliando os teores de micronutrientes catiônicos em solo e folhas de ramos não frutíferos, em 32 pomares de Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) em Sikkim, na Índia, Patiram et al. (2000), observaram que os teores de Cu eram adequados no solo e apenas 1/3 dos pomares apresentaram teores foliares adequado, observando maior concentração de micronutrientes total nas profundidades de 20 – 40 cm com exceção do Fe, apresentando ainda alta correlação com os teores de argila. Quanto ao teor de micronutrientes disponíveis observaram os autores uma diminuição com a profundidade e não encontraram correlação com os teores foliares.

## FERRO

O ferro pode ser absorvido pela planta como Fe-quelato,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ , sendo esta última de pouca importância devido a baixa solubilidade dos compostos. Segundo Malavolta (1980), a eficiência da absorção parece estar relacionada com a capacidade das raízes de efetuar na superfície externa do plasmalema a redução de  $\text{Fe}^{3+}$  para  $\text{Fe}^{2+}$ . Nestas condições, tanto o processo de absorção quanto seu transporte nas plantas, são afetados por fatores como pH, concentração de cálcio e de fósforo; estima-se que a concentração do ferro em solução decresce 1000 vezes com a elevação de uma unidade do pH (Dechen, et al. 1991a).

Segundo Malavolta (1980), altas concentrações de Ca, Mg, Cu, Zn e, principalmente Mn no solo, podem inibir competitivamente a absorção do ferro bem como, altas concentrações de P no meio podem, além de insolubilizar o Fe no solo precipitá-lo na superfície das raízes, nos espaços intercelulares e no xilema. Similarmente, Moreira (1999) afirma que na ausência de Zn, independente da concentração de Mg, ocorre um aumento significativo na absorção de Fe pelas plantas. Esta afirmativa corrobora a interação negativa entre Zn e Fe relatadas

por Malavolta (1980), Kabata Pendias & Pendias (1985), Bergmann (1992) e Welch (1995), para os quais, a absorção de ferro pelas plantas é geralmente reduzida quando existem na solução altas concentrações de zinco, sendo que o inverso pode também ocorrer.

Testando os efeitos de doses crescente de nitrogênio (0 a 240 kg ha<sup>-1</sup>) na concentração de micronutrientes nas folhas de laranja Washington Navel, em pomares de Havana - Cuba, Vega et al. (1993), verificaram elevação nos teores foliares de Fe com o aumento das doses de N. Todavia, Reuther & Smith (1954), encontraram deficiência de ferro associada a altos teores de nitrogênio e potássio e baixo de cálcio nas folhas.

Loué (1993) e Malavolta et al. (1997), chamam atenção que o teor de ferro diminui com o aumento da dose de manganês, segundo os autores existe um efeito de inibição. Para Foy (1984), o Mn e o Fe estão intimamente relacionados na nutrição de plantas e em alguns trabalhos tem-se usado a relação Fe/Mn em plantas superiores como um indicador da toxidez de Mn. Vitti & Luz (1998) verificaram que em áreas com deficiência de Mn (má drenagem), a relação Fe/Mn nas folhas era de 2:1 (218 e 109 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente), enquanto que na área sem problemas visuais essa relação era de 1:1 (111 e 101 mg kg<sup>-1</sup>), sugerindo haver uma inibição entre os mesmos, sendo o Fe<sup>2+</sup> mais absorvido que o Mn<sup>2+</sup> em condições de ambiente redutor.

Avaliando os efeitos de concentrações externas de cobre em solução nutritiva (0.1, 5, 10, ou 20 mmol/L), a pH 5,5, na absorção de micronutrientes em plântulas de Cleopatra mandarin e Swingle citrumelo, Alva & Chen (1995), verificaram que o aumento da concentração de cobre na solução causou pronunciado decréscimo na absorção Fe, provocando também redução significativa na massa seca da parte aérea e raízes.

Hodgson (1963), destaca que a distribuição do ferro total parece, em alguns casos, estar correlacionada com o teor de argila e, segundo Camargo (1988) esta interação do ferro com minerais de argila se dá, ou ocupando lugares de troca ou, em se tratando de caulinita, adsorvendo-se na superfície do tetraedro de sílica. A presença de matéria orgânica no solo também interfere na disponibilidade do ferro devido à habilidade complexante das substâncias húmicas, segundo Lindsay (1972), o ferro pode formar complexos com a matéria orgânica, com constante de estabilidade maior que a do Mn<sup>2+</sup>, sendo menor que a

do  $Zn^{2+}$  e de  $Cu^{2+}$ . A formação desses complexos possibilita a movimentação de ferro através do solo, inclusive em direção à raiz, e evita sua precipitação em valores de pH nos quais normalmente ocorreria este processo.

Avaliando o estado nutricional dos pomares cítricos na Bahia, em Latossolo Amarelo álico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico durante quatro anos de estudo, Coelho & Matos (1991), identificaram pomares com teores foliares altos e excessivos de Fe apresentando média de  $160,3 \text{ mg kg}^{-1}$ ; segundo os autores o elevado teor foliar deve-se a alta disponibilidade deste elemento nos solos da região.

Veloso & Brasil (1996), avaliando o estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá, no estado do Pará, constataram que os teores foliares de Fe apresentaram-se excessivos, variando de 83 a  $435 \text{ mg kg}^{-1}$  com indicação de possíveis sintomas visuais de toxidez do elemento nas folhas. Resultado similar foi observado por Veloso et al. (2002), no nordeste Paraense, verificando que os teores foliares de Fe em pomares cítricos apresentaram-se adequados a excessivos, variando de 67 a  $437,00 \text{ mg Kg}^{-1}$  com desvio padrão de 81,06 superior aos demais micronutrientes estudados.

Avaliando os teores de micronutrientes catiônicos em solo e folhas de ramos não frutíferos, em 32 pomares de Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) em Sikkim, na Índia, Patiram et al. (2000) observaram que os teores de Fe no solo eram adequados, reduzindo a disponibilidade com o aumento da profundidade, entretanto, 80% dos pomares exibiram teores foliares alto a excessivo de Fe não apresentando correlação com os teores deste elemento no solo, embora correlação negativa foi observada entre o pH e os teores de Fe disponível no solo.

## **MANGANÊS**

O manganês é absorvido na forma de  $Mn^{2+}$  existindo uma correlação direta entre o teor solúvel do elemento no solo e a concentração na planta, bem como correlação negativa entre a concentração de Mn nas plantas e o aumento do pH, e uma correlação positiva deste com a matéria orgânica (Dechen, et al. 1991b). Segundo Malavolta (1980), a absorção de manganês é diminuída por altas concentrações de  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$  e  $Na^+$ , no meio.

Segundo relatos na literatura, a adubação com macronutrientes pode influenciar na concentração foliar de micronutrientes, neste sentido, Basso et al. (1983), analisando a influência da adubação NPK na concentração foliar de nutrientes em laranjeiras Valência, observaram que doses crescentes de N proporcionaram aumento nos teores foliares de Mn de 25 para 36 mg kg<sup>-1</sup>. Ainda segundo os autores, o aumento da concentração foliar de Mn pode ser atribuído provavelmente a um maior desenvolvimento do sistema radicular provocado pela adubação nitrogenada. Similarmente, Vega et al. (1993) testando os efeitos de doses crescente de nitrogênio (0 a 240 kg ha<sup>-1</sup>) na concentração de micronutrientes nas folhas de laranja Washington Navel, em pomares de Havana - Cuba, verificaram elevação nos teores foliares de Mn com o aumento das doses de N. Contrariamente, Reuther & Smith (1954), relataram deficiência de manganês associada com altas concentrações de nitrogênio e potássio e baixas cálcio nas folhas.

Mass et al (1969) verificaram que a absorção de manganês é fortemente diminuída pela concentração de magnésio; observaram também que há um comportamento similar quando o pH do meio aumenta, da mesma forma, Tanaka et al. (1992a) verificaram uma diminuição significativa no teor de manganês na planta com o aumento na concentração de magnésio. Isto deve-se possivelmente por apresentarem os dois íons, valências iguais, raio iônico e grau de hidratação semelhantes, daí a possibilidade da absorção de Mn ter sido afetada pela presença de Mg na solução. Já Smith (1966) afirma que o magnésio favorece o acúmulo de manganês nas folhas deslocando-os da raiz para a parte aérea.

Conforme Mehlich (1957), elevadas doses de calcário, aplicadas em solos ácidos, com grandes quantidades de alumínio e ferro podem causar severa deficiência de manganês, pois segundo Reisenauer (1988), o pH do solo influencia a velocidade das reações biológicas e químicas, afetando assim a solubilidade, a dessorção, e oxidação do Mn<sup>2+</sup> e a redução dos óxidos de manganês no solo. Afirma também Malavolta (1980) que para cada unidade de aumento de pH em solos aerados há, teoricamente, um decréscimo de 100 vezes na concentração de manganês na solução do solo. Para Tanaka et al. (1992b), a correção da acidez do solo está associada ao aumento na atividade microbiana o que torna o manganês menos disponível. A dinâmica do Mn nos solos é diretamente afetada pela temperatura e pela umidade, porém, a menor

disponibilidade de manganês no solo pode ser devido à correção da acidez que aumenta o pH e com isto a atividade microbiana capaz de complexar o manganês (Pavan & Miyazawa, 1984; Tisdale et al., 1993).

Elevadas concentrações de manganês no solo podem causar sintomas de deficiência de ferro nas folhas das plantas (Hewitt & Smith, 1975), diminuir a absorção de cálcio (Foy, 1973) e também de magnésio, principalmente em solos ácidos e com baixos teores de cálcio (Mass et al, 1969). Segundo Foy (1973) os efeitos do cálcio adicionado ao solo na redução da absorção de manganês é devido a competição entre ambos, pelo mesmo sítio de absorção.

Cultivando soja em solução nutritiva, Moreira (1999) verificou que com o aumento das doses de Mn houve uma queda significativa no teor de fósforo das folhas. Da mesma forma, Jones & Fox (1978) estudando os efeitos do Mn nos tratamentos com dose de fósforo em tomateiro, notaram que a toxidez de Mn diminuiu significativamente com o aumento de P disponível no solo. Este comportamento é explicado por Heintz (1968) pela capacidade do fósforo em precipitar o manganês no perfil do solo.

Os efeitos das concentrações externas de cobre em solução nutritiva (0.1, 5, 10, ou 20 mmol/L), a pH 5,5 na absorção de micronutrientes em plântulas de Cleopatra mandarin e Swingle citrumelo, foram avaliadas por Alva & Chen (1995), os quais verificaram que o aumento da concentração de cobre na solução causou decréscimo na absorção de Mn, provocando também redução significativa de matéria seca da parte aérea e raízes.

Moreira (1999) observou que as doses de Mn afetaram a absorção de Zn, independente das cultivares e das concentrações de Mg. Brar & Sekhon (1976), estudando o efeito do Mn na absorção de <sup>65</sup>Zn em plântulas de arroz, notaram um decréscimo na absorção desse último em função das doses de Mn. Para esses autores, o resultado é atribuído a competição iônica entre os dois elementos. Também Oliveira Junior et al. (1998), obtiveram com quatro doses de Mn, resultados semelhantes.

Avaliando o estado nutricional dos pomares cítricos na Bahia, em Latossolo Amarelo álico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, por um período de quatro anos de estudo, Coelho & Matos (1991), observaram que os teores foliares de Mn apresentaram teores baixos a deficientes em 23,4% dos pomares, com teor

médio de 30,5 mg kg<sup>-1</sup> sendo este, depois do Zn o micronutriente com maior frequência de carência na região.

Estudos de avaliação nutricional de pomares de laranjeira, realizado por Veloso & Brasil (1996), na microrregião do Guamá, no estado do Pará, constatou que os teores foliares Mn apresentaram-se baixos em aproximadamente 75% dos pomares com teor médio foliar de 22 mg kg<sup>-1</sup>, sendo a deficiência deste nutriente freqüente nos pomares cítricos do Brasil. Resultados semelhantes foram encontrados por Veloso et al. (2002), e verificaram que aproximadamente 80% dos pomares do nordeste Paraense mostraram-se baixos a deficientes em Mn com teores foliares médio de 23,4 mg kg<sup>-1</sup>. Segundo os autores, os baixos teores de Mn nestes pomares é explicado pela acidez baixa a moderada aliada a provável pobreza de manganês nestes solos.

No entanto, estudos realizados por Fidalski e Auler (1997) em pomares de laranjeiras no noroeste do Paraná, sobre Latossolo Vermelho-Escuro e Argissolo, verificaram teores foliares de Mn na faixa de 35 a 100 mg kg<sup>-1</sup>, estando 80,44% dos pomares com teores adequados.

Patiram et al. (2000), avaliando os teores de micronutrientes catiônicos em solo e folhas de ramos não frutíferos, em 32 pomares de Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) em Sikkim, na Índia, observaram que os teores de Mn estavam adequados no solo, todavia, 1/3 dos pomares apresentaram teores foliares baixos, observando maior concentração de micronutrientes totais nas profundidades de 20 - 40 cm e alta correlação com os teores de argila. Quanto ao teor de micronutrientes disponíveis observaram os autores uma diminuição com a profundidade não encontrando correlação com os teores foliares.

## ZINCO

Segundo Malavolta (1980), o zinco é absorvido na forma predominante de Zn<sup>2+</sup>, podendo também ser na forma de Zn-quelato; a presença de Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na solução inibem este processo, enquanto que o B e o Ca, em baixas concentrações estimulam a absorção. Afirma também o autor que na fixação pelos minerais de argila, o zinco pode deslocar o magnésio e o ferro, ocupando seus lugares, tornando-se neste caso de difícil aproveitamento pelas plantas.

A influência dos cátions bivalentes na disponibilidade do Zn foi também observada por Lopes (1972) e Sadana & Takakar (1983) que trabalhando em condições de casa de vegetação com cultivo de cevada e arroz observaram que a absorção do zinco é reduzida na presença de cátions bivalentes  $Mg^{2+}$ , verificando que os efeitos de toxidez do Zn foram minimizados com a aplicação de 1,0 mM de Mg na solução. Contrariamente, afirma Smith (1966) que o magnésio favorece o acúmulo de zinco nas folhas deslocando-o da raiz para a parte aérea. No entanto, Kabata Pendias & Pendias (1985) afirmam que o íon magnésio apresenta mesma valência e tem potencial e raio iônico semelhante aos do íon zinco por esta razão pode deslocar o zinco disponível para a solução do solo aumentando sua concentração.

Estudo para avaliar os níveis de adsorção de Zn em solos de baixo pH foi realizado por Zhu & Alva (1993) utilizando concentrações variadas de cálcio e magnésio (2,5 – 15 mmol<sub>c</sub>) e potássio (5 – 30 mmol<sub>c</sub>), adicionando  $10^{-4}$  M de Zn. Verificaram que a adição de K decresceu levemente a adsorção de Zn enquanto que com o aumento das concentrações de Ca e Mg houve decréscimo significativo da adsorção de Zn. Isto é justificado por Malavolta et al. (1997) que relatam a existência de inibição competitiva entre o zinco e o cálcio.

É freqüente na literatura relato sobre a deficiência de Zn induzida pelo fósforo, para Malavolta (1980) as explicações para tal fenômeno pode ser devido: ao efeito de diluição em função do aumento da matéria seca em resposta à adubação fosfatada; a ação do P insolubilizando o zinco na superfície das raízes diminuindo assim sua absorção; a inibição não competitiva ente P e o Zn no processo de absorção ou a presença do P dificultando o transporte do Zn da raiz para a parte aérea. Todavia, Meurer et al. (1981) estudando efeito da calagem e da aplicação de fósforo em solo do Sul do Brasil, verificaram que a calagem tem efeito depressivo na absorção de zinco e que a deficiência deste ocorreu a partir do pH 6,5, independente da aplicação do fosfato. Segundo Moreira (1999), com o aumento nas doses de Zn ocorre uma inibição na absorção e, provavelmente, uma redução no transporte a longa distância do fósforo. Resultado semelhante foi encontrado por Lopes (1972) e Loneragan et al. (1982), que observaram uma redução no teor de fósforo quando houve um aumento na concentração de zinco na solução, influenciado, possivelmente, pela existência de inibição não

competitiva entre fósforo e zinco. Similarmente, Torres (1996) afirma que aplicações elevadas de fósforo podem ocasionar deficiências de Zn.

Interferências provocadas pela adubação com macronutrientes, na concentração foliar de micronutrientes tem sido comum na literatura. Basso et al. (1983), analisando a influência da adubação NPK na concentração foliar de nutrientes em laranjas Valência, observou baixos teores de Zn devido possivelmente à baixa disponibilidade no solo e à sua diluição no tecido, causada pelo grande crescimento vegetativo, provocado pelo excesso de N. Contrariamente, Vega et al. (1993) testando os efeitos de doses crescente de nitrogênio (0 a 240 kg ha<sup>-1</sup>) na concentração de micronutrientes nas folhas de laranja Washington Navel, em pomares de Havana - Cuba, verificaram que os teores de Zn nas folhas não foram afetados pela aplicação de N. Para Reuther & Smith (1954) a deficiência de zinco está associada a altos teores de nitrogênio e potássio e baixos teores de cálcio nas folhas.

Alva & Chen (1995), avaliando os efeitos de concentrações externas de cobre na solução nutritiva (0.1, 5, 10, ou 20 mmol/L), a pH 5,5 na absorção de micronutrientes em plântulas de Cleopatra mandarin e Swingle citrumelo, verificaram que o aumento da concentração de cobre na solução causou decréscimo na absorção de Zn, provocando também redução significativa da matéria seca da parte aérea e raízes.

A disponibilidade do zinco no solo é também afetada pela sua adsorção com a matéria orgânica, óxidos de Fe, Al e Mn, e minerais de argila. Convém acrescentar que, segundo Bolland et al. (1977) e Peralta et al. (1981) a fração silte também adsorve o zinco. De acordo com Malavolta (1980), a matéria orgânica pode formar com o Zn complexos e quelados menos estáveis que os estabelecidos com Al, Cu e Fe, predominando na solução do solo os complexos orgânicos solúveis. Quanto à adsorção de Zn pelos óxidos de Fe e Al, Kalbasi et al. (1978) concluíram que, em valores de pH equivalentes, o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tem maior capacidade de adsorção do que o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sendo que para ambos, a reação tende a aumento com a elevação do pH. A presença do íon fosfato tem importância reconhecida no processo de adsorção do Zn pelos óxidos de ferro e alumínio ao afirmarem Stanton & Beurger (1967, 1970) que a adsorção de zinco por óxidos de ferro e alumínio amorfos aumentou com a presença de fosfato no meio.

Devido à alta capacidade de adsorção, o zinco tem-se mostrado pouco eficiente quando aplicado no solo se comparado com sua aplicação via foliar. Quaggio et al. (2003), pesquisando sobre os efeitos da fertilização de boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira 'Pêra', cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro, constataram que a aplicação de Zn via foliar foi mais eficiente do que a aplicação no solo cuja produção máxima foi alcançada com  $3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ , na camada de 0 - 20 cm, estando esse valor acima da faixa considerada média para o teor de Zn no solo que é de 0,6 -  $1,2 \text{ mg dm}^{-3}$  de acordo com Raj et al. (1997).

Malavolta & Violante Netto (1988), em respostas à adição de micronutriente (F.T.E) em laranjeira 'Pêra' sobre limoeiro 'Cravo' obteve um ganho de produção de 14% quando o zinco foliar aumentou de 16 para  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Todavia Embleton et al. (1988), em um experimento de 04 anos com a laranjeira 'Navel' (*Citrus sinensis* L. Osbeck), não observaram aumento de produtividade, quando compararam as plantas que não receberam pulverizações com aquelas que receberam zinco, provavelmente isso se deu em razão do uso contínuo desse nutriente por anos seguidos.

Levantamento nutricional em pomares cítricos no Brasil têm demonstrado que o zinco é o micronutriente que mais freqüentemente apresenta deficiência nas plantas, devendo-se ainda destacar que, segundo Malavolta (1980), as plantas mostram capacidade diferente para absorver o zinco estando os citros classificados como pouco eficientes.

Coelho & Matos (1991), avaliando o estado nutricional de 60 pomares cítricos em 11 municípios no Estado da Bahia, em Latossolo Amarelo álico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, após quatro anos de estudo, identificaram nítidos problemas nutricionais, com teor médio de Zn foliar de  $27,0 \text{ mg kg}^{-1}$ , estando 36,7% dos pomares com teores baixos a deficientes e 63% dos mesmos com teores ótimos.

Veloso & Brasil (1996), avaliando o estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá, no estado do Pará, constataram que os teores foliares de Zn apresentaram baixo em aproximadamente 75% dos pomares, variando entre 13 a  $81 \text{ mg.kg}^{-1}$ , com teor médio foliar de  $24 \text{ mg.kg}^{-1}$ , apresentando, dentre os micronutrientes estudados, maior coeficiente de variação, 45,1%. Resultado semelhante foi obtido por Veloso et al. (2002), no nordeste Paraense ao observar

que aproximadamente 80% dos pomares mostraram teores baixos de Zn e apenas 14% adequados, apresentando teor foliar médio de 20 mg kg<sup>-1</sup>, variando de 3 a 111 mg kg<sup>-1</sup>. Da mesma forma, Fidalski & Auler (1997), em pomares de laranjeiras sobre Latossolo Vermelho-Escuro e Argissolo, no noroeste do Paraná, verificaram que o zinco apresentou os maiores índices de deficiência em 93,48% e 82,61% dos resultados das análises foliares para os períodos de 1991-95 e 1996 respectivamente, com teores foliares inferiores a 35 mg kg<sup>-1</sup>.

Patiram et al. (2000), avaliando os teores de micronutrientes catiônicos em solo e folhas de ramos não frutíferos, em 32 pomares de Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) em Sikkim, na Índia, observaram que o teor de Zn disponível era adequado no solo apesar de 1/3 dos pomares apresentarem baixos teores foliares não apresentando correlação entre os mesmos, o pH do solo apresentou correlação positiva com os teores de Zn disponíveis.

A realização desta pesquisa teve como objetivo avaliar os teores e as interações de micronutrientes no solo e nas folhas dos pomares de laranja 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, situados no Recôncavo Sul da Bahia, nos Tabuleiros Pré-Litorâneos abrangendo uma área de 204 km<sup>2</sup>, entre os paralelos 12° 32' S e 12° 39' S e os meridianos 38° 57' W e 39° 11' W.

O clima da região é do tipo subúmido a seco, apresentando temperatura média anual de 24,2°C e a pluviosidade média anual entre 800 a 1400mm, com um período chuvoso entre abril a junho; a vegetação varia entre floresta estacional e floresta ombrófila densa, com domínios de pastagens e culturas temporárias. A geomorfologia característica da área são os Planaltos Cristalinos Rebaixados com altitudes entre 100 e 200 m, apresentando relevo bastante uniforme, com vertentes convexo-côncavas e com topos abaulados (CAR – BA, 2000), os solos encontrados nos municípios são do tipo Latossolo Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-amarelo diestrófico e Chernossolo Háplico,

conforme levantamento pedológico realizado pela Embrapa (2002) na escala de 1:1.000.000.

Para amostragem do solo e das folhas foram selecionados 34 pomares cítricos, sendo 17 em cada município nas diferentes localidades rurais, sobre Latossolo Amarelo distrófico, conforme figura 1. A localização de pontos de amostragem nos limites entre Latossolos Amarelo distrófico e Argissolo Vermelho-amarelo distrófico, não definem mudança abrupta do tipo de solo, não ocorrendo diferenças nas características físicas e químicas destes. Em cada pomar foram selecionadas 25 plantas para amostragem de folhas. Utilizou-se como critério para a seleção dos pomares, as características predominantes na região, tais como: Cultivar 'Pêra', sobre porta-enxerto de limão 'Cravo', com idade entre 5 a 10 anos, espaçamento de 4 x 5m, em propriedades com área média de 4 hectares.

Com a aplicação de questionários, obteve-se informações gerais sobre adubações e correção de solo (quantidade, fórmulas, épocas e método de aplicação), espaçamento, número de plantas, idade, área, produção, práticas culturais e controle fitossanitário. Estas informações subsidiaram a análise estatística, auxiliando na interpretação dos dados.

A coleta do solo para análise física e química foi efetuada na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta amostrada, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, obtendo em cada pomar uma amostra composta de 100 amostras simples nas duas profundidades, posteriormente foram encaminhadas ao Departamento de Química Agrícola e Solos, da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, onde foram secas ao ar até atingirem 4-6% de umidade, passadas em peneiras com malhas de 6 mm de abertura. As subamostras foram retiradas e passadas em peneira com malha de 2 mm para serem submetidas às respectivas análises.

Na análise física determinou-se as frações granulométrica utilizando-se do método da pipeta com dispersão em NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> e agitação mecânica, segundo Embrapa (1997). As classes texturais foram obtidas a partir dos percentuais de cada fração (areia, silte e argila) as quais foram interpoladas no triângulo de agrupamento textural e a intersecção das percentagens destas frações definiram a classe textural.

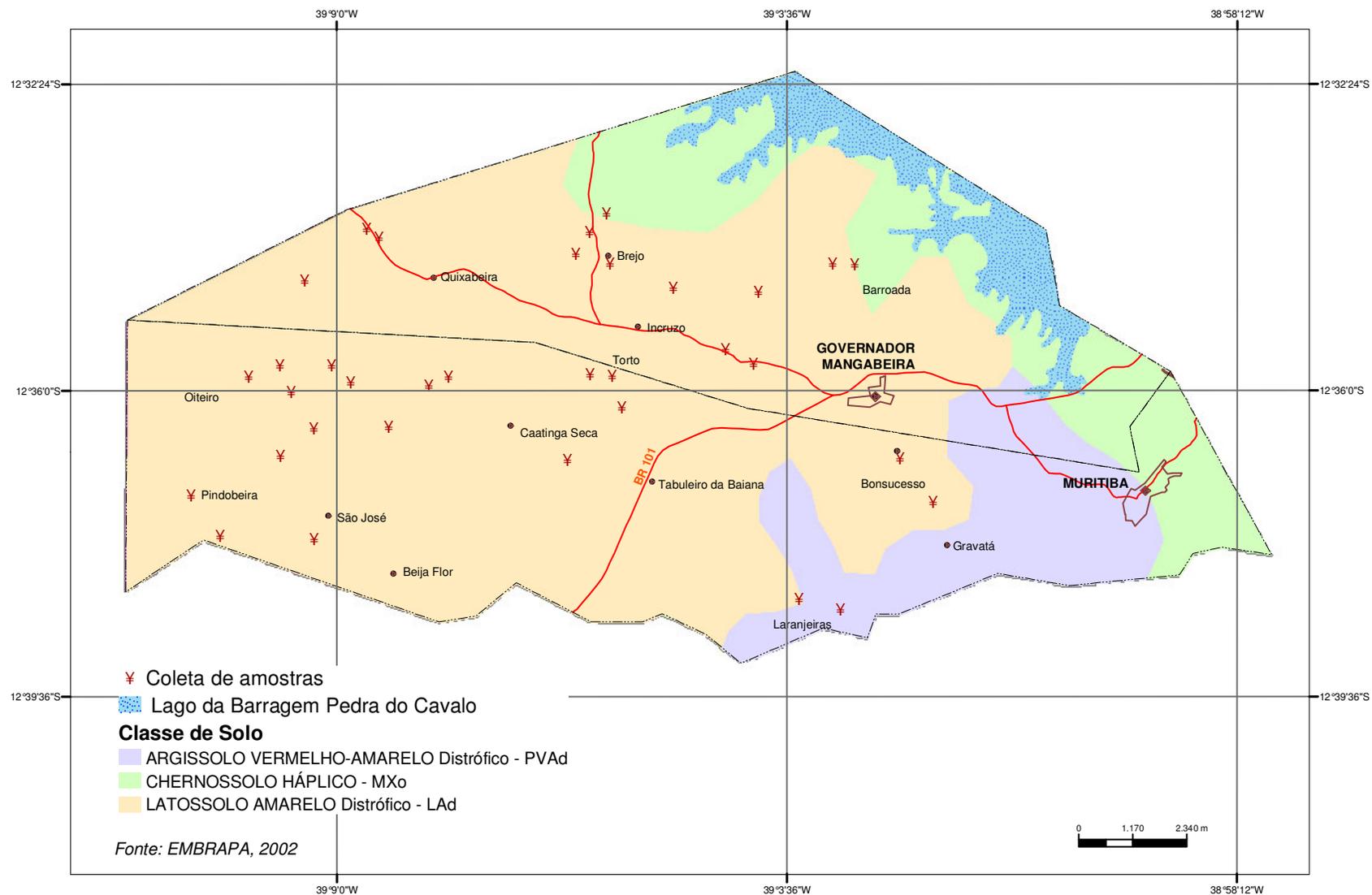


Figura 1 – Classificação dos solos da região e pontos de coleta de amostras de solo e folhas.

Na análise química, foram determinados o pH ( $H_2O$  e  $CaCl_2$ ), ferro, manganês, zinco e cobre.

a) pH em água e  $CaCl_2$  - determinado em potenciômetro, com o eletrodo de vidro, empregando-se a relação terra-solução 1:2,5 (Raij et al., 1987).

b) Ferro, Manganês, Zinco e Cobre - determinação com extrator DPTA (ácido dietilenotriaminopenta acético), tamponado a pH 7,3 (Raij et al., 1987).

As classes de interpretação de fertilidade do solo para os teores de cobre, ferro, manganês e zinco foram definidas segundo tabela proposta por Raij et al. (1997). Para a classificação das faixas de acidez do solo em relação ao pH foram utilizados os limites definidos por Vitti & Ferreira (1985).

O método de amostragem para análise foliar baseou-se na coleta de quatro folhas por planta, sendo uma em cada quadrante, retirando-se a terceira ou quarta folha a partir do fruto. Em cada pomar selecionou-se 25 plantas para aquisição de uma amostra composta de 100 folhas. Foram coletadas folhas sadias, livres de danos mecânicos ou ataques de insetos, de tamanho médio, com pecíolo, retiradas da parte mediana dos ramos terminais com frutos do último surto primaveril, na altura mediana da copa, durante o período de março a abril de 2003, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999).

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel perfurados, etiquetados e levadas ao Laboratório de Química do Solo – AGRUFBA, onde foram lavadas com água corrente e destilada, postas para secar em estufa de ventilação forçada a  $\pm 70^\circ C$ . Após secagem ( $\pm 48$  horas), as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley, acondicionadas em frascos de vidro com tampas de plástico devidamente etiquetados, para subsequente determinação dos teores de Cu, Fe, Mn e Zn.

O material moído foi mineralizado por via úmida, em digestão nitro-perclórica, adicionando-se 5 mL de  $HNO_3$  concentrado e 1,3 mL de  $HClO_4$  concentrado, para 0,5 g de material seco. No extrato obtido, determinou-se: ferro, zinco, cobre e manganês, por espectrofotometria de absorção atômica. Para interpretação dos teores foliares, e classificação nas faixas (deficiente, baixo, adequado, alto e excessivo), foram adotados como padrões os valores utilizados por Malavolta & Prates (1994).

Os pomares selecionados para amostragem foram georeferenciados com o uso do GPS, para aquisição das coordenadas geográficas e altitude. Os dados obtidos nas análises de solo e plantas foram armazenados no banco de dados do Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando-se os programas SPRING e Arc View 8.x para análise espacial dos dados. Com a utilização da folha cartográfica de Santo Antônio de Jesus e da Bahia de Todos os Santos – fornecida pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI (2003), em conjunto com as informações obtidas dos pontos georeferenciados, foi possível a elaboração de mapas temáticos como: fertilidade do solo e estado nutricional das plantas. Os mapas temáticos com as classes de teores nutricionais para planta e solo foram elaborados utilizando interpolador média ponderada para obtenção da grade retangular. A partir das grades procedeu-se ao fatiamento em classes para confecção dos temáticos. A utilização de técnicas de geoprocessamento favoreceu a interpretação dos dados possibilitando correlacionar os teores do elemento no solo com os teores encontrados no tecido foliar na superposição dos mapas e no cruzamento de tabelas.

Aos resultados obtidos, aplicou-se o método da estatística descritiva tendo-se calculado o coeficiente de variação (CV%), desvio padrão, média, valores máximos e mínimos observados. Utilizou-se a correlação de Pearson para identificar relações entre os teores de nutrientes foliares, teores de nutrientes no solo e teores foliares X teores no solo. Os procedimentos de análises estatísticas foram efetuados através do Sistema para Análise Estatística– SAEG da Universidade Federal de Viçosa - MG, (1995).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Serão apresentados e avaliados, neste item, os teores de micronutrientes no solo e nas folhas. Para tanto calcularam-se os valores médios, mínimos, máximos, desvio padrão e coeficiente de variação além da correlação de Pearson para todos os resultados obtidos nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm , respectivamente. Também será apresentada variação espacial dos teores dos

nutrientes no solo e na planta através dos mapas de fertilidade do solo e estado nutricional dos pomares com base nas técnicas de geoprocessamento.

## COBRE

Os teores foliares de cobre como pode ser visualizado no quadro 1 variaram de 7,05 a 21,34 mg kg<sup>-1</sup>, com teores médios de 12,12 mg kg<sup>-1</sup> apresentando um desvio padrão de 2,48 mg kg<sup>-1</sup> e coeficiente de variação 20,46%. Vale ressaltar que o teor médio encontrado está classificado como adequado segundo Malavolta & Prates (1994), estando também, como pode-se perceber no quadro 2, que 94,1% dos pomares estão enquadrados na mesma faixa e apenas 5,9% dos mesmos apresentaram baixos teores foliares de cobre.

Quadro 1 - Dispersão dos teores foliares de micronutrientes em pomares de laranjeira 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA., 2003.

Elementos	Média	Valores observados			
		Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
		mg kg <sup>-1</sup>			% .....
<b>Cu</b>	12,12	7,05	21,34	2,48	20,46
<b>Fe</b>	91,94	47,01	176,72	26,78	29,13
<b>Mn</b>	17,73	10,10	31,89	5,13	28,94
<b>Zn</b>	17,05	13,84	22,53	2,25	13,18

Resultados semelhantes foram encontrados por Coelho & Matos (1991), os quais não observaram teores baixos ou deficientes desse nutriente para os pomares do Estado da Bahia, encontrando 53% dos pomares com teores ótimos e 38,3% e 8,4% em altos e excessivos, respectivamente, tendo-se observado variação de 5,6 a 55,7 mg kg<sup>-1</sup>, o que sugere um maior coeficiente de variação em relação ao obtido no presente trabalho. Já Veloso et al. (2002) trabalhando com laranjeira 'Pêra', no nordeste Paraense, encontraram coeficiente de variação de 58,9%, estando este valor menor que o encontrado por Coelho & Matos (1991), porém superior ao deste estudo. Segundo os autores acima 33,7% dos pomares e

66,3% apresentaram teores considerados adequados e excessivos respectivamente. Estes valores acima do adequado apresentado em ambos os trabalhos sugerem ser o uso de fungicidas cúpricos a possível razão para os elevados teores foliares, conforme também observado por Caetano et al. (1984), valendo ainda ressaltar que, de acordo com Jones (1961), os citros são muito sensíveis ao cobre sendo possível passar-se da deficiência ao excesso com uma única pulverização. Aliado a estes fatores tem-se a possibilidade, segundo Dechen et al. (1991a), de acumulação de Cu pela maioria das espécies especialmente nas raízes e nos órgãos de reserva.

Quadro 2 – Frequência de amostras observadas por classe de teores foliares de micronutrientes em pomares de laranja 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-Ba, 2003.

Nutrientes	Classe de teores				
	Deficiente	Baixo	Adequado	Alto	Excessivo
	..... % .....				
<b>Cu</b>	0	5,9	94,1	0	0
<b>Fe</b>	2,9	91,2	5,9	0	0
<b>Mn</b>	64,7	26,5	8,8	0	0
<b>Zn</b>	64,7	35,3	0	0	0

Percebe-se pelo quadro 3 que os teores de Cu no solo apresentaram médias de 0,40 e 0,27 mg dm<sup>-3</sup> para as camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm respectivamente, ambos classificados como teores médio no solo, segundo Raij et al. (1997). Estes teores variaram de 0,19 a 0,84 mg dm<sup>-3</sup> com coeficiente de variação de 40,11% para a profundidade de 0-20cm e de 0,16 a 0,61 mg dm<sup>-3</sup> com coeficiente de variação de 39,57% para a profundidade de 20-40 cm. Pelo quadro 4 observa-se que os solos de 88,3% dos pomares amostrados exibem teores médios para a profundidade de 0 - 20 cm, enquanto que na profundidade de 20 - 40 cm, teores baixo e médio. Vê-se ainda no quadro 4 um aumento de frequência de 41,2% dos pomares na classe de teores baixo e conseqüente redução de 38,3% dos pomares com teores médios na camada de 20 - 40 cm em relação à camada superior. Esta diminuição de disponibilidade do Cu na camada

de 20-40 cm pode ser explicada, segundo Karim et al. (1976) pela baixa mobilidade deste elemento no solo favorecendo seu acúmulo na superfície; também Valadares (1975), constatou essa diferença encontrando alta correlação entre o teor de cobre e de argila, em alguns perfis. Como o teor de argila é maior na profundidade de 20-40 cm (Quadro 5) é possível que esteja ocorrendo maior adsorção e conseqüentemente menor disponibilidade deste elemento nesta camada.

Quadro 3 - Dispersão dos teores de micronutrientes no solo para as camadas de 0 -20 cm e 20 - 40 cm em pomares de laranja 'Pêra', nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA., 2003.

Elementos	Prof.	Média	Valores observados			CV%
			Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	
	..... cm .....	..... mg dm <sup>-3</sup> .....				..... % .....
Cu	0 - 20	0,40	0,19	0,84	0,16	40,11
	20 - 40	0,27	0,16	0,61	0,11	39,57
Fe	0 - 20	63,12	20,70	119,90	30,69	48,63
	20 - 40	71,45	19,50	119,10	29,17	40,83
Mn	0 - 20	2,94	1,26	8,70	1,51	51,22
	20 - 40	1,27	0,50	3,56	0,71	55,97
Zn	0 - 20	1,44	0,34	5,05	0,83	57,54
	20 - 40	0,92	0,17	7,70	1,41	153,55

Considerando que 0,8 mg dm<sup>-3</sup>, limite superior da classe média constante na tabela de interpretação proposta por Raij et al. (1997) indica o limite crítico de Cu no solo e que segundo Abreu (1997), utilizando o mesmo extrator DTPA, considera que teores acima de 0,8 mg dm<sup>-3</sup> é alto, pode-se inferir, portanto, que os valores médios encontrados no solo nas duas camadas estão abaixo do nível crítico para este elemento, a despeito de 94,1% dos pomares apresentarem teores foliares adequados.

Visualiza-se pelo quadro 6 correlação negativa significativa a 0,1% entre os teores foliares de Cu e P, esta correlação é explicada segundo Malavolta (1980),

Quadro 4 – Freqüência de amostras observadas por classe de teores de micronutrientes no solo, nas duas profundidades, em pomares de laranjeira ‘Pêra’ nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA, 2003.

Parâmetros químicos	Profundidade	Classe de teores		
		Baixo	Médio	Alto
	..... cm .....	..... % .....		
<b>Cu</b>	0 – 20	8,8	88,3	2,9
	20 – 40	50,0	50,0	0
<b>Fe</b>	0 – 20	0	0	100
	20 – 40	0	0	100
<b>Mn</b>	0 – 20	0	94,1	5,9
	20 – 40	67,6	32,4	0
<b>Zn</b>	0 – 20	8,8	32,4	58,8
	20 – 40	61,8	29,4	8,8

pela precipitação do fósforo inorgânico nos vasos do xilema em razão das altas concentrações de Cu em pH pouco ácido, como também pode ser visto na espacialização dos dados constantes na figura 2. Percebe-se ainda, no mesmo quadro correlação negativa significativa a 5% entre os teores de Cu foliar e os teores de P na camada de 20-40 cm. Resultado semelhante foi encontrado por Torres (1996) onde relatou que aplicações elevadas de fósforo podem ocasionar deficiência de Cu. Uma possível explicação para esse fato, segundo Camargo (1988) parece estar relacionado com o mesmo caso do zinco, em que a presença de certos ânions como fosfato pode causar uma forte retenção do elemento, tornando-o menos solúvel.

Embora seja freqüente na literatura a correlação negativa entre pH e Cu solúvel, neste estudo não observou-se tal correlação contrariando Camargo et al. (1982) que encontraram para a maioria dos solos de São Paulo a referida relação. A ausência de correlação no presente trabalho pode ser justificada segundo Jarvis (1981) em razão dos óxidos muitas vezes apresentarem carga negativa a pH em que o óxido puro apresentaria carga positiva, provavelmente em razão da adsorção da matéria-orgânica a eles, e em superfícies negativas parece que a adsorção é menos sensível à variação de pH.

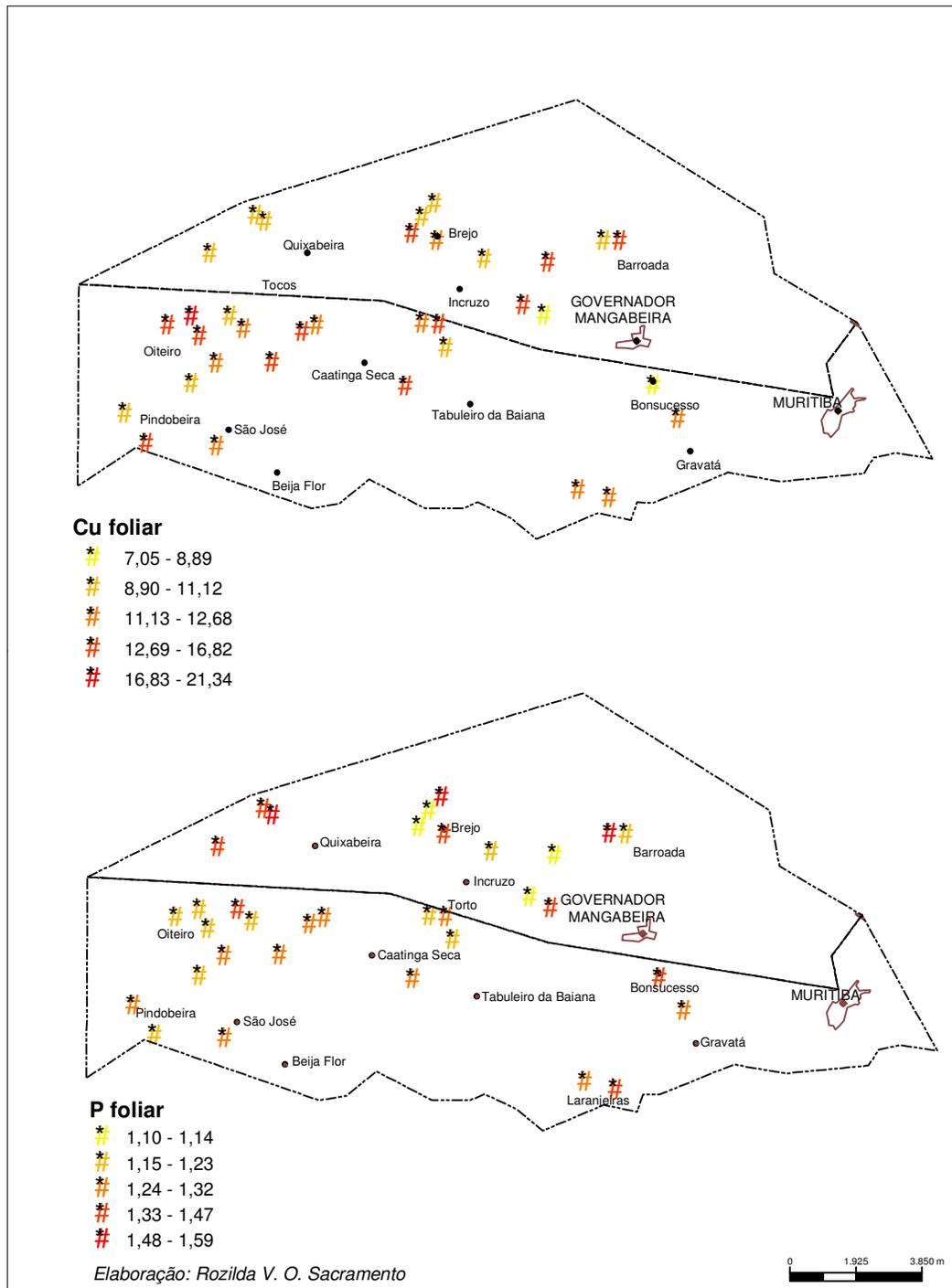


Figura 2 – Correlação entre os teores foliares de cobre ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nos pomares amostrados.

Quadro 5 – Dispersão dos valores de argila, silte e areia nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, em pomares de laranjeira ‘Pêra’, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA., 2003.

Elementos	Prof.	Média	Valores observados			CV
			Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	
	..... cm .....	..... % .....				
<b>Argila</b>	0 – 20	19,31	6,20	32,10	6,50	33,65
	20 – 40	23,26	10,10	36,60	6,55	28,14
<b>Silte</b>	0 – 20	8,02	2,10	18,80	4,29	53,52
	20 – 40	8,49	1,50	11,90	2,60	30,62
<b>Areia</b>	0 – 20	72,65	60,50	84,50	7,26	9,99
	20 – 40	66,20	8,60	83,80	12,49	18,87

## FERRO

Os teores foliares de Fe apresentados no quadro 1 mostram um desvio padrão de 26,78 e coeficiente de variação de 29,13%, valores mínimos e máximos de 47,01 e 176,72 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, com teores foliares médios de 91,94 mg kg<sup>-1</sup>, sendo este valor segundo Malavolta & Prates (1994), classificado como baixo. Entretanto, para o GPACC (1994) este teor encontra-se na faixa adequada. Percebe-se no quadro 2 que 91,2% dos pomares apresentaram teores baixos de ferro e apenas 2,9 e 5,9% foram classificados como deficiente e adequados, respectivamente, segundo Malavolta & Prates (1994). Considerando a classificação do GPACC (1994) a distribuição dos pomares em classe de suficiência mudaria, atingindo 82,4% como adequado, apenas 2,9% baixo e 14,7%, alto. Estes resultados não estão de acordo com os encontrados por Coelho & Matos (1991) em levantamento de pomares cítricos na Bahia, que classificaram 86,6% dos pomares como altos. Estas discordâncias possivelmente podem ser explicadas em razão do uso de diferentes tabelas de interpretação uma vez que, Coelho & Matos (1991) classificaram segundo Rodriguez (1979), sendo necessário portando reavaliar tais tabelas.

Quadro 6 – Coeficientes de correlação de Pearson, entre teores foliares, argila, silte e características químicas do solo.

Correlações			(r)
Cu foliar	x	P foliar	-0,5432 ***
Fe foliar	x	P foliar	-0,3554 *
Fe foliar	x	Ca 0-20	0,3668 *
Fe foliar	x	K 0-20	0,411 **
Fe foliar	x	Cu 0-20	-0,3034 *
Mn foliar	x	Mn 0-20	0,4971 **
Mg foliar	x	Mn 0-20	-0,551 ***
Zn foliar	x	P 0-20	-0,3209 *
Zn foliar	x	Silte 0-20	-0,3314 *
Cu foliar	x	P 20-40	-0,3094 *
Fe foliar	x	K 20-40	0,3448 *
Mn foliar	x	P 20-40	0,3228 *
Mn foliar	x	Fe 20-40	-0,383 *
Mn foliar	x	Mn 20-40	0,7028 ***
Mg foliar	x	Mn 20-40	-0,5547 ***
Zn foliar	x	K 20-40	-0,2887 *
Fe 0-20	x	MO 0-20	0,4803 **
Fe 0-20	x	Mn 0-20	-0,4235 **
Fe 0-20	x	Zn 0-20	-0,3858 *
Fe 0-20	x	pH CaCl <sub>2</sub>	-0,6501 ***
Fe 0-20	x	PH água 0-20	-0,5975 ***
Fe 0-20	x	Argila 0-20	0,601 ***
Zn 0-20	x	Silte 0-20	-0,3432 *
Zn 0-20	x	Mg foliar	-0,4551 **
Fe 20-40	x	MO 20-40	0,5392 ***
Fe 20-40	x	pH CaCl <sub>2</sub> 20-40	-0,4243 **
Fe 20-40	x	Argila 20-40	0,5514 ***
Mn 20-40	x	Fe 20-40	-0,5058 **

\*, \*\* e \*\*\* significativo a 5, 1 e 0,1% respectivamente.

Observando o quadro 3 percebe-se que os teores de Fe no solo variaram de 20,70 a 119,90 mg dm<sup>-3</sup> com média de 63,12 mg dm<sup>-3</sup> e coeficiente de variação 48,63 para a profundidade 0 – 20 cm, variando de 19,50 a 119,10 mg dm<sup>-3</sup> com média de 71,45 mg dm<sup>-3</sup> e coeficiente de variação de 40,83 para a camada de

20 – 40 cm. Os teores médios, em ambas profundidades, segundo Raij et al. (1997) foram classificados como altos, assim como 100% dos solos dos pomares obtiveram a mesma classificação para as duas profundidades (Quadro 4).

Apesar dos solos apresentarem alta disponibilidade de Fe nas duas profundidades o que é característica dos Latossolos onde predominam sesquióxidos de Fe e Al e principalmente as argilas do tipo 1:1 (caulinita), não era esperado a classificação encontrada no quadro 2, considerando 91,2% dos pomares com baixos teores foliares de ferro. Além disso, não se observou nenhum sintoma de deficiência visual de ferro nos pomares. Tal constatação reforça o que foi exposto acima quanto à necessidade de rever as faixas de classificação dos teores foliares de ferro para citros.

Visualiza-se no quadro 6 correlação negativa significativa a 5% entre os teores foliares de Fe e P (Figura 3). Resultado semelhante foi observado por Magalhães (1987) em ensaio fatorial NPK 3x3 com laranjeira 'Pêra' enxertada sobre limoeiro 'Cravo', onde aplicação de fósforo concorreu para reduzir as concentrações de Fe. Tal comportamento é explicado segundo Malavolta (1980) pela capacidade do P em insolubilizar o Fe no solo ou vice-versa, reduzindo sua disponibilidade, bem como precipitá-lo na superfície das raízes, nos espaços intercelulares e no xilema. Observa-se também, correlação positiva e significativa a 1% e 5% entre os teores foliares de Fe e os teores de K nas profundidades de 0 - 20 e 20-40 cm, respectivamente. Para Boyer (1985) esta sinergia evidencia que o consumo normal de ferro pelas plantas é uma condição especial para o abastecimento do vegetal em potássio e que deficiência em potássio pode gerar carências em ferro com aparecimento de clorose.

Os teores foliares de Fe apresentaram também correlação positiva significativo a 5% com os teores de Ca na camada de 0-20 cm, conforme quadro 6. Tal correlação é explicada por Epstein & Stout (1951), ao admitirem que a absorção de ferro em algumas plantas depende da relação cálcio/hidrogênio no solo. Para os autores, em solução do solo com essas relações variando de 0,25 a 0,75, as raízes assimilaram facilmente o ferro, acrescentando ainda que a absorção de ferro diminui acentuadamente quando essa atinge 0,92. Para os solos em estudo, o sinergismo encontrado atingiu uma relação cálcio/hidrogênio no valor de 1,26, ficando portanto acima da sugerida por aqueles autores.

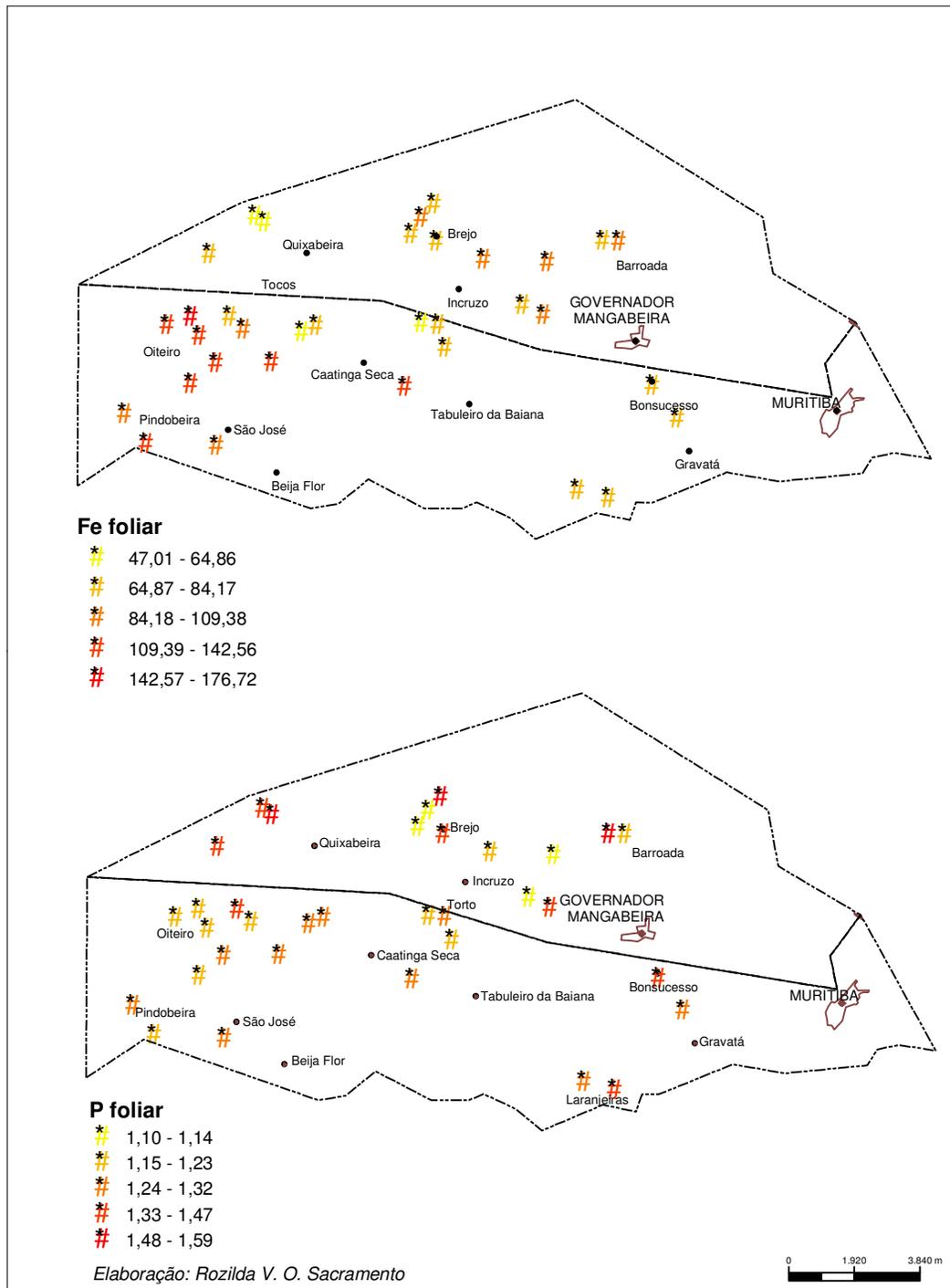


Figura 3 – Correlação entre os teores foliares de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nos pomares amostrados.

Os teores de Fe foliar e Cu na camada de 0-20 cm apresentaram correlação negativa significativa a nível de 5% conforme observa-se no quadro 6, resposta semelhante foi encontrada por Alva e Chen (1995) trabalhando com plantas de Cleópatra mandarin e Swingle citrumelo onde verificou que o aumento da concentração de cobre na solução causou pronunciado decréscimo na absorção de ferro.

Nota-se ainda no quadro 6 correlações negativas entre os teores de Fe no solo e pH CaCl<sub>2</sub> com níveis de significância de 0,1 e 1% para as camadas de 0-20 e 20-40 cm respectivamente, como também, correlação negativa entre os teores de Fe no solo e pH H<sub>2</sub>O com significância de 0,1% para a camada de 0 – 20 cm. Este antagonismo é um efeito indireto do pH e, segundo Lindsay (1972) há dois motivos que levam a diminuição do teor de ferro disponível: a elevação de uma unidade no pH acarreta uma diminuição de 1000 vezes na concentração de Fe<sup>3+</sup> na solução e de 100 vezes na de Fe<sup>2+</sup>, em função da formação de Fe(OH)<sub>3</sub> que se precipita e quando há muita matéria orgânica e umidade no solo a atividade dos microrganismos leva à formação de CO<sub>2</sub> e de carbonato de ferro que é muito menos disponível que o Fe<sup>2+</sup> e o Fe<sup>3+</sup>.

A correlação positiva existente entre os teores de Fe e a matéria orgânica significativas a níveis de 1 e 0,1% nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente, quadro 6, pode ser explicada segundo Malavolta (1980), em razão dos quelados formados com ácidos fúlvico e húmico através dos grupos carboxílicos e fenólicos, bem como com outros compostos orgânicos solúveis o que favorece o deslocamento do ferro no perfil do solo; além disso Goodman (1985), afirma que esse deslocamento ocorre inclusive em direção a raiz, e que esta ligação do ferro com a matéria orgânica evita sua precipitação em valores de pH nos quais normalmente aconteceria este processo.

Percebe-se ainda, de acordo com o quadro 6 correlação negativa entre os teores de Fe e Zn no solo significativa a nível de 5% para a profundidade de 0-20 cm. Este antagonismo ocorre em função da adsorção e precipitação do zinco adicionado ao solo pelos minerais de argila, óxidos hidratados, carbonatos e matéria orgânica. Como bem disse Adriano (1986), os óxidos de Fe, Al e Mn que existem em abundância nos solos ácidos podem precipitar ou ocluir o Zn e outros metais pesados.

Os teores de Fe e argila no solo em ambas profundidades apresentaram correlação positiva significativa a 0,1%, esta interação do  $\text{Fe}^{2+}$  com minerais de argila se dá ou ocupando lugares de troca ou, como no caso da caulinita se adsorvendo na superfície de tetraedro de sílica (Quadro 6).

## MANGANÊS

Visualiza-se no quadro 1 que os teores foliares de Mn variaram de 10,10 a 31,89  $\text{mg kg}^{-1}$ , média de 17,73  $\text{mg kg}^{-1}$ , desvio padrão de 5,13 e coeficiente de variação 28,94%. Com base em Malavolta & Prates (1994) e o GPACC (1994), o teor médio encontrado pode ser classificado como baixo. A distribuição dos pomares em classes de teores, quadro 2, apresentou 64,7%; 26,5% e 8,8% na faixa de deficiente, baixo e adequado respectivamente. Contrastando com os resultados encontrados neste trabalho, Coelho & Matos (1991) relataram teor médio de 30,5  $\text{mg kg}^{-1}$  e 6,7%; 16,7% e 76,6% dos pomares foram classificados como deficiente, baixo e ótimo, respectivamente. Percebe-se com isto que os 64,7% dos pomares cítrico dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira foram classificados como baixo enquanto que, 76,6% dos pomares do levantamento do Estado foram considerados na faixa de ótimo.

A distribuição dos teores de Mn no solo, de acordo com quadro 3, apresentou variações entre o mínimo e o máximo de 1,26 a 8,70 e 0,50 a 3,56  $\text{mg dm}^{-3}$  com teores médios de 2,94 e 1,27  $\text{mg dm}^{-3}$  para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm respectivamente, apresentando ainda coeficiente de variação de 51,22 e 55,97% para ambas profundidades. Segundo Raij et al. (1997) o nível crítico de Mn no solo, apresentado na tabela de interpretação dos teores, seria o limite superior da classe média correspondente a 5  $\text{mg dm}^{-3}$ , estando portanto, os teores médios apresentados em ambas as profundidades, muito abaixo do nível crítico sugerido pela referida tabela. Visualiza-se no quadro 4, que os teores de Mn na profundidade de 0-20 cm dos solos de 94,1% dos pomares foram classificados como médio, enquanto que para a profundidade de 20-40 cm, 67,6% e 32,4% encontram-se na classe de teores baixo e médio, respectivamente. Considerando que o solo da região em estudo apresenta acidez efetiva alta a muito alta, o que favoreceria a alta disponibilidade de Mn no solo, a razão para os baixos teores encontrados é, possivelmente, a pobreza natural destes solos,

originados predominantemente de rochas ácidas, o que explica os 64,7% dos pomares deficientes (Quadro 2).

Pode-se verificar no quadro 6 correlação positiva significativa a 5% entre os teores de Mn foliar e fósforo no solo na profundidade de 20-40 cm. Embora seja freqüente na literatura a relação antagônica entre P – Mn, observou-se o contrário neste trabalho, que pode ser explicado segundo Le Mare (1977) por um sinergismo entre fósforo e manganês, segundo o autor a presença de manganês, pelo menos em pouca quantidade, é necessária para o aproveitamento do fósforo pela planta e vice-versa.

Ainda no quadro 6 observa-se correlação negativa significativa a 0,1% entre os teores de manganês no solo em ambas profundidades com os teores de Mg foliar. Esta relação antagônica é comumente encontrada na literatura considerando altas concentrações de manganês que, segundo Mass et al. (1969) pode diminuir a absorção de magnésio principalmente em solos ácidos e com baixo teor de cálcio. Entretanto, este antagonismo se fez presente considerando baixa concentração de Mn no solo e alta concentração de Mg nas folhas. A similaridade existente entre esses dois íons deve-se possivelmente por apresentarem valências iguais, raio iônico e grau de hidratação semelhantes, daí a possibilidade da absorção de Mg ter sido favorecida pela baixa concentração de Mn e também pela baixa concentração de Ca. Este antagonismo pode ser também visualizado na figura 4 onde dos 94,1% de pomares com teores foliares de Mg alto a excessivo, 78,12% estão localizados numa área correspondente a 10.081,11 ha com baixos teores de manganês no solo. O comportamento antagônico entre esses íons explica também a correlação negativa entre os teores de Mn e Mg foliar, significativo a 5%.

Os teores de Mn foliar apresentaram correlação positiva significativa a 1 e 0,1% com os teores de Mn no solo para a profundidade de 0-20 e 20-40 cm respectivamente, conforme quadro 6, resultado semelhante também foi observado por Dechen et al. (1991b). Todavia, Patiram et al. (2000), avaliando os teores de micronutrientes catiônicos em solos e folhas de 32 pomares de Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), na Índia, observaram que o teor de micronutrientes disponível diminuiu com a profundidade, concordando com o que foi observado neste trabalho, no entanto, não obteve correlações positivas entre os teores de Mn no

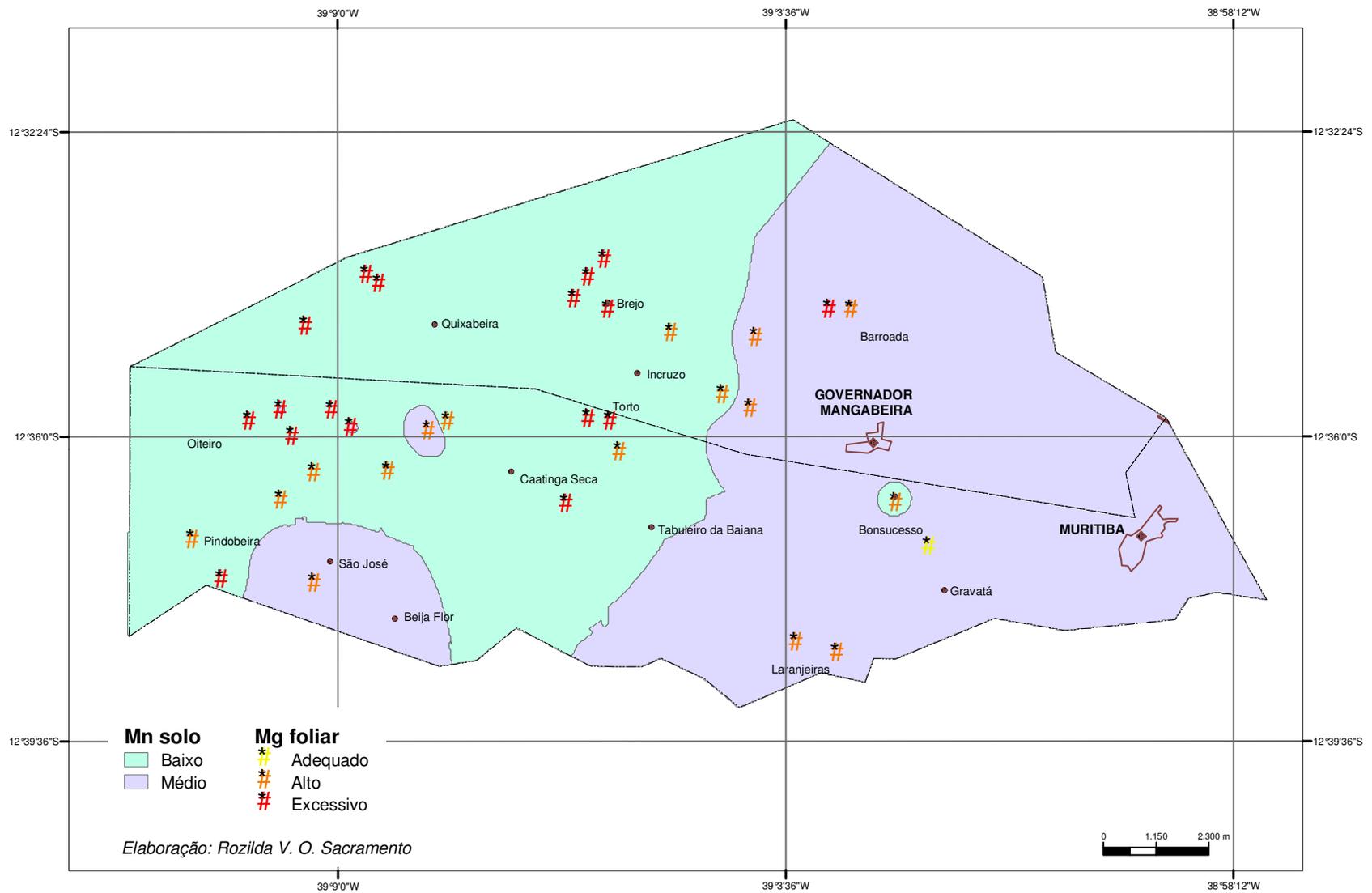


Figura 4 – Distribuição em classes dos teores de manganês na profundidade de 20-40 e magnésio foliar nos pomares amostrados.

solo e na planta.

Visualiza-se no quadro 6 correlação negativa entre os teores de Mn foliar e Fe no solo significativa a 5% na profundidade de 20-40 cm. Esta interação antagônica entre o ferro e o manganês tem sido observada para diversas culturas e segundo Kabata-Pendias & Pendias (1985), excesso de ferro no solo pode também induzir menor absorção de outros micronutrientes. Estas afirmações podem ser constatadas observando que no quadro 4 encontra-se em ambas as profundidades 100% dos pomares da região em estudo com altos teores de ferro, demonstrando este antagonismo no quadro 2 em que 64,7% dos pomares são deficientes em manganês.

De acordo com o quadro 6 pode-se observar correlação negativa significativa a 1% entre os teores de Mn e Fe no solo em ambas profundidades (Figura 5). Uma possível razão para tal correlação pode ser a formação de complexos de Mn e Fe com a matéria orgânica, apresentando menor constante de estabilidade com Mn do que com Fe, podendo este deslocar o manganês dos compostos em questão.

## ZINCO

Os teores foliares de Zn conforme visualiza-se no quadro 1 apresentaram coeficiente de variação de 13,18%, desvio padrão de 2,25 e variaram de 13,84 a 22,53 mg kg<sup>-1</sup> com teores médios de 17,05 mg kg<sup>-1</sup>, considerado segundo Malavolta & Prates (1994) como deficiente (< 18) e para GPACC (1994) como teor baixo (< 35). Coelho & Matos (1991) avaliando o estado nutricional de pomares cítricos no Estado da Bahia encontraram teores foliares médios de zinco na ordem de 27 mg kg<sup>-1</sup> superior ao encontrado neste trabalho, uma das possíveis razões para explicar este fato pode ser a abrangência da área amostrada e/ou possíveis variações no método de extração. Observando o quadro 2 percebe-se que 64,7% e 35,3% dos pomares foram classificados como deficiente e baixo respectivamente, enquanto que Coelho & Matos (1991), encontraram 1,7%; 35% e 63,3% classificados como deficiente, baixo e ótimo, respectivamente, as possíveis razões acima apontadas poderão justificar tais variações.

No solo os teores de zinco variaram de 0,34 a 5,05 mg dm<sup>-3</sup> e 0,17 a 7,70 mg dm<sup>-3</sup>, com valores médio de 1,44 e 0,92 mg dm<sup>-3</sup> apresentando coeficiente de

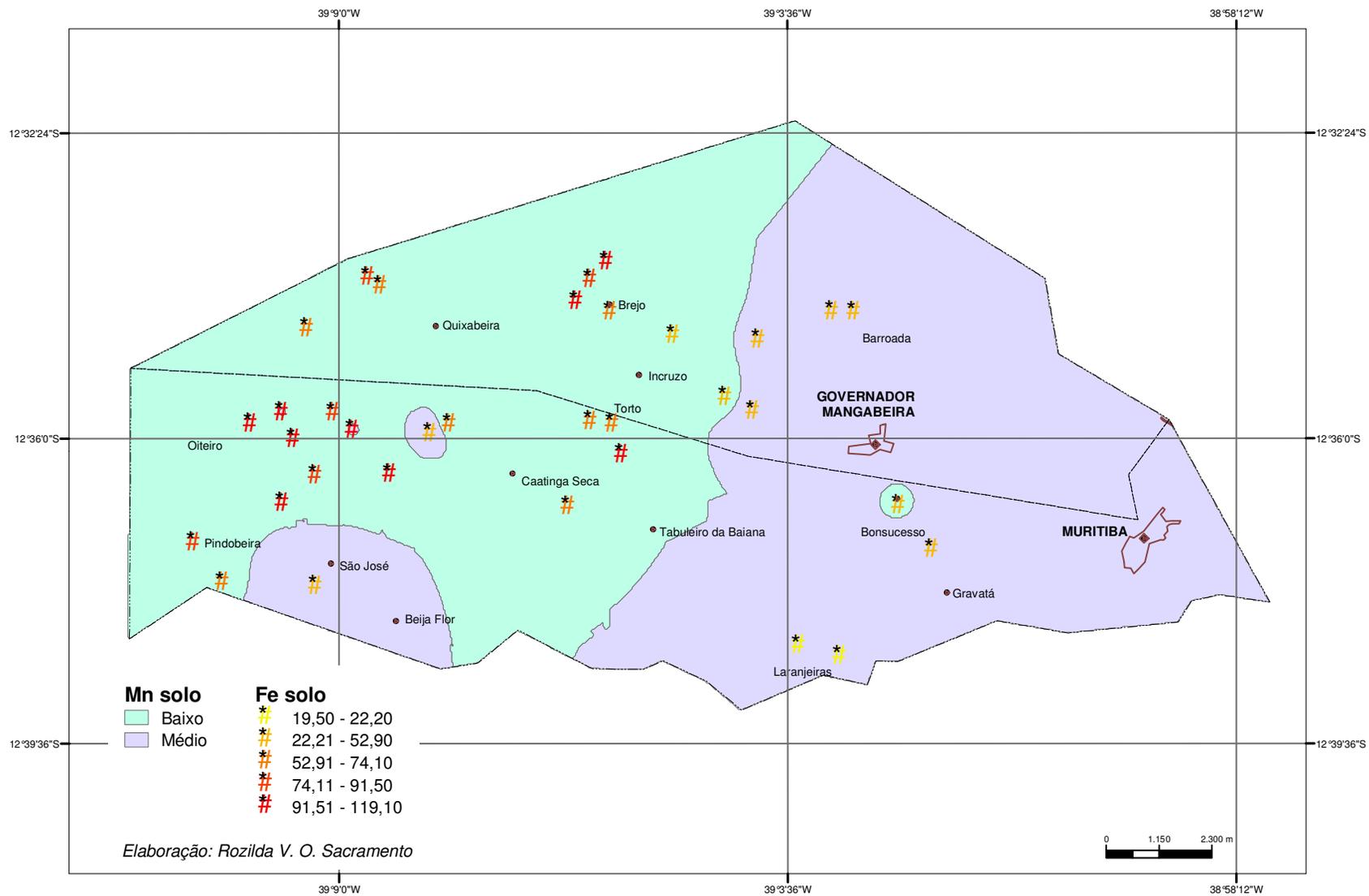


Figura 5 – Distribuição em classes dos teores de manganês e ferro ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) na profundidade de 20-40 cm nos solos dos pomares amostrados.

variação de 57,54% e 153,55% para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente (Quadro 3). O valor superior da classe média indica o nível crítico do elemento, segundo Raji et al. (1997) esse valor representa para o zinco  $1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ , sendo assim, os teores de zinco na profundidade de 0-20 cm encontram-se acima do nível crítico enquanto que, para a profundidade de 20-40 cm está abaixo. Vale ressaltar que Quaggio et al. (2003), estudando efeito da fertilização de boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira 'Pêra', em Latossolo Vermelho-Escuro, encontraram maior eficiência na aplicação de zinco via foliar que no solo, cuja produção máxima só foi alcançada com  $3,0 \text{ mg dm}^{-3}$  na camada de 0-20 cm, estando esse valor acima do nível crítico sugerido e classificado como alto, segundo Raji et al. (1997). Pelo quadro 4, percebe-se que 8,8%; 32,4% e 58,8% dos pomares estão classificados como baixo, médio e alto nas classes de teores de zinco para as camadas de 0-20cm. Enquanto que, para a profundidade de 20 – 40 cm observou-se uma distribuição de 61,8%; 29,4% e 8,8% como baixo, médio e alto, respectivamente.

Vale ressaltar que, apesar dos teores de zinco no solo na camada de 0-20 cm apresentarem 91,2% dos pomares classificados como nível médio a alto, os teores na folha permitiram classificar os pomares em, 64,7% deficiente e 35,3% em nível baixo, não correlacionando com os teores no solo para a profundidade de 0-20 cm. Entretanto, na profundidade de 20-40 cm 61,8% foram classificados como baixo, mostrando com isto maior relação com os teores foliares. Resultado semelhante foi encontrado na Louisiana por Bell et al. (1997), onde verificaram que os teores foliares de Zn para as amostras coletadas a 15 cm de profundidade, extraídos com DTPA estavam com teores médio a alto também não apresentando correlação com os teores foliares deste elemento, os quais apresentaram-se muito baixo. Para o autor a explicação para a falta de correlação está relacionada com a técnica de amostragem de solo principalmente em caso de área mais extensa, como também, a maior variação de pH nas camadas superficiais em relação às camadas mais profundas, apresentando também um pH na camada subsuperficial uniformemente alto, o que ajuda explicar os baixos teores de Zn foliar, uma vez que a maior parte das raízes localizaram-se nos primeiros 46 cm do solo. Da mesma forma Singh et al. (1998), avaliando o estado nutricional de pomares de laranjeiras, na Índia, verificaram que os teores de Zn, Cu e Mn eram maiores nas camadas de 0-15 cm em comparação com os teores apresentados

na camada de 15-30 cm, não encontrando também, correlação entre os teores deste nutriente no solo e nas folhas de laranjeiras.

Uma outra possível razão para explicar a deficiência e os baixos teores de zinco nos pomares em estudo pode ser a sua capacidade de adsorção no solo, uma vez que, a adsorção é um fator importante no controle da concentração do elemento na solução do solo; como no solo em estudo predomina óxido de ferro e alumínio a capacidade de adsorção é alta diminuindo sua disponibilidade. Aliado a esses fatores soma-se ainda a capacidade diferenciada na absorção de zinco pelas plantas, que segundo Malavolta (1980) os citros está classificado como pouco eficiente.

Visualiza-se no quadro 6 correlação negativa significativa a 5% entre os teores de Zn foliar e P no solo na profundidade de 0-20 cm, tal interação segundo Saeed & Fox (1979) pode ocorrer em função da adição de fosfatos aumentando a adsorção de zinco, principalmente em solos onde predominam óxidos de ferro e alumínio, decrescendo assim sua disponibilidade. Esta explicação é aceitável nestas condições, uma vez que, a prática da adubação fosfatada é freqüente nos pomares locais com utilização da fórmula 10-10-10. Olsen (1972), procurando explicação para o fato de que P causa decréscimo na concentração de Zn nos tecidos das plantas, verificou que o P precipitando o zinco no solo não é explicação satisfatória, um efeito do P atuando no sítio de absorção ou limitando a translocação ou mesmo a utilização do Zn pelas plantas parece uma hipótese mais satisfatória. A ocorrência desta interação parece explicar os baixos teores foliares de zinco nos pomares, uma vez que, os teores de fósforo no solo na camada de 0-20 cm encontram-se na faixa de 17,6%; 14,7% e 29,5% como médio, bom e muito bom.

Os teores de Zn no solo na camada de 0-20 cm apresentaram correlação negativa significativa a 1% com os teores de Mg na folha como nota-se no quadro 6 e figura 6. Este resultado encontra-se respaldo em Malavolta et al. (1974) quando afirmam que na fixação pelos minerais de argila o zinco pode deslocar o magnésio, ocupando o seu lugar, aumentando conseqüentemente a disponibilidade de magnésio no solo. A capacidade do íon zinco em deslocar o magnésio segundo Kabata Pendias & Pendias (1985) deve-se ao fato dos mesmos apresentarem a mesma valência e possuem potencial e raio iônico semelhante.

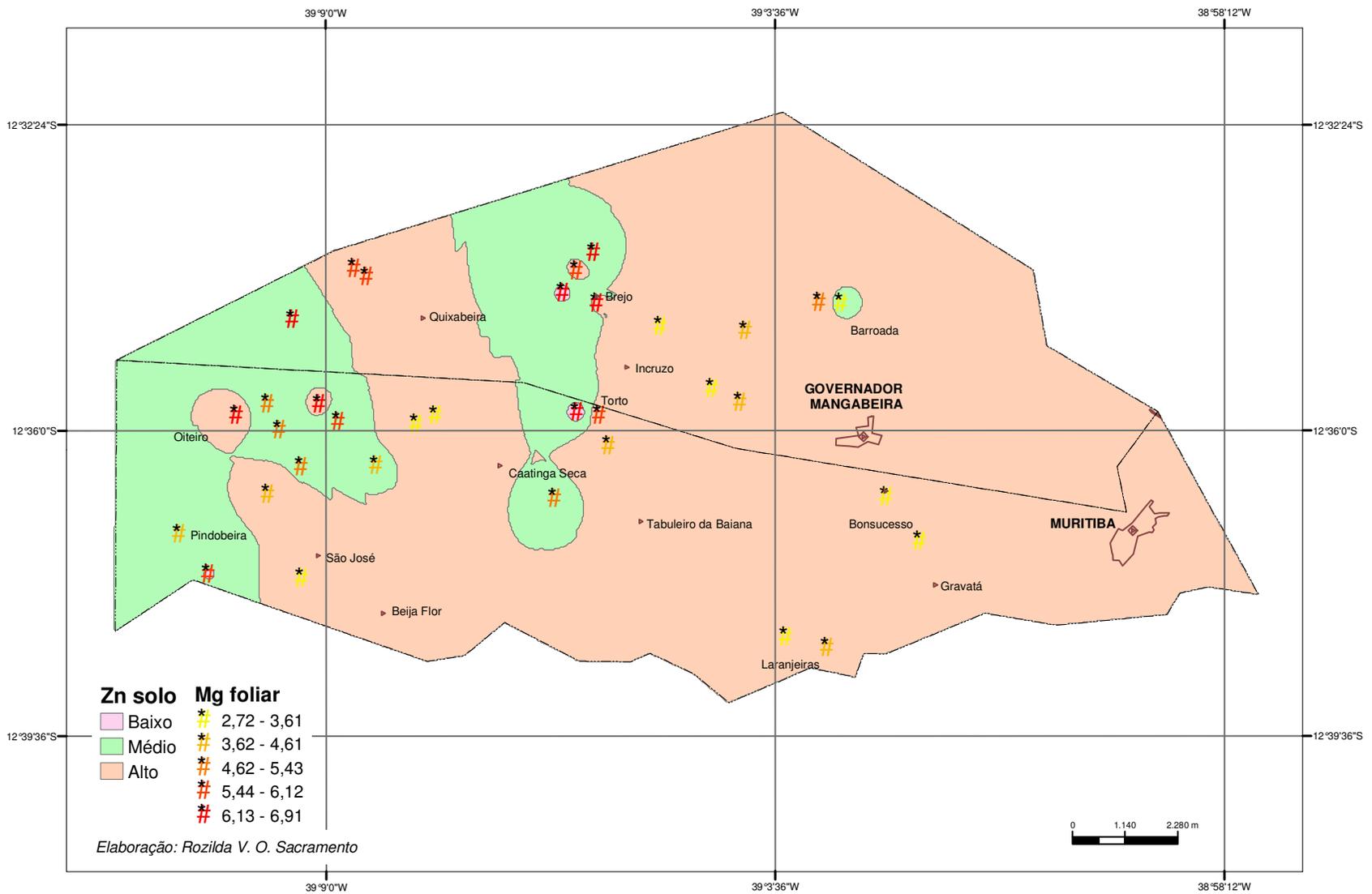


Figura 6 – Distribuição em classes dos teores de zinco no solo na profundidade de 0 - 20 cm e teores foliares de magnésio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nos pomares amostrados.

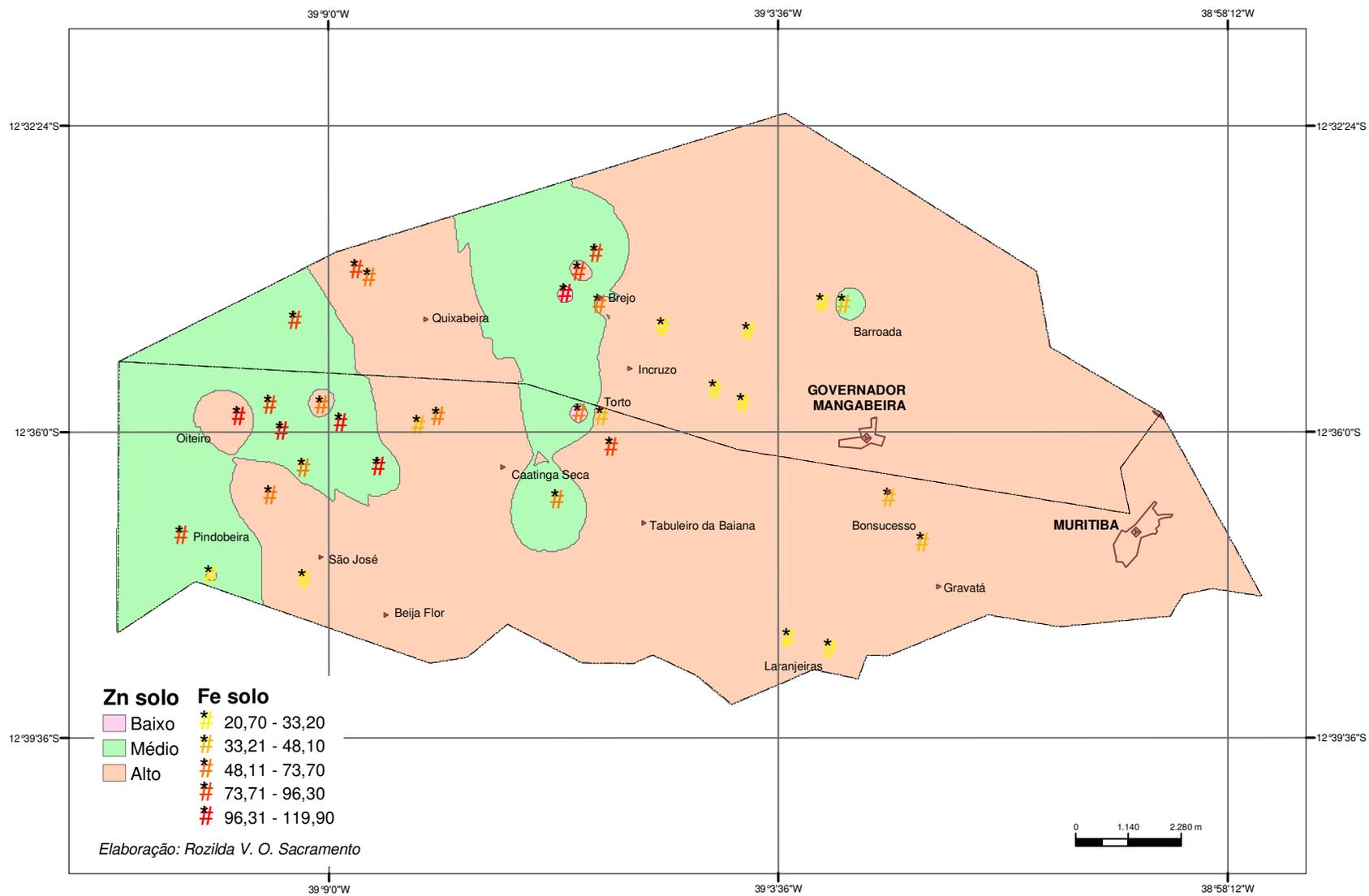


Figura 7 – Distribuição em classes dos teores de zinco e ferro ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) na profundidade de 0 - 20 nos solos dos pomares amostrados.

Correlação negativa significativa a 5% foi observada no quadro 6 entre os teores de zinco e ferro no solo na profundidade de 0-20 cm (Figura 7). Esta interação Zn x Fe segundo Olsen (1972) ocorre com os agentes quelantes do solo (competição). Estes íons formam complexos com a matéria orgânica, com constante de estabilidade menor para o Fe em relação ao Zn, desta forma, o Zn pode deslocar o Fe dos compostos em questão, aumentando com isso a sua disponibilidade.

Os teores de Zn na folha apresentaram correlação negativa significativa a 5% com os teores de potássio no solo na profundidade de 20-40 cm, conforme visualiza-se no quadro 6, contrariando o efeito sinérgico relatado por diversos autores. Por outro lado, segundo Lopes (1972) entre os cátions monovalentes, não se pode estabelecer uma ordem de influência sobre a absorção de Zn quando as concentrações de Zn na solução são mais elevadas, no entanto em baixas concentrações ocorre tendência de efeito depressivo de  $\text{Na} > \text{NH}_4 > \text{K}$ . Esta seqüência difere da encontrada por Chaudhry e Loneragan (1972) que verificaram a seguinte ordem de efetividade na inibição da absorção de zinco:  $\text{NH}_4 > \text{K} > \text{Na}$ , a diferença encontrada pode ser devida a condições experimentais diferentes.

Observa-se também no quadro 6 correlação negativa significativa a 5% entre os teores de Zn foliar e a fração silte do solo na profundidade de 0-20 cm, como também entre os teores de Zn no solo e a fração silte na camada de 0-20 cm. Considerando que a adsorção é um fator importante no controle da concentração dos elementos na solução do solo, uma possível razão para esta correlação negativa pode ser a força de adsorção existente entre diferentes tipos de argila e a fração silte, diminuindo com isto a sua disponibilidade (Bolland et al., 1977 e Peralta et al., 1981). Esta capacidade de adsorção é também confirmada por Resende (1982), quando chama atenção que em menor quantidade que a argila, a fração silte também apresentam cargas positivas e negativas.

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados permitiram as seguintes conclusões:

1. Os teores de Cu no solo apresentaram-se médio a baixo em ambas profundidades, com os teores foliares adequados em 94,1% dos pomares.

2. Os teores foliares de Fe foram classificados como baixo em 91,2% dos pomares, apesar de 100% deles registrarem altos teores desse elemento no solo nas duas profundidades, fazendo-se portanto necessário a revisão das faixas de interpretação das tabelas padrões para os teores foliares.
3. No solo os teores de Mn foram classificados como médio em 94,1% dos pomares para a camada de 0-20 cm, sendo 67,6% baixo e 32,4% médio, na camada de 20-40 cm, apresentando 64,7% dos pomares com teores foliares deficientes.
4. Os teores de Zn no solo foram classificados em 91,2% dos pomares em médio a alto para a camada de 0-20 cm e de médio a baixo para a camada de 20-40 cm, apresentando teores foliares baixo a deficiente.
5. Dos micronutrientes estudados o Zn e o Mn foram os que apresentaram maior frequência de teores foliares deficientes.
6. O Cu foi o único micronutriente que apresentou teores foliares adequados em quase 100% dos pomares.

#### LITERATURA CITADA

ABREU, C. A .; ABREU, M. F. & SOARES L. H. The effects of the DTPA extraction conditions on the determination of micronutrients in brazilian soils. Soil Sci. Plant., 28:1-11, 1997.

ADRIANO, D. C. Trace elements in the terrestrial environment. Nova Iorque, Springer Verlag, 1986. 533 p.

ALVA, A. K. & CHEN, E. Q. Effects of external copper concentrations on uptake of trace elements by citrus seedlings. Soil Science, 159: 59-64, 1995.

BASSO, C.; MIELNICZUK, J. & BOHNEN, H. Influência da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranjas Valência. *Pesq. agropec. bras.*, 18:17-21, 1983.

BERGMANN, W. *Nutritional disorders of plants: development visual and analytical diagnosis*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1992. 741p.

BELL, P. F.; VAUGHN, J. A. & BOURGEOIS, W. J. Leaf analysis finds high levels of chlorid and low levels of zinc and manganese in Louisiana citrus. *Journal of Plant Nutrition*, 20:733-743, 1997.

BOLLAND, M. D. A.; POSNER, A. M. & QUIRK, J. P. Zinc adsorption by goethite in the absence and presence of phosphate. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, 15: 279-286. 1977.

BOYER, J. L. *Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos*. Salvador: Instituto de Geociências da UFBA, 1985. 311p.

BRAR, M. S. & SEKHON, G. S. Effect on manganese on zinc-65 absorption by rice seedlings and its translocation within the plants. *Plant and Soil*, 44:459-462, 1976.

CAETANO, A.A .; RODRIGUES, O.; HIROCE, R. & BATAGLIA, O . C. Nutritional survey of forty sweet orange groves in Bebedouro, SP, Brazil. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, São Paulo, 1984. Proceedings. São Paulo, International Society of Citriculture, 1984. p. 151-154.

CAMARGO, O A. Micronutrientes no solo. In: BORKERT, C. M.; LANTMANN, A . F. *Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p.103-120.

CAMARGO, O. A.; Reações e interações de micronutrientes no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., Jaboticabal, 1988. Anais. Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. p. 243 - 272.

CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. & DECHEN, A. R. Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro no solo. R. bras. Ci. Solo, 6:83-88, 1982.

CHAUDHRY, F. M. & LONERAGAN, J. F. Zinc absorption by wheat seedlings: I Inhibition by macronutrient ions in short-term experiments and its relevance to long-term zinc nutrition. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36: 323-327, 1972.

COELHO, Y. S. & MATOS, C. R. R. Levantamento nutricional dos pomares cítricos na Bahia. Pesq. agropec. bras., 26: 335-340, 1991.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL – CAR(BA). Recôncavo Sul: perfil regional; Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS; Salvador, 2000. (Série cadernos CAR, 25).

DASBERG, S. Análises foliares de citros em Israel. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 41-50.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P. & CARMELLO, Q. A. C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., Jaboticabal, 1988. Anais. Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991a. p. 79-97.

DECHEN, R. A.; HAAG, H. P. & CARMELLO, Q. A. C. Diagnose Visual. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., Jaboticabal, 1988. Anais. Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991b. p. 273 - 288.

EMBLETON, T. W.; MATSUMURA, M. & KHAN, I.A. Citrus zinc and manganese nutrition revisited. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, Tel Aviv, 1988. Proceedings. Tel Aviv, International Society of Citriculture, 1988. p. 681-688.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Mapa de solos da Bahia, escala 1:1000.000. EMBRAPA, 2002. CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises do solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e de Abastecimento, 1997. 221 p.

EPSTEIN, E. & STOUT, P. R. The micronutrient cations: iron, manganese, zinc, and copper; their uptake by plants from the adsorbed state. *Soil Sci.*, 72:47-65, 1951.

FIDALSKI, J. & AULER, P. A. M. Levantamento nutricional de pomares de laranja no noroeste do Paraná. *Arq. Biol. Technol.* 40:443-451, 1997.

FOY, C. D. Manganese and plants. In: Manganese. Washington D. C. National Academy of Sciences. Nature Research Council, 1973 p. 51-76.

FOY, C. D. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. In: ADAMS, F. ed. Madison, Soil acidity and liming , 1984. p. 57-98.

GOODMAN, B. A.A . The characterization of iron complexes with soil organic matter. In: STUCKI, J. W. E GOODMAN, A . & SCHWERTMANN, U. Iron in soils and clay minerals. Bad Windheim, NATO Advancee Study Institute, 1985. p.842-851.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS - GPACC. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 3. ed. Laranja, Cordeirópolis, 1994. 27 p. (Edição Especial).

HARMSSEN, K. & VLEK, P. L. G. The chemistry of micronutrients in soil. Fertilizer Research, Dordrecht, 7:1-42, 1985.

HEINTZ, J. G. Manganese – phosphate reactions in aqueous systems and the effects of application of monocalcium phosphate on the availability of manganese to oat in alkaline fan soils. Plant and Soil, 29:407-423, 1968.

HEWITT, E. J. & SMITH, T. A. Plant mineral nutrition. Londres, The English Universities Press Ltd., 1975. 172 p.

HODGSON, J. F. Micronutrients in soils. Adv. Agron., 15:119-159, 1963.

JARVIS, S. C. Copper concentrations in plants and their relationship to soil properties. In: LONERAGAN, J. F.; ROBSON, A. D.; GRAHAM, R. D. eds. Copper in soils and plants. Sydney, Academic Press, 1981. p. 265-285.

JONES, J. P. & FOX, R. L. Phosphorus nutrition of plants influenced by manganese and aluminum uptake from and oxisol. Soil Science, 126:231-236, 1978.

JONES, W. W. Environmental and cultural factors influencing the chemical composition and physical characters. In: SINCLAIR, W. B., ed. The orange; its biochemistry and physiology. Berkeley, University of California, 1961. p. 25-55.

KABATA PENDIAS, A. & PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. Boca Raton, CRC Press, 1985. 315 p.

KALBASI, M.; RACZ, G. J. & LOEWEN-RUDGERS, L. A. Mechanism of zinc adsorption by iron and aluminum oxides. Soil Science, 125: 146-150, 1978.

KARIM, H.; SEDBERRY Jr., J. E. & MILLER, B. J. The profile distribution of total and DTPA-extractable copper in selected soils in Louisiana. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 7:437-452, 1976.

KOO, R. C. J. Potassium nutrition of citrus. In: MUNSON, R. D. ed. *Potassium in agriculture*. Madison, SSSA, 1985. p. 1077-1086.

KRAUSKOPF, K. B. Geochemistry of micronutrients. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p. 7-40.

LE MARE, P. H. Experiments on effects of phosphorus on the manganese nutrition of plants. I. Effects of monocalcium phosphate on manganese in ryegrass grown in two Buganda Soils. *Plant and Soil*, 47, 3: 593-605, 1977.

LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M. & LINDSAY, W. L. ed. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Sci. Soc. America, 1972. 66p.

LONERAGAN, J. F. Distribution and movement of copper in plants. In: LONERAGAN, J. F.; ROBSON, A. D.; GRAHAN, R. D., ed. *Copper in soils and plants*. London, Academic Press, 1981. p.165-188.

LONERAGAN, J. F.; GRUNES, D. L.; WELCH, R. M.; ADUAYI, E. A.; TENGAH, A.; LAZAR, V. A. & CARY, E. E. Phosphorus accumulation and toxicity in leaves in relation to zinc supply. *Soil Science Society of America Journal*, 46:345-352, 1982.

LOPEZ, O. E. Contribuição ao estudo das relações entre o zinco e o fósforo na nutrição das plantas. Piracicaba, 1972. 44p. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

LORENZ, O. A. & BARTZ, J. F. Fertilization for high yields and quality of vegetable crops. R. C. Dinauer (ed.). *Soil Sci. Soc. America. Inc. Madison*. 466p. 1968.

LOUÉ, A. Oligo-éléments en agriculture. Antibes, SCPA/NATHAN, 1993. 577p.

MAGALHÃES, A. F. J. Influência da adubação na composição mineral do solo, nas folhas e produção da laranja 'Pêra'. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 9 :31-37, 1987.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Editora Agronômica Ceres LTDA, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. Nutrição Mineral e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. Nutrição mineral e adubação citros. 4. ed. Piracicaba, Institutos da Potassa, 1983. p. 13-71.

MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação dos citros. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1º., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV, 1984. p. 163-190.

MALAVOLTA, E. Micronutrientes na adubação. São Paulo, Nutriplant, 1986. 70 p.

MALAVOLTA, E.; CASALE, H. & PICCIN, C. Nota sobre a interpretação dos teores de macro e micronutrientes nas folhas de diversas variedades de laranja. Laranja, 12:345-356, 1991

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A . F. & BRASIL SOBRINHO, M. C. O . Nutrição mineral e adubação do cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A . F.; BRASIL SOBRINHO, M. C. O . ed. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Agônômica Ceres, 1974. p. 205-255.

MALAVOLTA, E. & PRATES, H. S. Seja doutor de seu citros. Piracicaba, Informações Agronômicas. n. 65, 16p., março 1994. (Arquivo Agrônômico. 4).

MALAVOLTA, E. & VIOLANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, Jaboticabal, 1988,

Anais. Jaboticabal, UNESP/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1988. p. 233-84.

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

MASS, E. V.; MOORE, D. F. & MASON, J. M. Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. *Plant Physiology*, 44:796-800, 1969.

MEHLICH, A. Aluminum, iron, and pH in relation to lime induced manganese deficiencies. *Soil Science Society of America Proceedings*, 21:625-628, 1957.

MEURER, E. J.; WANG, G. M. & WANG, S. R. Função dos nutrientes e sintomas de deficiências. In: MIYASAKI, S.; MEDINA, J. C. ed. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p. 156-167.

MOREIRA, A. Influência do magnésio na absorção e transporte do manganês e do zinco na soja. 1999. 138f. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MOREIRA, C. S. Estudo da distribuição do sistema radicular de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* Osbeck) com diferentes manejos de solo. Tese (Livre Docência), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. 1983.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A., CABRAL, C.; HEINRICHS, R. & MALAVOLTA, E. Efeito do manganês sobre a produção e composição mineral da soja cultivada em solução nutritiva. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23. Caxambu, 1998. Resumos. Lavras, UFLA; SBCS; SBM, 1998. p.545.

OLSEN, S. R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. ed. *Micronutrients in agriculture*. Soils Sci. Soc. Am., 1972. p. 243-264.

PATIRAM; UPADHYAYA, R. C.; SINGH, C. S. & MUNNA, R. Micronutrient cation status of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) orchards of Sikkim. Journal of the Indian Society of Soil Science. 48:2, 246-249, 2000.

PAVAN, M. A. & MIYAZAWA, M. Disponibilidade do manganês no solo. Dificuldades e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. R. Bras. Ci. Solo, 8:285-289, 1984.

PERALTA, F. BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. Zinc adsorption by Andepts from the Central Plateau of Costa Rica. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, 12: 669-682, 1981.

QUAGGIO, J. A.; MATOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H. & TANK JUNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja 'Pêra'. Pesq. agropec. bras., 38: 627-634, 2003.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico 100).

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H., FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S. & BATAGLIA, O. C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

REISENAUER, H. M. Determination of plant-available soil manganese. In: GRAHAN, R. D.; HANNAM, R. J.; UREN, N. C. ed. Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 87-100.

RESENDE, M. Pedologia. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 100p.

REUTHER, W. & SMITH, P. F. Leaf analysis of citrus. In: CHILDERS, N. F. ed. Fruit nutrition, New Brunswick, Rutgers University, 1954. p. 257-94.

RODRIGUEZ, O. Adubação dos citros: situação dos pomares paulistas. In: YAMADA, T., ed. Nutrição mineral e adubação dos citros. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1979 p. 73-87 (Boletim técnico, 5).

RODRIGUEZ, O. Adubação dos citros: situação dos pomares paulistas. In: YAMADA, T. ed. Nutrição mineral e adubação dos citros. 4 ed. Piracicaba, Instituto Potassa, 1983. p. 73-87

RODRIGUEZ, O. Solo e sua importância na produtividade do pomar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1<sup>o</sup>., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV, 1984. p. 3-11.

SADANA, U. S. & TAKKAR, P. N. Effect of calcium and magnesium on <sup>65</sup>Zinc absorption and translocation in rice seedlings. Journal of Plant Nutrition, 6:705-715, 1983.

SAEED M. & FOX, R. L. Influence of phosphate fertilization on zinc adsorption by tropical soils. Soil Science Society of America Journal, 43: 683-686, 1979.

SHUMAN, L. M. Zinc, manganese, and copper in soil fractions. Soil Science, 127:10-17, 1979.

SHUMAN, L. M. Fractionation method for soil microelements. Soil Science, 140:11-22, 1985.

SINGH, C. S.; PATIRAM; RAM, M.; PRASAD, R. N. & PRASAD, A. Studies on nutrient status of mandarin orchards (*Citrus reticulata* Blanco) in Meghalaya. Journal of Hill Research, 11:32-37, 1998.

SMITH, P. F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N. F., ed. Nutrition of fruit crops; temperate to tropical fruit. New Brunswick, Rutgers the State of University, 1966. p. 174-207.

STANTON, D. A. & BURGER, R. Du T. Availability to plants zinc sorbed by soil and hydrous iron oxides. *Geoderma*, 1:13-17, 1967.

STANTON, D. A. & BURGER, R. Du T. Studies on zinc in selected Orange Free State soils. V. Mechanisms for the reactions of zinc with iron and aluminum oxides. *Agrochemophysica*, 2:65-76, 1970.

STEVENSON, F. J. & ARDAKAN, M. S.; Organic matter reaction involvin micronutrients in soils. In: *Micronutrients in agriculture*. J. J. Mortveddt, P. M. Giordano & W. L. Lindsay. ed. Soil Sci. Soc. America, Inc. Madison. 1972. 666p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. Base cartográfica digital do Estado da Bahia: mapeamento topográfico sistemático. Salvador, 2003. Escala 1:100.000. CD-ROM.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. & BULINASI, E. A. Deficiência de manganês em soja induzida por excesso de calcário. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27: 247-250, 1992a.

TANAKA, R. T. & MASCARENHAS, H. A. A. Soja: nutrição, correção do solo e adubação. Campinas, Fundação Cargill, 1992b. 60 p.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. & HAVLIN, J. L. Soil fertility and fertilizers. New York, Macmillan Publishing Co., 1993. 634p.

TORRES, R. M. Adubação de citros no México. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 15-26.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 5. Viçosa, UFV/FAB, 1995. CD-ROM

VALADARES, J. M. A. S. Cobre em solos do estado de São Paulo. I Cobre total. *Bragantia*, 34:125-132, 1975.

VELOSO, C. A. C. & BRASIL, E. C. Avaliação do estado nutricional das laranjeiras na microrregião do Guamá (PA). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 22., 1996. Anais. Manaus, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 42 – 43.

VELOSO, C. A. C.; PEREIRA, W. L. M. & CARVALHO, E. J. M. Diagnose nutricional pela análise foliar de pomares de laranja no nordeste paraense. Revista Ciências Agrárias, 38:47-55, 2002.

VEGA, R. de la; VALLIN, G. Del; PADRON, E. & CABRERA, F. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno en la concentracion foliar de microelementos de la naranja Washington Navel. In: CONGRESO CUBANO DE LA CIÊNCIA DEL SUELO, 1993. p. 633-635.

VITTI, G. S. & FERREIRA, M. E. Interpretação de análise de solo e alternativas de uso de adubos e corretivos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1985. p. 117-145.

VITTI, G. C. & LUZ, P. H. C. Manejo químico do solo para alta produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. S. ed. Soja: tecnologia da produção. Piracicaba, ESALQ, 1998. p. 84-112.

WELCH, R. M. Micronutrients nutrition of plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 14:49-82, 1995.

ZHU, B. & ALVA, A. K. Differential adsorption of trace metals by soils as influenced by exchangeable cations and ionic strength. Soil Science, 155: 59-64, 1993.

## **CAPÍTULO 3**

### **RECOMENDAÇÕES PARA CALAGEM E ADUBAÇÃO DOS POMARES DE LARANJEIRA 'PÊRA' NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA E GOVERNADOR MANGABEIRA –BA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial da Revista Brasileira de Ciência do Solo.

**RECOMENDAÇÕES PARA CALAGEM E ADUBAÇÃO DOS POMARES  
DE LARANJEIRA 'PÊRA' NOS MUNICÍPIOS DE MURITIBA  
E GOVERNADOR MANGABEIRA –BA**

**RESUMO**

Tendo como propósito avaliar e recomendar a calagem e adubação para os pomares de laranja 'Pêra' sobre porta-enxerto de limão 'Cravo', implantados em Latossolo Amarelo distrófico, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, localizados no Recôncavo Sul Baiano, foram realizadas análises granulométricas para caracterização física do solo, como também, as determinações químicas dos teores de matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, H + Al, Cu, Fe, Mn, Zn e pH, além dos cálculos de S, T e V%, na análise do tecido foliar determinou-se N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. Para amostragem do solo e da folha foram selecionados 34 pomares, definindo-se em cada pomar 25 plantas para coleta de folhas em cada quadrante. As amostras de solo para análise química foram retiradas na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta na profundidade de 0 a 20 cm, obtendo em cada pomar uma amostra composta de solo. A necessidade de calagem e adubação com macro e micronutrientes para cada município, foi recomendada tomando como base a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia (1989) e a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999). Os resultados indicaram que: nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira 70,6 e 88,2% dos pomares cítricos, respectivamente, apresentaram necessidade de correção do solo; as doses de adubação com NPK para pomares de Muritiba foram bem menores que as requeridas pelo município de Governador Mangabeira ; os pomares de ambos os municípios necessitam de adubação foliar com Mn e Zn; bem como, há necessidade de experimentação local para definição de curvas de calibração de análise de solo para correção e adubação com macro e micronutrientes em citros.

Termo de indexação: recomendação de adubação, calagem, fertilidade do solo, avaliação nutricional, citros.

**RECOMMENDATION FOR SOIL FERTILITY AND ACIDTY AMENDMENT OF  
'PERA" ORANGE ORCHARDS IN MURITIBA AND GOVERNADOR  
MANGABEIRA MUNICIPALITY-BA**

**SUMMARY**

The purpose of present work was to evaluate the soil fertility for fertilizer recommendation of orchards with "Pera" orange trees grown in dystrophic yellow latosol, in Muritiba and Governador Mangabeira municipality, localized in Reconcavo Sul Baiano. The physical conditions of the soil were evaluated through particle size analysis and the chemical characteristics by the determination of organic matter, P, K, S, Ca, Mg, H + Al, Cu, Fe, Mn and Zn contents and pH, calculating the sum of bases, CEC, and base saturation. The N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn contents were also determined in leaf samples. For the soil and leaf sampling 34 orchards of "Pera" cultivar grafted on "Cravo" lemon plants were selected and in each orchard 25 plants from each quadrant were defined for leaf samplings. The soil samples for chemical analysis were collected at the projection of shoot canopy, from the four quadrants of each plant, at 0 to 20 and 20 to 40 cm depth, obtaining one compound soil sample for each depth. The lime and macro and micronutrient fertilizers requirements for each municipality were based on Bahia State Commission of Soil Fertility (1989) and the Minas Gerais State Commission of Soil Fertility - CFSEMG (1999). The results indicated that in the Muritiba and Governador Mangabeira municipality 70.6% and 88.2% of citrus orchards, respectively, showed to require soil amendment; being that the NPK fertilization rates for Muritiba orchards lower than those required for the Governador Mangabeira municipality; the orchards of both municipalities need foliar application of Mn and Zn; it is recommended a local experiments to define the calibration curve of soil analysis for acidity and fertilizer (macro and micro) amendment in citrus.

Index terms: fertilizer recommendation, liming, soil fertility, nutritional evaluation, citrus

## INTRODUÇÃO

A determinação da necessidade de adubação em pomares cítricos deve ser fundamentada a partir da avaliação do estado nutricional dos pomares envolvendo técnicas de diagnose foliar, análise de solo, aliados a calibração com ensaios de adubação em campo, com estabelecimento de doses de adubos e comprovação das doses dos referidos ensaios. Comparando os métodos e técnicas para avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional Lorenz & Bartz (1968), consideram para fins de correção da acidez do solo ser a análise deste um método excelente, enquanto que a análise de tecido seria pobre. Para os autores a determinação da necessidade de adubos em plantas perenes pós-plantio tem-se, no conjunto das técnicas de ensaio de campo + análise de solo + análise de tecido como excelente método, enquanto que, apenas a análise de solo seria uma técnica pobre, tendo na técnica isolada de análise de tecido e ensaio de campo como bom referencial.

Quaggio (1992) obteve respostas significativas positivas da aplicação de N em pomares de laranjeira, sob solos Podzólicos Vermelho-Amarelo eutrófico e Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico onde a produtividade máxima nos dois solos foi obtida com a dose de 220 kg ha<sup>-1</sup>. Da mesma forma, Intrigliolo et al. (1993), testando a influência da adubação nitrogenada (0 – 1000g N/planta) no estado nutricional e rendimento de pomares de laranjeira 'Navelina' observaram que concentrações foliares de N e Mg aumentaram com doses crescentes de N enquanto que os teores foliares de K e Ca diminuíram. O rendimento aumentou consideravelmente com aplicações de N até 600g N planta sendo que doses mais elevadas resultaram em baixos rendimentos e decréscimo dos índices de qualidade de fruta.

Estudando os efeitos da adubação nitrogenada em pomares cítricos, Obreza (1996), afirma ser este nutriente a base de um programa de adubação, estabelecendo que doses de 135 a 225 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> são suficientes para proporcionar altos rendimentos de frutos de alta qualidade em todas as variedades de laranja desde que seja propriamente aplicadas. Recomenda ainda o autor que o K seja aplicado em dose correspondente a 80% da dose de N.

Avaliando os efeitos da adubação fosfatada, Quaggio (1992) observou resposta linear ao P, até a dose de  $140 \text{ kg ha}^{-1}$ , quando o teor do nutriente no solo era  $4 \text{ mg dm}^{-3}$ , pelo método da resina trocadora de íons. Nos solos onde os teores de P eram maiores que  $9 \text{ mg dm}^{-3}$  pelo mesmo método, não foram observadas respostas. Em ensaios posteriores definindo curvas de calibração de análise de solo para P, específicas para citros, Quaggio (1996) afirma que as plantas cítricas requerem em torno de  $22 \text{ mg dm}^{-3}$  para otimizarem a produção, enquanto que, para as culturas anuais isso ocorre em valores mais altos ao redor de  $55 \text{ mg dm}^{-3}$ . Segundo o autor, essa diferença não significa que o citros seja menos exigente em P, mas sim, que as plantas cítricas são mais eficientes na absorção do P no solo devido à extensão do sistema radicular e o maior tempo para absorção de P.

Avaliando resposta de citros à adubação potássica, em solos arenosos da Flórida, Obreza (2003a) obteve resposta linear para o teor de K foliar, com o aumento das doses (0, 90, 180 e  $360 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), sendo a dose  $180 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  suficiente para manter a concentração foliar em teores ótimos (1,2 – 1.7%) e garantir crescimento máximo de fruto e rendimento.

Almeida & Baumgartner (2002), estudando os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de frutos de laranja 'Valência', em solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, durante três safras (1997 a 1999), observaram que os pomares mantiveram a produtividade com as doses mínimas de N ( $94 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e de  $\text{K}_2\text{O}$  ( $38 \text{ kg ha}^{-1}$ ), durante os três anos, não havendo respostas em produção com o aumento das doses desses nutrientes nem efeitos significativos das doses combinadas, bem como os teores foliares mantiveram-se dentro das faixas consideradas adequadas nos tratamentos com doses mínimas, nas três safras. Este comportamento, segundo os autores, confirma a capacidade das plantas cítricas quando bem conduzidas manterem a produtividade às custas de suas próprias reservas e das do solo por um período relativamente longo. Estudos sobre a contribuição de N proveniente da mineralização de resíduos como folhas e galhos secos que retornam ao solo, realizados por Dou et al. (1997) comprovaram que esses resíduos podem contribuir com até  $153 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , quantidade que corresponde de um terço a metade da recomendação anual de N para árvores adultas de citros.

Desenvolvendo experimentos com adubação em pomares de laranja sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* L. Osbeck), no Estado de São Paulo durante

4 anos, utilizando 4 doses anuais de N (30, 100, 170 e 240 kg ha<sup>-1</sup>), P (20, 60, 100 e 140 kg ha<sup>-1</sup>) e K (30, 110, 190 e 270 kg ha<sup>-1</sup>), Cantarella et al. (1992) observaram que o nitrogênio foi o nutriente que proporcionou maiores e mais freqüentes aumentos de produção, as respostas máximas de produtividade de 26 a 48 t ha<sup>-1</sup> foram obtidas com 200, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente.

Com o objetivo de estimar a relação quantitativa de rendimento de frutos cítricos através da fertilização NPK utilizando teste de solo e análise foliar, Quaggio et al. (1998), desenvolveu experimentos, testando quatro doses anuais de N (30, 100, 170 e 240 kg N ha<sup>-1</sup>), P (9, 27, 45 e 63 kg P ha<sup>-1</sup>) e K (25, 91, 157 e 223 kg K ha<sup>-1</sup>), em solos do estado de São Paulo; as respostas em rendimento para N apresentou correlação com os teores de N foliar, maiores valores foram obtidos para N foliar igual a 23 g kg<sup>-1</sup> e menos para N de 28 g kg<sup>-1</sup>; para aplicações de P e K as respostas em rendimento foram observadas em solos com menos de 20 mg dm<sup>-3</sup> de P e 2,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, sendo a extração feita com resina trocadora de íons. Já Du Plessis (1977), em ensaios de adubação em pomares cítricos, encontrou respostas à adubação potássica apenas em solos cujo teor de potássio encontrava-se abaixo de 2,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Enquanto que, para solos com teores elevados de K acima de 2,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> Quaggio (1996) registrou efeito depressivo e significativo da adubação potássica em citros.

Sobral et al. (2000), analisando resposta da Laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) à adubação NPK, utilizando N na forma de uréia (0, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup>), P como superfosfato triplo (0, 26 e 52 kg ha<sup>-1</sup>) e K na forma de cloreto de potássio (0, 96 e 192 kg ha<sup>-1</sup>) em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros, durante quatro anos, observaram falta de consistência na resposta ao N, obtendo diminuição no peso médio do fruto, não influenciando significativamente o teor de sólidos totais, acidez e relação sólidos acidez, a produção máxima foi obtida com a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de K e 41,5 kg ha<sup>-1</sup> de P aumentando consideravelmente a produção de frutos em três dos quatro anos considerados. Segundo os autores, a falta de consistência na resposta ao N pode ser atribuída à capacidade das plantas cítricas em armazenarem este nutriente, como também a contribuição de N proveniente da mineralização de resíduos como folhas e galhos secos que retornam ao solo.

Avaliando respostas à aplicação de 4 doses de Ca (0, 112, 224, e 448 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), em pomares de laranja 'Valência' sob solo arenoso, ácido e de baixa fertilidade, Koo (1983) verificou que maior árvore e máxima produção de frutos foram obtidas com 224 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com teor de Ca foliar por volta de 28,5 g kg<sup>-1</sup>. Doses maiores não proporcionaram aumento na produção de frutos, nem no tamanho das árvores. Já Baumgartner (1996) desenvolvendo experimentos com laranja 'Pêra', na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, por 4 anos, testaram a produção na presença e ausência de calcário em combinação com doses de NPK. Neste período, não houve resposta em produção de frutos devida ao calcário, sendo a maior produção obtida no último ano, correspondente a 136 kg/planta para o tratamento que apresentou teores foliares de 28,7 g kg<sup>-1</sup> de Ca, 6,2 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 9,6 g kg<sup>-1</sup> de K.

Quaggio (1996) estabeleceu correlações estreitas entre os teores de magnésio no solo com o grau de deficiência visual de Mg nas folhas e produtividade, obtendo produção máxima de laranja com teor de Mg trocável ao redor de 9,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, comprovando que o teor de Mg trocável no solo é índice excelente de disponibilidade para as plantas cítricas. Em ensaio anterior Quaggio (1991) obteve nível crítico de Mg no solo para cultura de citros na ordem de 8,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O zinco, devido à alta capacidade de adsorção, tem-se mostrado pouco eficiente quando aplicado no solo se comparado com sua aplicação via foliar. Quaggio et al. (2003), pesquisando sobre os efeitos da fertilização de boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja 'Pêra', em Latossolo Vermelho-Escuro constataram que a aplicação de Zn via foliar foi mais eficiente do que a aplicação no solo cuja produção máxima foi alcançada com 3,0 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 0-20 cm estando esse valor acima da faixa considerada média para o teor de Zn no solo que é de 0,6 - 1,2 mg dm<sup>-3</sup> por Raij et al. (1997).

Tiritan (1996) em experimentos de adubação foliar em pomares de laranjeiras 'Pêra', com 8 anos de idade, deficientes em Zn, Mn e B, utilizando solução de sais nas seguintes concentrações: sulfato de zinco 0,35%; sulfato de manganês 0,25%; ácido bórico 0,10% e uréia 0,50%, constatou que duas aplicações anuais de adubo foliar foi suficiente para elevar os teores foliares de Zn, Mn e B de 13, 13 e 10 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, entretanto, apesar de corrigir as deficiências não houve aumento de produtividade de frutos, em dois anos

agrícolas, devido a adubação foliar. Já Wutscher & Obreza (1987) afirmam que o efeito da adubação foliar sobre os teores foliares de micronutrientes é de curta duração, podendo os sintomas de deficiências reaparecer em folhas novas e, considerando a ausência de respostas quanto à produtividade concluíram os autores que apenas uma aplicação anual pode ser suficiente para manter os teores foliares dos micronutrientes próximos da faixa ótima. Acrescenta ainda Embleton et al. (1988) a necessidade de se reavaliar a recomendação para aplicação de Zn e Mn via foliar em pomares da Califórnia em razão das pesquisas até então desenvolvidas não apresentarem resultados em aumento da produtividade de frutos decorrente da adubação foliar. Para Koo (1988) os micronutrientes só deveriam ser aplicados nos pomares da Flórida quando a carência fosse diagnosticada pelos sintomas visuais ou pela análise foliar.

Apesar do exposto a citricultura brasileira ainda carece de maiores informações, considerando que de acordo com Malavolta et al. (1996) é reduzido o número de ensaios de adubação com fins para recomendação, não sendo considerados o aspecto econômico da adubação e da calagem bem como, ausência de respostas significativas aos micronutrientes e à adubação orgânica. Tais evidências ressaltam a necessidade e importância do desenvolvimento de pesquisas que possam fornecer ao citricultor recomendações adequadas, utilizando métodos combinados como ensaio de campo + análise de solo + análise de tecido, para otimização da produção.

Desta forma, objetiva-se com este trabalho analisar as recomendações de calagem e adubação com macro e micronutrientes para a cultura dos citros nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, situados no Recôncavo Sul da Bahia, nos Tabuleiros Pré-Litorâneos, abrangendo uma área de 204 km<sup>2</sup>, entre os paralelos 12°32'S e 12°39'S e os meridianos 38°57' W e 39°11' W.

O clima da região é do tipo subúmido a seco, apresentando temperatura média anual de 24,2°C e a pluviosidade média anual entre 800 a 1400mm, com um período chuvoso entre abril a junho, a vegetação varia entre floresta estacional e floresta ombrófila densa, com domínios de pastagens e culturas temporárias. A geomorfologia característica da área são os Planaltos Cristalinos, Rebaixados com altitudes entre 100 e 200 m, apresentando relevo bastante uniforme, com vertentes convexo-côncavas e com topos abaulados (CAR – BA, 2000); os solos encontrados nos municípios são do tipo Latossolo Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-amarelo distrófico e Chernossolo Háplico, conforme levantamento pedológico realizado pela Embrapa (2002) na escala de 1:1.000.000.

Para amostragem do solo e das folhas foram selecionados 34 pomares cítricos, sendo 17 em cada município nas diferentes localidades rurais, sobre Latossolo Amarelo distrófico, conforme figura 1. A localização de pontos de amostragem nos limites entre Latossolos Amarelo distrófico e Argissolo Vermelho-amarelo distrófico, não definem mudança abrupta do tipo de solo, não ocorrendo diferenças nas características físicas e químicas destes. Em cada pomar foram selecionadas 25 plantas para amostragem de folhas. Utilizou-se como critério para a seleção dos pomares, as características predominantes na região, tais como: Cultivar 'Pêra' sobre porta-enxerto de limão 'Cravo', com idade entre 5 a 10 anos, espaçamento de 4 x 5m, em propriedades com área média de 4 hectares.

Com a aplicação de questionários, obteve-se informações gerais relativas a cultivar, enxerto e porta-enxerto, tipo de solo, adubações e correção de solo (quantidade, fórmulas, épocas e método de aplicação), espaçamento, número de plantas, idade, área, produção, práticas culturais e controle fitossanitário. Estas informações subsidiaram a análise estatística, auxiliando na interpretação dos dados.

A coleta do solo para análises física e química foi efetuada na projeção da copa, sob os quatro quadrantes de cada planta amostrada, na profundidade de 0 a 20 cm, obtendo em cada pomar uma amostra composta de 100 amostras simples, posteriormente foram encaminhadas ao Departamento de Química Agrícola e Solos, da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, onde foram secas ao ar até atingirem 4-6% de umidade, passadas em peneiras

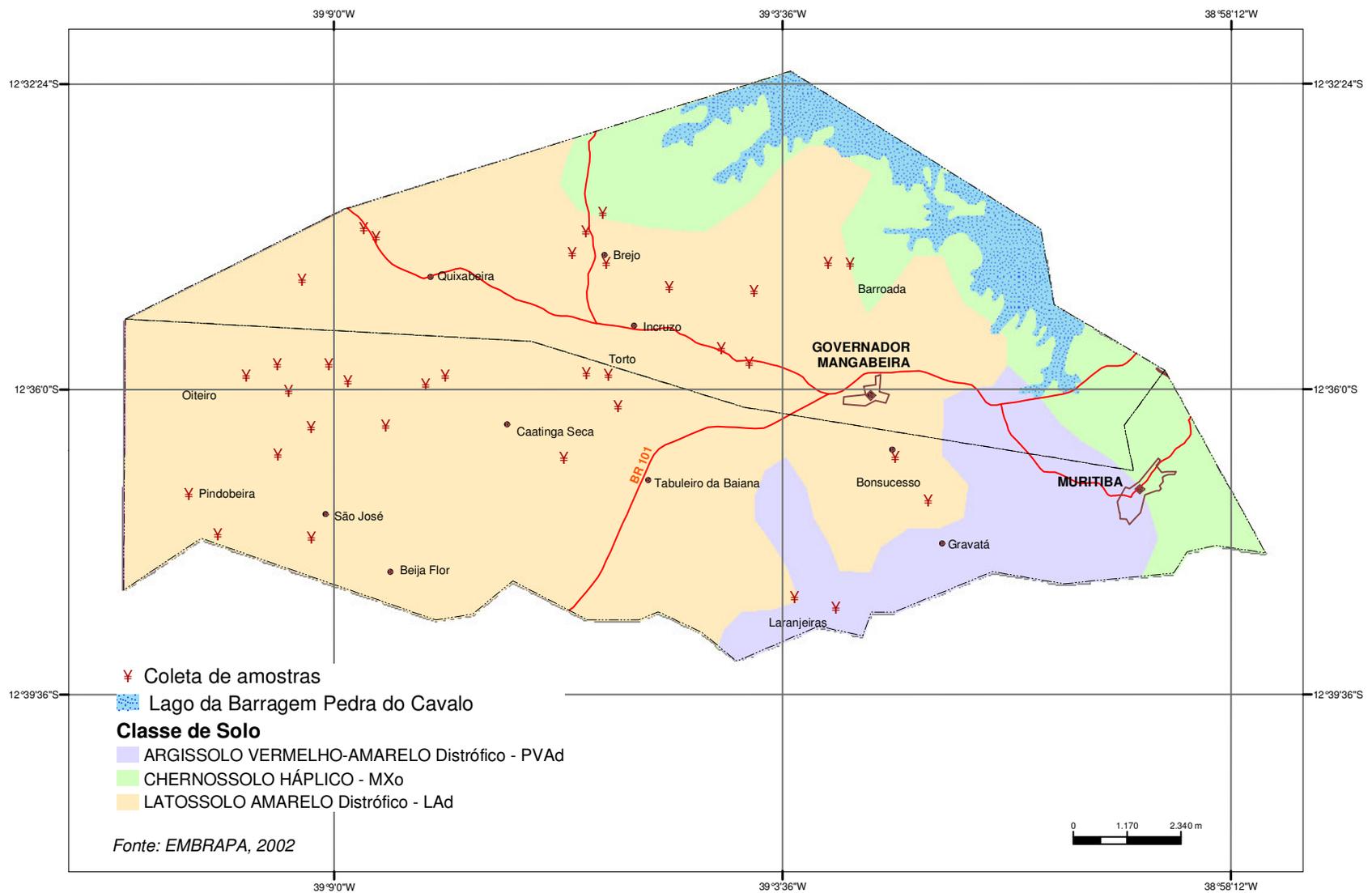


Figura 1 – Classificação dos solos da região e pontos de coleta de amostras de solo e folhas.

com malhas de 6 mm de abertura. As subamostras foram retiradas e passadas em peneira com malha de 2 mm para serem efetuadas as respectivas análises.

Na análise física determinou-se as frações granulométrica utilizando-se do método da pipeta com dispersão em NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> e agitação mecânica, segundo Embrapa (1997). As classes texturais foram obtidas a partir dos percentuais de cada fração (areia, silte e argila) as quais foram interpoladas no triângulo de agrupamento textural e a intersecção das percentagens destas frações definiram a classe textural.

Na análise química, foram determinados o pH CaCl<sub>2</sub>, matéria orgânica, fósforo disponível, potássio, sódio, cálcio e magnésio trocáveis, ferro, manganês, zinco, cobre e acidez total, posteriormente foram calculadas: soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca (T) e saturação por bases (V%).

a) pH CaCl<sub>2</sub> - determinado em potenciômetro, com o eletrodo de vidro, empregando-se a relação terra-solução 1:2,5 (Raij et al. 1987).

b) Matéria orgânica - determinada pelo método Walkley-Black.

c) Fósforo disponível - determinação segundo método Embrapa (1997), utilizando-se o extrator Mehlich – 1

d) Potássio e sódio - determinação segundo método Embrapa (1997), através de fotometria de chama, utilizando-se como extrator o HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>.

e) Cálcio e magnésio - determinação segundo método Embrapa (1997), utilizando-se extrator Mehlich – 1.

f) Ferro, manganês, zinco e cobre - determinação com extrator DPTA (ácido dietilenotriaminopenta acético), tamponado a pH 7,3 (Raij et al., 1987).

g) Acidez total (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>) - extração com solução de acetato de cálcio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7 e titulação com solução de NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup> (Raij et al. 1987)

h) Soma de bases trocáveis (S) - soma dos teores de K, Ca, Mg e Na, trocáveis.

i) Capacidade de troca (T) - soma de S, H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup>.

j) Saturação por bases (V%) - percentagem das bases no complexo sortivo do solo:  $V\% = S/T \times 100$

As classes de interpretação de fertilidade do solo para os teores de matéria orgânica, complexos de troca catiônica e para disponibilidade de fósforo, potássio e enxofre foram definidas segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999), a classificação dos teores de

micronutrientes foram definidas segundo tabela proposta por Raij et al. (1997). Para classificação das faixas de acidez do solo em relação ao pH foi utilizado os limites definidos por Vitti & Ferreira (1985).

O método de amostragem para análise foliar baseou-se na coleta de quatro folhas por planta, sendo uma em cada quadrante, retirando-se a terceira ou quarta folha a partir do fruto. Em cada pomar selecionou-se 25 plantas para aquisição de uma amostra composta de 100 folhas. Foram coletadas folhas saudáveis, livres de danos mecânicos ou ataques de insetos, de tamanho médio, com pecíolo, retiradas da parte mediana dos ramos terminais com frutos do último surto primaveril, na altura mediana da copa, durante o período de março a abril de 2003, conforme recomendações da CFSEMG (1999).

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel perfurados, etiquetados e posteriormente levadas ao Laboratório de Química do Solo - AGRUFBA, onde foram lavadas com água corrente e destilada, postas para secar em estufa de ventilação forçada a  $\pm 70^{\circ}\text{C}$ . Após secagem ( $\pm 48$  horas), as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley, acondicionadas em frascos de vidro com tampas de plástico devidamente etiquetados, para subsequente determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

O material moído foi mineralizado por via úmida, em digestão nitro-perclórica, adicionando-se 5 mL de  $\text{HNO}_3$  concentrado e 1,3 mL de  $\text{HClO}_4$  concentrado, para 0,5 g de material seco, exceto para a determinação de N a qual foi feita utilizando-se ácido sulfúrico, em presença de agentes catalizadores. No extrato obtido, determinou-se o teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, fósforo colorimetricamente; potássio por fotometria de chama; cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês por espectrofotometria de absorção atômica.

Para interpretação dos teores dos elementos nas folhas, e classificação nas faixas (deficiente, baixo, adequado, alto e excessivo), foram adotados como padrão os valores utilizados por Malavolta & Prates (1994).

A partir dos resultados das análises de solo e planta recomendou-se para os pomares cítricos dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, a necessidade de calagem e adubação com macro e micronutrientes tomando como base a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia (1989) e a CFSEMG (1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Comissões Estaduais de Fertilidade do Solo dos Estados de AL, CE, ES, GO, MA, MG, PE, PR, RJ, RS, SC, SP e especialmente do Estado da Bahia, produziram recomendações de adubação para cultura dos citros em produção, levando em consideração somente os dados de análise do solo e a capacidade produtiva do pomar. Vale ressaltar todavia, que o estado de São Paulo como maior produtor de citros no Brasil, introduziu mudanças tanto nos critérios quanto nas doses de adubos para plantas em produção, o que não ocorreu com o estado da Bahia uma vez que o último manual de adubação e calagem foi publicado no ano de 1989, estando os resultados experimentais utilizados naquela oportunidade totalmente defasados.

Neste item, serão analisadas as recomendações de calagem e adubação para a cultura dos citros nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira-BA, de acordo com a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia - CEFSBA (1989), como também as recomendações propostas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (1999), que se encontra muito mais atualizada e na 5ª aproximação, com a vantagem desta apresentar métodos de extração e determinação de nutrientes no solo compatíveis com o utilizado neste trabalho, razão pela qual não se optou pela utilização das recomendações do estado de São Paulo, que em boa parte difere da metodologia utilizada.

O diagnóstico nutricional foliar e de solo realizados na região em estudo, abordados nos capítulos 1 e 2, apontaram sérios problemas de desordens nutricionais nos pomares cítricos, apresentando teores foliares nas classes deficiente a baixo para Mn e Zn, baixo para Ca e Fe, adequado de P e Cu, adequado a alto para N, K e S e alto a excessivo para Mg, não coincidindo com os resultados de análises de solo que apresentaram teores classificados nas seguintes faixas: baixo para matéria orgânica, baixo a muito bom para P, K e S, médio de Ca, Mg, Cu e Mn, médio a alto para Zn e alto para Fe. Fazendo-se necessário as recomendações de correção e adubação para corrigir tais deficiências nutricionais e incrementar a produção.

Neste capítulo será utilizada a recomendação das Comissões de Fertilidade citadas acima, como também os resultados de pesquisas mais relevantes constante da literatura nacional e internacional como fundamentação dos resultados apresentados.

## CALAGEM

Observa-se nos quadros 01 e 02 que nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, 64,7% e 82,4% dos pomares respectivamente, encontram-se sobre solos com teores de Ca classificados como médios (12,1 a 24,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), apresentando ainda em 94,1% dos pomares, para ambos os municípios, percentual de Ca na CTC total do solo abaixo do limite ideal de 50% proposto por Malavolta (1976), conseqüentemente 82,35% e 100% dos pomares de Muritiba e Governador Mangabeira respectivamente, apresentaram teores deste elemento no solo abaixo do nível crítico (24 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) sugerido pela CFSEMG (1999). Razão pela qual observou-se 100% e 82,4% dos pomares com baixos teores foliares para ambos os municípios na mesma seqüência (Quadro 3 e 4).

Os teores de Mg encontrados no solo dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira (Quadro 1 e 2) foram classificados como médios em 52,9% e 76,5% dos pomares respectivamente, estando 52,9% e 58,8% dos mesmos apresentando percentual de Mg na CTC total do solo abaixo do limite ideal de 15% proposto por Malavolta (1976), justificando a ocorrência de 64,7% e 100% dos pomares com teores deste elemento no solo abaixo de 9,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> indicado pela CFSEMG (1999) como nível crítico. Todavia, vale ressaltar que os teores foliares de Mg para os dois municípios (Quadro 3 e 4) foram classificados como alto a excessivo. O uso dos atuais critérios de diagnose foliar segundo Malavolta & Prates (1994), apresentaram nos pomares da região em estudo teores foliares baixo de Ca associados com teores alto a excessivo de Mg, o que pode induzir a necessidade do uso de calcário calcítico. Entretanto, devido aos baixos teores de Mg nestes solos torna-se arriscado tal recomendação, sugerindo assim a reavaliação das faixas de teores foliares para este nutriente.

Os métodos mais usados para recomendação da necessidade de calagem no País, têm como critérios o uso da saturação por bases (V%), teores de Al<sup>3+</sup> e

$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ . A CEFSBA (1989) recomenda o uso dos dois últimos, enquanto que a CFSEMG (1999) toma como base os três critérios citados, e o Estado de São Paulo adota unicamente o critério de saturação por base.

Quadro 1 – Freqüência de amostras observadas por classe de teores de matéria orgânica, macro e micronutrientes e propriedades do solo, na profundidade de 0-20 cm, em pomares de laranjeira 'Pêra' no município de Muritiba -BA, 2003.

Elementos	Classe de teores				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
	% .....				
<b>MO</b>	0	100,0	0	0	0
<b>P</b>	5,9	11,8	17,6	17,6	47,1
<b>K</b>	0	5,9	29,4	35,3	29,4
<b>Ca</b>	0	17,6	64,7	5,9	11,8
<b>Mg</b>	0	11,8	52,9	23,5	11,8
<b>Cu</b>	0	5,9	94,1	0	0
<b>Fe</b>	0	0	0	100,0 <sup>(1)</sup>	0
<b>Mn</b>	0	0	88,2	11,8 <sup>(1)</sup>	0
<b>Zn</b>	0	5,9	41,2	52,9 <sup>(1)</sup>	0
<b>Soma de bases</b>	0	11,8	52,9	29,4	5,9
<b>Acidez potencial (H + Al<sup>3+</sup>)</b>	0	64,7	35,3	0	0
<b>CTC Total</b>	0	17,6	76,5	5,9	0
<b>V%</b>	0	5,9	47,1	29,4	17,6
<b>Acidez ativa (pH CaCl<sub>2</sub>)</b>	0	17,6	17,6	35,4 <sup>(1)</sup>	29,4 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> A interpretação dos percentuais nesta classe, deve ser alta em lugar de bom.

<sup>(2)</sup> A interpretação desta característica, nesta classe, deve ser muito alta em lugar de muito bom.

Os métodos baseados nos teores de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  segundo Boaretto et al. (1996) carecem de fundamentação experimental, uma vez que, falta trabalho de pesquisa que os levem em consideração, enquanto que o método de saturação por base tem seu valor científico reconhecido por várias pesquisas. Por estas razões a determinação da necessidade de calagem para os pomares

cítricos da região em estudo, foi calculada por este método, considerando 70% de saturação de base.

Quadro 2 – Frequência de amostras observadas por classe de teores de matéria orgânica, macro e micronutrientes e propriedades do solo, na profundidade de 0-20 cm, em pomares de laranja 'Pêra' no município de Governador Mangabeira -BA, 2003.

Elementos	Classe de teores				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
	..... % .....				
<b>MO</b>	5,9	94,1	0	0	0
<b>P</b>	29,4	29,4	17,6	11,8	11,8
<b>K</b>	0	47,0	41,2	11,8	0
<b>Ca</b>	0	17,6	82,4	0	0
<b>Mg</b>	0	23,5	76,5	0	0
<b>Cu</b>	0	11,8	82,3	5,9 <sup>(1)</sup>	0
<b>Fe</b>	0	0	0	100,0 <sup>(1)</sup>	0
<b>Mn</b>	0	0	100,0	0	0
<b>Zn</b>	0	11,8	23,5	64,7 <sup>(1)</sup>	0
<b>Soma de bases</b>	0	17,6	82,4	0	0
<b>Acidez potencial (H + Al<sup>3+</sup>)</b>	0	82,4	17,6	0	0
<b>CTC Total</b>	0	52,9	47,1	0	0
<b>V%</b>	0	5,9	64,7	29,4	0
<b>Acidez ativa (pH CaCl<sub>2</sub>)</b>	0	5,9	17,6	52,9 <sup>(1)</sup>	23,6 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> A interpretação dos percentuais, nestas classes, deve ser alta em lugar de bom.

<sup>(2)</sup> A interpretação desta característica, nesta classe, deve ser muito alta em lugar de muito bom.

Observa-se no quadro 5 que, para o município de Muritiba das 17 propriedades apenas 05 não necessitam de calagem, apresentando as mesmas pH CaCl<sub>2</sub> acima de 5,0 (Anexo A). Vale destacar que, entre as propriedades que não receberam calagem durante o período de 2001-2003, apenas a M11 e a M17 não necessitam de correção, possivelmente por terem sido adubadas com a fórmula 10-10-10, torta de mamona e esterco bovino neste período. Quanto às

propriedades que receberam calagem, quatro delas necessitam de correção provavelmente a quantidade de calcário utilizada anteriormente não foi suficiente.

Quadro 3 - Freqüência de amostras observadas por classe de teores de macro e micronutrientes nas folhas de laranjeira 'Pêra' em pomares nos municípios de Muritiba-Ba, 2003.

Elementos	Classe de teores				
	Deficiente	Baixo	Adequado	Alto	Excessivo
	..... % .....				
<b>N</b>	0	0	35,3	64,7	0
<b>P</b>	0	0	100,0	0	0
<b>K</b>	0	0	35,3	64,7	0
<b>Ca</b>	0	100,0	0	0	0
<b>Mg</b>	0	0	5,9	52,9	41,2
<b>Cu</b>	0	0	100,0	0	0
<b>Fe</b>	5,8	82,4	11,8	0	0
<b>Mn</b>	64,7	23,5	11,8	0	0
<b>Zn</b>	82,4	17,6	0	0	0

Para o município de Governador Mangabeira (Quadro 5) das 17 propriedades apenas 02 não necessitam de calagem, a GM2 e GM16 as quais apresentaram pH  $\text{CaCl}_2$  acima de 5,5 (Anexo B). Sendo que a primeira faz parte do grupo das propriedades que não receberam calagem no período supra citado, possivelmente por ser adubada com a fórmula 20-08-20 mais o uso de esterco bovino neste período. As propriedades GM 8, 14 e 15 apesar dos solos terem sido corrigidos anteriormente necessitam de correção.

Embora a CFSEMG (1999) recomende o uso de 70% de saturação por base a ser atingida para a cultura dos citros, resultados de pesquisas obtidas por Quaggio (1991) relatam que a produtividade máxima de  $24,3 \text{ t ha}^{-1}$  de fruto foi obtida com  $V\% = 63$ , calculando 95% da produção ( $23,1 \text{ t ha}^{-1}$ ) obteve-se com  $V\% = 42$  e 90% da produção ( $21,9 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi encontrada com  $V\% = 33$ . Semelhantemente Paro (1991) verificou que a produtividade máxima ( $19,7 \text{ t ha}^{-1}$  de frutos), 95% ( $18,7 \text{ t ha}^{-1}$ ) e 90% ( $17,7 \text{ t ha}^{-1}$ ) foram obtidas com  $V\% = 45, 25$  e 18, respectivamente. Desta forma, Boarreto et al. (1996) recomendam a calagem

quando a saturação do solo em bases for menor que 50% para atingir uma saturação por bases de 60%.

Quadro 4 - Frequência de amostras observadas por classe de teores de macro e micronutrientes nas folhas de laranjeira 'Pêra' em pomares nos municípios de Governador Mangabeira-BA, 2003.

Elementos	Classe de teores				
	Deficiente	Baixo	Adequado	Alto	Excessivo
	..... % .....				
<b>N</b>	0	0	82,4	17,6	0
<b>P</b>	0	23,5	76,5	0	0
<b>K</b>	0	17,6	70,6	11,8	0
<b>Ca</b>	0	82,4	17,6	0	0
<b>Mg</b>	0	0	5,9	35,3	58,8
<b>Cu</b>	0	11,8	88,2	0	0
<b>Fe</b>	0	100,0	0	0	0
<b>Mn</b>	64,7	29,4	5,9	0	0
<b>Zn</b>	47,1	52,9	0	0	0

Afirma também Boaretto et al. (1996) que, quando os teores de Mg no solo forem menor que  $4,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  deve-se dar preferência ao uso do calcário dolomítico, ou então, utilizar outro tipo de calcário, porém fornecendo uma fonte solúvel de Mg. Nos pomares em estudo (Quadro 5) apenas 4 propriedades apresentaram teores de Mg inferior ao citado acima, a M7, M12, GM1 e a GM 17 devendo estas fazer uso das recomendações referidas.

Considerando que os citros é uma planta calcífica deve-se levar em consideração a relação Ca/Mg do solo, neste estudo, 47% e 5,9% dos pomares nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira respectivamente encontram-se com relação  $\text{Ca/Mg} \leq 2,0$ , sendo recomendado de acordo com Boaretto et al. (1996) o uso de calcários calcíticos ou magnesianos.

Apesar do exposto as informações apresentadas para a área em estudo, carecem de embasamento experimental, pois o número de trabalhos de pesquisas sobre o assunto na região é incipiente.

Quadro 5 - Recomendações de calcário para os pomares dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira - BA

Muritiba		Governador Mangabeira	
Propriedades	Calcário .....t ha <sup>-1</sup> ....	Propriedades	Calcário .....t ha <sup>-1</sup> ....
<b>M1</b> <sup>(4)</sup>	1,97	<b>GM1</b> <sup>(4)</sup>	1,19
<b>M2</b> <sup>(2)</sup>	0	<b>GM2</b> <sup>(4)</sup>	0
<b>M3</b> <sup>(4)</sup>	0,70	<b>GM3</b> <sup>(4)</sup>	0,47
<b>M4</b> <sup>(4)</sup>	1,67	<b>GM4</b> <sup>(4)</sup>	1,90
<b>M5</b> <sup>(1)</sup>	2,47	<b>GM5</b> <sup>(4)</sup>	1,12
<b>M6</b> <sup>(3)</sup>	0,48	<b>GM6</b> <sup>(4)</sup>	0,98
<b>M7</b> <sup>(4)</sup>	1,20	<b>GM7</b> <sup>(4)</sup>	0,99
<b>M8</b> <sup>(4)</sup>	0,25	<b>GM8</b> <sup>(2)</sup>	1,67
<b>M9</b> <sup>(4)</sup>	0,47	<b>GM9</b> <sup>(4)</sup>	1,15
<b>M10</b> <sup>(2)</sup>	2,45	<b>GM10</b> <sup>(4)</sup>	0,59
<b>M11</b> <sup>(4)</sup>	0	<b>GM11</b> <sup>(4)</sup>	1,43
<b>M12</b> <sup>(4)</sup>	2,08	<b>GM12</b> <sup>(4)</sup>	1,50
<b>M13</b> <sup>(1)</sup>	0	<b>GM13</b> <sup>(4)</sup>	2,35
<b>M14</b> <sup>(4)</sup>	1,69	<b>GM14</b> <sup>(2)</sup>	0,03
<b>M15</b> <sup>(2)</sup>	1,01	<b>GM15</b> <sup>(3)</sup>	0,32
<b>M16</b> <sup>(2)</sup>	0	<b>GM16</b> <sup>(3)</sup>	0
<b>M17</b> <sup>(4)</sup>	0	<b>GM17</b> <sup>(4)</sup>	0,50

<sup>(1)</sup> calagem 2001, <sup>(2)</sup> calagem 2002, <sup>(3)</sup> calagem 2003 e <sup>(4)</sup> sem calagem.

## NITROGÊNIO

Considerando a recomendação proposta pela CEFSBA (1989), observa-se nos quadros 06 e 07 que a necessidade de adubação nitrogenada para os pomares a partir do 6º ano, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira corresponderia a 480 g planta<sup>-1</sup> para todos os pomares. Entretanto, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (1999), as doses recomendadas de N para os pomares de 6º ano pós-plantio variaram de 0, 20 e 380 g planta<sup>-1</sup> e de 0 e 80 g planta<sup>-1</sup> para as adubações suplementar à do 6º ano e anos posteriores conforme quadros 08 e 09. As diferenças existentes entre as duas Comissões deve-se ao fato de que a recomendação proposta pela CEFSBA (1989) não leva em consideração os teores foliares de N, enquanto que para CFSEMG (1999), tal recomendação tem como base os teores da faixa

adequada dos resultados das análises foliares de N, sendo este considerado um bom índice para determinar seu requerimento pela planta cítrica.

Quadro 6 – Doses de NPK para pomares cítricos no município de Muritiba, conforme recomendação da CEFSSBA (1989)

Propriedades	Doses		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	.....g/planta.....		
<b>M16, M9, M10, M17, M3, M4, M2, 11, M1, M11, M13</b>	480	0	0
<b>M12</b>	480	0	192
<b>M6, M8</b>	480	96	0
<b>M5</b>	480	144	0
<b>M7</b>	480	144	192
<b>M15</b>	480	192	288

Observa-se ainda nos quadros 08 e 09 que a necessidade de adubação nitrogenada nos pomares do município de Muritiba foram bem menores que as requeridas para os pomares do município de Governador Mangabeira, isto pode ser compreendido visualizando-se os quadros 03 e 04 onde demonstra claramente que 64,7% dos pomares de Muritiba apresentam altos teores de N enquanto em Governador Mangabeira, apenas 17,6% .

Convém destacar que Sobral et al. (2000), analisando resposta da laranja a adubação NPK em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros, observaram falta de consistência à resposta de N, devido provavelmente a capacidade das plantas cítricas em armazenar este nutriente como também a contribuição do N proveniente da mineralização de resíduos de folhas e galhos secos que retornam ao solo. Similarmente Almeida & Baumgartner (2002) observaram que os pomares mantiveram a produtividade e teores foliares adequados, com a dose mínima de 94 kg N ha<sup>-1</sup>. Além disso, Quaggio et al. (1998) obtiveram maior produção quando N foliar era 23 g kg<sup>-1</sup> reduzindo quando este atingiu teores de 28 g kg<sup>-1</sup>.

Considerando os altos teores de N encontrados nos pomares da região em estudo, juntamente com os resultados das pesquisas acima apresentadas,

pode-se concluir ser a recomendação proposta pela CFSEMG (1999) a mais adequada para a região uma vez que recomenda menores teores de N.

Quadro 7 – Doses de NPK para adubação dos pomares cítricos do município de Governador Mangabeira conforme recomendação da CEFSBA (1989)

Propriedades	Doses		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	.....g/planta.....		
<b>GM3, GM9</b>	480	0	0
<b>GM17</b>	480	0	192
<b>GM14</b>	480	0	288
<b>GM2, GM16</b>	480	96	0
<b>GM4, GM12</b>	480	96	192
<b>GM5</b>	480	96	288
<b>GM7, GM8</b>	480	144	0
<b>GM1, GM13</b>	480	144	288
<b>GM6, GM10</b>	480	192	288
<b>GM11, GM15</b>	480	192	384

## FÓSFORO

As doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para os pomares da região, recomendadas pela CEFSBA (1989) variaram entre 0, 96, 144 e 192 g planta<sup>-1</sup> conforme quadros 06 e 07, para a CFSEMG (1999) tais doses seriam de 0, 50, 100 e 150 g planta<sup>-1</sup> para adubação de pomares no 6º ano pós-plantio e de 0, 10, 20 e 30 g planta<sup>-1</sup> para adubação suplementar (Quadros 08 e 09). A diferença entre as duas recomendações consiste basicamente que a CFSEMG (1999) define as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em função da classificação da disponibilidade desse elemento em faixas de teores (muito baixo, baixo, médio, bom e muito bom) a qual é definida considerando o percentual de argila do solo, enquanto que, a CEFSBA (1989), apenas leva em conta os teores disponíveis de P no solo.

Visualiza-se em ambas os quadros acima citados que a necessidade de adubação fosfatada para o município de Muritiba é bem menor que a apresentada

pelo município de Governador Mangabeira, haja visto que 64,7% dos pomares de Muritiba apresentam teores de P na camada de 0-20 na faixa de bom a muito bom (Quadro 1), entretanto, para Governador Mangabeira apenas 23,6% dos pomares encontram-se com os teores de P nestas faixas (Quadro 2).

Quadro 8 - Doses de NPK para adubação dos pomares cítricos do município de Muritiba conforme recomendação da CFSEMG (1999).

Propriedades	6º ano pós-plantio			Suplementar		
	Doses			Doses		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	.....g/planta.....					
<b>M2</b>	0	0	0	0	0	0
<b>M13</b>	0	0	100	0	0	30
<b>M16</b>	0	50	0	0	10	0
<b>M6</b>	0	100	0	0	20	0
<b>M14, M8</b>	0	100	100	0	20	30
<b>M7</b>	0	150	200	0	30	60
<b>M15</b>	0	150	300	0	30	90
<b>M12, M3</b>	20	0	200	0	0	60
<b>M5</b>	20	150	200	0	30	60
<b>M11</b>	380	0	0	80	0	0
<b>M4, M1</b>	380	0	100	80	0	30
<b>M10</b>	380	0	200	80	0	60
<b>M17</b>	380	50	0	80	10	0
<b>M9</b>	380	50	100	80	10	30

Dados da literatura têm demonstrado, segundo Quaggio (1996), que valores de 22 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo disponível no solo, extraído pela resina, são suficientes para otimizar a produção de citros. Este resultado corrobora com os encontrados por Quaggio et al. (1998), que obteve respostas em rendimento para aplicação de P em solos com menos de 20 mg dm<sup>-3</sup>. Estes dados também justificam o fato da menor exigência em adubação fosfatada para o município de Muritiba, uma vez que, 64,7% das propriedades apresentam teor de fósforo disponível acima de 22 mg dm<sup>-3</sup> (Anexo A). Como também a maior exigência do município de Governador Mangabeira que por sua vez, apresentam 76,4% dos pomares com teores de P disponíveis no solo abaixo de 22 mg dm<sup>-3</sup> (Anexo B).

Quadro 9 - Doses de NPK para adubação dos pomares cítricos do município de Governador Mangabeira conforme recomendação da CFSEMG (1999).

Propriedades	6º ano pós-plantio			Suplementar		
	Doses			Doses		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	.....g/planta.....					
<b>GM3</b>	0	0	100	0	0	30
<b>GM16</b>	0	150	200	0	30	60
<b>GM1</b>	0	150	300	0	30	90
<b>GM17</b>	380	0	200	80	0	60
<b>GM9</b>	380	50	100	80	10	30
<b>GM14</b>	380	50	300	80	10	90
<b>GM4, GM12</b>	380	100	200	80	20	60
<b>GM5</b>	380	100	300	80	20	90
<b>GM2, GM7, GM8</b>	380	150	200	80	30	60
<b>GM15, GM13, GM10, GM11, GM6</b>	380	150	300	80	30	90

Apesar dos baixos teores de P no solo em Governador Mangabeira a diagnose foliar mostra que 76,5% dos pomares apresentam teores adequados de P (Quadro 4). Estes teores foliares adequados de P aliado aos baixos teores no solo reforça as afirmações de Malavolta (1983) na qual a laranja produz satisfatoriamente num solo pobre em fósforo. Estando segundo Obreza (2003b), a fertilização com esse elemento mais relacionada com a melhoria do crescimento vegetativo que com respostas positivas quanto ao rendimento.

Os resultados das análises de solo aliada a diagnose foliar e aos conhecimentos resultantes das pesquisas sugere ser a recomendação da CFSEMG (1999) por recomendar menores doses de fósforo a mais indicada para a área em estudo, resguardando a necessidade de experimentação local para definição de curvas de calibração de análise de solo para a região.

## POTÁSSIO

Analisando as recomendações sugeridas pela Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia – CEFSBA (1989), visualiza-se nos

quadros 06 e 07 que a necessidade de adubação potássica para os pomares a partir do 6º ano, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira apresentaram doses variando entre 0, 192, 288 e 384 g planta<sup>-1</sup>. Para a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (1999), as doses recomendadas de potássio para os pomares de 6º ano pós-plantio corresponderam a 0, 100, 200 e 300 g planta<sup>-1</sup>, para as adubações suplementares à do 6º ano e anos posteriores as doses foram 0, 30, 60 e 90 g planta<sup>-1</sup> (Quadros 08 e 09). As diferenças existentes entre as duas recomendações, devem-se ao fato da CEFBSA (1989) recomendar adubação potássica quando o teor deste no solo for até 1,54 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, enquanto que, a CFSEMG (1999) recomenda em uma escala maior de até 3,07 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, apresentando doses com valores absolutos inferiores às recomendadas pela CEFBSA (1989).

Percebe-se ainda que para ambas Comissões, as recomendações de adubação potássica foram bem maiores para o município de Governador Mangabeira, o que pode ser justificado pois 88,2% dos pomares do município apresentaram teores de potássio trocáveis entre a faixa baixa a médio (Quadro 2) enquanto que 64,7% dos pomares de Muritiba apresentaram teores do elemento nas faixas de bom a muito bom (Quadro 1).

Trabalhos realizados têm demonstrado que resposta ao rendimento para aplicação de potássio foram observadas, segundo Quaggio et al. (1998), em solos com menos de 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> extraído pela resina, similarmente Du Plessis (1977) encontrou respostas com teores de potássio no solo abaixo de 2,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, ressaltando Quaggio (1996) que para solos com teores elevados de potássio, acima de 2,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> registra-se efeito depressivo e significativo da adubação potássica em citros. Dos 17 pomares analisados no município de Governador Mangabeira, 16 apresentaram teores de potássio no solo inferior a 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Anexo B) e mesmo assim, 76,5% dos pomares apresentaram teores foliares adequados (Quadro 4). Já para o município de Muritiba a maioria das propriedades apresentaram teores de potássio superior a 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, (Anexo A) apresentando conseqüentemente 35,3% e 64,7% dos pomares em faixa adequada e alta, respectivamente (Quadro 3). Por estas razões, pode-se imaginar que a recomendação de adubação potássica sugerida por ambas as Comissões para os dois municípios parece superestimar as necessidades dos pomares,

sendo assim sugere-se a utilização das adubações suplementares propostas pela CFSEMG (1999) por recomendar as menores doses de potássio.

A utilização das informações acima citadas, aliadas a ensaios de campo que podem definir curvas de calibração para a adubação potássica, fundamentará melhor a recomendação.

## **MICRONUTRIENTES**

Observando os quadros 03 e 04 percebe-se que o manganês e o zinco foram os únicos micronutrientes com teores foliares deficientes, apesar de registrarem teores de médio a alto no solo (Quadros 01 e 02). Com fundamentos na comparação de métodos e técnicas para fins de determinação das necessidades de adubos em plantas perenes pós-plantio, proposto por Lorenz & Bartz (1968), a análise de solo é um método pobre enquanto que a análise de tecido é um método bom, por esta razão, os resultados acima apresentados indicam a necessidade de adubação de Mn e Zn para os pomares cítricos da região.

As Comissões de Fertilidade do Solo dos Estados da Bahia e Minas Gerais, bem como o Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros - GPACC, embasados em alguns trabalhos de pesquisa têm recomendado as adubações de micronutrientes via foliar. A CEFSBA (1989) só recomenda adubações de Mn e Zn em casos de aparecimento dos sintomas foliares de deficiência, sugerindo pulverizações foliares com solução contendo 300g de sulfato de zinco, 300g de sulfato de manganês e 200g de cal dissolvidos em 100 litros de água em quantidade que molhe toda a planta. Para a CFSEMG (1999) deve-se usar solução cuja concentração final não ultrapasse a 15 g/L de sais. Vale também ressaltar que o GPACC (1994) recomenda a aplicação foliar da solução nas seguintes concentrações: 0,30% de sulfato de zinco, 0,20% de sulfato de manganês, 0,50% de uréia e 0,25% de cloreto de potássio. Sugerindo ainda que em condições de deficiência aguda de Zn a concentração de sulfato de Zn na solução deverá ser aumentada para 0,5%.

A recomendação proposta pela CEFSBA (1989) parece ser a mais indicada por ser provavelmente a mais econômica, uma vez que várias pesquisas até então desenvolvidas não apresentam resultados em aumento da produção de

frutos decorrentes da adubação foliar. Por esta razão, pode-se admitir a necessidade de se reavaliar as recomendações para aplicação de zinco e manganês via foliar em pomares cítricos. Como indicativo do exposto acima Sajida & Hafeez (2000) testando efeitos da adubação foliar de Zn obtiveram rendimento mais alto de 105,3 kg planta<sup>-1</sup> quando as árvores cítricas foram pulverizadas com Zn na dosagem de 0,4 kg ha<sup>-1</sup> juntamente com 1,56 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia e 0,4 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato dissolvidos em 400 litros de água.

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados permitiram as seguintes conclusões:

1. Nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira, 70,6 e 88,2% dos pomares cítricos respectivamente, apresentaram necessidade de calagem.
2. Recomenda-se o uso de calcário dolomítico para as propriedades M7, M12, GM1 e GM17 por apresentarem os mais baixos teores de magnésio.
3. Sugere-se o uso de calcário calcítico ou magnesiano para as propriedades M1, M5, M8, M9, M14, M15 e GM8, por apresentarem relação Ca/Mg  $\leq 2$ .
4. As doses de adubação com NPK nos pomares do município de Muritiba foram bem menores que as requeridas pelo município de Governador Mangabeira.
5. Os pomares de ambos os municípios necessitam de adubação foliar com Mn e Zn.
6. Há necessidade de experimentação local para definição de curvas de calibração de análise de solo para calagem e adubação com macro e micronutrientes.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, M. C. & BAUMGARTNER, J.G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranja 'Valência'. Rev. Bras. Frutic, 24:282-284, 2002.

BAUMGARTNER, J. G. Diagnose foliar na citricultura brasileira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 61-76.

BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T. & RÉGO, I. C. Calagem e gessagem em citricultura. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 115-129.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; BATAGLIA, O. C. & RAIJ, B. Response of citrus to NPK fertilization in a network of field trials in São Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, Acireale, 1992. Proceedings. Acireale, International Society of Citriculture, 1992. p. 607-612.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia. 2. ed. Salvador, CEPLAC; EMATER-BA, EPABA; NITROFERTIL, 1989. 173p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL – CAR(BA). Recôncavo Sul: perfil regional; Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS; Salvador, 2000. (Série cadernos CAR, 25).

DOU, H.; ALVA, A.K. & KHAKURAL, B. R. Nitrogen mineralization from citrus trees residues under different production conditions. Soil Science Society of America. Journal, Madison, 61: 1226-1232, 1997.

DU PLESSIS. Soil analysis as a necessary complement to leaf analysis for fertiliser advisory purposes. Proc. Int. Soc. Citriculture 1: 15-19, 1977.

EMBLETON, T. W. ; MATSUMURA, M. & KHAN, I. A. Citrus zinc and manganese nutrition revised. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6. Tel Aviv, 1988, Israel, Proceedings... p.681-688.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Mapa de solos da Bahia, escala 1:1000.000. EMBRAPA, 2002. CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises do solo. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e de Abastecimento, 1997. 221 p.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS - GPACC. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 3 ed. Cordeirópolis, Laranja, 1994. 27 p. (Edição especial).

INTRIGLIOLO, F.; FISICHELLA, G.; TROPEA, M.; SAMBUCCO, G.; GIUFFRIDA, A.; FRAGOSO. & BEUSICHEM, M. L. Influence of nitrogen on nutritional status and yield of 'Navelina' orange. Optimization of plant nutrition, 31:439-444, 1993.

KOO, R. C. J. Nutrição e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. Nutrição mineral e adubação citros. 4. ed. Piracicaba, Instituto da Potassa, 1983. p. 99-122.

KOO, R. C. J. Citrus micronutrientes in perspective. Crop Science Society of Flórida, 47:9-12, 1988.

LORENZ, O. A.; BARTZ, J. F. Fertilization for high yields and quality of vegetable crops. R. C. Dinauer (ed.). Soil Sci. Soc. America. Inc. Madison. 466p. 1968.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. Nutrição mineral e adubação citros. 4. ed. Piracicaba, Institutos da Potassa, 1983. p. 13-71.

MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O. F.; PICCIN, C. R. & CASALE, H. A adubação de citros no Brasil – o estado da Arte. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 1 – 14.

MALAVOLTA, E. & PRATES, H. S. Seja doutor de seu citros. Piracicaba, Informações Agronômicas. n. 65, 16p., março 1994. (Arquivo Agronômico. 4).

OBREZA, A. T. Adubação de plantas cítricas na Flórida, EUA – uma visão geral. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 27-39.

OBREZA, T. A. Importance of potassium in a Florida citrus nutrition program. Better Crops, 87:19-22, 2003a.

OBREZA, T. A. Managing phosphorus fertilization of citrus using soil testing. Disponível em: [http://www.edis.ifas.ufl.edu/body\\_ss332](http://www.edis.ifas.ufl.edu/body_ss332) Acesso em 04 jun. 2003b.

PARO, M. Efeitos da aplicação de calcário calcinado dolomítico e mistura calcário/gesso na cultura do citros em produção. 1991. 64 f. (Trabalho de graduação em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, 1991.

QUAGGIO, J. A. Conceitos modernos sobre calagem e adubação para citros no Estado de São Paulo. *Laranja*, 13:457-488, 1992.

QUAGGIO, J. A. Respostas da laranjeira Valência (*Citrus limonia* L., Osbeck) à calagem e ao equilíbrio de bases num Latossolo Vermelho Escuro de textura argilosa. 1991. 107 f. Tese (Doutorado em Solos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, 1991.

QUAGGIO, J. A. Análise de solo para citros: métodos e critérios para interpretação de resultados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, 1996. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1996. p. 95-113.

QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. & RAIJ B van. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 52:67-74, 1998.

QUAGGIO, J. A.; MATOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H. & TANK JUNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira ‘Pêra’. *Pesq. agropec. bras.*, 38: 627-634, 2003.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H., FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S. & BATAGLIA, O. C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico 100).

SAJIDA, P. & HAFEEZ, R. Effect of foliar application of zinc, manganese and boron in combination with urea on the yield os sweet orange. *Journal of Agricultural Research, Pakistan.*, 16:135-141, 2000.

SOBRAL, L.F.; SOUZA, L. F. S.; MAGALHÃES, A. F. J.; SILVA, J. U. B. & LEAL, M. L. S. Resposta da Laranjeira-'Pêra' à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. *Pesq. agropec. bras.*, 35:307-312, 2000.

TIRITAN, S. T. Adubação foliar de micronutrientes em citros. 1996. 64f. Dissertação (Mestrado-Agronomia) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Piracicaba, 1996.

VITTI, G. S. & FERREIRA, M. E.; Interpretação de análise de solo e alternativas de uso de adubos e corretivos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1., Jaboticabal, 1984. *Anais. Jaboticabal, FCAV/UNESP*, 1985. p. 117-145.

WUTSCHER, H. K. & OBREZA, T. A. The effect of withholding Fe, Zn and Mn sprays on leaf nutrient levels, growth rate and yield of young 'Pineapple' orange trees. *Proceedings of the Florida State for Horticultural Science*, 100:71-74, 1987.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito do Brasil ser o maior produtor mundial de citros, sua produtividade em torno de 20 t ha<sup>-1</sup> ainda é muito baixa, comparada com as 60 t ha<sup>-1</sup> alcançada na Florida e as 40 t ha<sup>-1</sup> em Israel, sendo esta liderança mantida pelo aumento da área cultivada e não por ganhos expressivos na produtividade. As principais razões que contribuem para tal situação podem ser atribuídas a falta de correção da acidez superficial e subsuperficial, juntamente com a adubação insuficiente, bem como, ausência de controle fitossanitário e o manejo inadequado dos pomares.

Na área em estudo esta situação faz-se presente acrescentando ainda que, a citricultura na região desenvolve-se em solos de Tabuleiros Costeiros, com predominância do Latossolo Amarelo, de textura média, caracterizando-se pela baixa capacidade de retenção de água, acidez natural devido ao processo de lixiviação e remoção de bases, bem como a presença de camadas adensadas, limitando a infiltração e o aprofundamento do sistema radicular, resultando em plantas de baixo vigor, comprometendo a longevidade dos pomares.

Considerando que o estado nutricional das plantas é responsável pelo seu crescimento e produção e, que a disponibilidade desses nutrientes está intimamente relacionada com a fertilidade do solo, então, os conhecimentos dos teores de nutrientes no solo e na planta constituem condições indispensáveis para um programa de reposição de nutrientes. A realização deste trabalho permitiu avaliar as condições da citricultura local, evidenciando as desordens nutricionais e a disponibilidade de nutrientes no solo. Verificou-se no solo em estudo teores abaixo do adequado de matéria orgânica, S, P, K, Ca e Mg; médio a baixo para Cu, Mn e Zn e alto para Fe. Na diagnose foliar os teores de N, S e K foram

classificados de adequado a alto, Mg de alto a excessivo, P e Cu como adequado, Ca e Fe baixo e Mn e Zn como deficiente. Convém salientar que apenas o K e o Mn apresentaram correlação significativa entre os teores foliares e no solo. A recomendação para correção da acidez e adubação indica a necessidade de calagem para 70,6 e 88,2% dos pomares cítricos nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira respectivamente, adubação NPK em menores doses para Muritiba e adubação foliar com Mn e Zn para todos os pomares.

Os resultados encontrados fornecem um diagnóstico da citricultura regional, constituindo uma base para elaboração de programas que possibilitem com a experimentação local, a definição de curvas de calibração de análise de solo para calagem e adubação com macro e micronutrientes, melhorar os tratamentos culturais e manejar adequadamente os solos, contribuindo com isto para o aumento da produtividade tendo como consequência imediata à revitalização da cultura na região.

## **ANEXOS**

## Anexo – A

Características químicas das amostras dos solos estudados na profundidade de 0-20 cm no município de Muritiba.

Propriedades	Local	P	S	MO	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	Na	H + Al	SB	CTC total	V
		mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>						mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%
<b>M1</b>	Aporá	35,60	7,60	12,68	4,18	2,70	10,77	5,79	1,10	27,50	20,36	47,86	42,54
<b>M2</b>	Baixa Pequena	61,30	26,00	15,50	5,81	6,60	47,45	27,46	1,20	13,30	82,71	96,01	86,15
<b>M3</b>	Caatinga Seca	43,20	5,80	7,05	4,56	1,60	19,04	6,41	0,90	18,60	27,95	46,55	60,04
<b>M4</b>	Caatinga Seca	52,90	6,60	12,68	4,35	2,80	16,85	7,11	0,90	27,80	27,66	55,46	49,87
<b>M5</b>	Canto do Outeiro	8,40	4,40	14,09	4,22	1,60	14,32	7,49	0,90	33,90	24,31	58,21	41,76
<b>M6</b>	Gravatá	15,80	7,20	8,46	4,84	3,80	16,57	5,81	0,90	16,20	27,08	43,28	62,57
<b>M7</b>	Laranjeiras	9,30	4,20	9,86	4,35	1,10	9,22	3,20	0,60	17,50	14,12	31,62	44,66
<b>M8</b>	Laranjeiras	14,00	4,00	9,86	5,28	2,60	14,90	7,44	0,80	13,40	25,74	39,14	65,76
<b>M9</b>	Mil Peixes	26,40	16,00	9,86	4,66	2,80	23,30	11,83	0,90	21,10	38,83	59,93	64,79
<b>M10</b>	Mil Peixes	52,90	20,60	9,86	4,00	1,80	13,23	5,65	0,60	32,50	21,28	53,78	39,57
<b>M11</b>	Mil Peixes	52,40	12,80	9,86	5,20	4,20	22,36	9,74	1,10	14,80	37,40	52,20	71,65
<b>M12</b>	Nova Vista	52,40	5,60	8,46	3,99	1,20	13,67	3,74	0,60	28,00	19,21	47,21	40,69
<b>M13</b>	Nova Vista	39,30	8,20	11,27	5,46	2,10	22,37	11,94	0,70	13,90	37,11	51,01	72,75
<b>M14</b>	Pau Ferro	20,20	5,40	12,68	4,34	2,10	14,09	6,90	0,80	26,30	23,89	50,19	47,60
<b>M15</b>	Pernambuco	4,50	4,40	7,05	4,53	0,60	10,91	5,77	0,70	17,30	17,98	35,28	50,96
<b>M16</b>	Pindobeira	24,00	14,20	12,68	5,89	3,80	34,09	19,18	0,90	11,30	57,97	69,27	83,69
<b>M17</b>	São José	44,50	7,00	11,27	5,90	3,40	41,33	11,85	1,00	10,60	57,58	68,18	84,45

### Anexo B

Características químicas das amostras dos solos estudados na profundidade de 0-20 cm no município de Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	P	S	MO	pH	K	Ca	Mg	Na	H + Al	SB	CTC Total	V
		mg dm <sup>-3</sup>		g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>								mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
<b>GM1</b>	Barroada	7,40	4,20	7.05	4,11	0,70	5,01	1,75	0,70	14,80	8,16	22,96	35,54
<b>GM2</b>	Barroada	13,90	5,20	4.23	5,56	1,80	18,33	8,88	0,70	10,20	29,71	39,91	74,44
<b>GM3</b>	Bomsucesso	32,70	3,40	11.27	4,90	3,00	17,98	7,13	0,80	16,90	28,91	45,81	63,11
<b>GM4</b>	Brejos	14,00	5,20	11.27	4,12	1,10	13,51	5,74	0,80	27,20	21,15	48,35	43,74
<b>GM5</b>	Brejos	13,10	4,40	12.68	4,50	1,00	14,41	6,75	0,70	20,50	22,86	43,36	52,72
<b>GM6</b>	Brejos	4,50	4,00	11.27	4,71	0,70	12,32	5,21	0,80	17,50	19,03	36,53	52,09
<b>GM7</b>	Carpina	12,00	6,80	14.09	4,54	1,70	21,32	7,93	0,80	23,00	31,75	54,75	57,99
<b>GM8</b>	Carpina	8,40	7,40	12.68	4,52	1,60	16,38	8,43	0,70	27,50	27,11	54,61	49,64
<b>GM9</b>	Lagoa da Rosa	22,90	3,20	14.09	4,44	1,90	19,54	7,41	0,90	23,70	29,75	53,45	55,66
<b>GM10</b>	Lagoa da Rosa	4,30	3,60	15.50	4,66	1,00	13,92	5,89	0,70	14,80	21,51	36,31	59,24
<b>GM11</b>	Lagoa da Rosa	4,90	3,20	9.86	4,33	0,50	11,62	4,44	0,50	20,90	17,06	37,96	44,94
<b>GM12</b>	Lagoa Redonda	14,00	4,00	11.27	4,44	1,50	14,37	6,60	0,60	24,20	23,07	47,27	48,80
<b>GM13</b>	Meio de Campo	6,70	6,60	16.91	4,13	0,80	14,08	6,15	0,90	31,80	21,93	53,73	40,82
<b>GM14</b>	Queimadas	38,50	7,00	9.86	5,06	0,80	21,82	4,79	0,60	12,30	28,01	40,31	69,49
<b>GM15</b>	Queimadas	5,10	2,80	9.86	5,16	0,50	11,64	4,30	0,50	10,30	16,94	27,24	62,19
<b>GM16</b>	Torto	16,40	15,80	7.05	5,50	1,60	17,55	7,09	0,50	10,30	26,74	37,04	72,19
<b>GM17</b>	Torto	66,50	3,40	7.05	4,68	1,20	14,77	2,53	0,50	12,90	19,00	31,90	59,56

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 1

Características químicas das amostras dos solos estudados na profundidade de 20-40 cm no município de Muritiba.

Propriedades	Local	P	S	MO	pH	K	Ca	Mg	Na	H + Al	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC Total	CTC Efetiva	V	m
		mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
<b>M1</b>	Aporá	6,90	8,00	11,27	3,85	1,00	4,98	2,10	0,50	28,90	16,00	8,58	37,48	24,58	22,89	65,09
<b>M2</b>	Baixa Pequena	12,20	14,80	12,68	4,41	4,10	14,37	10,33	0,70	27,50	8,50	29,50	57,00	38,00	51,75	22,37
<b>M3</b>	Caatinga Seca	2,90	6,00	7,05	3,93	0,90	6,89	2,52	0,70	28,60	13,00	11,01	39,61	24,01	27,80	54,14
<b>M4</b>	Caatinga Seca	16,00	6,40	8,46	3,85	1,80	7,39	2,41	0,70	38,90	16,00	12,30	51,20	28,30	24,02	56,54
<b>M5</b>	Canto do Outeiro	2,40	4,40	11,27	4,00	0,80	10,70	5,58	0,70	39,70	15,00	17,78	57,48	32,78	30,93	45,76
<b>M6</b>	Gravatá	8,30	9,40	8,46	4,29	2,60	12,17	3,67	0,60	19,40	8,50	19,04	38,44	27,54	49,53	30,86
<b>M7</b>	Laranjeiras	1,80	6,60	5,64	4,02	0,60	4,67	1,75	0,70	19,60	12,00	7,72	27,32	19,72	28,26	60,85
<b>M8</b>	Laranjeiras	3,00	7,60	7,05	4,11	1,00	6,12	3,09	0,60	18,00	10,00	10,81	28,81	20,81	37,52	48,05
<b>M9</b>	Mil Peixes	7,90	9,40	11,27	3,98	1,40	8,94	5,70	0,60	35,40	15,50	16,64	52,04	32,14	31,98	48,23
<b>M10</b>	Mil Peixes	18,50	12,00	9,86	3,92	1,10	8,56	2,98	0,50	30,50	16,50	13,14	43,64	29,64	30,11	55,67
<b>M11</b>	Mil Peixes	12,40	9,60	5,64	3,95	1,60	8,34	3,78	0,80	28,90	14,00	14,52	43,42	28,52	33,44	49,09
<b>M12</b>	Nova Vista	12,70	8,00	11,27	3,90	0,80	9,45	2,90	0,40	32,80	14,00	13,55	46,35	27,55	29,23	50,82
<b>M13</b>	Nova Vista	6,40	6,80	7,05	4,08	1,40	5,59	3,18	0,70	23,20	14,00	10,87	34,07	24,87	31,90	56,29
<b>M14</b>	Pau Ferro	7,90	5,40	8,46	3,94	1,20	7,24	3,02	0,60	32,50	16,50	12,06	44,56	28,56	27,06	57,77
<b>M15</b>	Pernambuco	1,70	2,60	9,86	4,05	0,20	4,91	2,70	0,50	25,00	15,50	8,31	33,31	23,81	24,95	65,10
<b>M16</b>	Pindobeira	4,00	11,00	9,86	4,23	1,70	9,86	6,22	0,70	26,30	11,50	18,48	44,78	29,98	41,27	38,36
<b>M17</b>	São José	15,40	3,60	4,23	4,70	2,50	16,94	6,00	0,70	16,40	4,00	26,14	42,54	30,14	61,45	13,27

## APÊNDICE 2

Características químicas das amostras dos solos estudados na profundidade de 20-40 cm no município de Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	P	S	MO	pH	K	Ca	Mg	Na	H + Al	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC Total	CTC Efetiva	V	m
		mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>										%
<b>GM1</b>	Barroada	2,60	3,60	8,46	3,99	0,30	2,64	1,04	0,30	16,10	11,00	4,28	20,38	15,28	21,00	71,99
<b>GM2</b>	Barroada	4,30	5,00	7,05	4,07	0,70	5,05	3,11	0,60	16,20	9,00	9,46	25,66	18,46	36,87	48,75
<b>GM3</b>	Bomsucesso	4,80	10,40	7,05	4,06	1,60	7,14	2,69	1,30	23,20	12,50	12,73	35,93	25,23	35,43	49,54
<b>GM4</b>	Brejos	3,10	5,60	7,05	3,92	0,50	8,49	3,60	0,60	31,80	14,00	13,19	44,99	27,19	29,32	51,49
<b>GM5</b>	Brejos	3,30	3,60	7,05	3,85	0,50	6,70	3,11	0,60	32,50	16,00	10,91	43,41	26,91	25,13	59,46
<b>GM6</b>	Brejos	2,00	4,00	8,46	4,14	0,20	5,38	3,01	0,40	23,70	13,50	8,99	32,69	22,49	27,50	60,03
<b>GM7</b>	Carpina	3,50	6,00	9,86	4,09	0,90	10,33	5,07	0,60	27,50	12,50	16,90	44,40	29,40	38,06	42,52
<b>GM8</b>	Carpina	2,60	9,20	11,27	4,02	0,80	9,03	4,58	0,60	32,80	14,00	15,01	47,81	29,01	31,40	48,26
<b>GM9</b>	Lagoa da Rosa	9,70	4,00	11,27	4,00	0,90	10,31	4,09	0,70	33,50	15,00	16,00	49,50	31,00	32,32	48,39
<b>GM10</b>	Lagoa da Rosa	1,80	4,20	7,05	3,98	0,40	4,42	2,45	0,60	23,70	13,50	7,87	31,57	21,37	24,93	63,17
<b>GM11</b>	Lagoa da Rosa	1,70	3,20	8,46	4,08	0,20	5,89	2,94	0,40	24,70	14,50	9,43	34,13	23,93	27,63	60,59
<b>GM12</b>	Lagoa Redonda	2,60	5,60	9,86	4,11	0,60	9,99	5,06	0,50	27,50	12,00	16,15	43,65	28,15	37,00	42,63
<b>GM13</b>	Meio de Campo	1,90	6,40	12,68	3,86	0,40	7,27	2,68	0,60	38,10	16,50	10,95	49,05	27,45	22,32	60,11
<b>GM14</b>	Queimadas	18,30	2,60	12,68	4,31	0,40	9,61	2,16	0,60	17,10	9,00	12,77	29,87	21,77	42,75	41,34
<b>GM15</b>	Queimadas	2,10	2,80	8,46	4,25	0,30	4,71	2,13	0,50	14,00	9,00	7,64	21,64	16,64	35,30	54,09
<b>GM16</b>	Torto	2,10	5,60	5,64	4,31	0,60	9,37	4,27	0,30	14,40	8,50	14,54	28,94	23,04	50,24	36,89
<b>GM17</b>	Torto	48,40	4,80	7,05	4,50	1,20	9,45	1,97	0,50	13,30	7,50	13,12	26,42	20,62	49,66	36,37

## APÊNDICE 3

Teores de micronutrientes nas amostras dos solos estudados na profundidade de 0 – 20 cm, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg dm <sup>-3</sup>			
M1	Aporá	0.27	89,90	2.30	0.79
M2	Baixa Pequena	0.33	65,60	2.61	1.54
M3	Caatinga Seca	0.77	66,30	3.89	1.85
M4	Caatinga Seca	0.39	40,50	3.61	1.70
M5	Canto do Outeiro	0.29	110,00	1.56	1.39
M6	Gravatá	0.35	40,50	3,99	1,25
M7	Laranjeiras	0.69	33,00	8.70	2.04
M8	Laranjeiras	0.73	25,30	6.92	1.44
M9	Mil Peixes	0.35	87,30	2.35	0.81
M10	Mil Peixes	0.31	109,60	1.86	1.01
M11	Mil Peixes	0.33	58,40	1.79	1.17
M12	Nova Vista	0.28	103,50	1.95	0.77
M13	Nova Vista	0.34	58,20	1.26	1.34
M14	Pau Ferro	0.56	111,00	2.20	1.07
M15	Pernambuco	0.32	63,10	2.40	0.95
M16	Pindobeira	0.19	33,20	2.24	0.54
M17	São José	0.30	22,00	3.70	1.71
GM1	Barroada	0.29	38,40	4.60	0.95
GM2	Barroada	0.40	20,70	2.64	1.65
GM3	Bomsucesso	0,84	48,10	4,31	2,68
GM4	Brejos	0.37	88,70	3.43	1.35
GM5	Brejos	0.48	88,30	1.65	0.96
GM6	Brejos	0.36	66,10	2.37	1.23
GM7	Carpina	0.49	73,70	3.50	1.54
GM8	Carpina	0.48	95,50	2.10	1.20
GM9	Lagoa da Rosa	0.45	96,30	3.17	2.46
GM10	Lagoa da Rosa	0.27	45,30	3.04	1.51
GM11	Lagoa da Rosa	0.30	54,70	2.43	0.34
GM12	Lagoa Redonda	0.32	84,40	2.04	1.04
GM13	Meio de Campo	0,31	119,90	2,00	0,43
GM14	Queimadas	0.54	29,00	2.51	1.98
GM15	Queimadas	0.22	26,30	1.50	5.05
GM16	Torto	0.22	21,80	2.39	1.28
GM17	Torto	0.41	31,40	3.06	2.01

## APÊNDICE 4

Teores de micronutrientes nas amostras dos solos estudados na profundidade de 20 – 40 cm, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg dm <sup>-3</sup>			
M1	Aporá	0.16	89,90	1.08	0.46
M2	Baixa Pequena	0.32	112,10	1.25	0.71
M3	Caatinga Seca	0.21	71,90	1.10	0.41
M4	Caatinga Seca	0.22	46,20	1.45	0.60
M5	Canto do Outeiro	0.18	103,30	0.68	4.10
M6	Gravatá	0,30	46,40	3,56	0,84
M7	Laranjeiras	0.39	19,50	2.54	0.39
M8	Laranjeiras	0.61	22,20	3.36	0.75
M9	Mil Peixes	0.33	119,10	1.26	0.34
M10	Mil Peixes	0.29	116,40	1.14	0.50
M11	Mil Peixes	0.30	88,60	1.01	0.72
M12	Nova Vista	0.25	105,10	1.28	0.40
M13	Nova Vista	0.41	83,70	0.62	0.48
M14	Pau Ferro	0.61	111,70	1.09	0.74
M15	Pernambuco	0.20	73,90	0.55	0.26
M16	Pindobeira	0.17	61,20	1.21	0.26
M17	São José	0.31	52,90	1.90	0.58
GM1	Barroada	0.20	37,20	1.64	0.65
GM2	Barroada	0.27	42,00	1.36	0.61
GM3	Bomsucesso	0,19	45,80	1,01	0,38
GM4	Brejos	0.19	91,50	1.13	0.63
GM5	Brejos	0.31	101,80	1.04	0.45
GM6	Brejos	0.27	64,40	0.70	0.44
GM7	Carpina	0.23	74,10	0.91	0.39
GM8	Carpina	0.28	88,40	0.77	0.48
GM9	Lagoa da Rosa	0.30	100,50	1.06	2.33
GM10	Lagoa da Rosa	0.20	63,60	0.98	0.49
GM11	Lagoa da Rosa	0.17	57,20	0.86	0.48
GM12	Lagoa Redonda	0.19	68,30	0.93	0.55
GM13	Meio de Campo	0,20	108,30	0,50	0,17
GM14	Queimadas	0.27	47,00	0.78	0.39
GM15	Queimadas	0.23	39,80	1.30	7,70
GM16	Torto	0.16	35,50	0.79	0.44
GM17	Torto	0.34	39,70	2.29	2.04

## APÊNDICE 5

Análises granulométricas das amostras dos solos na profundidade de 0–20 cm, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	Argila	Silte	Areia	Grau de floculação	Textura
		%				
<b>M1</b>	Aporá	17,60	12,70	69,70	54,40	média
<b>M2</b>	Baixa Pequena	27,00	12,40	60,60	41,70	média
<b>M3</b>	Caatinga Seca	17,40	6,80	75,80	15,80	média
<b>M4</b>	Caatinga Seca	24,60	7,70	67,70	28,90	média
<b>M5</b>	Canto do Outeiro	32,10	7,40	60,50	53,50	média
<b>M6</b>	Gravatá	24,40	4,60	71,00	24,00	média
<b>M7</b>	Laranjeiras	21,40	6,90	71,70	63,70	média
<b>M8</b>	Laranjeiras	20,10	8,90	71,00	60,90	média
<b>M9</b>	Mil Peixes	23,50	12,90	63,60	94,10	média
<b>M10</b>	Mil Peixes	21,80	15,40	62,80	96,50	média
<b>M11</b>	Mil Peixes	18,40	8,00	73,60	33,50	média
<b>M12</b>	Nova Vista	11,40	18,00	70,60	88,30	média
<b>M13</b>	Nova Vista	16,00	8,40	75,60	51,20	média
<b>M14</b>	Pau Ferro	23,80	11,70	64,50	37,60	média
<b>M15</b>	Pernambuco	10,60	12,30	77,10	73,60	média
<b>M16</b>	Pindobeira	15,80	18,80	65,40	88,60	média
<b>M17</b>	São José	8,20	10,80	81,00	84,80	arenosa
<b>GM1</b>	Barroada	14,20	2,50	83,30	40,50	arenosa
<b>GM2</b>	Barroada	14,20	3,30	82,50	34,20	arenosa
<b>GM3</b>	Bomsucesso	25,20	4,80	69,90	23,20	média
<b>GM4</b>	Brejos	27,50	3,70	68,80	41,00	média
<b>GM5</b>	Brejos	21,70	6,80	71,50	32,00	média
<b>GM6</b>	Brejos	18,30	4,40	77,30	58,10	média
<b>GM7</b>	Carpina	22,20	7,50	70,30	92,00	média
<b>GM8</b>	Carpina	27,50	8,60	63,90	83,30	média
<b>GM9</b>	Lagoa da Rosa	26,30	3,90	69,70	35,30	média
<b>GM10</b>	Lagoa da Rosa	11,20	6,20	82,50	34,10	arenosa
<b>GM11</b>	Lagoa da Rosa	16,90	4,70	78,30	54,00	média
<b>GM12</b>	Lagoa Redonda	23,50	9,10	67,40	75,60	média
<b>GM13</b>	Meio de Campo	29,30	2,10	68,60	42,20	média
<b>GM14</b>	Queimadas	13,40	5,00	81,50	27,20	arenosa
<b>GM15</b>	Queimadas	11,90	3,60	84,50	42,80	arenosa
<b>GM16</b>	Torto	13,00	3,30	83,70	46,00	arenosa
<b>GM17</b>	Torto	6,20	9,60	84,20	70,70	arenosa

## APÊNDICE 6

Análises granulométricas das amostras dos solos na profundidade de 20 – 40 cm, nos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	Argila	Silte	Areia	Grau de floculação	Textura
<b>M1</b>	Aporá	19,10	10,90	70,00	93,70	média
<b>M2</b>	Baixa Pequena	30,90	11,70	57,40	96,10	média
<b>M3</b>	Caatinga Seca	24,60	6,80	68,60	94,10	média
<b>M4</b>	Caatinga Seca	28,60	8,20	63,20	94,50	média
<b>M5</b>	Canto do Outeiro	36,60	8,70	54,60	95,00	argilosa
<b>M6</b>	Gravatá	23,70	9,10	67,20	88,30	média
<b>M7</b>	Laranjeiras	26,60	9,80	63,60	93,10	média
<b>M8</b>	Laranjeiras	25,00	11,00	64,00	94,10	média
<b>M9</b>	Mil Peixes	27,20	11,50	61,30	94,40	média
<b>M10</b>	Mil Peixes	24,40	11,80	63,80	93,50	média
<b>M11</b>	Mil Peixes	21,60	10,40	68,00	89,20	média
<b>M12</b>	Nova Vista	23,60	8,20	68,20	95,80	média
<b>M13</b>	Nova Vista	19,80	11,90	68,30	87,10	média
<b>M14</b>	Pau Ferro	29,00	11,10	59,90	93,80	média
<b>M15</b>	Pernambuco	20,40	10,80	68,80	92,50	média
<b>M16</b>	Pindobeira	25,70	11,60	62,70	93,40	média
<b>M17</b>	São José	19,20	9,50	71,30	94,10	média
<b>GM1</b>	Barroada	12,00	7,40	8,60	84,40	arenosa
<b>GM2</b>	Barroada	14,00	8,40	77,50	91,30	arenosa
<b>GM3</b>	Bomsucesso	28,40	11,50	60,10	90,90	média
<b>GM4</b>	Brejos	31,10	4,50	64,40	87,20	média
<b>GM5</b>	Brejos	23,90	9,60	66,50	92,20	média
<b>GM6</b>	Brejos	20,50	6,70	72,80	88,30	média
<b>GM7</b>	Carpina	25,40	7,60	67,00	93,60	média
<b>GM8</b>	Carpina	30,70	9,20	60,00	90,70	média
<b>GM9</b>	Lagoa da Rosa	31,80	5,20	63,00	92,70	média
<b>GM10</b>	Lagoa da Rosa	17,00	7,00	76,00	85,50	média
<b>GM11</b>	Lagoa da Rosa	17,50	7,00	77,50	78,80	média
<b>GM12</b>	Lagoa Redonda	28,20	8,60	63,20	93,40	média
<b>GM13</b>	Meio de Campo	31,10	1,50	67,40	87,90	média
<b>GM14</b>	Queimadas	17,20	4,80	78,00	90,60	média
<b>GM15</b>	Queimadas	12,80	5,00	82,80	90,10	arenosa
<b>GM16</b>	Torto	13,20	5,40	81,40	88,40	arenosa
<b>GM17</b>	Torto	10,10	6,10	83,80	71,50	arenosa

## APÊNDICE 7

Teores de macronutrientes nas folhas de laranjeira 'Pêra' nos pomares dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>M1</b>	Aporá	25,83	1,30	17,08	24,64	4,55	2,66
<b>M2</b>	Baixa Pequena	28,38	1,20	17,00	21,81	4,61	2,55
<b>M3</b>	Caatinga Seca	26,66	1,30	16,50	23,38	3,35	2,44
<b>M4</b>	Caatinga Seca	26,47	1,26	15,92	25,07	3,61	2,43
<b>M5</b>	Canto do Outeiro	26,64	1,20	11,42	26,83	6,72	2,51
<b>M6</b>	Gravatá	28,89	1,31	16,77	27,12	2,72	2,88
<b>M7</b>	Laranjeiras	26,73	1,27	13,13	24,60	3,35	2,54
<b>M8</b>	Laranjeiras	28,56	1,38	15,65	25,57	3,86	2,89
<b>M9</b>	Mil Peixe	25,01	1,21	14,34	29,60	5,43	3,07
<b>M10</b>	Mil Peixe	25,86	1,23	15,38	25,58	5,02	2,61
<b>M11</b>	Mil Peixe	25,17	1,32	15,29	22,41	4,94	2,47
<b>M12</b>	Nova Vista	26,66	1,22	11,38	29,16	5,61	2,48
<b>M13</b>	Nova Vista	27,48	1,44	14,48	24,56	6,58	2,77
<b>M14</b>	Pau Ferro	27,49	1,27	16,23	24,47	4,35	2,65
<b>M15</b>	Pernambuco	28,98	1,28	10,84	27,11	5,29	2,65
<b>M16</b>	Pindobeira	26,71	1,22	15,83	26,44	5,91	2,65
<b>M17</b>	São José	26,09	1,32	18,16	24,59	3,30	2,57
<b>GM1</b>	Barroada	27,85	1,23	11,87	24,84	3,49	2,70
<b>GM2</b>	Barroada	25,99	1,51	14,89	24,37	5,14	2,61
<b>GM3</b>	Bomsucesso	27,03	1,47	15,83	24,30	3,16	2,70
<b>GM4</b>	Brejos	24,96	1,13	9,49	31,51	5,61	2,35
<b>GM5</b>	Brejos	24,71	1,58	14,30	24,29	6,91	2,24
<b>GM6</b>	Brejos	25,50	1,41	11,20	29,91	6,31	2,47
<b>GM7</b>	Carpina	24,69	1,59	14,39	31,35	6,12	2,96
<b>GM8</b>	Carpina	24,93	1,42	14,17	29,21	6,09	2,75
<b>GM9</b>	Lagoa da Rosa	26,11	1,21	13,99	26,08	4,19	2,56
<b>GM10</b>	Lagoa da Rosa	25,54	1,31	14,48	24,10	5,64	2,55
<b>GM11</b>	Lagoa da Rosa	26,27	1,18	8,72	30,07	6,82	2,51
<b>GM12</b>	Lagoa Redonda	25,61	1,40	12,64	32,57	6,62	2,80
<b>GM13</b>	Meio de Campo	24,59	1,11	7,51	39,90	6,74	2,32
<b>GM14</b>	Queimadas	24,28	1,19	14,53	39,44	3,04	2,57
<b>GM15</b>	Queimadas	23,60	1,14	11,02	34,54	4,06	2,70
<b>GM16</b>	Torto	28,24	1,10	14,03	30,31	3,59	2,64
<b>GM17</b>	Torto	24,13	1,43	13,99	39,41	4,35	3,43

## APÊNDICE 8

Teores de micronutrientes nas folhas de laranja 'Pêra' nos pomares dos municípios de Muritiba e Governador Mangabeira.

Propriedades	Local	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg kg <sup>-1</sup>			
<b>M1</b>	Aporá	10,29	109,38	21,57	17,31
<b>M2</b>	Baixa Pequena	10,09	142,56	13,97	14,19
<b>M3</b>	Caatinga Seca	12,67	78,70	17,69	15,50
<b>M4</b>	Caatinga Seca	13,54	47,01	16,07	18,39
<b>M5</b>	Canto do Outeiro	13,02	127,59	14,63	16,30
<b>M6</b>	Gravatá	11,46	73,89	31,89	17,93
<b>M7</b>	Laranjeiras	11,89	69,19	24,35	17,11
<b>M8</b>	Laranjeiras	11,50	83,12	29,03	14,56
<b>M9</b>	Mil Peixe	21,34	176,72	18,88	18,29
<b>M10</b>	Mil Peixe	13,39	128,04	16,74	16,02
<b>M11</b>	Mil Peixe	11,99	117,46	13,65	17,83
<b>M12</b>	Nova Vista	12,38	88,41	14,73	13,89
<b>M13</b>	Nova Vista	10,24	79,75	15,37	15,47
<b>M14</b>	Pau Ferro	13,77	112,25	16,11	14,40
<b>M15</b>	Pernambuco	14,87	115,89	13,37	15,99
<b>M16</b>	Pindobeira	13,65	124,39	18,28	18,41
<b>M17</b>	São José	12,29	104,74	13,12	13,84
<b>GM1</b>	Barroada	13,38	102,20	17,54	16,94
<b>GM2</b>	Barroada	10,28	73,89	15,91	18,78
<b>GM3</b>	Bomsucesso	8,89	77,06	17,33	15,32
<b>GM4</b>	Brejos	10,72	93,63	14,49	15,06
<b>GM5</b>	Brejos	9,83	72,73	15,04	20,76
<b>GM6</b>	Brejos	11,83	71,10	15,06	22,53
<b>GM7</b>	Carpina	9,94	64,86	20,39	17,27
<b>GM8</b>	Carpina	11,09	63,97	23,23	19,76
<b>GM9</b>	Lagoa da Rosa	11,12	74,24	16,65	20,34
<b>GM10</b>	Lagoa da Rosa	13,01	74,57	13,72	18,54
<b>GM11</b>	Lagoa da Rosa	12,68	64,81	10,10	15,33
<b>GM12</b>	Lagoa Redonda	10,10	75,32	18,21	14,56
<b>GM13</b>	Meio de Campo	13,10	76,45	14,29	14,77
<b>GM14</b>	Queimadas	10,33	90,42	18,94	18,06
<b>GM15</b>	Queimadas	13,47	92,59	10,53	19,16
<b>GM16</b>	Torto	16,82	84,17	21,48	21,05
<b>GM17</b>	Torto	7,05	94,72	30,29	16,18



