

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS
CAMPUS MUZAMBINHO
Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura**

Luiz Fernando Magalhães Bernini

**Perfil da fertilidade dos solos da área de abrangência do
laboratório de solos do IFSMG - Campus Muzambinho no
ano de 2008**

Muzambinho
2009

Luiz Fernando Magalhães Bernini

**Perfil da fertilidade dos solos da área de abrangência do
laboratório de solos do IFSMG - Campus Muzambinho no
ano de 2008**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Cafeicultura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho, como requisito parcial a obtenção do grau de Tecnólogo em Cafeicultura.

Orientador: Prof. D.sc. Felipe Campos Figueiredo

COMISSÃO EXAMINADORA

Felipe Campos Figueiredo

José Marcos Angélico de Mendonça

Luís Augusto Gratieri

Muzambinho, 17 de dezembro de 2009.

AGRADECIMENTOS

Principalmente a Jeová pela força concedida a cada dia de vida.

A minha família pelo apoio durante o curso e toda minha vida.

Ao professor Dr. Felipe Campos Figueiredo pela paciência e orientação no desenvolvimento do trabalho.

Ao IFSMG – Campus Muzambinho pelos dados cedidos para a realização da pesquisa.

A todos, que de uma forma ou de outra ajudaram na execução deste trabalho.

“O que importa não é acrescentar anos à sua vida, mas sim vida aos seus anos”
Alex - Carril

Bernini, Luiz Fernando Magalhães. **Perfil da fertilidade dos solos da área de abrangência do laboratório de solos do IFSMG - Campus Muzambinho no ano de 2008**. 2009. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho, Muzambinho 2009.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento do perfil da fertilidade dos solos do Sul de Minas Gerais. Classificando as análises desses solos em baixa, adequado e alta fertilidade a partir das amostras recebidas pelo laboratório de solos e tecido vegetal, Dr. Antero Veríssimo Costa do IFSMG – Campus Muzambinho no ano de 2008. Foram analisadas 3112 amostras provenientes de 47 municípios. O trabalho foi desenvolvido priorizando os municípios de abrangência do laboratório, onde a cultura do café é extremamente importante. Os solos na sua maioria são ácidos com saturação por bases, Ca, K, relação Ca/Mg e P baixos, porém com P-rem alto. O Al e o (m%) não são limitantes.. O B é o micronutriente mais limitante A análise de enxofre (SO_4^{-2}) é pouco requisitado e apenas os municípios de Cabo Verde, Muzambinho e Juruia possuem amostras contendo este nutriente, que por sua vez, possuem teores altos na maioria dos solos. O B é o micronutriente mais limitante, ao contrário dos micronutrientes catiônicos que possuem teores altos na maior parte das amostras.

Palavras-chave: Análise química, amostras, municípios, café.

Bernini, Luiz Fernando Magalhães. **Soil fertility profile of soil laboratory coverage area of IFSMG Campus Muzambinho in 2008**. 2009. 32 p. Conclusion of Course - Federal Institute of Education, Science and Technology in southern Minas Gerais - Campus Muzambinho, Muzambinho, 2009.

ABSTRACT

The objective this study was to survey the profile of soil fertility in southern Minas Gerais. Ranking analysis of these soils in low, adequate and high fertility from the samples received by the laboratory of soil and plant tissue, Dr. Antero Veríssimo Costa IFSMG - Campus Muzambinho in 2008. Were analyzed 3112 samples from 47 municipalities. The work was giving priority to cities of laboratory coverage area, where the coffee culture is extremely important. The results of samples have the following characteristics: acid soils with low levels of P and B and high levels of Fe Cu. The soils are mostly acidic with saturation, Ca and K and Ca / Mg levels. Al and (m%) are not limiting, the most critical situation is related to low levels of P and high levels of P-rem. O B is the most limiting nutrient analysis of sulfur (SO_4^{-2}) is not required and only the cities of Cabo Verde, Muzambinho and Juruaia have samples containing this nutrient, which in turn have higher levels in most soils. O B is most limiting nutrient, unlike cationic micronutrients that have high levels in most samples.

Keywords: chemical analysis, samples, municipalities, coffee

Sumário

2. JUSTIFICATIVA.....	9
3. OBJETIVO GERAL.....	10
3.1 Objetivos Específicos.....	10
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
4.1 Amostras de solo.....	11
4.1.1 Áreas de amostragem.....	11
4.1.2 Local e profundidade.....	12
4.1.3 Procedimentos na amostragem.....	12
4.2 Nutrientes.....	12
4.2.1 Macronutrientes.....	13
4.2.1.1 Fósforo (P).....	13
4.2.1.2 Potássio (K).....	13
4.2.1.3 Cálcio (Ca).....	14
4.2.1.4 Magnésio (Mg).....	14
4.2.1.5 Enxofre (S).....	15
4.2.1.6 Nitrogênio (N).....	15
4.2.2 Micronutrientes.....	16
4.2.2.1 Boro (B).....	16
4.2.2.2 Zinco (Zn).....	17
4.2.2.3 Cobre (Cu).....	17
4.2.2.4 Manganês (Mn).....	18
4.2.2.5 Ferro (Fe).....	18
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1 Coleta dos dados.....	19
5.2 Formas de Avaliação.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
7. CONCLUSÃO.....	29
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
9. REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

Para saber o quanto o solo é capaz de fornecer nutrientes para as plantas é preciso recorrer à análise química.

O Estado de Minas Gerais, por meio de sua Comissão de Fertilidade do Solo (CFSEMG), está integrado, desde 1965, ao Programa Nacional de Fertilidade do Solo. A partir de 1987, foi criado o Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solos de Minas Gerais (PROFERT-MG). O PROFERT-MG integra cerca de 50 laboratórios, públicos e privados, dos quais cerca de 40 localizam-se no Estado de Minas Gerais.

No laboratório de solos e tecido vegetal integrado ao PROFERT-MG Dr. Antero Veríssimo Costa do IFSMG – Campus Muzambinho, foi coletado resultados de análise de solos do ano de 2008. Foram analisadas 3112 amostras provenientes de 47 municípios.

O trabalho tem o objetivo de traçar o perfil de fertilidade dos 10 principais municípios de abrangência do laboratório para a região cafeeira, identificar os elementos mais limitantes e mais excessivos e propor medidas para o ajuste da fertilidade.

2. JUSTIFICATIVA

Percebendo – se o perfil de classificação dos elementos de fertilidade dos solos de uma região, é possível propor medidas para o ajuste de manejo da fertilidade de forma geral, e até como, direcionada a uma micro região específica.

3. OBJETIVO GERAL

- Traçar o perfil da fertilidade dos principais municípios de abrangência do laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho.

3.1 Objetivos Específicos

- Identificar quais os elementos de fertilidade mais limitantes e os mais excessivos ao cafeeiro.
- Propor medidas de manejo para correção dos elementos em desequilíbrio para direcionamento das atividades de assistência técnica em cafeicultura.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Amostragens de solo

A amostragem de solos para a avaliação da fertilidade é o processo mais crítico de toda a análise química de solos, visto que apenas uma pequena porção de terra irá representar alguns hectares (ha), e não a como se corrigir uma amostragem mal feita, após a chegada da terra ao laboratório ou já de posse dos resultados obtidos após a análise.

Para uma amostragem criteriosa, necessita-se da observação não só do sistema agropecuário em uso, mas também de princípios relacionados com a seleção da área para a amostragem e com a coleta das amostras (CFSEMG, 1999).

4.1.1 Áreas de amostragem

Não se recomenda considerar como área homogênea uma área superior a 10 ha, onde a propriedade ou a área a ser amostrada deverá ser subdividida em glebas ou talhões homogêneos (CFSEMG, 1999).

Desta forma, levam-se em conta a vegetação, a posição topográfica (topo do morro, meia encosta, baixada, etc.), as características perceptíveis do solo (cor, textura, condição de drenagem, etc.) e o histórico da área (cultura atual e anterior, produtividade observada, uso de fertilizantes e de corretivos, etc.). Em áreas de cultura perene, devem-se considerar na estratificação as variações de cultivar, idade das plantas, características do sistema de produção e, principalmente, a produtividade.

Para cada propriedade deve-se fazer um croqui ou mapa com as áreas homogêneas, que deve ser guardado junto com os resultados da análise de solo, para posteriores acompanhamentos da evolução da fertilidade do solo com o tempo (RAIJ, 1985).

Após Alguns anos de manejo, pode ser elaborado um acompanhamento das variações nas características do solo de forma direcionada, percebendo-se detalhes que podem passar despercebidos em análises mais abrangentes.

Segundo Raij (1991), é consenso que cada amostra composta, para uma

mesma profundidade, deve ser obtida a partir da mistura de 15 a 20 amostras simples, de uma gleba homogênea.

4.1.2 Local e profundidade

Para áreas novas, principalmente quando se pretende a implantação de culturas perenes, como o café, recomenda-se coletar as amostras simples nas camadas de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm (CFSEMG, 1999).

Para as culturas perenes já instaladas, como o cafeeiro ainda se encontra recomendações diferentes quanto ao local de amostragem. Para cafeeiros e pomares implantados de citros a retirada, em cada área homogênea, é de 20 submostras no meio da faixa adubada, na profundidade de 0-20 cm e 20 submostras, no mesmo local, nas profundidades de 20-40 cm.

Segundo Quaggio (1994), recomenda que a amostragem somente na projeção da copa das plantas perenes seja revisada, pois, pelo menos para o citros, este local não representa o ambiente radicular.

4.1.3 Procedimentos na amostragem

As análises de solos devem ser repetida em intervalos que podem variar de um a quatro anos (RAIJ, 1985).

De acordo com o mesmo autor tanto em culturais anuais quanto perenes em fase de produção, o agricultor deve considerar a análise de solo como pratica a ser feita anualmente, para um melhor planejamento de praticas cultural a serem empregadas em sua propriedade.

Para se realizar a amostragem o local deve ser limpo, não deixando restos de plantas, utilizarem equipamentos apropriados para a coleta das amostras, tais como trados e sondas. Deve-se realizar caminhamento em zig-zag até limitar a área homogênea, coletando no mínimo 20 amostras simples para fazer uma composta.

Após a homogeneização, das amostras retirar de 200 a 300 g de terra que será enviada ao laboratório, devidamente identificada (CFSEMG, 1999).

4.2 Nutrientes

Os nutrientes disponíveis para as plantas estão nas formas solúveis na

solução do solo, e grande parte deles está adsorvido aos colóides, ou na fase mineral ou orgânica, como elemento lentamente disponível (SENGIK, 2005).

Para um diagnóstico da fertilidade do solo é necessário conhecer: a disponibilidade de macro e micronutrientes, saber quem são, e a relação entre os nutrientes e as condições de acidez do meio.

4.2.1 Macronutrientes

4.2.1.1 Fósforo (P)

O fósforo é um macronutriente exigido em menor quantidade pela planta, não obstante trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil.

Essa situação se explica pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros, e também por que o elemento tem forte interação com o solo.

Existe um mecanismo nos solos, principalmente naqueles mais intemperizados, de promover uma “economia” de P, que será tanto maior quanto menor for a quantidade desse elemento no solo (NOVAIS et al., 2007).

Para solos mais argilosos, o P encontra uma resistência maior para ir de um lugar para outro. Isso é conhecido como “poder tampão do solo”. Esse sistema de reservatório funciona como um regulador de excesso e escassez, sendo mais rigoroso ainda em solos bastante intemperizados, onde o P passa mais rapidamente da forma lábil para não-lábil (forma não prontamente disponível), fenômeno conhecido como fixação de P.

Segundo Sengik (2005), a quantidade total de fósforo (P) no solo é elevada (0,08%), mas somente pequenas quantidades de fósforo estão presentes na solução do solo, em geral menos de 6 mg dm^{-3} . O fósforo em solução tende a passar a forma lábil e esta para a forma não lábil no solo.

4.2.1.2 Potássio (K)

O K está presente no solo em quatro formas: (a) componente estrutural de minerais primários, como micas e feldspatos potássicos e somente disponíveis quando estes minerais estão decompostos; (b) preso temporariamente entre as

camadas de argilas expansíveis, como illita e montmorilonita; (c) K trocável, facilmente extraível por um sal neutro, como acetato de amônia e; (d) pequena quantidade solúvel presente na solução do solo (RITCHEY, 1982).

As formas trocáveis e da solução do solo, são prontamente disponíveis para as plantas, sendo aquelas normalmente extraídas e medidas pela maioria dos métodos de análise de solo para K “disponível”. Essas formas de K são importantes para as culturas desenvolvidas em solos altamente intemperizados, normalmente pobres em argilas expansivas, contendo quantidades muito limitadas de minerais de K sujeitos a decomposição (POTAFÓS, 1990).

4.1.2.3 Cálcio (Ca)

O cálcio é um nutriente consumido em quantidade muito variadas, em diferentes culturas, dentro dos limites de cerca de 10 até 200 kg/ha de Ca. Um aspecto importante diz respeito às raízes das plantas necessitarem de cálcio no próprio ambiente de absorção de água e nutrientes, para a sua sobrevivência. Isso porque as plantas não translocam o elemento pelo floema até as raízes. Um aspecto prático muito importante decorre desse fato, é a impossibilidade de raízes penetrarem em subsolos deficientes em cálcio (RITCHEY, 1982).

As principais fontes de cálcio para o solo são os minerais das rochas sedimentares, eruptivas e metamórficas (BOYER, 1978 citado por MALAVOLTA 2006).

A quantidade de Ca na matéria orgânica, da qual pode sair no processo de mineralização, varia em função do material da origem da mesma, das condições de clima e das práticas culturais. Pode ocorrer como quelados, complexos ou simples adsorvidos (KONONOVA, 1975 citado por MALAVOLTA 2006).

4.1.2.4 Magnésio (Mg)

A principal fonte de Mg nas condições naturais são as rochas eruptivas, sedimentares e metamórficas. Não havendo, necessariamente, uma relação direta entre teor de Mg na rocha-mãe e o solo que a originou (MALAVOLTA, 2006).

A reciclagem do Mg na serrapilheira ou restos vegetais não significa uma

adição líquida, mas uma contribuição para a manutenção do nível do elemento no solo. Naturalmente, a adição na camada superficial ocorre quando as raízes exploram camadas mais profundas do perfil e levam o Mg para a parte aérea, da qual os elementos passam à superfície (MALAVOLTA, 2006).

O Mg representa 95% das bases do complexo de troca. Os cátions alcalino-terrosos, como Ca^{++} e Mg^{++} , têm menor mobilidade no solo que os alcalinos (k^+ e Na^+). O Mg é deslocado mais facilmente que o Ca (MALAVOLTA, 2006).

4.1.2.5 Enxofre (S)

O S deixou de ser um elemento renegado no Brasil, a partir de 1950 quando Eurípedes Malavolta escreveu sua tese de livre Docência na ESALQ-USP, inspirada na visão de José de Mello Moraes, Catedrático de Química Agrícola e Diretor da ESALQ. Foram feitas as primeiras análises sistemáticas de S nos solos e nas plantas e estudados outros aspectos como, por exemplo, o efeito do ácido sulfúrico produzido no solo por oxidação microbiana do S elementar na solubilização da apatita (MALAVOLTA, 2006).

Estima-se que o S é o 9º elemento mais abundante no planeta. O S nativo ou livre encontra-se principalmente em depósitos vulcânicos sedimentares. O S está nos solos nas formas inorgânicas e orgânicas. Na solução do solo, o S está presente como íon sulfato (SO_4^{-2}). As formas mais comuns de S nas rochas são sulfetos metálicos (Fe, Pb, Mn, Ni, Cu) contidos nas plutônicas. Com a intemperização ocorre a oxidação dos sulfetos a sulfatos, ocasionado pela atividade microbiana. Nas regiões áridas o S pode ser concentrado como sais solúveis e insolúveis de Ca e Na ou reduzidos a sulfeto e sulfito. Com muita chuva pode haver lixiviação e condução até sedimentos marinhos (RICHE, 1960 citado por MALAVOLTA, 2006).

4.2.1.6 Nitrogênio (N)

Geralmente o N é responsável por 5% da matéria orgânica do solo. Cerca de 98% está na forma orgânica, distribuída entre alfa aminica (24 – 37%), ácidos nucléicos e amino açúcares (3 – 10%) e produtos de condensação ou complexos com lignina (40 – 50%). Na forma mineral está, amônia, nitrito e nitrato correspondendo aos 2% restantes (MALAVOLTA, 2006).

Segundo Sengik (2005) há uma relação íntima entre a mineralização da matéria orgânica do solo e o N disponível para as plantas. Em geral, cerca de 20 a 30 Kg de nitrogênio por hectare são liberados para cada 1% de matéria orgânica mineralizada do solo.

As transformações das formas de NH_4^+ para NO_3^- são feitas por bactérias dos gêneros nitrobacter e nitrossomonas. O nitrogênio disponível para as plantas pode ser adsorvido aos colóides, lixiviado, perdido na forma gasosa ou absorvido pelas plantas (SENGIK, 2005).

4.2.2 Micronutrientes

A quantidade e a disponibilidade de micronutrientes para as plantas dependem muito da mineralogia das rochas que dão origem aos solos, havendo íntima correlação entre o teor de argila e o conteúdo de micronutrientes, (SENGIK, 2005).

Solos com baixos teores de argila, ácidos e com baixo teor de matéria orgânica são potencialmente deficientes em micronutrientes, (SENGIK, 2005).

4.2.2.1 Boro (B)

Segundo Loué (1993), resumiu as origens do B dos solos. A maior parte do boro do solo vem da turmalina. Uma porção considerável se encontra dispersa nos minerais silicatados e somente após longos períodos de intemperismo se torna disponível, períodos que são ainda mais longos no caso da turmalina. A decomposição dos minerais de B das rochas dá boratos e, principalmente, a forma ácida não ionizada, H_3BO_3 . Existe uma forte correlação entre o teor de B nos solos e o das rochas mães conforme demonstrou (MAURICE, 1973 citado por MALAVOLTA, 2006): $\text{B total dos solos} = 0,44 \text{ B nas rochas} = 27,3$. O B é o décimo segundo elemento em abundância na água do mar. O elemento passa para a atmosfera na forma de gotículas de água salgada e como vapor de ácido bórico sendo transportado para a terra pela água da chuva que contém $0,02\text{-}0,04 \text{ mg/L}^{-1}$ de B o que pode contribuir para o teor de B no solo (MALAVOLTA et, al; 2006)

O boro (BO_4^-), o cloro (Cl^-) e o molibdênio (MoO_4^-) são micronutrientes aniônicos e como todo o ânion sofre os efeitos de uma maior lixiviação, uma vez que

não são facilmente adsorvidos aos colóides do solo (SENGIK, 2005).

4.2.2.2 Zinco (Zn)

Nos solos das regiões tropicais uma alta proporção do Zn se encontra nas formas adsorvidas na argila e na matéria orgânica, sendo freqüente a deficiência do elemento em muitas culturas, devido a baixas reservas ou disponibilidade ambas as coisas (FAQUIN, 2005).

Ocorre na solução do solo na forma de Zn^{2+} , que também é a forma absorvida pelas plantas. Sua concentração diminui cerca de 100 vezes para cada aumento de uma unidade de pH. Em solos com adequado teor de matéria orgânica, a maior parte do Zn da solução ocorre em formas complexadas ou quelatos com radicais orgânicos. Assim, em solos com pH mais elevado e/ou com baixo teor de matéria orgânica a deficiência de Zn pode ser um sério problema (FURTINI NETO et al., 2001).

O zinco é adsorvido aos colóides do solo como íon divalente catiônico. Seu teor no solo varia de 10 a 300 ppm. A sua deficiência é bastante comum em solos arenosos, ácidos e lixiviados, ou solos neutros e alcalinos, ou ainda, em solos com baixo teor de zinco em que foi feita adubação fosfatada elevada, devido à interação negativa P x Zn. O zinco está intimamente associado à matéria orgânica do solo, de modo que a erosão e o nivelamento do solo podem agravar a deficiência do mesmo (SENGIK, 2005).

4.2.2.3 Cobre (Cu)

O cobre é adsorvido aos colóides como cátion bivalente. A deficiência ocorre em solos de turfa e várzeas, com elevada fixação do cobre pela matéria orgânica. Em solos arenosos e solos com elevado pH, observa-se baixa disponibilidade de cobre para as plantas. A interação negativa entre altos níveis de nitrogênio, excesso de fósforo, ferro, zinco e alumínio podem reduzir a absorção do cobre.

A maior parte está presa à matéria orgânica, o que pode induzir a sua deficiência, que também é comum em solos arenosos. A toxidez pode ser corrigida, dependendo do grau, mediante elevação do pH pela calagem ou adição de matéria orgânica (ANDRADE, 1973).

4.2.2.4 Manganês (Mn)

Segundo Gilkes e Makenzie (1988), todo o Mn do solo vem praticamente das rochas que deram origem os silicatos ferromagnesianos (olivina, piroxênio, anfibólio, biotita, clorita, serpentina) ricos em Mn (em geral 2.000 – 3.000 mg kg⁻¹). Outros silicatos como a muscovita, feldspato – K, feldspato – Ca, quartzo possuem entre 200 e 1006 mg kg⁻¹. Não silicatos (magnetita, ilmenita, sifeno, cromita) têm 700 – 4.000 mg kg⁻¹.

O manganês é adsorvido aos colóides como um íon cátion bivalente. Grandes quantidades de manganês, cerca de 10%, podem ocorrer nos solos na forma de óxidos e de hidróxidos de solubilidade variável, mas pequena porção está disponível às plantas. A deficiência de manganês, comumente, ocorre em solos orgânicos ou de reação neutra ou alcalina (SENGIK, 2005).

4.2.2.5 Ferro (Fe)

O ferro no solo é absorvido aos colóides como cátion trivalente (Fe⁺⁺⁺). Grande parte dos solos contém milhares de quilos de ferro, mas devido à fixação, muito pouco está disponível para as plantas. São vários os fatores que afetam a sua disponibilidade: a calagem, quando o pH atinge valores iguais a 7,0 ou mais, pode induzir a deficiência de ferro às culturas. Solos ricos em matéria orgânica e encharcados são pobres em ferro. O desequilíbrio com outros nutrientes promove a sua deficiência, o excesso de P pode induzir a deficiência do ferro, o desequilíbrio entre ferro cobre, manganês e molibdênio são particularmente importantes (SENGIK, 2005).

O Fe forma complexos com compostos orgânicos que ocorrem tanto na fase sólida (lábil) e em solução do solo como ácidos orgânicos (cítrico, málico, oxálico e fenóis) formando complexos solúveis que são liberados na matéria orgânica em de composição, aumentando assim a mobilidade e a disponibilidade do elemento (FAGERIA et al, 2002).

O perfil de fertilidade de um solo é determinado no laboratório, ao término das análises e conclusão do laudo técnico, determinado a quantidade de cada atributo e macro e micronutrientes, citados na pesquisa. Determinado a sua fertilidade atual,

possibilitando que um responsável técnico avalie a condição e se necessita de correções e aplicação de fertilizantes.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Coleta dos dados

Os resultados foram cedidos pelo laboratório de análise de solos e tecido vegetal Dr. Antero Veríssimo Costa do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho.

Foram analisadas as amostras de solos do ano de 2008, oriundas de um total de 47 municípios e 3112 amostras de solo. O número de amostras referente a cada município é demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1. Número de amostras de solo oriundas dos municípios de abrangência do laboratório de solos do IFSMG - Campus Muzambinho. Muzambinho, 2009.

Município	Nº de amostras	Município	Nº de amostras
Muzambinho	934	Santo Antonio da Alegria	6
Monte Belo	341	Nepomuceno	6
Itamogi	213	Alfenas	6
Botelhos	200	Arceburgo	6
Alterosa	183	Pouso Alegre	5
Nova Resende	183	Boa Vista	5
Cabo Verde	153	Andradas	5
Guaxupé	150	Mococa	5
Conceição da Aparecida	112	S. Sebastião da Grama	4
Juruiaia	109	Ibituruna	4
Poços de Caldas	86	Monte Santo	4
Caconde	80	Campanha	4
Areado	54	Piumhi	3
Guaranésia	41	Bandeira do Sul	3
Divisa Nova	34	Divino	3
Bom Jesus da Penha	34	Alpinópolis	3
Estiva	28	Delfinópolis	2
Carmo de Rio Claro	24	Juréia	2
Campestre	19	Palmeiral	2
São Pedro da União	13	S. Sebastião de Paraíso	2
Campos Gerais	10	Boa Esperança	2
Caldas	10	Careaçú	1
Ipuina	9	Pratapolis	1
Tapiratiba	8		
Total de amostras	3112		
Total de municípios	47		

5.2 Formas de Avaliação

Considerando a participação dos municípios quanto ao envio de amostras de solos para a análise, dez com maior participação foram analisados com maior detalhamento para a ocorrência percentual dos elementos do solo classificados em baixo, adequado e alto para as culturas do café.

As amostras foram analisadas independentes da profundidade amostrada, por falta de detalhamento no momento de encaminhar a amostra ao laboratório.

A ocorrência percentual dos elementos classificados como Baixo, Adequado e Alto foi determinada com base nos padrões de referência do PROCAFÉ (2008) e CFSEMG (1999) conforme tabela 2.

TABELA 2. Padrões de fertilidade utilizados para determinação da ocorrência percentual dos elementos do solo.

ATRIBUTO	MÉTODO EXTRAÇÃO	B	Ad	A
pH (água) ⁽¹⁾	Água	<5,0	5,0-6,0	>6,0
P (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Melich	<10	10-20	>20
K (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Melich	<100	100-160	>160
Ca (cmol _c dm ⁻³) ⁽¹⁾	KCL 1 N	<1,5	1,5-3,0	>3,0
Mg (cmol _c dm ⁻³) ⁽¹⁾	KCL 1 N	<0,5	0,5-1,0	>1,0
Ca/Mg		<3	3 - 4	>4
B (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Água Quente	<0,5	0,5-1,0	>1,0
SO ₄ ²⁻ (cmol _c dm ⁻³) ⁽¹⁾	Fosfato monocalcico	<5	5-10	>10
Cu (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Melich	<0,5	0,5-1,5	>1,5
Fe (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Melich	<10	10-30	>30
Mn (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Melich	<5,0	5-20	>20
Zn (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	Melich	<1,5	1,5-3,0	>3,0
Al (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	KCL 1 N	<0,50	0,51-1,00	>1,01
SB (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	Soma de bases	<1,80	1,81-3,60	>3,61
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	SMP	<2,50	2,51-5,00	>5,01
t (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾		<2,30	2,31-4,60	>4,61
T (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾		<4,30	4,31-8,60	>8,61
m (%) ⁽²⁾		<30	30,01-50,0	>50,01
V (%) ⁽²⁾		<40,0	40,01-60,0	>60,01
M.O. ⁽²⁾	Dicromato de Sódio	<2,00	2,00-4,00	>4,00
P-rem (mg l ⁻¹) ⁽²⁾	Solução 60 ppm de P	<21,8	21,9-30,0	>30,0

⁽¹⁾ padrões de referência segundo CFSEMG (1999) considerando a classificação média como adequada; ⁽²⁾ padrões de referência segundo PROCAFÉ (2008) considerando a classificação média como adequada.

O laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho realiza dois tipos de análise: simples e completa. Na análise simples avalia-se: pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al e M.O, enquanto a completa inclui o Fe, Cu, Mn, B e Zn mais P-rem e Enxofre.

A quantidade de amostras de lavoura cafeeira especificada quanto aos elementos opcionais: P-rem, Zn, Fe, Mn, Cu, B e SO_4^{2-} para os dez principais municípios de abrangência é demonstrada na tabela 3.

TABELA 3. Quantidade de amostras e atributos de fertilidade de solos oriundos de lavoura cafeeira dentro das amostras dos 10 municípios mais representativos em amostras de solos do laboratório do IFSMG – Campus Muzambinho.

Município*	Muz	Ita	Ne	Bot	MBe	CV	Alt	Gua	CAp	Jur
Nº de Amostras	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
pH(água)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
Al($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
SB($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
H+Al($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
t($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
T($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
m(%)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
V(%)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
M.O	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
Ca($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
Mg($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
K($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
P($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	827	208	170	168	166	143	125	108	106	95
P- rem	19	0	13	0	0	11	0	0	0	23
Zn (mg dm^{-3})	196	5	118	118	145	102	69	75	39	46
Fe (mg dm^{-3})	100	5	116	118	70	92	69	75	39	46
Mn (mg dm^{-3})	100	5	116	118	70	92	69	75	39	46
Cu (mg dm^{-3})	100	5	116	118	70	92	69	75	39	46
B(mg dm^{-3})	203	5	126	118	147	109	69	75	39	46
SO_4^{2-} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	9	0	0	0	0	26	0	0	0	8

* Muz: Muzambinho; Ita: Itamogi; NRe: Nova Resende; Bot: Botelhos; CV: Cabo Verde; Alt: Alterosa; Gua: Guaxupé; CAp: Conceição da Aparecida; Jur: Juruia.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH encontra-se na sua maioria classificados principalmente como baixo. Dependendo do município 50 a 76 % das amostras possuíam valores de pH baixo. A melhor situação encontra-se em Guaxupé, pois é o município com maior percentual das amostras com pH em níveis adequados, (Gráfico 1).

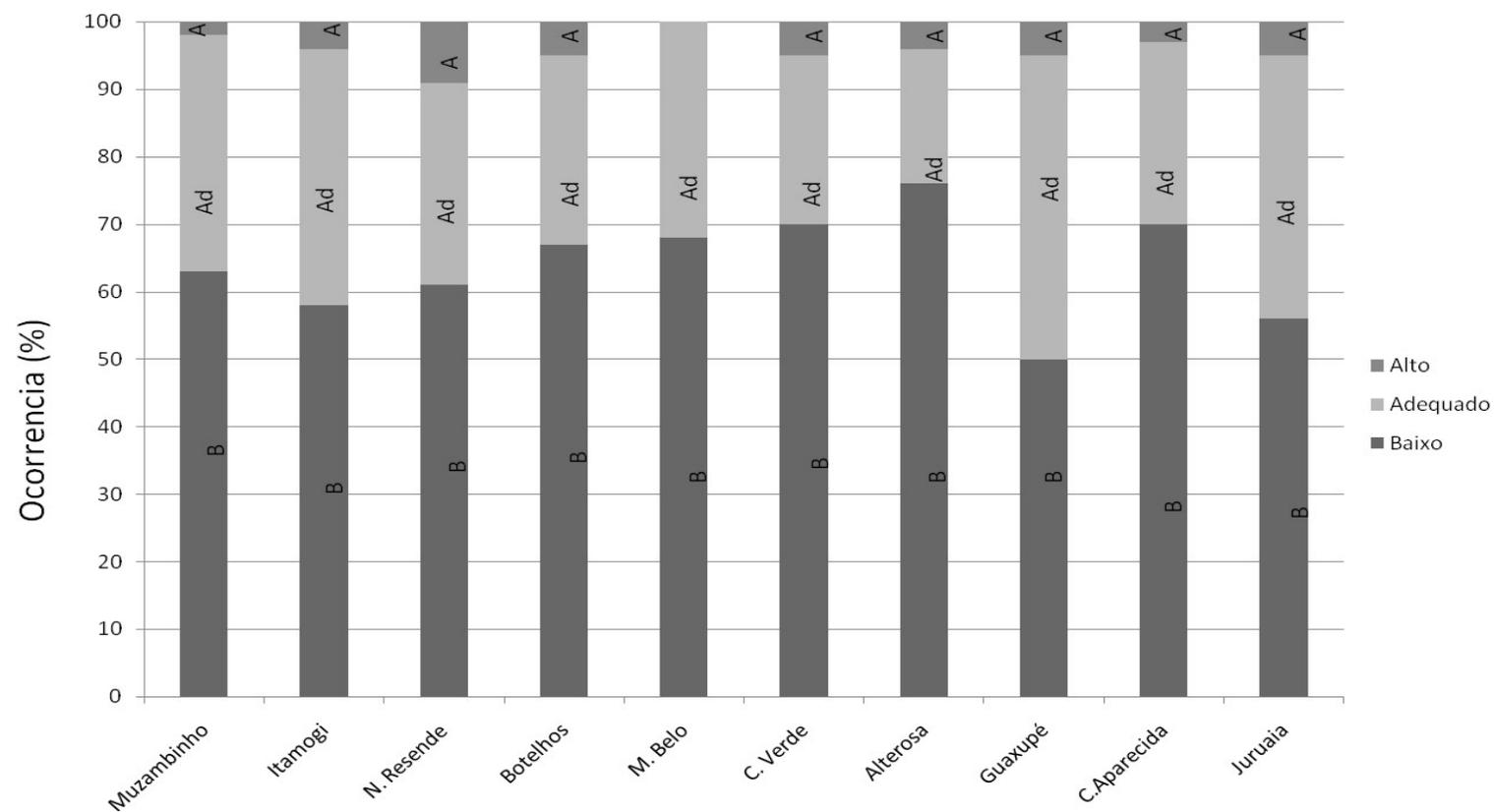


GRÁFICO1: Ocorrência percentual das amostras classificadas como Baixo, Adequado e Alto quanto a acidez (pH), para os 10 principais municípios de abrangência do Laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho, Muzambinho 2009.

Estes resultados vão de encontro com Furtini Netto et. al. (2001) que citam que 70% dos solos cultivados apresentam problemas relacionados com a acidez.

A ocorrência percentual das amostras está com pH baixo, com maior ocorrência entre adequado e baixo, indicando solos com características ácidas, (Gráfico 1).

Em níveis elevados de acidez (pH baixo), os muitos íons de H^+ ocupam as cargas negativas do solo (CTC), propiciando uma redução da disponibilidade de nutrientes, como Ca, Mg e K que possuíam maior percentual das amostras com teores classificados entre adequado e baixo, (Gráfico 2).

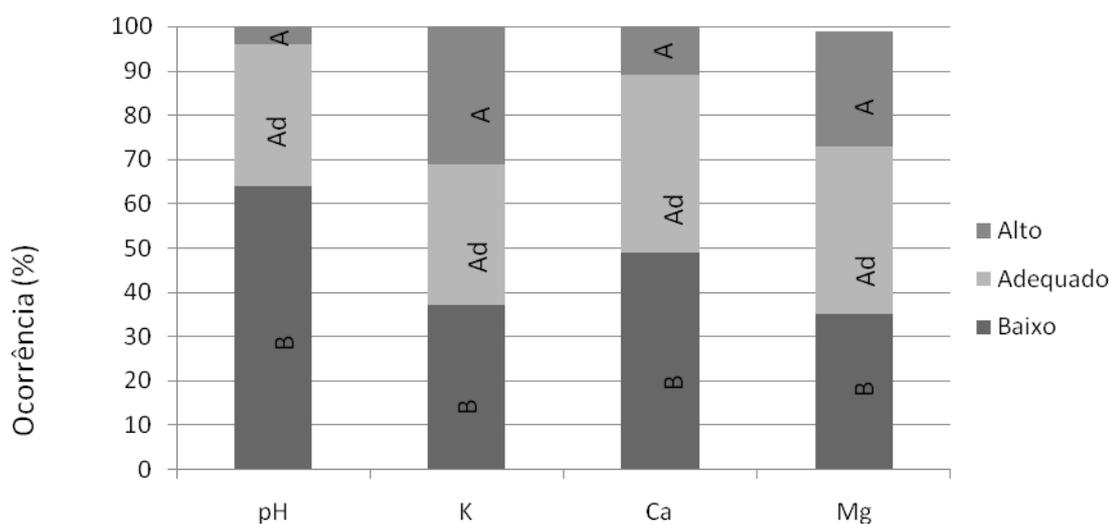


GRAFICO 2- Média da ocorrência percentual das amostras classificadas com pH, K, Ca e Mg como alto adequado e baixo nos principais municípios de abrangência do laboratório do IFSMG – Campus Muzambinho, Muzambinho 2009.

Nesta situação existe uma redução dos valores de saturação por bases, o que explica a maior parte das amostras apresentarem V baixo, exceto o município de Guaxupé. Provavelmente isto se explica porque neste município existe uma maior proporção das amostras que possuem Ca e Mg entre adequado e Alto, (Anexo 1), pode ser que o Ca e Mg estejam ligadas com o manejo adequado em relação à calagem.

A maior parte das amostras possui relação Ca/Mg baixa, indicando mais Mg em relação à Ca, onde a maior parte dos municípios possui solos com baixo teores de Ca e teores adequados de Mg.

Isto pode indicar o uso de calcários dolomíticos como o principal corretivo ou mesmo uma disponibilidade natural maior de Mg.

A maior parte das amostras continha teores de Al e m baixo, (gráficos 3 e 4).

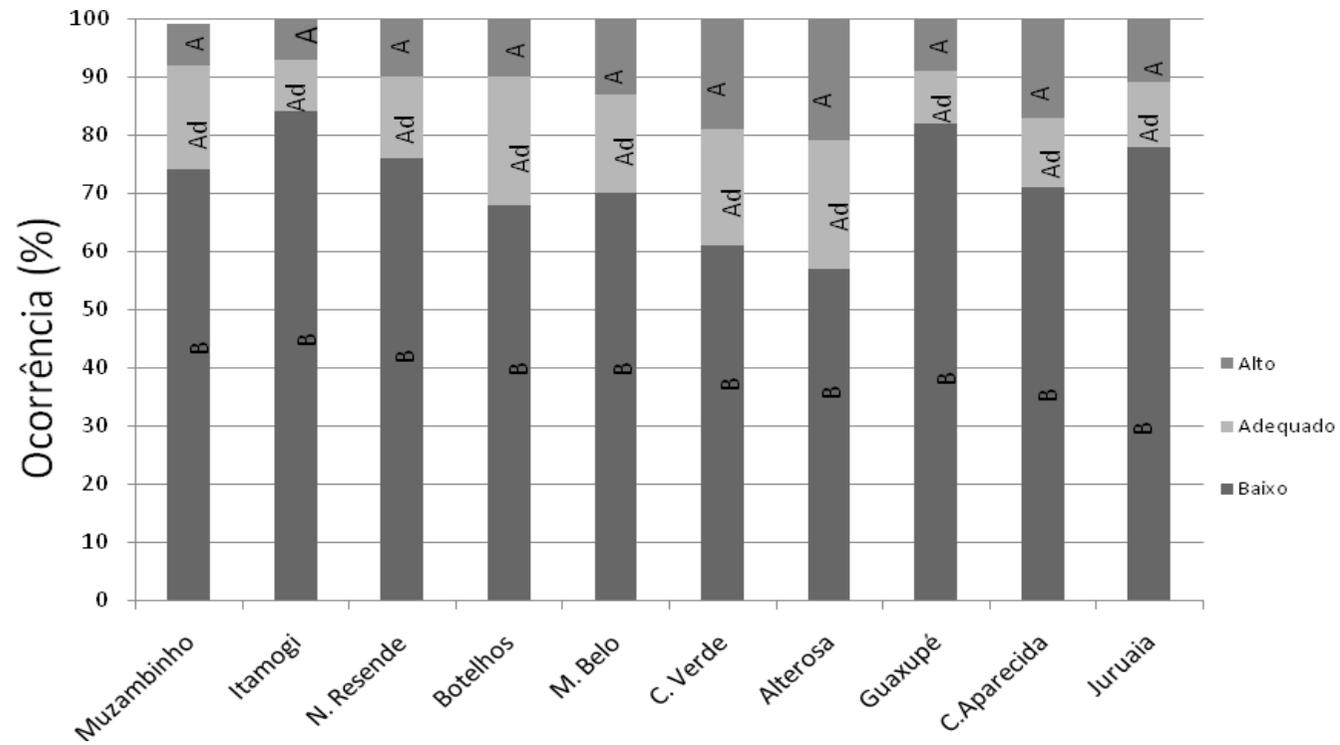


GRÁFICO 3: Ocorrência percentual das amostras classificadas como baixo, adequado e alto quanto ao Alumínio para os 10 principais municípios de abrangência do Laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho, Muzambinho 2009.

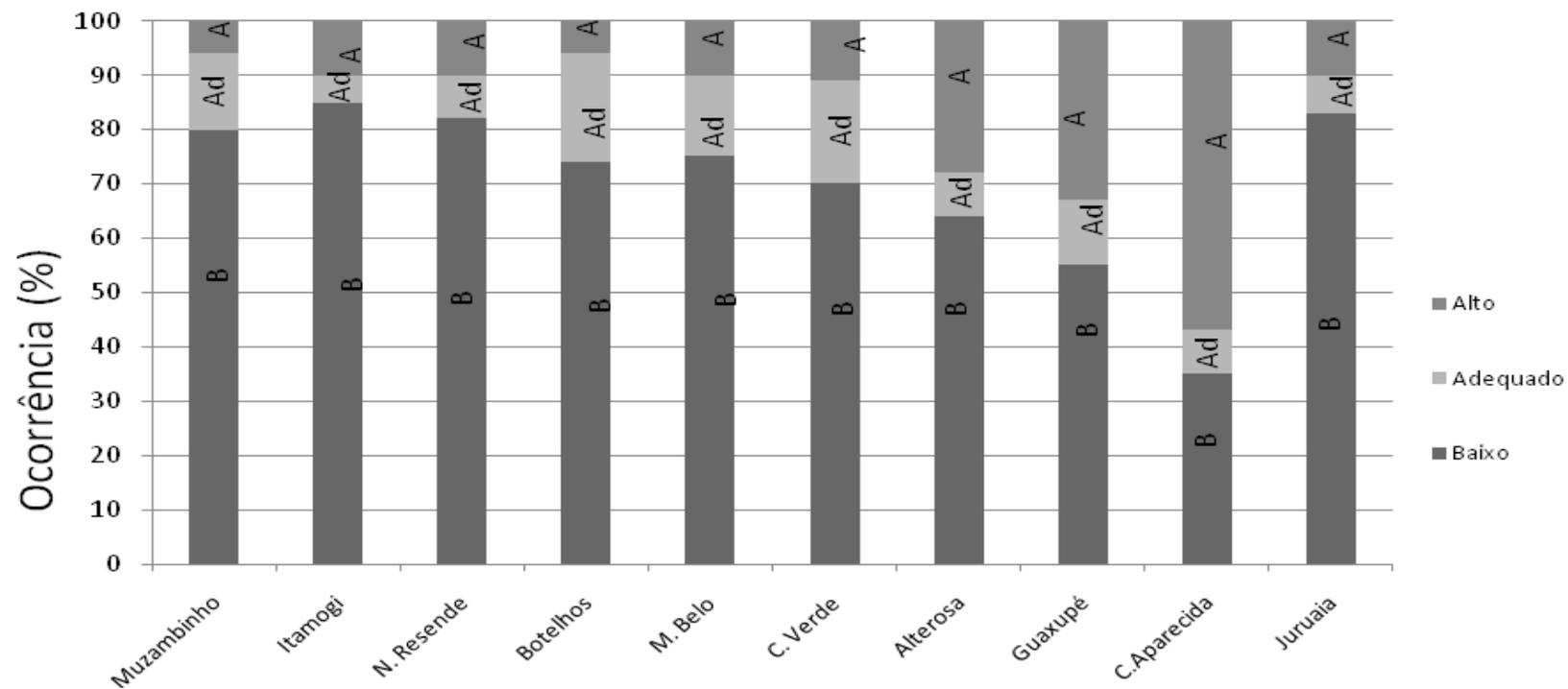


GRÁFICO 4: Ocorrência percentual das amostras classificadas como baixo, adequado e alto quanto a m(%) para os 10 principais municípios de abrangência do Laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho, Muzambinho 2009.

Segundo RAGASSI (2007), o excesso de alumínio trocável ocorre de forma generalizada em solos ácidos. Sua ação se faz sentir nas raízes das plantas, que se alongam mais lentamente, mais tarde elas se engrossam e não se ramificam, impedindo o desenvolvimento da planta.

Nos municípios de Muzambinho, Nova Resende Cabo Verde e Juruiaia, apresentaram alta ocorrência percentual de P-rem, e ao mesmo tempo uma maior ocorrência de P baixo, (gráfico 5).

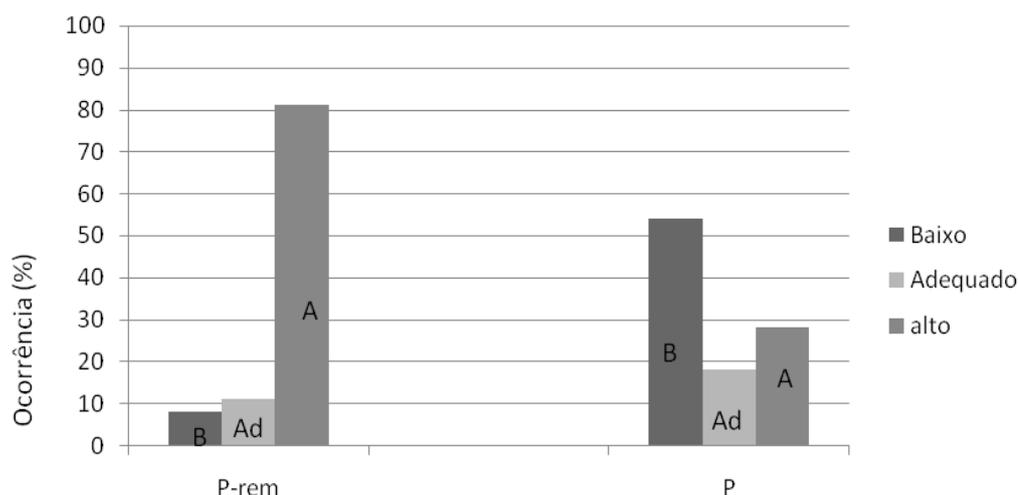


GRAFICO 5- Média da ocorrência percentual para Muzambinho, Nova Resende, Cabo Verde e Juruiaia entre P-rem e P classificados como baixo, adequado e Alto para as amostras dos 10 principais municípios de abrangência do Laboratório do IF Campus Muzambinho, Muzambinho 2009.

Está não é uma situação comum, pois a disponibilidade do P estaria ligada com a sua fixação nos óxidos do solo que pode ser verificada por um P-rem baixo. Assim estes elementos deveriam ser analisados de forma minuciosa em trabalhos futuros.

A baixa ocorrência está ligada a fatores como pH, adsorção com Al, Fe e teor de argila que influencia na disponibilidade, reduzindo os teores de P na solução do solo.

Sua disponibilização em relação com o pH do solo encontra sua maior disponibilidade e solubilidade em torno de pH 6,0 (FURTINI NETO et al., 2001).

A calagem neutraliza o Al^{+3} e grande parte de Fe^{+2} reduzindo a fixação do P. Portanto, para que se consiga a disponibilização do P, recomenda-se a calagem, e o uso de matéria orgânica para melhor estruturar o solo, e também podendo pensar em adubações com teores elevados de P para estar aumentando a concentração

deste nos solos.

O enxofre é um elemento cuja análise é pouco solicitada, talvez por não ser um nutriente limitante, uma vez que os municípios de Cabo verde e Juruiaia possuem a maior parte das amostras com teores de SO_4^{2-} em níveis considerados altos e em Muzambinho com níveis adequados. (Gráfico 6)

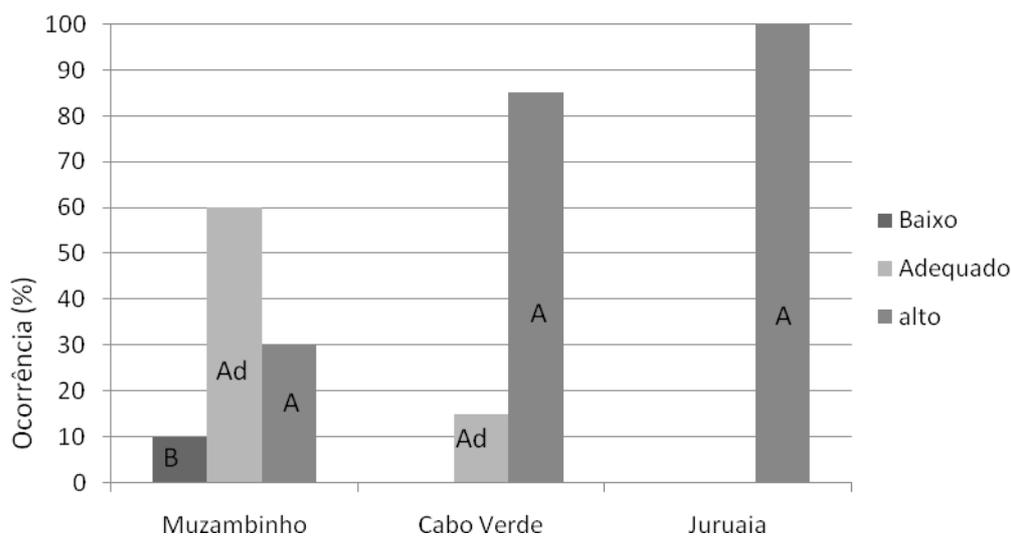


GRÁFICO 6 – Média Percentual de enxofre das amostras de Muzambinho, Cabo Verde e Juruiaia classificados como baixo, adequado e alto.

Os teores mais elevados poderiam ser explicados por uma maior fertilidade natural deste elemento ou do uso de fertilizantes contendo enxofre como é o caso do sulfato de amônio, super fosfato simples e gesso.

O Boro é um elemento de extrema importância para a cultura do café. No entanto, seus níveis em todos os municípios são baixos, (Gráfico 7).

Dependendo do município de, 40 a 77 % das amostras possuíam teores considerados baixos de boro para a cultura do cafeeiro. Este comportamento pode ser explicado pela baixa disponibilidade natural deste nutriente e pela preferência de aplicação do B via foliar em detrimento da aplicação via solo.

A ocorrência percentual dos micronutrientes, Fe, Cu, Mn, e Zn encontram-se em níveis altos, (Anexo 1).

Assim, sugere-se que os micronutrientes catiônicos estejam em níveis naturalmente adequados que são reforçados pela maior atenção a eles no manejo nutricional.

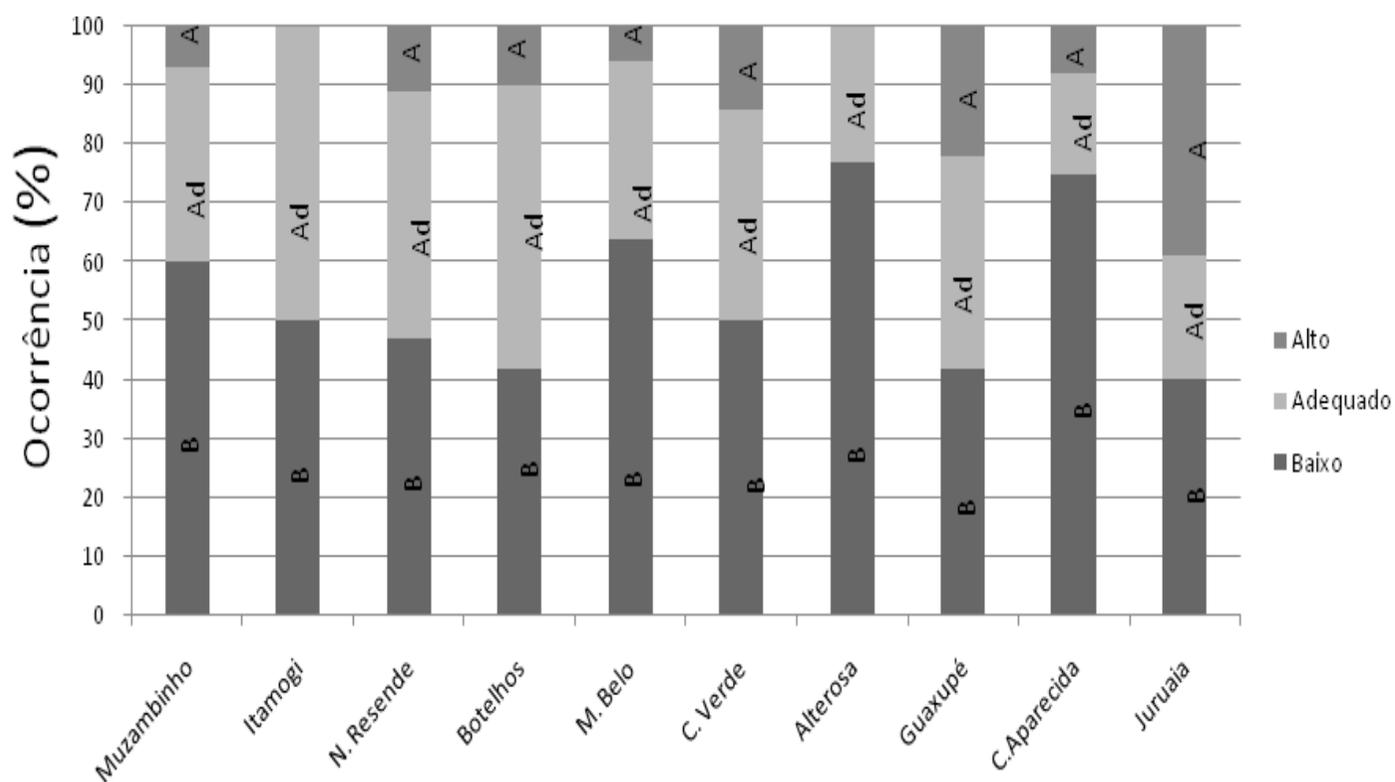


GRÁFICO 7: Ocorrência percentual das amostras classificadas como Baixo, Adequado e Alto quanto ao Boro para os 10 principais municípios de abrangência do Laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho, 2009.

7. CONCLUSÃO

Os solos da região de abrangência do laboratório do IFSMG – Campus Muzambinho são na sua maioria ácidos com saturação por bases, Ca, K, relação Ca/Mg e P baixos, porém, com P-rem alto.

O Al e o m(%) não são limitantes, pois seus teores estão baixos.

A análise de enxofre (So_4^{-2}) é pouco requisitado e apenas os municípios de Cabo Verde, Muzambinho e Juruaia possuem amostras contendo este nutriente, que por sua vez possuem teores altos na maioria dos solos.

O B é o micronutriente mais limitante, ao contrário dos micronutrientes catiônicos que possuem teores altos na maior parte das amostras.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo feito conclui-se que para melhoria do perfil de fertilidade dos solos da região é recomendada as seguintes práticas:

1. Amostragem de solos com os critérios técnicos definidos pelo responsável técnico segundo a CFSEMG, (1999).
2. A prática da calagem, para correção da acidez, melhorando os atributos e a absorção e disponibilizando parte dos nutrientes.
3. Realizar adubações com maior concentração de P e K para aumentar os teores no solo.
4. Deve-se dar uma maior atenção a aplicações de B via solo, aumentando os teores de B no solo, e realizar a aplicação via folha para complemento da adubação.
5. Apesar dos micronutrientes catiônicos possuírem teores adequados o monitoramento nutricional não deve ser dispensado.

9. REFERÊNCIAS

ANDRADE, V.M.M. 1973. **Influência do Cobre no Crescimento, Morfologia e Anatomia da Folha e na composição Mineral do Cafeeiro**. 1993,72 f Universidade Estadual de São Paulo. Tese (Doutorado). FCA/UNESP. Jaboticabal.

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

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**: Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR R.B. CLARK. Micronutrientes in crop Production. **Adv.Agronomy**, v.77, p.185-268, 2002.

Fundação Procafé, Laboratório de análise de solo e folha.
Disponível em:< <http://www.fundacaoprocafe.com.br/#remote-6>>
Acesso em: 15 out. 2009

FURTINI NETO, Antônio Eduardo; VALO, Fabiano Ribeiro do; RESENDE, Álvaro Vilela de et al. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA, 2001. 252 p.

GILKES R. J. ; MCKENZIE R. M. ; **Geochemistry and mineralogy of manganese in soils**. 1988, vol. 33, p. 23-35.

LOUÉ, A. Oligoelementes em Agriculture. SCPA – Nathan. Paris, 1993. 577 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., et al. **Fertilidade dos solos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

POTÁFOS: necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo, 1990. 45p.

QUAGGIO, J.A. Variações na interpretação de resultados de análise de solo, em

função do local de amostragem, na cultura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Petrolina, SBCS, 1994. p. 405-407.

RAGASSI, Carlos Francisco: **Efeito da localização de nutrientes em profundidade para o crescimento radicular**. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2007.
Disponível em: http://www.paces.com.br/relatorio_arquivo.html>
Acesso em: 23/11/09

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba:CERES/POTAFOS, 1991. 343p.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e necessidade de calcário e fertilizantes para o Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, 1985.

RITCHEY, K. DALE (Ed.). **O Potássio nos Oxissolos e Utilissolos dos Trópicos Úmidos**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. 69p.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2005.
Disponível em: <<http://www.dzo.uem.br/disciplinas/Solos/nutrientes.doc>>. Acesso em: 04 nov.2009.

ANEXO

TABELA 1: Ocorrência percentual de atributos classificados como, baixo, adequado e alto nas amostras de solo para a cultura do café no ano de 2008, provenientes dos 10 principais municípios da área de abrangência, analisadas pelo laboratório de solos do IFSMG- Campus Muzambinho

ATRIBUTOS	Muzambinho			Itamogi			N. Resende			Botelhos			M. Belo			C. Verde			Alterosa			Guaxupé			C. Aparecida			Juruiaia		
	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A	B	Ad	A
%																														
pH (água)	63	35	2	58	38	4	61	30	9	67	28	5	68	32	0	70	25	5	76	20	4	50	45	5	70	27	3	56	39	5
Al (cmolc dm ⁻³)	74	18	7	84	9	7	76	14	10	68	22	10	70	17	13	61	20	19	57	22	21	82	9	9	71	12	17	78	11	11
SB (cmolc dm ⁻³)	27	48	25	40	46	14	19	55	26	30	52	18	31	48	21	25	53	22	45	44	11	5	48	47	29	44	28	17	43	40
H+Al (cmolc dm ⁻³)	20	56	24	20	59	21	23	51	26	17	54	29	11	55	34	16	45	39	19	52	29	21	65	14	11	66	23	21	49	30
t (cmolc dm ⁻³)	25	64	11	51	44	5	18	70	12	23	70	7	23	67	10	17	72	10	38	57	5	7	57	36	27	65	8	17	62	21
T (cmolc dm ⁻³)	3	80	17	16	71	13	2	85	13	2	83	15	3	77	20	0	77	23	4	85	11	2	69	29	2	90	8	2	77	21
m (%)	80	14	6	85	5	10	82	8	10	74	20	6	75	15	10	70	19	11	64	8	28	55	12	33	35	8	57	83	7	10
V (%)	50	33	17	57	35	8	47	31	32	56	30	14	57	33	10	56	30	14	62	27	11	20	44	36	50	37	13	33	39	28
M.O.	35	63	2	37	61	2	3	67	30	34	66	0	38	60	2	5	65	30	52	48	0	45	55	0	0	70	30	43	49	8
P-rem (cmolc dm ⁻³)	17	28	55	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	10	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	80
P (mg dm ⁻³)	62	18	20	76	9	15	40	23	37	41	26	33	61	19	20	50	12	38	65	16	19	44	18	38	54	24	22	48	14	38
K (mg dm ⁻³)	42	28	30	66	19	15	24	29	47	48	32	20	26	28	46	30	30	40	42	33	25	23	30	47	37	38	25	34	28	38
Ca (cmolc dm ⁻³)	50	40	10	56	39	5	47	45	8	56	37	7	60	31	9	53	37	10	67	29	4	14	54	32	50	45	5	35	47	18
Mg (cmolc dm ⁻³)	34	42	24	56	36	8	28	44	28	39	41	20	34	43	23	36	47	17	56	35	9	10	47	43	44	34	22	18	43	39
Ca/Mg	98	2	0	31	65	4	96	4	0	100	0	0	100	0	0	99	1	0	80	15	5	96	4	0	94	6	0	98	2	0
B (mg dm ⁻³)	60	33	7	50	50	0	47	42	11	42	48	10	64	30	6	50	36	14	77	23	0	42	36	22	75	17	8	40	21	39
SO ₄ ²⁻ (cmolc dm ⁻³)	10	60	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Cu (mg dm ⁻³)	2	13	84	0	0	100	0	6	94	0	4	96	3	3	94	0	8	92	0	9	91	0	4	96	2	5	93	4	0	96
Fe (mg dm ⁻³)	0	3	97	0	0	100	0	3	97	0	4	96	0	1	99	0	4	96	0	0	100	0	4	96	0	0	100	0	11	89
Mn (mg dm ⁻³)	1	55	44	0	66	34	1	30	69	3	34	63	5	32	63	0	23	77	4	53	43	0	10	90	0	38	62	2	21	77
Zn (mg dm ⁻³)	25	27	48	20	60	20	4	17	79	11	21	68	16	26	58	13	13	74	36	27	37	8	12	80	17	20	63	6	12	82