



**THOMÁS LINARES CATÃO**

**LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO NO TRIÊNIO 2014-  
2016 DE LAUDOS EMITIDOS PELO LABORATÓRIO DO  
IFSULDEMINAS - *CAMPUS* INCONFIDENTES**

**INCONFIDENTES/MG**

**2016**

**THOMÁS LINARES CATÃO**

**LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO NO TRIÊNIO 2014-  
2016 DE LAUDOS EMITIDOS PELO LABORATÓRIO DO  
IFSULDEMINAS - *CAMPUS* INCONFIDENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - *Campus* Inconfidentes para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Sindynara Ferreira

Coorientador: Cleber Kouri de Souza

**INCONFIDENTES/MG**

**2016**

**THOMÁS LINARES CATÃO**

**LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO NO TRIÊNIO 2014-  
2016 DE LAUDOS EMITIDOS PELO LABORATÓRIO DO  
IFSULDEMINAS - *CAMPUS* INCONFIDENTES**

**Data de aprovação: 28 de outubro de 2016.**

---

Orientadora Dra. Sindynara Ferreira  
IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes

---

Coorientador Dr. Cleber Kouri de Souza  
IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes

---

M.e. Eduardo Rodrigues  
IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir a realização de mais este sonho.

Aos meus pais, Cristovão e Silvana e aos meus irmãos Cristovão Filho e Brenda pelo apoio incondicional.

À minha orientadora Sindynara Ferreira e ao meu coorientador Cleber Kouri de Souza, pelas orientações e paciência durante a execução deste trabalho.

Ao responsável pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, Eduardo Rodrigues e demais servidores do setor, em especial ao Sr. Wilson Roberto Pereira, pelo fornecimento dos dados necessários para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas Messias Ikegami, Paulo Roberto Jr., Igor Prado, Igor Corsini, Taís Landim e Marcus Vinícius, pelas contribuições durante algumas tarefas.

Ao mestre César Bonifácio Junqueira pelo apoio prestado.

Ao IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes e a todos seus servidores, por me fornecer toda a estrutura durante esses cinco anos.

## RESUMO

As cidades de Inconfidentes, Bueno Brandão, Ouro Fino e Borda da Mata estão localizadas no Sul de Minas Gerais, têm a agricultura como uma importante base para o desenvolvimento econômico. A agricultura é de base familiar e são várias as espécies cultivadas nesta área. Para a manutenção nutricional adequada dessas culturas, é indispensável a utilização de ferramentas como a análise química do solo. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da fertilidade do solo da região, através das análises de solo, realizadas no Laboratório de Fertilidade de Solo, do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, no triênio de 2014, 2015 e 2016, para realizar uma caracterização das condições de fertilidade. Foram analisadas, resultados de análises de solo, entre janeiro de 2014 a julho de 2016, valorizando teores de macronutrientes, micronutrientes e pH, sem levar em consideração o tipo de cultura. Para parâmetro de comparação, quanto às quantidades ideais dos componentes do solo, foi utilizado o livro 5ª Aproximação: recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. A avaliação comparativa dos anos estudados permitiu conhecer o histórico recente da fertilidade nessas áreas, e buscar um entendimento das variações que ocorreram durante este tempo. Sendo possível perceber nas análises que vários nutrientes e o pH não foram encontrados em níveis adequados. Aproximadamente 72% dos solos analisados no ano de 2016, necessitam passar por calagem para adequar as condições de pH.

**Palavras-chave:** análises; macronutrientes; micronutrientes; acidez do solo.

## ABSTRACT

The cities of Inconfidentes, Bueno Brandão, Ouro Fino and Borda da Mata are located in the south of Minas Gerais, have agriculture as an important base for economic development. Agriculture is family based and there are several species grown in this area. For the adequate nutritional maintenance of these crops, it is indispensable to use tools such as soil chemical analysis. The objective of this work was to carry out a soil fertility survey of the region, through the soil analyzes, carried out in the Soil Fertility Laboratory of the IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, in the triennium of 2014, 2015 and 2016, to perform a characterization of the conditions of fertility. Results of soil analysis were analyzed between January 2014 and July 2016, evaluating macronutrient, micronutrient and pH contents, without considering the type of crop. For the comparison parameter, as for the ideal quantities of soil components, the book 5<sup>a</sup> Approximation: recommendations for the use of correctives and fertilizers in Minas Gerais was used. The comparative evaluation of the years studied allowed to know the recent history of fertility in these areas, and to seek an understanding of the variations that occurred during this time. It is possible to realize in the analysis that several nutrients and pH were not found at adequate levels. Approximately 72% of the soils analyzed in the year 2016 need to undergo liming to suit the pH conditions.

**Keywords:** analysis; macronutrients; micronutrients; soil acidity.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
2.1 Solo e suas características .....	2
2.2 Análises químicas .....	2
2.3 Nutrientes .....	3
2.3.1 Macronutrientes .....	3
2.3.1.1 Nitrogênio (N) .....	3
2.3.1.2 Fósforo (P) .....	4
2.3.1.3 Potássio (K) .....	4
2.3.1.4 Cálcio (Ca) .....	5
2.3.1.5 Magnésio (Mg) .....	5
2.3.1.6 Enxofre (S) .....	5
2.3.2 Micronutrientes .....	6
2.3.2.1 Ferro (Fe) .....	6
2.3.2.2 Boro (B) .....	6
2.3.2.3 Cobre (Cu) .....	6
2.3.2.4 Manganês (Mn) .....	7
2.3.2.5 Zinco (Zn) .....	7
2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
3.1 Local do estudo .....	9
3.2 Escolha das análises .....	9
3.3 Variáveis avaliadas .....	10
3.4 Padrões de comparação .....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	13
4.1 Teores de potássio .....	13
4.2 Teores de fósforo .....	14
4.3 Teores de cálcio e magnésio .....	15
4.4 Teores de ferro .....	16
4.5 Teores de boro .....	17
4.6 Teores de cobre .....	18
4.7 Teores de manganês .....	19
4.8 Teores de zinco .....	20
4.9 pH .....	21
4.10 Importância deste levantamento. ....	22
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

Os municípios de Inconfidentes, Bueno Brandão, Borda da Mata e Ouro Fino, estão localizados na região do Sul de Minas Gerais e possuem condições de relevo e clima semelhantes. A produção agrícola destas cidades é diversificada, com destaques para as culturas do café, batata, morango, milho e pecuária de leite e corte que requer o fornecimento de alimento para os animais por meio de pastagens.

A agricultura nessa região que compreende as quatro cidades, possui em sua essência o caráter familiar, sendo que a maioria desses pequenos produtores rurais ainda sofre com a falta de informações, inclusive as referentes às próprias lavouras. Isto acontece muitas vezes por falta de conhecimento ou apoio técnico, outras por escassez de recursos financeiros e materiais para realização de análises, o que dificulta a utilização de um manejo correto.

O manejo da fertilidade dos solos, talvez seja o principal fator limitante da produção agrícola nessa área, uma vez que, mesmo em locais próximos, com o mesmo tipo de solo, relevo e utilizando as mesmas cultivares, as respostas produtivas podem ser muito variáveis. Isso pode ser explicado pelas diferentes práticas de manejo que são adotadas pelos produtores e acabam alterando as condições físicas e químicas. O relevo montanhoso, também é um fator complicador a ser considerado no desenvolvimento das práticas agrícolas nessas áreas, na qual a ocorrência de processos erosivos pode interferir nas condições químicas e, além disso inviabiliza operações mecanizadas.

Todas estas situações são amenizadas mediante ao acompanhamento de suas condições. A caracterização e a quantificação destes atributos químicos do solo podem servir de instrumento para evitar problemas futuros e até mesmo diminuir os custos da produção.

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da fertilidade do solo nos municípios mineiros de Inconfidentes, Bueno Brandão, Ouro Fino e Borda da Mata, a partir de análises realizadas no laboratório de Análise do Solo do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, para caracterizar as condições da fertilidade nesta área, com a finalidade de agregar mais informações para facilitar aos produtores o emprego de práticas agrícolas.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Solo e suas características**

Para Malavolta (1989) o solo é oriundo de desgastes causados em rochas, pelas ações climáticas por milhares de anos, sendo reduzidas a pedaços menores que os tornam possíveis de serem aproveitados pelas plantas. Segundo Rossi et al. (2005) o solo não se trata apenas de uma estrutura de suporte para a vegetação, ele também tem a função de armazenar e fornecer água e nutrientes para as plantas. Além de servir de abrigo para organismos que muitas vezes ajudam a disponibilizar alguns nutrientes, de certo modo, realizam uma “adubação” natural e gratuita.

Quando o solo não apresenta capacidade de atender naturalmente as necessidades nutricionais das plantas, e os teores dos nutrientes se apresentam abaixo do que é considerado adequado para a manutenção de uma cultura agrícola, este cenário requer a adoção da adubação para tornar essas quantidades satisfatórias. Lana et al. (2010) explicaram que aplicações de nutrientes no solo os tornam susceptíveis a reações, que podem interferir na disponibilização dos mesmos, afetando a capacidade absorvente das plantas, provocando problemas na sua nutrição. De acordo com Guimarães et al. (1999) a produtividade média e os níveis nutricionais do solo, definem a quantidade de fertilizantes a serem utilizados.

### **2.2 Análises químicas**

A análise química é uma ferramenta ágil e de baixo custo para se realizar a quantificação dos níveis de cada nutriente presente no solo, orientando quando necessário os processos de calagem e adubação (MATIELLO et al., 2010). Com a análise química pode-se verificar os níveis de nutrientes possibilitando assim a realização de adubação com maior eficiência (THEODORO et al., 2003). Portanto, as análises tanto químicas quanto físicas, são recursos importantes para corrigir eventuais problemas na condução da lavoura. Segundo Martinez et al. (2003) existe uma relação entre as concentrações de nutrientes obtidos na análise do solo e a produtividade das culturas.

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, e não há como se corrigir uma amostragem

feita incorretamente, após a chegada da terra ao laboratório ou já de posse dos resultados obtidos após a análise. A área representada em uma amostragem deve ser homogênea, podendo ser divididas em glebas ou talhões (CANTARUTTI, et al. 1999). Outra recomendação desses autores é que a realização das amostragens antecede atividades como o plantio e adubações.

Cantarutti et al. (1999) citam que a recomendação em cultivos perenes é de no mesmo ponto retirar amostras das camadas 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e em muitas vezes 40 a 60 cm, sendo que a coleta das camadas com maior profundidade, permitem fazer avaliações sobre necessidade de correção do pH. Os mesmos autores comentam que em casos de amostragens em áreas com culturas perenes as amostras simples devem ser retiradas no local da adubação, normalmente sob a projeção da copa da planta.

Nunes et al. (2005) ressaltaram a importância da realização de uma coleta feita corretamente, pois esse é o processo inicial da avaliação da fertilidade do solo, e que pode afetar todos os demais. Infelizmente muitos produtores não realizam essa técnica devido ao comodismo e principalmente pela falta de informações (FAQUIN, 2002).

## **2.3 Nutrientes**

### **2.3.1 Macronutrientes**

São aqueles elementos encontrados em maiores quantidades nas plantas (SOUZA, 2016).

#### **2.3.1.1 Nitrogênio (N)**

O nitrogênio tem por característica ser requerido em grandes quantidades pelas plantas, pois participa de vários processos fisiológicos, fazendo parte de aminoácidos, cuja união dá origem as proteínas que desempenham funções vitais nas plantas (MALAVOLTA et al., 2002).

Quando presente no solo, o nitrogênio sempre tenderá a sair desse sistema devido a sua instabilidade (GIRACCA e NUNES, 2016). Essa saída do solo poderá ser por, lixiviação, desnitrificação, volatilização, e retirada do material vegetal do campo

### **2.3.1.2 Fósforo (P)**

O fósforo é exigido em menor quantidade pela planta, entretanto é o nutriente mais usado em adubação no Brasil, o que é explicado pela carência generalizada nos solos brasileiros e também, porque o elemento tem forte interação com o solo. Solos de regiões tropicais, com acidez elevada e altos teores de óxidos de ferro e alumínio apresentam alta capacidade de fixação de fósforo, o que diminui a disponibilidade do nutriente para as plantas, e a eficiência da adubação fosfatada (ERNANI, 2008; SOUZA JÚNIOR et al., 2012).

O fósforo apresenta baixa mobilidade no solo e a relação é inversa quando na planta. De acordo com Malavolta (1980) é um importante componente estrutural da membrana, na formação dos fosfolípidios, atua também como composto armazenador e dissipador de energia para processos metabólicos quando está na forma de trifosfato de adenosina (ATP). Solos que apresentam maiores teores de argila na composição, o fósforo apresenta mais dificuldade em sua mobilização (BERNINI, 2008). Marengo e Lopes (2009) comentaram que apesar de um solo atingir altos valores de P total, normalmente apresentam baixas quantidades de fósforo em suas formas disponíveis.

### **2.3.1.3 Potássio (K)**

O potássio é responsável pela formação de açúcares na região foliar e distribuição desses compostos para as demais partes da planta (MALAVOLTA et al., 2002).

Segundo Bernini (2009), o potássio quando está em sua forma trocável na solução do solo, encontra-se em disponibilidade para ser absorvido pelas plantas, no qual a maioria dos métodos de análises procura extraí-lo nesta forma. Effegen et al. (2008) notaram que as maiores quantidades do elemento K, se concentram na faixa mais superficial do solo.

A principal fonte de K na agricultura é o cloreto de potássio (KCl), o íon cloreto tem alta mobilidade no solo e por isso, consegue elevar os teores de K na camada de 0 a 20 cm do solo (ALVES, 2012).

#### **2.3.1.4 Cálcio (Ca)**

É o principal componente da parede celular e atua na proteção contra a penetração de agentes infecciosos como fungos e bactérias (MALAVOLTA et al., 2002). Também serve como regulador do pH do solo, tendo a capacidade de reduzir os efeitos tóxicos de alguns elementos como por exemplo o alumínio, manganês e cobre, e aumentar a disponibilidade de outros como o molibdênio.

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

#### **2.3.1.5 Magnésio (Mg)**

Malavolta (1980) o definiu como principal elemento ativador de enzimas, participante fundamental da molécula de clorofila, favorece a absorção de compostos fosfatados, também tem por característica atenuar os efeitos do pH quando aplicado no solo.

Segundo Malavolta (2006) não há uma relação direta entre teor de Mg na rocha-mãe e o solo que a originou. A principal fonte deste elemento nas condições naturais são as rochas eruptivas, sedimentares e metamórficas.

#### **2.3.1.6 Enxofre (S)**

Bernini (2009) comentou que se pode encontrar enxofre em formas orgânicas e inorgânicas no solo. 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).

Esse elemento é componente básico de todas as proteínas formadas nas plantas, auxilia o processo de fotossíntese e melhora a fixação do nitrogênio em fabáceas (MALAVOLTA et al., 2002).

## **2.3.2 Micronutrientes**

São aqueles elementos encontrados em menores quantidades nas plantas (SOUZA, 2016).

### **2.3.2.1 Ferro (Fe)**

É adsorvido aos coloides como cátion trivalente ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Grande parte dos solos contém este elemento em quantidades consideráveis, mas devido à fixação, pouco está disponível para as plantas. Rajj (1991) comentou que é pequena a quantidade de ferro presente na solução.

Sua presença nos solos é marcante devido a coloração vermelha que o ferro proporciona aos mesmos. Nos solos do Brasil o ferro tende a se apresentar em quantidades consideráveis, porém segundo Bernini (2009) sua deficiência se deve principalmente quando se encontra em desequilíbrio com outros elementos. O excesso de fósforo pode induzir a deficiência do ferro, o desequilíbrio entre ferro, cobre, manganês e molibdênio são particularmente importantes (SENGIK, 2005).

Muitos fatores podem afetar sua disponibilidade como, por exemplo a calagem quando o pH atinge valores iguais a 7,0 ou mais. Solos ricos em matéria orgânica e encharcados são pobres em ferro.

### **2.3.2.2 Boro (B)**

O boro apresenta alta mobilidade no solo. Esse elemento basicamente só se torna disponível após intenso processo de desgaste de minerais silicatados (BERNINI, 2009). O boro pode ser encontrado retido na matéria orgânica ou na argila. Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) citaram que existe pouca diferença na concentração ideal e a de toxicidade de B no solo.

Assim como o cloro e o molibdênio são micronutrientes aniônicos e como todo o ânion, sofre os efeitos de uma maior lixiviação, uma vez que não são facilmente adsorvidos aos coloides do solo (SENGIK, 2005).

### **2.3.2.3 Cobre (Cu)**

Segundo Malavolta (1980) o cobre é tido como um nutriente imóvel na planta, tendo suas deficiências observadas em folhas mais novas. Sua presença em

níveis adequados aumenta a resistência das plantas às pragas e doenças.

De acordo com Raij (1991) a pouca mobilidade do cobre no solo se deve a facilidade em que sofre reações com compostos minerais e orgânicos. O elemento por suas características, apresenta a tendência de ficar ligado à fração de matéria orgânica existente, sendo essa ligação altamente estável o que restringe a movimentação deste nutriente no solo (ALVES, 2012).

Uma das alternativas de disponibilização do cobre na agricultura é através da aplicação de produtos fitossanitários cúpricos.

#### **2.3.2.4 Manganês (Mn)**

O manganês tem maior presença em solos ácidos, onde tende a se tornar tóxico as plantas, deve-se controlar seus níveis disponíveis a partir de calagens (MALAVOLTA et al., 2002). A acidificação do solo por meio de adubação nitrogenada gera o aumento de Mn chegando a concentrações tóxicas as plantas (MALAVOLTA, 2006).

Martinez et al. (2003) associaram a disponibilidade de Mn na solução do solo com níveis de pH elevado. Sua disponibilidade é afetada pelo excesso de outros nutrientes e sua deficiência está comumente relacionada com solos orgânicos ou de reação neutra ou alcalina (SENGIK, 2005).

#### **2.3.2.5 Zinco (Zn)**

Elemento que favorece o crescimento vegetal e atua no processo de produção da clorofila. Nos solos das regiões tropicais uma alta proporção do zinco se encontra nas formas adsorvidas na argila e na matéria orgânica, sendo frequente a deficiência do elemento em muitas culturas, devido a baixas reservas, disponibilidade ou ambas as coisas (FAQUIN, 2005). De acordo com Malavolta (1989) o baixo teor de zinco em nossos solos é explicado pelo excesso na adubação fosfatada e na calagem.

Sabe-se que a disponibilidade do zinco pode ser influenciada por alguns fatores como o pH, matéria orgânica, e temperatura. Malavolta (2006) comentou que as reações que ocorrem são determinantes na distribuição do Zn, sendo direcionadas por uma constante de equilíbrio.

## **2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Se trata de uma escala que varia de 0 a 14 e permite a conferência para definir se o meio analisado é ácido, neutro ou alcalino. Malavolta, Gomes e Alcarde (2002) observaram que a absorção dos nutrientes é mais eficiente quando eles se encontram em uma solução nutritiva, cujo seu pH está dentro de uma faixa considerada ideal, que no ponto de vista agrônomo é de 5,5 a 6,0.

Pode ser considerado como a principal condicionante das variações nos teores dos nutrientes que compõem a solução do solo. A presença ou não de alguns elementos, e as reações que eles provocam podem causar influência direta no pH. Segundo Raij (1991) devido ao caráter empírico é impossível determinar antes o pH que será alcançado após a realização de uma correção com solo com Ca e Mg. O mesmo autor ainda comenta que em solos ácidos as concentrações de alumínio são elevadas a níveis tóxicos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do estudo

O município de Inconfidentes/MG, está localizado a uma altitude de 864 metros acima do nível do mar, com as seguintes coordenadas geográficas Latitude: 22 °19'02" Sul e Longitude: 46°19'42" Oeste. Bueno Brandão/MG, está localizado a uma altitude de 1204 metros, com coordenadas geográficas 22° 26' 27" Sul 46° 21' 03" Oeste. Ouro Fino/MG, está localizado a uma altitude de 908 metros, coordenadas geográficas 22° 16' 58" Sul 46° 22' 08" Oeste. Borda da Mata/MG, está localizado a uma altitude de 803 metros, coordenadas geográficas 22° 16' 26" Sul 46° 09' 54" Oeste. A classificação climatológica da região é indicada como Cwb de acordo com Köppen e Geiger.

#### 3.2 Escolha das análises

Foi realizado um levantamento da fertilidade do solo da região, através de análises realizadas no Laboratório de Análise de Solo, do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, no triênio de 2014 (início em janeiro), 2015 e 2016 (término em julho), considerando apenas as análises referentes a produtores dos municípios de Inconfidentes, Bueno Brandão, Ouro Fino e Borda da Mata, e que tenham realizado nos três anos (2014, 2015 e 2016), das cinco mil análises inicialmente avaliadas foram consideradas 486 que se enquadraram nos critérios anteriormente propostos.

Das 486 análises selecionadas para o estudo, 164 delas foram realizadas em 2014, 171 em 2015 e 151 em 2016. E deste número total apenas 26 eram completas representando apenas 5,35% do total avaliado, onde 11 delas são referentes ao ano de 2014, 10 de 2015 e 5 de 2016 (Quadro 1). Números estes bastante inferiores quando comparado aos resultados encontrados no trabalho de Junqueira (2014).

**Quadro 1** - Número de análises simples/completa de acordo com o ano de realização. IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

Tipo	Quantidade	2014	2015	2016
Simple	486	164	171	151
Completa	26	11	10	5

Fonte: Elaboração própria



No Quadro 2, estão indicadas a quantidade de análises realizadas em cada umas das cidades da área abrangida pelo levantamento.

**Quadro 2** - Participação de cada cidade no número de análises. IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2016.

<b>Cidade</b>	<b>Número de análises</b>
<b>Inconfidentes/MG</b>	<b>80</b>
<b>Bueno Brandão/MG</b>	<b>219</b>
<b>Ouro Fino/MG</b>	<b>173</b>
<b>Borda da Mata/MG</b>	<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>486</b>

Fonte: Elaboração própria

### 3.3 Variáveis avaliadas

O estudo foi direcionado para classificar os teores dos macronutrientes (K, P, Ca e Mg) micronutrientes (Fe, B, Cu, Mn e Zn) e o pH encontrados nas amostragens. Assim sendo possível traçar um histórico das condições da fertilidade dessas áreas, bem como as variações que ocorreram de um ano para o outro no triênio avaliado.

### 3.4 Padrões de comparação

Para parâmetro de comparação quanto as quantidades ideais dos componentes do solo, foi utilizado o livro 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999) tornando possível a criação de gráficos comparativos dos dados estudados. Foi utilizado o quadro de classes de interpretação agrônômica para acidez do solo (Quadro 3).

**Quadro 3** - Classes de interpretação agrônômica para a acidez do solo (pH)<sup>1/</sup>

Classificação agrônômica <sup>2/</sup>				
Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
< 4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	> 7,0

<sup>1/</sup> pH em H<sub>2</sub>O, relação 1:2,5, TFSA: H<sub>2</sub>O. <sup>2/</sup> A qualificação utilizada indica adequado (Bom) ou inadequado (muito baixo e baixo ou alto e muito alto). Fonte: 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999).

Quanto às classes de interpretação da disponibilidade de fósforo bem como para o potássio, foi utilizado o quadro a seguir (Quadro 4).

**Quadro 4** - Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e para o potássio.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
	----- (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup> -----				
Argila (%)	Fósforo disponível (P) <sup>2/</sup>				
60 - 100	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0 <sup>3/</sup>	8,1 - 12,0	> 12,0
35 - 60	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15 - 35	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0 - 15	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem <sup>4/</sup> (mg/L)					
0 - 4	≤ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0 <sup>3/</sup>	6,1 - 9,0	> 9,0
4 - 10	≤ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10 - 19	≤ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19 - 30	≤ 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30 - 44	≤ 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44 - 60	≤ 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
	Potássio disponível (K) <sup>2/</sup>				
	≤ 15	16 - 40	41 - 70 <sup>5/</sup>	71 - 120	> 120

1/ mg/dm<sup>3</sup> = ppm (m/v). 2/ Método Mehlich-1. 3/ Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila ou com o valor do fósforo remanescente. 4/ P-rem = Fósforo remanescente, concentração de fósforo da solução de equilíbrio após agitar durante 1 h a TFSA com solução de CaCl<sub>2</sub> 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10. 5/ O limite superior desta classe indica o nível crítico. Fonte: 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999).

Para as classes de interpretação de fertilidade levando em consideração o cálcio e magnésio utilizou-se o Quadro 5.

**Quadro 5** - Classes de interpretação de fertilidade do solo para cálcio e magnésio.

Característica	Unidade <sup>1/</sup>	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio <sup>2/</sup>	Bom	Muito Bom
Cálcio trocável (Ca <sup>2+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,40	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00
Magnésio trocável (Mg <sup>2+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	> 1,50

1/ dag/kg = % (m/m); cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> = meq/100 cm<sup>3</sup>. 2/ O limite superior desta classe indica o nível crítico. 3/ Método Walkley & Black; M.O. = 1,724 x C.O. 4/ Método KCl 1 mol/L. 5/ SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>. 6/ H + Al, Método Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L, pH 7. 7/ t = SB + Al<sup>3+</sup>. 8/ T = SB + (H + Al). 9/ m = 100 Al<sup>3+</sup>/t. 10/ V = 100 SB/T. 11/ A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom. Fonte: 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999).

Para as classes de interpretação quanto à disponibilidade para os micronutrientes, foi utilizado o Quadro 6.

**Quadro 6** - Classes de interpretação da disponibilidade para os micronutrientes

Micronutriente	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>1/</sup>	Bom	Alto
	----- (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup> -----				
Zinco disponível (Zn) <sup>3/</sup>	≤ 0,4	0,5 - 0,9	1,0 - 1,5	1,6 - 2,2	> 2,2
Manganês disponível (Mn) <sup>3/</sup>	≤ 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12	> 12
Ferro disponível (Fe) <sup>3/</sup>	≤ 8	9 - 18	19 - 30	31 - 45	> 45
Cobre disponível (Cu) <sup>3/</sup>	≤ 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,2	1,3 - 1,8	> 1,8
Boro disponível (B) <sup>4/</sup>	≤ 0,15	0,16 - 0,35	0,36 - 0,60	0,61- 0,90	> 0,90

<sup>1/</sup> O limite superior desta classe indica o nível crítico. <sup>2/</sup> mg/dm<sup>3</sup> = ppm (m/v). <sup>3/</sup> Método Mehlich-1. <sup>4/</sup> Método água quente.

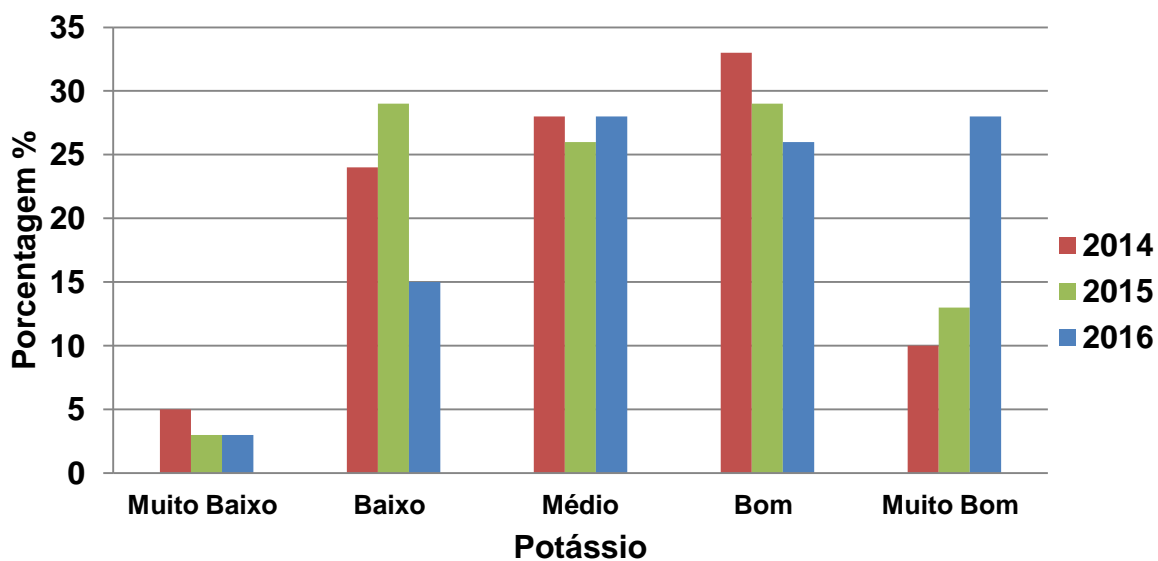
Fonte: 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Teores de potássio

Na Figura 1, são apresentados os resultados dos teores de Potássio das análises de solo para o triênio avaliado. Nota-se que a maioria das análises apresentam níveis de fertilidade, segundo Venegas et al. (1999), classificadas de médio (41 a 70 mg dm<sup>-3</sup>) a muito bom (> 120 mg dm<sup>-3</sup>) perfazendo um total de 71% para o ano de 2014, 68% para o ano de 2015 e 82% para o ano de 2016. Esses valores indicam que para a maioria das propriedades a indicação de fertilizantes potássicos é mínima, sendo recomendado apenas doses com o objetivo de manter os níveis de fertilidade das áreas.

Outro aspecto importante a destacar é que 29% das análises do ano 2014, 32% das análises para o ano 2015 e 18% das análises para o ano de 2016 necessitaram de um acompanhamento técnico para recomendações visando adubações corretivas para elevar os níveis de fertilidade a valores adequados para a maioria das culturas.



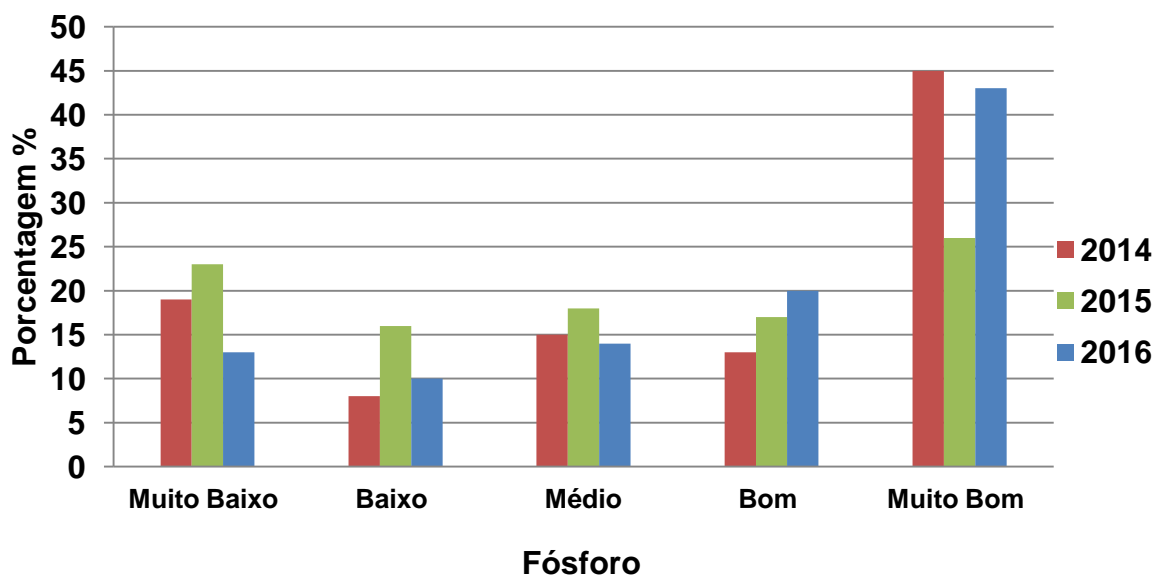
**Figura 1**– Teores de potássio, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2016.

As práticas de adubações, devem ser precedidas por uma boa amostragem de solo, sem a qual não é possível conhecer as reais condições químicas do solo e realizar recomendações adequadas podendo acarretar desequilíbrio químico no solo, neste sentido, Figueiredo et al. (2013), estudando a fertilidade dos solos de lavouras cafeeira na região de Guaxupé/MG, afirmaram que adubações utilizando

formulados com altas concentrações de Potássio podem elevar os níveis deste elemento no solo e, segundo esses mesmos autores, essas recomendações não leva em consideração os laudos laboratoriais e nem os quadros de recomendação.

#### 4.2 Teores de fósforo

Na figura 2, são apresentados os teores de fósforo no triênio avaliado. É possível observar que as análises, conforme a definição de Venegas et al. (1999), são classificadas de médio ( $12,1$  a  $20 \text{ mg dm}^{-3}$ ) até muito bom ( $> 30 \text{ mg dm}^{-3}$ ), totalizando 73% em 2014, 61% em 2015 e 77% em 2016. Isso significa dizer que a maioria dos solos encontra-se com os níveis de P adequados, não necessitando de aplicações com altas dosagens de adubos fosfatados para atender a necessidades de cultivos agrícolas.

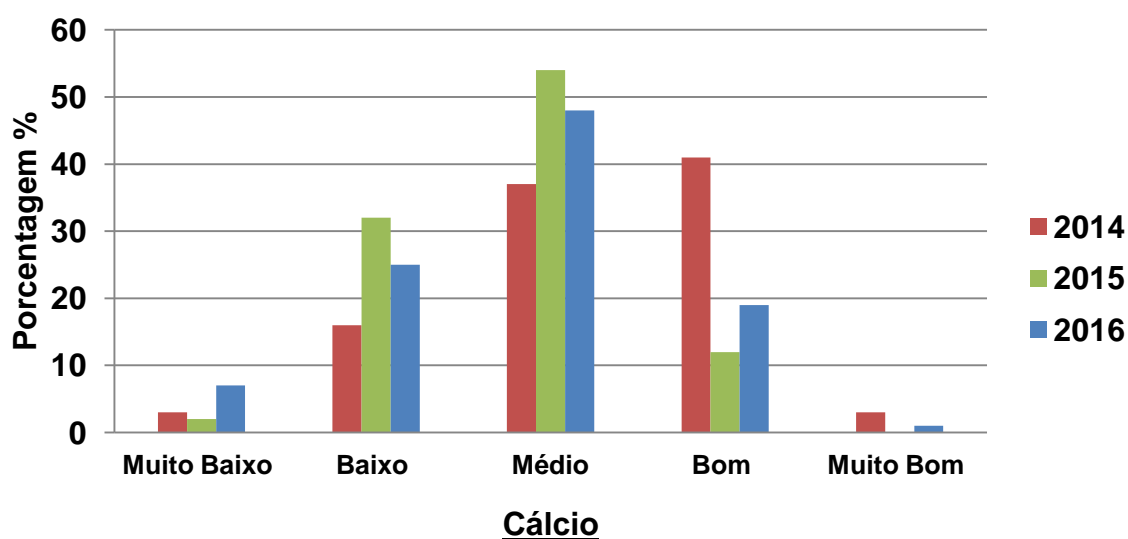


**Figura 2-** Teores de fósforo, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

Junqueira (2014) em estudo semelhante realizado nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade em lavouras cafeeiras no Sul de Minas observou que 28% das análises se encontravam nesta mesma faixa do muito bom, dispensando a correção nutricional deste elemento. Este cenário pode ser explicado pelo fato de serem realizadas adubações fosfatadas anualmente mesmo com o elemento P apresentando elevado potencial residual no solo.

### 4.3 Teores de cálcio e magnésio

Na figura 3, são apresentados os teores de cálcio no triênio avaliado. De acordo com os critérios de avaliação propostos por Venegas et al. (1999), nos três anos analisados os níveis de cálcio se concentraram principalmente em valores intermediários. Em 2014 houve destaque para a faixa do bom (2,41 a 4,00  $\text{cmol}_e/\text{dm}^3$ ) 41%, enquanto 2015 e 2016 apresentaram 12% e 19% respectivamente.

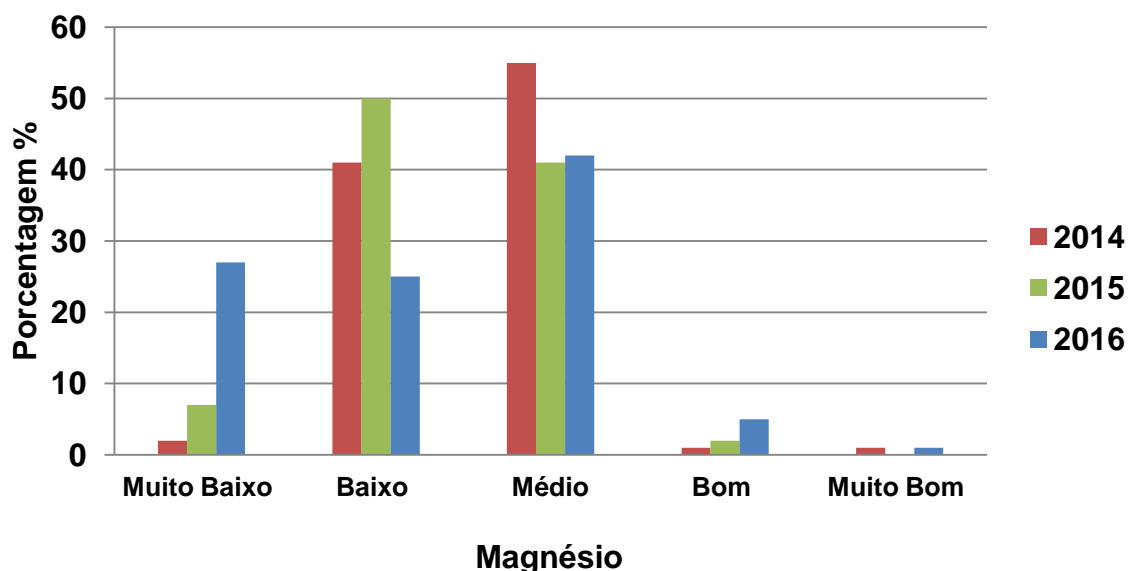


**Figura 3** – Teores de cálcio, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2016.

A manutenção das quantidades ideais deste nutriente no solo ameniza o efeito nocivo de vários outros elementos quando estão em concentrações elevadas. Sabendo disso, Correa et al. (2001) observaram comportamento semelhante com relação a quantidade de análises com níveis adequados de Ca em seus estudos, enquanto Figueiredo et al. (2013) encontraram níveis altos de cálcio em lavouras de café em produção no Sul de Minas Gerais. Essas diferenças de concentrações podem gerar desequilíbrios na relação Ca/Mg, e modificar a atividade ou a disponibilidade de alguns atributos do solo como P, Al na sua forma trocável, e influenciando nos níveis de pH (VENEGAS e RIBEIRO, 1999).

Na figura 4, são apresentados os teores de magnésio no triênio avaliado. Seguindo os mesmos critérios de avaliação do Ca, o magnésio em todos os anos verificados, observou-se que suas concentrações estavam principalmente em quantidades inadequadas. Visto que na faixa do muito baixo ( $< 0,15 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$ ) á do médio ( $0,46 \text{ a } 0,90 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$ ), no ano de 2014, 98% das análises continham os

teores de magnésio dentro deste intervalo, enquanto que em 2015 foram 98% e em 2016 foram 94%.

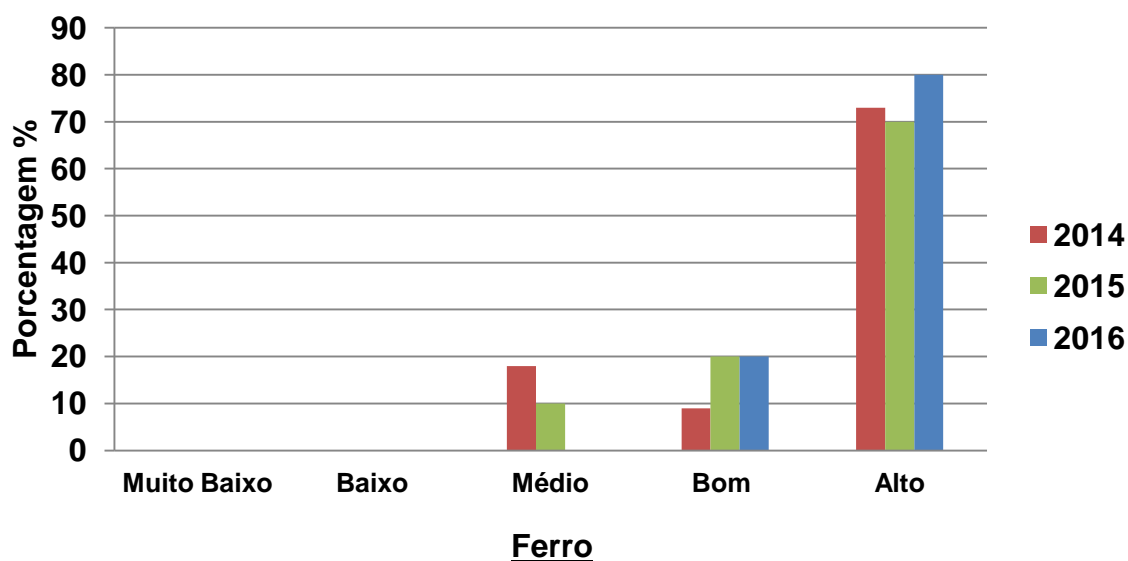


**Figura 4-** Teores de magnésio, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2016.

Essas informações evidenciam a necessidade de empregar ações corretivas, com o intuito de repor os níveis de magnésio evitando assim o desequilíbrio nas relações com os demais elementos. Essa situação corrobora com os resultados observados por Junqueira (2014) que também notou que os níveis do elemento nos solos da região de Inconfidentes/MG estavam inadequados, porém, se contrapõem aos obtidos por Correa et al. (2001) em lavouras de café no sul de Minas Gerais, onde as áreas verificadas continham em sua maioria valores adequados de Mg no solo.

#### 4.4 Teores de ferro

Na figura 5, são apresentados os teores de ferro no triênio avaliado. Nota-se que nos anos estudados os teores de ferro apresentaram valores semelhantes, e em sua maioria foram classificados de acordo com Venegas et al. (1999), dentro da faixa do alto (> 45 mg dm<sup>-3</sup>), com 73% em 2014, 70% em 2015 e 80% em 2016.



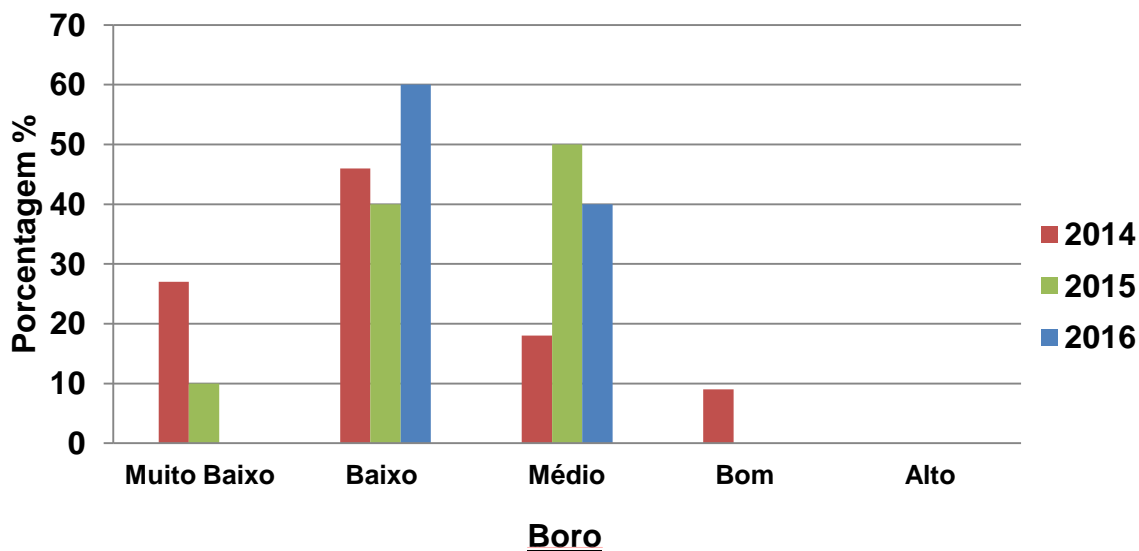
**Figura 5-** Teores de ferro, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

Apesar das altas concentrações a disponibilidade do Fe é facilmente afetada, devido as constantes reações da qual participa e pela presença em excesso de demais nutrientes. Bernini (2009) encontrou em seus estudos, resultados ainda mais expressivos quanto às altas concentrações de ferro.

#### 4.5 Teores de boro

Na figura 6, são apresentados os teores de boro no triênio avaliado. Pode se observar que de acordo com a classificação de Venegas et al. (1999), as concentrações de B no período avaliado, indicaram que este micronutriente foi encontrado em pequenas proporções, em sua maior parte, abaixo do desejável, o que torna necessária a correção dos seus níveis.



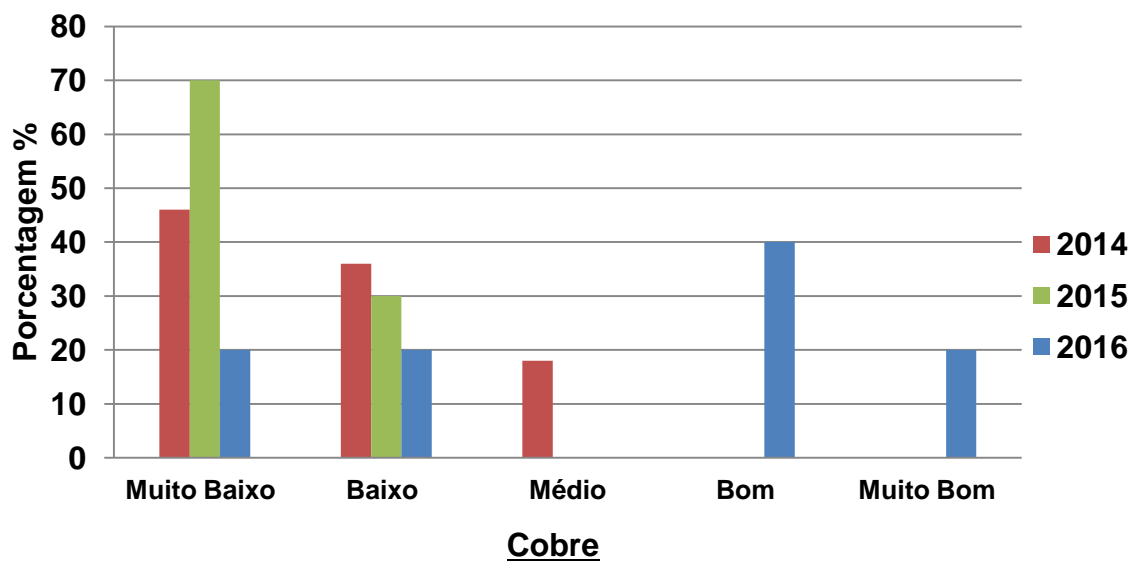


**Figura 6-** Teores de boro, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

Pelos resultados das análises é possível entender o comportamento do B, pois facilmente se perde no sistema devido ao alto grau de perda em processos erosivos, provocados principalmente pelo uso práticas de manejo inadequadas na agricultura. Sendo assim, Bernini (2009) também encontrou baixos teores de boro em levantamento nas cidades da região de Muzambinho/MG. Os baixos teores desse micronutriente pode ter como explicação o fato de o B muitas vezes ser aplicado via foliar, ou seja, disponibilizados diretamente às plantas, não necessitando sua passagem pelo solo para ser absorvido.

#### 4.6 Teores de cobre

Na figura 7, são apresentados os teores de cobre no triênio avaliado. Nos anos de 2014 e 2015 os níveis de cobre encontrados se concentraram de acordo com a classificação indicada por Venegas et al. (1999), principalmente nas faixas de muito baixo (menor ou igual a  $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e baixo ( $0,4$  a  $0,7 \text{ mg dm}^{-3}$ ), apresentando somatória total de 82% e 100% respectivamente, evidenciando a falta do mesmo neste período. Em 2016, os resultados foram mais distribuídos, destacando que 40% das análises avaliadas apresentaram níveis dentro da faixa do bom ( $1,3$  a  $1,8 \text{ mg dm}^{-3}$ ).

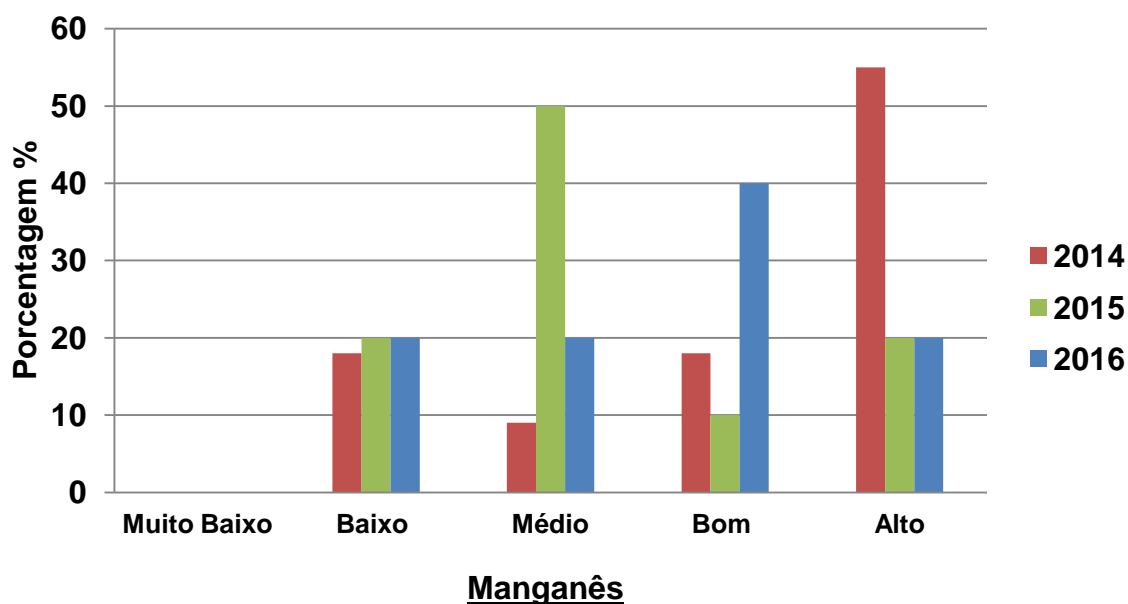


**Figura 7-** Teores de cobre, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

Valores diferentes foram observados por Vendrame et al. (2007) em região de Cerrado, nos quais o elemento se encontrava dentro dos níveis adequados. Assim como o boro, o cobre pode ser aplicado via folha, o que evita que ocorra sua indisponibilidade por meio da sua fixação junto à matéria orgânica presente no solo.

#### 4.7 Teores de manganês

Na figura 8, são apresentados os teores de manganês no triênio avaliado. No caso específico do elemento Mn, seguindo os parâmetros sugeridos por Venegas et al. (1999), o ano de 2016 apresentou a melhor resposta em comparação com os demais anos, com 40% das análises apresentando teores classificados como bom (9 a 12 mg dm<sup>-3</sup>). Em 2014 e 2015, provavelmente ocorreram desequilíbrios nos níveis de pH fazendo com que as análises avaliadas, se concentrassem principalmente nas faixas do alto (> 12 mg dm<sup>-3</sup>) e médio (6 a 8 mg dm<sup>-3</sup>).

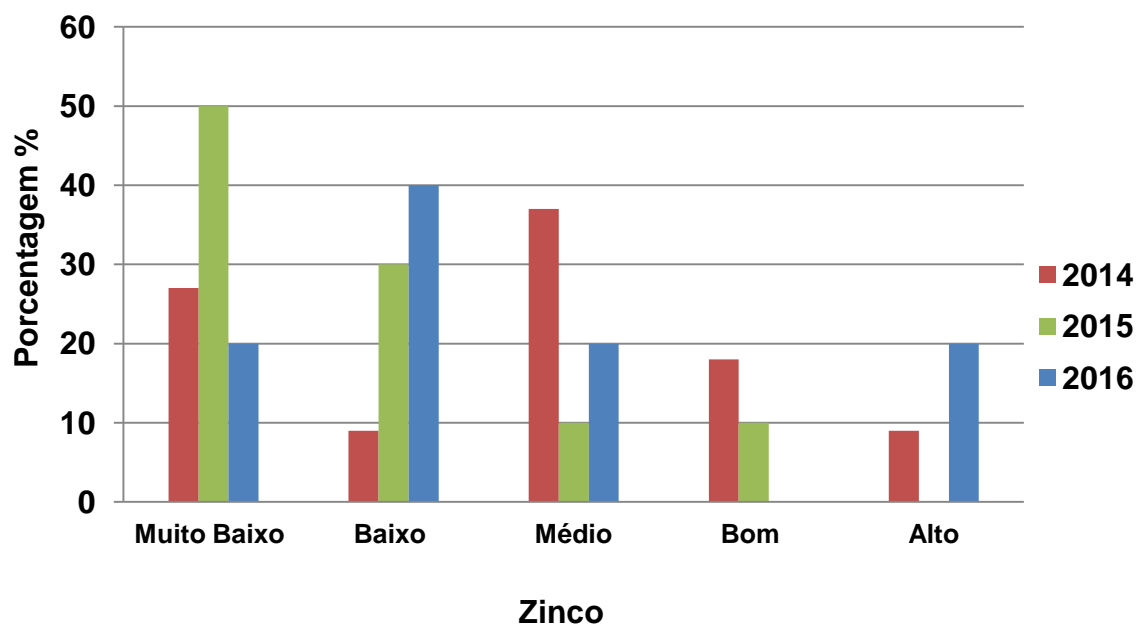


**Figura 8-** Teores de manganês, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

As altas concentrações de Mn devem-se as condições ácidas encontradas nos solos da região de Inconfidentes/MG, tornando necessária uma maior atenção com relação aos efeitos prejudiciais que podem ser provocados, como exemplo a toxidez nas plantas. Junqueira (2014) observou resultados diferentes, principalmente se forem considerados os anos de 2015 e 2016.

#### 4.8 Teores de zinco

Na figura 9, são apresentados os teores de zinco no triênio avaliado. Na maioria das análises avaliadas conforme a classificação de Venegas et al. (1999), os níveis de zinco foram insuficientes, baixo ( $0,5$  a  $0,9$   $\text{mg dm}^{-3}$ ) e muito baixo (menor ou igual a  $0,4$   $\text{mg dm}^{-3}$ ), sendo o ano de 2015, o que obteve os resultados mais significativos nestas faixas somadas em 80%. É importante ressaltar também que em 2016, 20% das análises apresentaram teor de Zn alto (acima de  $2,2$   $\text{mg dm}^{-3}$ ), diferentes dos demais anos.



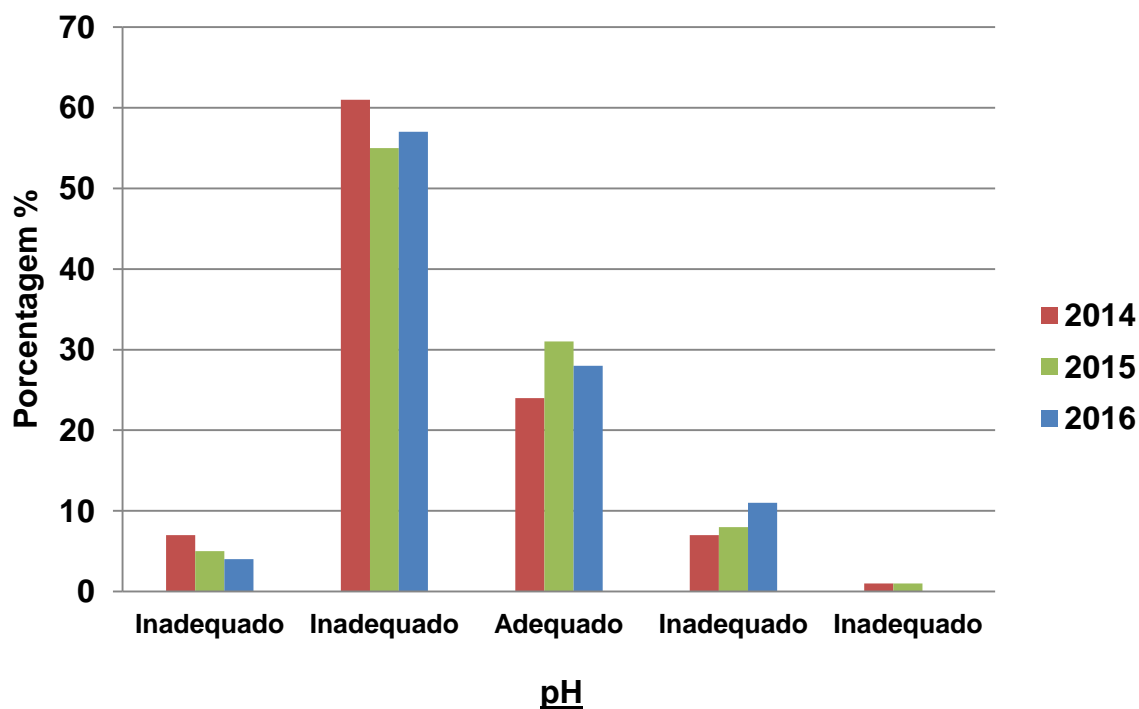
**Zinco**

**Figura 9-** Teores de zinco, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2016.

Esse panorama foi semelhante ao identificado por Vendrame et al. (2007), os mesmos autores ainda comentam que o zinco limita o desenvolvimento de pastagens no cerrado. Por sua vez Bernini (2009) encontrou elevados teores em levantamento da fertilidade na região de Muzambinho/MG. Já Silva e Souza (1998) perceberam que a disponibilidade de Zn tende a aumentar quando a solução do solo fica mais ácida.

#### 4.9 pH

Na figura 10, são apresentados os níveis de pH no triênio avaliado. Para o período avaliado, os níveis de pH segundo classificação de Venegas et al. (1999), tiveram variações pouco significativas na relação comparativa. As faixas classificadas como inadequadas quanto ao nível do pH, compreendem um total de 76% para o ano de 2014, 69% para o ano de 2015 e 72% para o ano de 2016. O pH por sua natureza, realiza reações que com o passar do tempo tendem sempre a voltar ao estado inicial, por isso as correções de seus níveis devem ser realizadas rotineiramente, mediante a um acompanhamento rigoroso.



**Figura 10-** Níveis de pH, em conformidade com as análises de solo, na região e triênio avaliado. IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2016.

Esses resultados corroboram ao que foi encontrado por Junqueira (2014) em lavouras cafeeiras no Sul de Minas Gerais, enquanto Correa et al. (2001) atribuíram a solos mais ácidos, a dificuldade no desenvolvimento e a diminuição da produção em cafezais nessa mesma região. Ou seja, a maioria das lavouras estão sob condições inadequadas de pH para o cultivo agrícola, isso pode ser explicado pelo fato de que as calagens, quando realizadas não satisfazem as necessidades indicadas nas análises.

#### 4.10 Importância deste levantamento

A partir deste levantamento foi possível a caracterização da fertilidade desta área, tornando este estudo uma ferramenta a mais, para a tomada de decisões quanto ao manejo a ser adotado. A avaliação comparativa dos anos estudados permitiu conhecer o histórico recente da fertilidade nessas áreas, e buscar um entendimento das variações que ocorreram durante este tempo.

Pela baixa quantidade de produtores que realizaram análises em suas lavouras em todos os três anos avaliados, ficou evidente a falta de informações sobre a importância dessa prática ser realizada rotineiramente e as consequências benéficas quanto ao uso correto de fertilizantes para o desenvolvimento de culturas

agrícolas.

Scheffer (2016) em levantamento realizado com cafeicultores do município de Inconfidentes/MG, também observou a falta de assistência técnica a esses produtores. Vale ressaltar que o apoio técnico é fundamental na interpretação desses resultados de modo que os produtores possam empregar esse conhecimento em seu benefício.

## **5. CONCLUSÃO**

Aproximadamente 72% dos solos analisados no ano de 2016, necessitam passar por calagem para adequar as condições de pH.

Para o triênio avaliado, os níveis de magnésio encontrados na maioria das amostras, são inferiores ao que é considerado adequado segundo recomendações contidas no livro 5ª aproximação.

O ano de 2016 foi o que apresentou os melhores resultados gerais quanto aos teores de nutrientes distribuídos no solo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. C. **Faixas de suficiência e níveis ótimos de atributos da fertilidade do solo para a cultura do café em Minas Gerais**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

BERNINI, L. F. M. **Perfil da fertilidade dos solos da área de abrangência do laboratório de solos do IFSMG – Campus Muzambinho no ano de 2008**. 2009. Disponível em: <[http://www.muz.ifsuldeminas.edu.br/attachments/728\\_LuizFernando Magalhães Bernini.pdf](http://www.muz.ifsuldeminas.edu.br/attachments/728_LuizFernando%20Magalhães%20Bernini.pdf)> Acesso em: 20 de setembro de 2016.

CANTARUTTI et al. **Amostragem do solo**. In: RIBEIRO et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

CFSEMG - 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. 559p.

CORRÊA, J. B.; JÚNIOR, R. A. R.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. **Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do sul de Minas Gerais**. 2001. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Roberto\\_Reis\\_Jr/publication/237363051\\_AVALIAO\\_DA\\_FERTILIDADE\\_DO\\_SOLO\\_E\\_DO\\_ESTADO\\_NUTRICIONAL\\_DE\\_CAFEEIROS\\_DO\\_SUL\\_DE\\_MINAS\\_GERAIS1/links/557a366008ae75363756ff8f.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Reis_Jr/publication/237363051_AVALIAO_DA_FERTILIDADE_DO_SOLO_E_DO_ESTADO_NUTRICIONAL_DE_CAFEEIROS_DO_SUL_DE_MINAS_GERAIS1/links/557a366008ae75363756ff8f.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2016.

EFFEGEN, T. A. M.; PASSOS R. R.; LIMA, J. S.; BORGES, E. N.; DARDENGO M. C. J. D.; REIS E.F. **Atributos químicos do solo e produtividade de lavouras de cafeeiro conilon submetidas a diferentes tratos culturais no Sul do Estado do Espírito Santo**. Biosci. J., Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 7- 18 , abr./jun. 2008.

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: [s.n.], 2008. 230 p.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.77p.

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

FIGUEIREDO, V. C. et al. **Levantamento da fertilidade do solo de lavouras cafeeiras em produção, no sul de Minas Gerais**. 2013. Disponível em: <[http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/viewFile/449/pdf\\_42](http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/viewFile/449/pdf_42)>. Acesso em: 15 set. 2016.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. **Nitrogênio: dinâmica do N no solo**. 2016. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_nitrogenio.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_nitrogenio.aspx)>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.



GUIMARÃES et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

JUNQUEIRA, C. B. **Atributos químicos do solo da cultura cafeeira na região de Inconfidentes/MG**. 2014. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária, Unifenas, Alfenas, 2014.

LANA, R. M. Q., OLIVEIRA, S. A., LANA, A. M. Q., FARIA, M. V. **Levantamento do estado nutricional de plantas de *Coffea arabica* L. pelo dris, na região do Alto Paranaíba/Minas Gerais**. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010006832010000400014&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832010000400014&lang=pt)>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

MALAVOLTA, E.. **Abc da adubação**. 5. ed. São Paulo: Agronomica Ceres Ltda, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E.. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3. ed. Viçosa: Ufv, 2009. 486 p.

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A.; GUIMARÃES P. T. G. **Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais**. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ /pab/v38n6/18219.pdf>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

MATIELLO; SANTINATO; GARCIA; ALMEIDA; FERNANDES. **Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações**. Varginha: Mapa - Procafé, 2010. 546 p.

NUNES, A. M. L.; SOUZA, F. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F.; PEQUENO, P. L. L.; COSTA, R. S. C.; VENEZIANO, W. **Recomendação de adubação e calagem para café robusta: avaliação da fertilidade do solo**. 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/calagem.htm>>. Acesso em 20 de setembro de 2016.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp, 2008.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda, 1991. 343

p.

ROSSI, M.; MATTOS, I. F. A.; COELHO, R. M.; MENK, J. R. F.; ROCHA, F. T.; PFEIFER, R. M.; DeMARIA, I. C. **Relação solos/vegetação em área natural no parque estadual de Porto Ferreira, São Paulo**. 2005. Disponível em: <[http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista\\_if/rev17-1pdf/45-61.pdf](http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/rev17-1pdf/45-61.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2016.

SCHEFFER, M. de F. **Caracterização da cafeicultura em Inconfidentes, Sul de Minas Gerais**. 2015. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Ifsuldeminas, Inconfidentes, 2016.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2005. Disponível em: <<http://www.dzo.uem.br/disciplinas/Solos/nutrientes.doc>> Acesso em: 14 setembro de 2016.

SILVA, C. R. da; SOUZA, Z. M. de. **Eficiência do uso de nutrientes em solos ácidos: manejo de nutrientes e uso pelas plantas**. 1998. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/acido.htm>>. Acesso em: 16 set. 2016.

SOUZA, C. K. **Informação pessoal**. 2016.

SOUZA JÚNIOR, R. F. et al. **Frações de fósforo inorgânico do solo e suas correlações com o fósforo quantificado por extratores e pelo milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 36, p. 159- 169,2012.

THEODORO, V. C. A.; CARVALHO, J. G.; CORREA, J. B.; GUIMARAES, R. J. **Avaliação do estado nutricional de agroecossistemas de café orgânico no estado de Minas Gerais**. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542003000600003&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542003000600003&lang=pt)>. Acesso em 20 de setembro de 2016.

VENDRAME, P. R. S.; BRITO, O. R.; QUANTIN, C.; BECQUER, T. **Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens na Região do Cerrado**. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n6/v42n6a13.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2016.

VENEGAS, V. H. A. et al. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; VENEGAS, Victor Hugo Alvarez. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 359.

VENEGAS, V. H. A.; RIBEIRO, A. C. **Calagem**. In: RIBEIRO, Antonio Carlos et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999.