Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

LARISSA GIMENEZ RAMBRE

ANÁLISE QUÍMICA DA BORRA DE CAFÉ VISANDO SUA UTILIZAÇÃO PARA COMPOSTAGEM

Assis/SP
2019

Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

LARISSA GIMENEZ RAMBRE

ANÁLISE QUÍMICA DA BORRA DE CAFÉ VISANDO SUA UTILIZAÇÃO PARA COMPOSTAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito da obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientanda: Larissa Gimenez Rambre
Orientadora: Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello

Assis/SP
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

R167a RAMBRE, Larissa Gimenez.
Análise química da borra de café visando sua utilização para compostagem / Larissa Gimenez Rambre.-- Assis, 2019.
49p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial).
Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA

Orientadora: Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello

1.Compostagem 2. Borra de café 3. Análise química.

CDD 544.2

ANÁLISE QUÍMICA DA BORRA DE CAFÉ VISANDO SUA UTILIZAÇÃO PARA COMPOSTAGEM

LARISSA GIMENEZ RAMBRE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientadora: Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello

Examinador: Me. Alexandre Vinicius Guedes Mazalli

Assis/SP

2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a mim mesma por acreditar que seria capaz de conseguir terminar esse trabalho. E também aos profissionais da Química que de forma geral contribuíram com seus conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado e me dado forças para eu alcançar mais uma vitória.

Ao meu namorado Lucas por sempre estar do meu lado me apoiando e incentivando nas horas difíceis durante toda a realização desse trabalho.

Agradeço ao meu cachorro Moleza por estar do meu lado há 14 anos e ele foi um dos principais objetivos que me motivou a concluir esse trabalho.

Agradeço a minha primeira orientadora professora Me. Flávia Augusta Marquezine, pela paciência que teve comigo no início da realização desse trabalho, sem sua dedicação e seu apoio eu não teria conseguido.

Agradeço a minha segunda orientadora professora Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello, pela paciência que teve comigo e por ter me aceitado como orientanda e me ajudado a concluir esse trabalho.

Agradeço ao meu amigo que conheci no curso técnico de Açúcar e Álcool Pedro Augusto Milk Gonçalves e desde lá ele vem me ajudando e me convenceu a vim estudar na FEMA e aos meus amigos que conheci na faculdade em especial Rogério de Oliveira Caetano Júnior, Helen Rebeca Ramos Izidoro e Mateus Henrique Manzoni por sempre estar ao meu lado me apoiando e incentivando a terminar esse trabalho e ao Laboratório Solos e Plantas por ter colaborado na execução desse trabalho.

“Estabeleça novos desafios, saia da sua zona de conforto, enfrente seus maiores medos. Desse modo a recompensa é só uma consequência”.

Mariana Mello Machado

RESUMO

A borra de café é um resíduo que pode ser reaproveitado diminuindo o seu impacto ambiental, ela tem sido muito utilizada para queima e para alimentação de animais. Este trabalho teve como objetivo realizar a análise química da borra de café visando sua utilização para compostagem. O solo utilizado foi coletado em um terreno baldio de Assis/ SP, até 20 cm de profundidade, posteriormente foram realizadas misturas com borra de café coletada na Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA, nas proporções: 100/0, 90/10, 80/20 e 70/30. Tais amostras foram enviadas para análises, seguindo metodologias oficiais para análises de solo. O solo sem adição da borra de café apresentou um pH de 6,3, potássio 1,6 $mmol_c dm^{-3}$, cálcio 24 $mmol_c dm^{-3}$, magnésio 4 $mmol_c dm^{-3}$, e de matéria orgânica 6 gkg^{-1}. Na análise da borra de café apresentaram 2,47 % de nitrogênio, 1,01 % potássio, 0,19 % fósforo. Foram realizadas análises após a adição da borra de café no solo. Quando se utilizou 10% do substrato o pH, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica aumentaram, porem conforme foi aumentando a quantidade do substrato, esses elementos continuaram aumentando com exceção do cálcio que se manteve e o pH que diminuiu, pelo fato da borra de café apresentar um pH ácido. Conclui-se que o resíduo é um substrato que pode ser utilizado como adubo no solo, porem a sua concentração deve ser estudada, pois apresentou quantidades significativas de macronutrientes e matéria orgânica, importantes para o desenvolvimento de certas culturas.

Palavras-chave: Compostagem; Borra de café; Análise-Química.

ABSTRACT

Coffee grounds are a waste that can be reused reducing its environmental impact, it has been widely used for burning and for feeding animals. This work aimed to perform the chemical analysis of coffee grounds aiming its use for composting. The soil used was collected in a vacant lot of Assis / SP, up to 20 cm deep, afterwards were made mixtures with coffee grounds collected at the Fundação Educacional do Municipio de Assis - FEMA, in the proportions: 100/0, 90/10, 80/20 and 70/30. These samples were sent for analysis, following official soil analysis methodologies. The soil without added coffee grounds had a pH of 6,3, potassium 1,6 $mmol_c dm^{-3}$, calcium 24 $mmol_c dm^{-3}$, magnesium 4 $mmol_c dm^{-3}$, and organic matter 6 $g.kg^{-1}$. From coffee grounds, 2,47 % nitrogen, 1,01 % potassium and 0,19 % phosphorus were obtained. When 10% of the substrate was used, the pH, potassium, calcium, magnesium and organic matter increased, but as the amount of the substrate increased, with excess of the calcium that remained and the pH decreased, because the coffee grounds have an acidic pH. It is concluded that the residue is a substrate that can be used as a fertilizer in the soil, however its concentration should be studied, because it presented significant amounts of macro nutrients and organic matter, important for the development of certain crops.

Key words: Composting; Coffee grounds; Chemical analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Avaliação da fertilidade do Solo.....20

Figura 2- Processo de preparo da composteira.....28

Figura 3- Processo de preparo da composteira.....28

Figura 4- Vasos com adição da borra de café 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Identificação dos vasos de solo com suas respectivas porcentagens 31

Tabela 2- Resultados das análises de macronutrientes do solo 36

Tabela 3- Resultados de macronutrientes do solo utilizado como referência do IAC 36

Tabela 4- Resultados das análises de macronutrientes da borra de café 37

Tabela 5- Resultados das análises de macronutrientes depois da adição da borra de café. 38

LISTA DE FLUXOGRAMA

Fluxograma 1- Determinação de matéria orgânica 34

Fluxograma 2- Determinação de potássio, cálcio e magnésio.....35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO. 15
2. SOLO 16
2.1 NUTRIENTES MINERAIS NO SOLO 16
2.2 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO 17
2.2.1 pH do Solo 18
2.2.2 CTC (Capacidade de Troca de Cátions) 19
2.2.3 Elementos da CTC- K, Ca e Mg 20
2.2.4 Matéria Orgânica 21
3. CAFÉ 23
3.1 RESIDUOS DE CAFÉ 24
3.2 BORRA DE CAFÉ: UTILIZAÇÃO 24
4. A COMPOSTAGEM DE RESTOS DE ALIMENTOS NO ENSINO DE QUÍMICA 26
4.1 MATERIAIS E MÉTODOS 26
4.2 MATERIAIS 26
4.3 MÉTODOS 27
4.3.1 Coleta do Material 27
4.3.2 Preparo do Material 27
5. MATERIAIS E MÉTODOS 29
5.1 MATERIAIS 29
5.2 MÉTODOS 31
5.2.1 Coleta do Material 31
5.2.2 Preparo do Material 31
5.2.3 Análises físico- químicas da borra de café 31
5.2.3.1 Determinação de Nitrogênio 32
5.2.3.2 Determinação de Fósforo e Potássio 32
5.2.4 Análises físico- químicas do solo 33
5.2.4.1 Determinação de pH em $CaCl_2$ 33
5.2.4.2 Determinação de Matéria Orgânica 33
5.2.4.3 Determinação de Potássio, Cálcio e Magnésio 34
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 36

6.1 ANÁLISES REALIZADAS DO SOLO SEM ADIÇÃO DA BORRA DE CAFÉ 36
6.2 ANÁLISES REALIZADAS DA BORRA DE CAFÉ 37
6.3 PREPARO DAS AMOSTRAS 37
6.4 ANÁLISES REALIZADAS DO SOLO DEPOIS DA ADIÇÃO DA BORRA DE CAFÉ 38
7. CONCLUSÃO 40
REFERÊNCIAS.....41
ANEXO A- RESULTADOS DAS ANÁLISES DE MACRONUTRIENTES ANTES E DEPOIS DA ADIÇÃO DA BORRA DE CAFÉ 48

1 INTRODUÇÃO

O solo é constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas formadas por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso Planeta, contém matéria viva e pode ser modificado por interferências antrópicas. Ele é fundamental para diversas atividades humanas, construção civil, produção de alimento, tratamento de resíduos, ornamentos e silvicultura. O solo é muito importante, pois além de servir de suporte para as plantas, fornece nutriente e água necessário para o seu desenvolvimento (ANDREOLI, ANDREOLI, 2012). É formado pela decomposição das rochas, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, que podem ser denominados intemperismo. Tais mudanças podem ser provocadas pela ação da água, temperatura, vento e seres vivos (LEPSCH, 2010).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Café – ABIC, o Brasil é o segundo maior consumidor mundial de café, atrás apenas dos Estados Unidos. Em 2017 o consumo do produto foi de 1,7 milhão de toneladas, demonstrando que a população continua consumindo cada vez mais o café por ser uma bebida tradicional e de baixo custo (ABIC, 2015).

A borra de café é um resíduo que pode ser reaproveitado como composto orgânico ou substrato para produção de mudas, diminuindo o impacto ambiental gerado pelo seu descarte (TORRES, et al, 2012).

Tem sido utilizada principalmente para queima, devido a seu alto teor de óleo e fibras, ou para alimentar animais, além de conter teores consideráveis de cafeína, polifenóis e taninos, bem como proteínas, gorduras e pectinas. O óleo extraído da borra contém materiais insaponificáveis compostos de monoésteres de cafestol e caveol (HARTMAN, et al, 1968).

Muitas pessoas descartam a borra de café, por desconhecimento da sua possível reciclagem. Desta forma este trabalho tem como objetivo realizar a análise química da borra de café visando sua utilização para compostagem.

2. SOLO

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso Planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006).

A matéria mineral que constitui os solos vem do processo da sua formação através da decomposição das rochas e formam a areia, silte e a argila. A matéria orgânica é constituída de restos de animais, plantas e micro-organismos, sendo muito importante para o crescimento das plantas, por fornecer nutrientes minerais, tais como fósforo, enxofre e nitrogênio, que é essencial para a sobrevivência das plantas (COELHO, et al, 2018).

A formação do solo se dá pelo intemperismo que é um processo de transformação e desgaste das rochas, promovido por processos físicos (temperatura, vento e pressão), químicos (ação da água, ácidos, bases e sais) e biológicos (ação de micro-organismos) (ANDREOLI, ANDREOLI, 2012).

O perfil de um solo constitui os seus horizontes, ou camadas, que se distinguem pela cor, espessura, tipo de estrutura, textura entre outras características, devido à presença de óxido de ferro, teores de cálcio e matéria orgânica presentes. Solos que possuam cor mais escura são considerados melhores para o plantio, pois são ricos em matéria orgânica (LEPSCH, 2010).

2.1 NUTRIENTES MINERAIS NO SOLO

Alguns nutrientes são considerados essenciais para o desenvolvimento das plantas, sendo eles divididos em dois grupos: macronutrientes primários (N, P, K) e macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn).

A concentração de nutrientes no solo depende muito do teor de água, pH, minerais e da matéria orgânica do substrato do solo onde a planta cresce e encontram-se dissolvidos na solução do solo (RONQUIM, 2010, NUNES, 2016). Existem outros elementos que promovem o crescimento em várias plantas, mas que não são absolutamente necessários para que se complete o seu ciclo de vida, como: sílica, sódio, cobalto e selênio. Estes são conhecidos como elementos benéficos (NUNES, 2016).

A deficiência de nutrientes minerais nos solos acarreta uma série de problemas para a produção, causando alterações no metabolismo e no suprimento adequado do elemento. O sintoma de deficiência mais comum na maioria das plantas é a redução do crescimento, entretanto, ocorrem outros sintomas como a mudança de coloração que podem aparecer nas folhas novas ou nas folhas mais velhas (NUNES, 2016). Muitas encontram-se ausentes no solo, sendo preciso fazer a reposição deles e para isso é necessário utilizar fertilizantes químicos e matéria orgânica (RONQUIM, 2010).

2.2 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO.

A fertilidade do solo é a subdivisão da ciência que estuda a capacidade em suprir nutrientes as plantas. Ela estuda quais elementos são essenciais para determinada cultura, a sua disponibilidade no solo e como corrigir o seu excesso ou sua deficiência (CAMARGOS, 2005). O manejo adequado de cada nutriente depende cada vez mais da classificação, da física, da química, da físico-química, da mineralogia e da microbiologia do solo (RAIJ, 2011).

A fertilidade pode ser classificada como natural, potencial e atual. A fertilidade natural corresponde à fertilidade quando ainda não sofreu nenhum manejo, ou seja, não sofreu interferência antrópica. Na fertilidade potencial evidencia-se a existência de algum elemento ou característica que impede o solo de mostrar sua capacidade de ceder nutrientes, mesmo apresentando alta fertilidade. A fertilidade atual é aquela em que apresenta um solo que já foi trabalhado, ou seja, recebeu manejos para satisfazer as necessidades da cultura (MENDES, 2007).

2.2.1 pH do solo

O pH do solo pode variar de acordo com a sua composição (rochas), concentração de sais, metais, ácidos, bases e substâncias orgânicas que são adicionadas no seu preparo para o plantio. A escala de pH varia de 0 a 14, sendo 7 considerado neutro, abaixo de 7 considerado ácido e acima de 7 considerado alcalino (SOUZA, 2019).

Ele controla a disponibilidade de nutrientes e elementos tóxicos (como o alumínio) que é muito importante para as plantas (PÉREZ, 2019). Cada planta necessita de um pH ideal do solo para seu desenvolvimento. Quando temos um solo com o pH de 5 a 6,5 ele está em condições apropriadas para o desenvolvimento das seguintes culturas: batata, melancia, arroz, morangueiro, berinjela e cebola. Quando temos um solo com um pH alcalino as culturas desejáveis para esse pH são o abacateiro, pessegueiro, soja e a aveia. O pH 6,5 é considerado em geral o mais apropriado para a maioria das culturas (MALAVOLTA, 1981).

O solo será tanto mais ácido quanto menor a parte da capacidade de troca de cátions for ocupada por cátions básicos como cálcio, magnésio, sódio e potássio. A acidificação desse solo consiste na remoção de cátions básicos sendo substituído por alumínio e hidrogênio (RAIJ, 2011). Os solos podem ser naturalmente ácidos devido à pobreza de teor de cátions básicos, ou a formação do solo, que favorecem a remoção de elementos químicos do solo. Ele também pode ser afetado devido à adubação e o cultivo, que quando é feito em grande quantidade ocorre à perda de cátions básicos (RAIJ, 1987).

Quando o solo encontra-se muito ácido pode ser feita sua correção com calcário. O calcário é simplesmente obtido pela moagem de rochas calcárias, cujos constituintes químicos básicos são Carbonato de Cálcio ($CaCO_3$) e Carbonato de Magnésio ($MgCO_3$) mais impurezas (CASTILHO; FREITAS; GUITTERRES, 2000). A correção feita com cal corrige a acidez do solo e fornece outros nutrientes para as plantas, como o Ca e o Mg (RAIJ, 1991).

Os solos brasileiros são ácidos por natureza, mas felizmente o país possui grandes reservas desta rocha sedimentária: são 331 jazidas distribuídas pelo território (CARDOSO, 2014).

2.2.2 CTC (Capacidade de Troca de Cátions)

Durante a formação do solo, alguns minerais e matéria orgânica são reduzidos a partículas muito pequenas, os colóides, que apresentam cargas superficiais que podem reter nutrientes (íons) de forma trocável (RONQUIM, 2010).

A capacidade de um solo trocar seus íons é chamada de capacidade de troca catiônica, quando são cátions (LOPES, GUILHERME, 2004). Conhecer a CTC é um dos mais importantes atributos dos solos, pois permite manter, em formas disponíveis, diversos nutrientes (RAIJ, 2010).

No solo, os cátions são formadores de cargas positivas adsorvidas aos colóides e podem ser substituídos por outros cátions, mas também pode haver cargas negativas. Quanto maior for o número de cargas negativas no solo, maior será a sua capacidade de troca de cátions (RAIJ, 2010).

Quando a CTC do solo é ocupada por cátions trocáveis de Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} e Na^{+} significa que temos um solo rico em nutrientes e em condições ideais para o desenvolvimento da planta. Porém, se a CTC estiver ocupada por H^{+} e Al^{3+} será pobre em nutrientes (BRAGA, 2012).

A figura 1 abaixo mostra a relação da ocupação da CTC por diversos cátions e sua relação com o pH. A capacidade de troca de cátions como reservatório ligado à escala de pH, indica o nível atingido pelas bases do solo. Quando a sua acidez for neutralizada, o nível das bases trocáveis aumenta (Apud RAIJ, 2011).

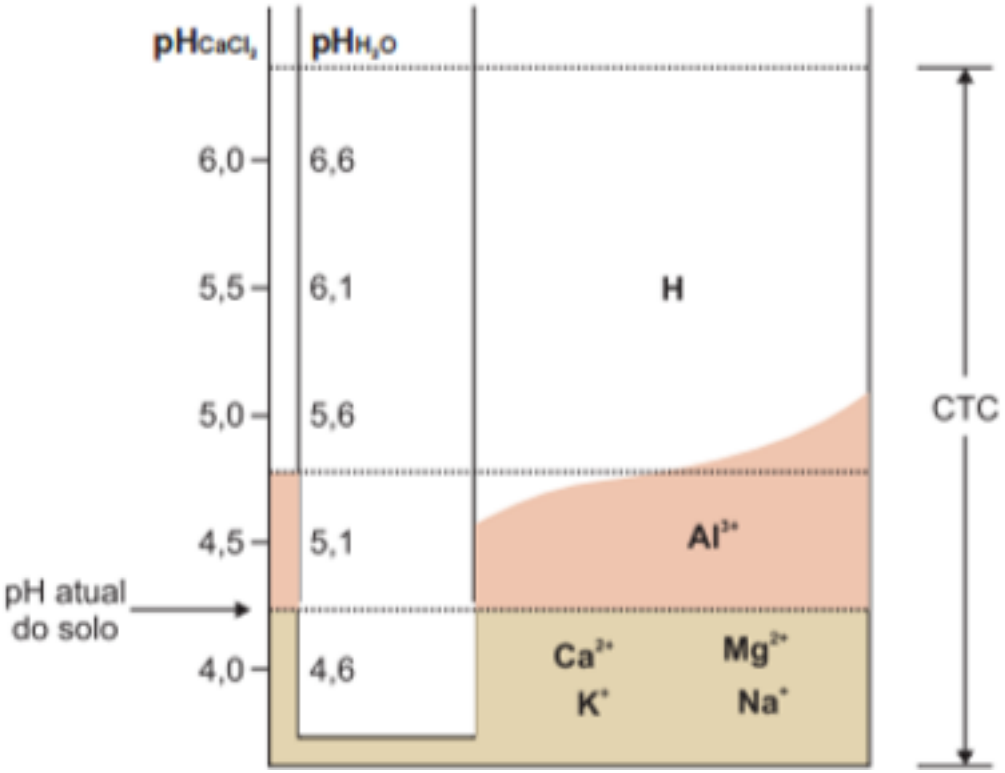


Figura 1: Avaliação da fertilidade do solo (Apud RAIJ, 2011).

2.2.3 Elementos da CTC- K, Ca e Mg.

O potássio (K) é absorvido ou retirado do solo pelas plantas na forma iônica. Ele é um dos principais nutrientes essenciais para a fotossíntese. Quando esse nutriente se encontra deficiente no solo, a fotossíntese diminui e a respiração das plantas aumenta, fazendo com que diminuem o suprimento de carboidrato para as plantas. Um fator importante do potássio é que ele ajuda no controle de doenças e pragas, melhora a qualidade da cultura, aumentando o número de sementes, a coloração da planta e o tamanho (LOPES, 1998).

O cálcio (Ca) é um macronutriente secundário juntamente com o Magnésio (Mg) e o Enxofre(S). Eles estão presentes nos coloides do solo, pela troca de cátions, passa pela solução do solo e são absorvidas pelas plantas. O cálcio é muito importante, pois promove a redução da acidez do solo, melhora o crescimento das raízes, aumenta a atividade microbiana, aumenta a disponibilidade de molibdênio (Mo) e de outros

nutrientes. Reduzindo a acidez do solo, diminui a toxidez do alumínio (Al), cobre (Cu) e manganês (Mn). Quando esse nutriente encontra-se deficiente no solo é preciso fazer a sua reposição, que é feita utilizando calcários calcíticos que possui 40-45% óxido de cálcio (CaO) e 1-5% óxido de magnésio (MgO), dolomíticos que possui 25-30% de óxido de cálcio (CaO) e 13-20% óxido de magnésio (MgO) e magnesiano que possui 30-40% de óxido de cálcio (CaO) e 6-12% de óxido de magnésio (MgO) (NUNES, 2016; GIRALDELI, 2019).

O magnésio (Mg) é um macronutriente catiônico muito importante para o desenvolvimento das plantas, ele está presente na solução do solo e pode originar do intemperismo de minerais, da aplicação de rocha calcária e da mineralização da matéria orgânica. Este nutriente faz parte da molécula de clorofila, que representa cerca de 10% da concentração total do Mg foliar. A clorofila é um pigmento que dá cor verde às folhas, e absorve a energia luminosa para ser usada na fotossíntese, sem a qual não há vida. Entre outras funções, podem ser citadas a participação do Mg no transporte de carboidrato, na respiração e na regulação enzimática (FAVARIN, et al, 2013).

2.2.4 Matéria Orgânica

A matéria orgânica é formada por restos de animais e resíduos de vegetais em decomposição. Ela é importante, pois a ação dos decompositores irá devolver ao solo os nutrientes necessários para que os seres vivos que o habitam possam adquirir energia para sobreviver, manter o equilíbrio e a conservação do solo (AGUIAR, 2011). Segundo Guchert, Neto, (2007), um solo, para ser considerado perfeito, preciso ter em sua constituição: 45% de minerais, 25% de ar ocupando seus poros, 26% de água e 4% de matéria orgânica e micro-organismos.

A quantidade de matéria orgânica presente é determinada pela ação de atividades humanas, pelos fatores climáticos e pela cobertura vegetal de uma área, portanto a quantidade de matéria orgânica varia de acordo com a região sendo que é encontrada em maior abundância em áreas de climas úmidos e temperado (AGUIAR, 2011).

Os ácidos fúlvicos são constituintes da matéria orgânica e dos sedimentos que podem melhorar as propriedades do solo e do metabolismo vegetal (CARON, GRAÇAS, CASTRO, 2015).

Através dos ácidos fúlvicos, a matéria orgânica aumenta a CTC do solo proporcionando uma maior retenção de cátions, como K, Ca, Mg, evitando que sejam lixiviados, e suprindo as plantas de nutrientes, através da solução do solo (BRAGA, 2010).

Esta influência da matéria orgânica sobre a CTC do solo ocorre pela geração de cargas provenientes da matéria orgânica mais humificada, denominada de substâncias húmicas. Estas substâncias apresentam alta superfície específica comparada com as argilas do solo de regiões tropicais e subtropicais, constituídos principalmente por óxido de ferro e alumínio (CUNHA, MENDES, GIONGO, 2015).

3. CAFÉ

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC 2015) – O primeiro registro de café surgiu em manuscrito no ano de 575 d.C, descrevendo a lenda de Kaldi. O pastor Kaldi observou que suas cabras ficavam alegres e cheias de energia depois que mastigavam um fruto de coloração amarelo- avermelhado dos arbustos, abundante do campo. Foi então que ele experimentou e confirmou que era verdade que o café deixava mais disposto.

O preparo do café era feito de uma maneira diferente. Os etíopes ingeriam os frutos, alimentavam-se de sua polpa doce e as folhas eram utilizadas no preparo de chá e na produção de bebida alcoólica (MARTINS, 2012; ABIC, 2015).

Foi em 1727 que o oficial português Francisco de Mello Palheta vindo da Guiana Francesa trouxe as primeiras mudas da rubiácea para o Brasil, entregando-as para o governador de Caiena e sua esposa. Como a saída de mudas e sementes de café estavam proibidas na Guiana Francesa, o aventureiro recebeu não só frutos, mas também outros favores da esposa do governador, que plantaram as mudas no Pará onde floresceram sem dificuldades (ABIC, 2015). Em 1830 era o principal produto exportado. Em 1886 ocorreu a primeira crise devido ao alto consumo da bebida, se estabilizando no ano de 1952 quando passaram a ter supervisão do Instituto Brasileiro do Café (IBC) (MARCONDES, 2015).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, a produção atual de café no Brasil em 2019 é de 50,92 milhões de sacas representando uma redução de 17,4% em relação a 2018 que foi de 61,7 milhões de sacas. Essa redução aconteceu devido à falta de chuva nos meses da produção e por conta da bienalidade negativa dos cafezais, um fenômeno natural que ocorre com a cultura e faz com que a sua produtividade seja maior em um ano e menor no outro (CONAB, 2019; CONAB, 2019).

Seu consumo, entretanto, é de 21,7 milhões de sacas, com uma projeção de aumento de 3,5% até 2021, no Brasil (ABIC, 2019).

3.1 RESIDUOS DE CAFÉ

O elevado consumo de café encontra-se associado à produção de uma grande quantidade de resíduos de baixo valor. Estudos realizados evidenciaram que somente 6% da colheita de café é utilizada na preparação da bebida. O restante 94% correspondem a resíduos sendo, a maioria, originado durante o processo de produção do café, obtida da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro (MATOS, 2003). Estes resíduos incluem a polpa, a casca, a mucilagem e a água residual. No processo de extração da bebida de café, é ainda gerado um resíduo orgânico, a borra de café (CRUZ et al., 2014).

Várias destinações tem sido propostas para este resíduo, entre elas, uso como adubo, alimentação animal, queima e até mesmo como matéria prima para obtenção do biodiesel e álcool, como também pode ser utilizada como combustível em caldeiras (BOLIGON, 2015).

3.2 BORRA DE CAFÉ: UTILIZAÇÃO

A borra de café é gerada diariamente e em quantidade significativas devido ao alto consumo de café e podem ter um grande potencial na agricultura doméstica, tanto pela adição direta no solo ou pela mistura em pilhas de compostagem (CRUZ, 2015).

Esse resíduo tem sido apontado como um material apropriado de calagem devido possuir fertilizante NPK, como promotor da retenção de água e de nutrientes nos solos (KASONGO et al., 2011).

Também pode ser utilizada como combustível em caldeira, em geral na própria indústria de café solúvel. Nestas indústrias, é necessário realizar adaptações nas caldeiras para que haja combustão de forma eficiente e não ocorra a produção de materiais poluentes. Para esta utilização a borra tem que passar por um processo de secagem prévia. Esta secagem é necessária porque a borra úmida gera uma grande quantidade de vapor o que implica maiores custos operacionais (necessidade de complemento de combustível) e

maior tamanho da câmara devido ao volume de vapor de água, ou seja, a umidade reduz o poder calorífico da borra. (VIOTTO, 1991).

Para que esse material seja utilizado como um fertilizante orgânico, deve passar por um processo de compostagem. A compostagem tem como objetivo fazer o tratamento dos resíduos orgânicos através de um processo biológico, sendo o material orgânico transformado, pela ação de micro-organismos, em material estabilizado e utilizável na preparação de corretivos orgânicos do solo e de substratos para as culturas. (VASHI, SHAH, 2003). Quando é feito esse processo a borra se torna um ótimo fertilizante, pois quando ela é aplicada ao solo, aumenta a biomassa, os pigmentos fotossintéticos e os macronutrientes foliares das plantas (FERREIRA, 2011).

4. A COMPOSTAGEM DE RESTOS DE ALIMENTOS NO ENSINO DE QUÍMICA

A química é uma ciência de extrema importância, pois ela está presente ao nosso redor, desde a formação das rochas a formação dos seres humanos (FERREIRA, KRAISIG, BRAIBANTE, 2017). No ensino de química, percebe-se que os alunos, muitas vezes não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema (NUNES, ADORNI, 2010). Isso acontece pelo fato da química ser um assunto muito complexo e os professores não conseguirem realizar na prática aquilo que está sendo estudado na teoria.

Em 1998 surgiram relatos na revista Química Nova na Escola contextualizando o uso da agricultura como o ensino de química (QUADROS, 1998).

Para um solo se tornar bom para o plantio, é necessária sua correção com fertilizantes ou adubo. A compostagem é um processo biológico de transformação de resíduos orgânicos como restos de alimentos, folhas e borra de café, em adubo, para ser utilizado na agricultura, proporcionando melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2009).

Este procedimento visa mostrar como alunos do ensino fundamental e médio, podem contextualizar a química com a agricultura, através da construção de uma composteira doméstica utilizando os restos de alimentos, folhas de alface e cascas de frutas. Após o processo de decomposição, poderão utilizar o composto como adubo para os jardins da escola (PASCOAL, et al, 2018).

4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2 MATERIAIS

- Folhas de Alface

- Resíduos Orgânicos
- 2 Garrafa Pet
- Pedra
- Solo
- Água
- Tesoura
- Faca

4.3 MÉTODOS

O método utilizado para o preparo da composteira foi proposto por (PASCOAL, et al, 2018) com modificações.

4.3.1 Coleta do Material

Os alunos deverão guardar em um balde separado os restos de verduras e cascas de frutas que sobram das refeições na escola.

4.3.2 Preparo do Material

Os alunos deverão trazer de suas casas duas garrafas pet. Em seguida, eles deverão cortar uma dessas garrafas no meio ficando apenas com a parte debaixo delas. Na outra garrafa eles deverão fazer furos em sua tampa, abrir a parte superior da garrafa utilizando uma tesoura, deixando como se fosse uma tampa. Nessa tampa deverá ser feito furos para que o ar consiga passar para fora da garrafa. Em seguida, deverão encaixar uma garrafa na outra e adicionar pedras dentro da garrafa para que essas pedras tampem os furos que estão na tampa da garrafa impedindo que o solo passe por ele. Como mostrado na figura 2.

Figura 2: Processo de preparo da composteira.

O material orgânico deverá ser cortado em pequenos pedaços para que o processo ocorra de uma forma mais rápida. Em seguida, eles deverão fazer várias camadas de solo e material orgânico, finalizando com o solo. Na figura 3 mostra como deve ser montada a composteira.

Figura 3: Processo de preparo da composteira.

Essa composteira deverá ser regada com água, pois a umidade auxiliará na degradação dos alimentos pelos. Conforme vai umedecendo essa composteira vai se acumulando um liquido no fundo da garrafa, denominado chorume, que pode ser utilizado para irrigação de plantas, quando diluído em 1 Litro de água. O adubo orgânico deve se formar em três meses, tempo após o qual os alunos poderão emprega-lo como fertilizante.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

- Vasos
- Solo localizado em um bairro na cidade de Assis/ SP
- Balança semi analítica tecnal/KN15C
- Medidores de pH promovido de eletrodo combinado de vidro e de referência
- Moinho de martelo (Tecnal/TE-330);
- Mesa agitadora, movimento circular- horizontal com rotação mínima de 220 rpm (Tecnal/TE-145);
- Dispensador diluidor regulados com volumes de 10 mL e 1 mL
- Dispensador de 50 mL
- Pipeta automática (0-10) mL (Socorex/ acura-835);
- Aparelho separador de resina, com conjunto de 10 peneiras com malha de 0,4mm
- Equipamento de Emissão atômica (MP-AES/4200 Agilent);
- Espectrofotômetro com ajuste para leitura 420nm (Celm/E-225-D);
- Balança analítica (Marte/AS2000C);
- Balança de precisão (Sauter/D7470);
- Destilador de água (Marconi/MA-255);
- Deionizador de água (Tecnal/DE1800);
- Copos plásticos de 100 mL;
- Cachimbo para medidas de 2,5 cm^3;
- Cachimbo para medidas de 2,5 cm^3 com fundo de malha de poliéster;
- Cachimbo de 10 cm^3;
- Pipetas volumétricas, balões volumétricos e provetas;
- Bandejas de isopor para 10 frascos plásticos cilíndricos de 100mL com tampa;
- Resina trocadora de íons;
- Solução de cloreto de amônio 0,8 mol/L em HCl 0,2, mol/L;
- Óxido de lantânio 1g/L;

- Solução de HCl 50% com 20 ppm de enxofre;
- Cristais de $BaCl_2.2H_2O$;
- Carvão ativado;
- Papel filtro faixa azul;
- Solução de $Ca(H_2PO_4)_2$ 0,01 mol/L para extração do enxofre;
- Solução padrão estoque mista de potássio 3 mmolc/L, cálcio 50 mmolc/L e magnésio 10 mmolc/L;
- Solução padrão estoque de enxofre 100 mg/L.
- Cachimbo para medida de 1 cm^3
- Dispensador para 10 mL de solução
- Mesa agitadora com movimento circular horizontal;
- Solução padrão de $CaCl_2$ 0,01 M
- Solução padrão de pH 4,0 e pH 7,0
- Bandejas de alumínio, para três bandejas de isopor com dez frascos;
- Fotocolorímetro ou espectrofotômetro;
- Solução de dicromato de sódio 0,667 mol L
- Solução de ácido sulfúrico 5 mol/L
- Conjunto microdigestor e microdestilador para nitrogênio, com reguladores de potência.
- Liga de Raney (50% Al -50% Ni)
- Indicador verde de bromocresol 1 gL^{-1}
- Solução de H_2SO_4 concentrado p.a
- Cadinho de 30-50 mL com placa de vidro e porosidade média de 16 a 40 µm
- Bomba de vácuo
- Ácido nítrico (HNO_3) p.a
- Reagente Quimoacic
- Solução do indicador amarelo de Clayton
- Solução aquosa do Hidróxido de Sódio NaOH com 200 gL^{-1}
- Solução de BCTA (Brometo de centiltrimetilamônio)
- Solução padrão de K_2O

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Coleta do Material

A amostra de solo foi coletada de um terreno localizado na cidade de Assis/SP e recolhida de uma profundidade de 0 a 20 cm. O substrato da borra de café utilizado foi coletado na Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA). Tanto a borra quanto o solo utilizado neste trabalho foram enviados a laboratórios de análises particulares antes da montagem do experimento.

5.2.2 Preparo do Material

Esse experimento foi realizado em 4 vasos (triplicata). O solo e a borra de café foram misturados em diferentes proporções, totalizando 500 gramas da mistura. A tabela 1 mostra a porcentagem colocada em casa vaso.

	Solo de Assis (%)	**Borra de Café (%)**
Vaso A	100	0
Vaso B	90	10
Vaso C	80	20
Vaso D	70	30

Tabela 1: Identificação dos vasos de solo com suas respectivas porcentagens.

Os vasos foram regados com água todos os dias durante um mês. Em seguida realizaram-se as análises físico-químicas descritas na sequência.

5.2.3 Análises físico-químicas da borra de café

As análises de Fósforo e Potássio foram feitas utilizando o método por emissão por plasma e a de nitrogênio foram feitas utilizando o micrométodo da liga de Raney.

5.2.3.1 Determinação de Nitrogênio

A determinação do teor de nitrogênio se baseia no micrométodo da liga de Raney e é feito através da digestão sulfúrica. Pesou se de 1,0 a 2,5g da amostra e transferiu-se para um balão volumétrico de 250 mL. Completou o balão com água e homogeneizou. Agitou-se esse balão vigorosamente e deixou em repouso por 30 minutos. Em seguida, essa solução foi filtrada em papel de filtro com porosidade média. Foi retirada uma alíquota da solução amostra que continha 2,5 a 15 mg de N e colocado no tubo de vidro do microdigestor. Acrescentou-se 0,7g de liga de Raney, elevou-se o volume para 25 mL com água e adicionou-se 5mL de H_2SO_4 concentrado. Essa solução foi aquecida no microdigestor até o aparecimento de fumos brancos do H_2SO_4. Após resfriamento ressuspendeu-se o resíduo em 20 mL de água e foi aquecido novamente até suspender todo o conteudo. Deixou esfriar e foi levada para o microdestilador, onde foram adicionados 25 mL de NaOH 450 gL^{-1} ao tubo de destilação. Recolheu-se 100 mL do destilado no erlenmeyer e o mesmo foi titulado com H_2SO_4 0,0025 mol/L^{-1}. Após realização da prova em branco, o teor de nitrogênio foi calculado.

5.2.3.2 Determinação de Fósforo e Potássio

A digestão de Fósforo e Potássio se baseia no método de digestão nitro-perclórica. Para a determinação do fósforo e potássio foi pesado 0,5 g de amostra. Na capela foi adicionado 8 mL de solução nitro-perclórica 2:1, onde foi deixado em repouso over night. Em seguida, elas foram adicionadas em tubos e levadas até o bloco digestor onde ficou em aquecimento durante 1 hora a 100° C para que todo o precipitado do fundo do tubo seja eliminado. Após aumentar a temperatura para 160° C, esse tubo foi deixado para evaporar todo gás, onde vai sobrar apenas os cristais marro. Em seguida, a temperatura foi aumentada para 210° C e esse tubo ficou em aquecimento até o liquido ficar esbranquiçado e obter um volume final de 0,5 mL. Esses tubos foram retirados do bloco digestor, onde foi deixado para esfriar em temperatura ambiente. Em seguida foram adicionados 25 mL de água destilada morna no vortex com o auxílio de uma proveta e foi guardado em um pote com tampa para decantação do particulado. Em seguida foi

pipetado 1 mL da solução digerida e adicionado 9 mL de água para realizar a leitura no método de plasma.

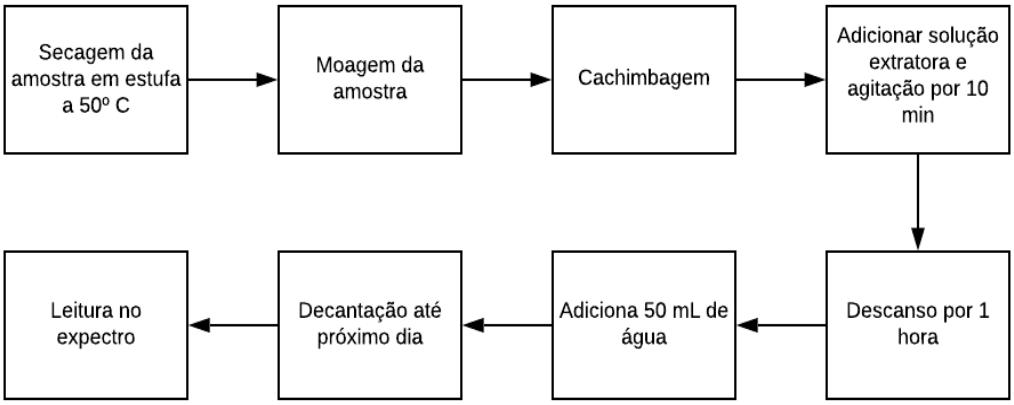
5.2.4 Análises físico-químicas do solo

5.2.4.1 Determinação de pH em $CaCl_2$

Para a determinação de pH em $CaCl_2$ se utiliza o método da Embrapa. O pHmetro foi calibrado com tampão 4 e 7. Em seguida, cachimbado 10 mL da amostra de solo em copo plástico de café de 50 mL, e adicionado 25 mL da solução de cloreto de cálcio. Essa amostra foi agitada durante quinze minutos e deixada em repouso por meia hora, e depois, realizada a leitura no pH metro (RAIJ et al, 2001).

5.2.4.2 Determinação de Matéria Orgânica

Para a determinação de matéria orgânica se utiliza o método da Embrapa. A determinação de matéria orgânica é feita a partir da oxidação do CO_2, por íons dicromato, em meio ácido. O método colorimétrico se baseia na leitura colorimétrica da cor verde do ion Cr (III) reduzido pelo carbono orgânico (QUAGGIO e RAIJ,1979). Esse método utiliza o dicromato de sódio no lugar do dicromato de potássio, devido a maior solubilidade do primeiro. Além disso, a oxidação da matéria orgânica é feita a frio, apenas agitando o solo em uma solução contendo dicromato de sódio e ácido sulfúrico. Após agitação essa solução ficou em decantação até o próximo dia para ser realizada a leitura no espectrofotômetro a 650 nm. Como indicado no fluxograma 1.

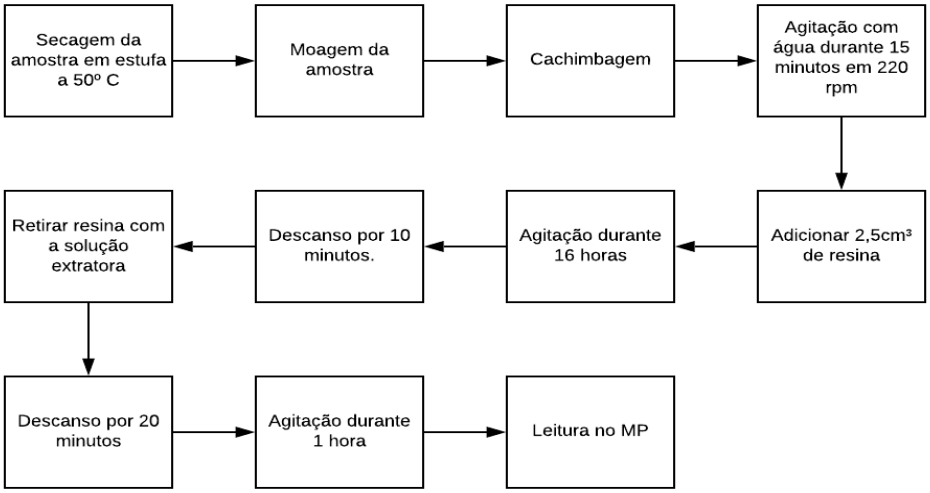


Fluxograma 1: Determinação de matéria orgânica.

5.2.4.3 Determinação de Potássio, Cálcio e Magnésio

Para a determinação de Potássio, Cálcio e Magnésio se utiliza o método da Embrapa. A amostra de solo foi secada na estufa a 50°C em seguida enviada para o moinho tipo martelo para ser feito a moagem. Após a moagem, foi cachimbado 2,5 cm^3 dessa amostra e inserido uma bola de gude e menos da metade de água da bola de gude, onde ficou em agitação por 15 min a 220 rpm. A bola de gude foi retirada e lavada para retirada das impurezas. Em seguida foi adicionada 2,5 cm^3 de resina e colocado sob agitação constante por 16 horas a 220 rpm. Essa solução ficou em repouso durante dez minutos para eliminação do CO_2. A bandeja foi levada até o separador de resinas para ser lavada com a solução extratora e deixada em descanso de 20 a 30 minutos. Após o descanso, essa amostra retornou a mesa agitadora, onde ficou em agitação durante 1 hora, obtendo assim um extrato para determinação analítica.

Com o uso de um dispensador diluído, retirou-se 1 mL do extrato e 10 mL de solução de óxido de lantânio 1 g/L e realizado a leitura de potássio, cálcio e magnésio por emissão por plasma. No fluxograma 2 está indicado como é feito a determinação de potássio, cálcio e magnésio.



Fluxograma 2: Determinação de potássio, cálcio e magnésio.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISES REALIZADAS DO SOLO SEM ADIÇÃO DA BORRA DE CAFÉ

Na tabela 2 mostra os resultados das análises realizadas antes da adição da borra de café. Os resultados discriminados encontram-se disponíveis no anexo A.

Determinações	**Solo de Assis**
potencial Hidrogeniônico (pH- $CaCl_2$)	6,3
Fósforo Resina (P. res – mg dm^{3-})	2
Potássio (K^+ - $mmol_c dm^{-3}$)	1,6
Cálcio (Ca^{2+} - $mmol_c dm^{-3}$)	24
Magnésio (Mg^{2+} - $mmol_c dm^{-3}$)	4
Matéria Orgânica (M.O. – g Kg^{-1})	6
CTC a pH 7,0 – T	41,6
CTC efetiva – t	29,6

Tabela 2: Resultados das análises de macronutrientes do solo

Na tabela 3 mostra os valores padrão de macronutrientes do solo de acordo com o Instituto Agronômico de Campinas.

pH em $CaCl_2$	potencial Hidrogeniônico	5,1-5,5
K^+ ($mmol_c/dm^3$)	Potássio	1,6-3,0
Mg^{2+}($mmol_c/dm^3$)	Magnésio	5-8
Ca^{2+}($mmol_c/dm^3$)	Cálcio	4-7
M.O.(g/dm^3)	Matéria Orgânica	15

Tabela 3: Resultados de macronutriente do solo utilizado como referência do IAC.

De acordo com os resultados descrito na tabela 2 e comparada com os valores de referência de nutrientes do solo do IAC (Instituto Agronômico de Campinas) que está descrito na tabela 3, os valores encontrados apresentaram um pH alto, baixo teor de

matéria orgânica, alto teor de cálcio, baixo teor de magnésio e um bom teor de potássio para o desenvolvimento da seguinte cultura: mangueira (EMBRAPA, 2010).

6.2 ANÁLISES REALIZADAS DA BORRA DE CAFÉ

Na tabela 4 mostra os resultados encontrados da análise da borra de café

Nutrientes	%
N	2,47
K_2O	1,01
P_2O_5	0,19

Tabela 4: Resultados das análises de macronutrientes da borra de café.

De acordo com os resultados encontrados e comparado com os resultados da borra de café de (BRITO, 2013) os valores de potássio encontra-se acima do valor estipulado por ele que é de 0,18%.

6.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

Na figura 4 mostra os vasos nas seguintes proporções vaso A 100/0, B 90/10, C 80/20 e D 70/30.

Figura 4: Vasos com adição da borra de café.

6.4 ANÁLISES REALIZADAS DO SOLO DEPOIS DA ADIÇÃO DA BORRA DE CAFÉ

Na tabela 5 mostra a média dos resultados obtidos depois da adição da borra de café nos vasos. Os resultados discriminados encontram-se disponíveis no anexo A.

Determinações	Vaso B 90/10	Vaso C 80/20	Vaso D 70/30
potencial Hidrogeniônico (pH $CaCl_2$)	6,6	6,2	6
Fósforo resina (P res. – mg dm^{3-})	4,7	6,7	9,3
Potássio (K^+ - $mmol_c dm^{-3}$)	10,1	14,8	21,3
Cálcio (Ca^{2+} - $mmol_c dm^{3-}$)	26	24,3	24
Magnésio (Mg^{2+} - $mmol_c dm^{3-}$)	11	15	20
Matéria Orgânica (M.O – g kg^{-1})	44,7	82,7	109
CTC a pH 7,0 – T	59,2	69,2	83,4
CTC efetiva – t	47,1	54,1	65,3

Tabela 5: Resultados das análises de macronutrientes depois da adição da borra de café.

De acordo com os resultados encontrados o pH do solo sem adição da borra de café apresentou um valor de 6,3, mas quando adicionou 10% de borra de café aumentou para 6,6. Quando se adiciona uma quantidade de 30% da borra de café o pH diminui para 6,0 demonstrando um valor inferior em relação ao trabalho do ANACLETO (2018) que utilizou os seguintes resíduos orgânicos (restos de alimentos, borra de café, casca de ovo, casca de legumes e casca de frutas para compostagem) onde obteve um pH 8,7.

De acordo com o (IAC, 2019) o valor de pH encontrado está um pouco acima do valor estipulado para um solo bom para o plantio.

Essa variação de pH pode estar relacionada com a quantidade que foi adicionada da borra de café, pois de acordo com os resultados da borra de café de (BRITO, 2013) onde apresentou um pH de 5,2, conforme foi aumentando a quantidade desse substrato o pH diminuiu, devido ela ser acida, aumentando assim a acidez dessa mistura.

O potássio antes da adição da borra de café apresentou um valor de 1,6 $mmol_c dm^{3-}$. Conforme foi aumentando a quantidade do substrato no solo, a quantidade desse elemento também aumentou, pois na borra de café possui 1,01% de potássio, chegando no final com 21,3 $mmol_c dm^{3-}$ quando adicionou 30% do substrato no solo.

A matéria orgânica é muito importante para o desenvolvimento de uma cultura, pois nela é onde a planta irá retirar nutrientes para o seu desenvolvimento (COELHO, et al, 2018). Quando se utilizou 10% de borra de café à quantidade de matéria orgânica aumentou para 44,7 g/dm^3, aumentando assim conforme foi aumentando a quantidade do substrato, chegando ao final com 109 g/dm^3 quando se adicionou 30% de borra de café.

ANACLETO (2018) obteve um valor de 28,72 % de matéria orgânica. Essa diferença deve estar relacionada com a quantidade que foi adicionada da borra de café, pois a mesma contem cerca de 960 g/kg de matéria orgânica (BRITO, 2013).

Esse substrato pode ser utilizado como fertilizante, pois a influência da utilização da borra de café compostada no desenvolvimento vegetativo de mudas de quiabo, apresentou um efeito positivo na germinação das plantas de quiabeiro (SANTOS, et al, 2018).

7. CONCLUSÃO

O resíduo de café é um substrato que pode ser utilizado como adubo no solo, porém a sua concentração deve ser estudada.

Observou-se quantidades significativas de macronutrientes e matéria orgânica, que podem ser importantes para o desenvolvimento de certas culturas.

Devido ao pH ácido da borra, sua adição ao solo deve ser estudada, pois a mesma poderá influenciar o pH do solo, que pode ser diminuído.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Edeilson Pereira Costa. **A importância da Matéria Orgânica do Solo.** Disponível em <https://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-da-materia-organica-do-solo/66938/>. Acesso em: 17 de abr de 2019.

ANACLETO, Rovilson. SANTOS, Claudiomir da Silva dos., RITA, Fabricio Santos., MORAIS, Marcelo Antonio de., LOPES, Generci Dias. Instituto Federal de Educação, Ciencia e Tecnologia In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 15, 2018, Poços de Caldas, MG. **Avaliação da compostagem doméstica, como alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos.** Set, 2018,1-7.

ANDREOLI, C.V.; ANDREOLI, F.N.; **Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental.** Coleção Agrinho, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ- ABIC. **Consumo Brasileiro de café cresce 3,5%, revela pesquisa da ABIC.** Disponível em < http://abic.com.br/consumo-brasileiro-de-cafe-cresce-35-revela-pesquisa-da-abic/>. Acesso em 21 de jun de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ- ABIC. Consumo de café no Brasil cresce com retomada econômica e mudanças de hábitos. **Folha de São Paulo,** São Paulo, 06 de fev. de 2019. Folha Economia.

ASSOCIAÇAO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ 2015- ABIC; **Origem do Café.** Disponível em < http://abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=55 > Acesso em: 11 de set de 2018.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **A Matéria Orgânica do Solo.** Disponível em <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/07/materia-organica-do-solo.html>. Acesso em: 17 de abr de 2019.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **Cátions trocáveis e CTC's na Análise do Solo.** Disponível em <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2012/06/cations-trocaveis-e-ctcs-na-analise-do.html>. Acesso em 26 de mai de 2019.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.) – Brasília : MAPA/ SDA/CGAL, 2014. 220 p.

BRITO, Adjaci Dias de. **Caracterização Química de resíduos de café (borra) e seu efeito em cafeeiro orgânico adensado e em plântulas de cafeeiro e tomateiro.** 2013. 141. Tese de Doutorado em Agronomia- Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF, 2013.

BOLIGON, Jacqueline**. Produção e caracterização de carvão ativado a partir da borra de café solúvel**. 2015. 78p. Dissertação (Mestrado)- Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

CAMARGOS, Sânia Lúcia. **Conceitos sobre fertilidade e produtividade,** Cuiaba-MT, 2005.

CARDOSO, Flávio. **Calagem é método barato de aumento de produtividade ainda subestimado no Brasil.** Aplicação de calcário agrícola não chega a dois terços do recomendado por pesquisadores. Blog- Técnico de Agronegócio, 2014.

CARON, Vanessa Cristina., GRAÇAS, Jonathas Pereira., CASTRO, Paulo Roberto de Camargo e. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos.** Piracicaba: ESALQ/USP – Divisão de biblioteca, 2015, 46p.

CASTILHOS, Z.M.S.; FREITAS, J.M.O. & GUTTERRES, J. **Aplicação superficial de calcário e adubos numa pastagem nativa.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 6, p.181187, 2000.

COELHO, Maurício Rizzato; FIDALGO, Elaine Cristina; SANTOS, Humberto Gonçalves dos; BREFIN, Maria de Lourdes Mendonça Santos; PÉREZ, Daniel Vidal. **Solos: Tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas.** Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94212/1/Ecossistema-cap3C.pdf. Acesso em: 14 ago 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014. In: **Boletim Técnico**. Brasília, Conab, 2013, 68p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Levantamento indica produção de 50,92 milhões de sacas em 2019.** Disponível em < https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2894-levantamento-indica-producao-de-50-92-milhoes-de-sacas-de-cafe-em-2019>. Acesso em: 07 de set de 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Safra de café em 2018 é recorde e supera 61 milhões de sacas.** Disponível em < https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2626-producao-do-cafe-em-2018-e-recorde-e-supera-61-milhoes-de-sacas>. Acesso em: 07 de set de 2019.

CRUZ, Soraia Alexandra Félix da. **Avaliação do potencial da borra de café fresca na mineralização do nitrogénio e do fósforo e em culturas hortícolas.** 2015. 59 p. Dissertação mestrado- Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2015.

CRUZ, R., MORAIS, S., MENDES, E., PEREIRA, J. A., BAPTISTA, P., CASAL, S. – Improvement of vegetables elemental quality by espresso coffee residues. **J Agri Food Chem**, 148: 2014, 294-299.

CUNHA, Tony Jarbas da., MENDES, Alessandra Monteiro Salviano., GIONGO, Vanderlise. **Materia Orgânica do Solo**. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137613/1/Tony-2015.pdf>. Acesso em: 17 de abr de 2019.

EMBRAPA. Compostagem de Resíduos Para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade – **Circular Técnica**-59. Aracaju, SE, 2009.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. Sistemas de Produção. **Cultivo da Mangueira**. 2 ed. Petrolina - PE, 2010. 111p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2006, 306p.

FAVARIN, José Laércio.,NETO, Ana Paula., TEZOTTO, Tiago., MARTINS, Priscila Oliveira., TEIXEIRA, Pedro Paulo de Carvalho. **Correção do magnésio no solo é essencial ao cafeeiro.** Disponível em < https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-fertilidade-enutricao02.pdf>. Acesso em 27 de mai de 2019.

FERREIRA, Leticia de O., KRAISING, Angela R., BRAIBANTE, Mara E.F, **Estudo de caso no ensino de química sobre a conservação dos alimentos.** 2017. 8p. Curso Química- Licenciatura- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria RS, 2017.

FERREIRA, Anabela Dias. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface *(Lactuca sativa L.).*** 2011. 115. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal, Bragança, 2011.

GIRALDELI, Ana Ligia. **Calagem.** Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/calagem/. Acesso em 07 de set de 2019.

GUCHERT, Jair Ary; NETO,Júlio Roussenq. **Conservação e uso do solo**. Indaial: Ed. Grupo UNIASSELVI, 2007. p. 23-27

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A.; TANGO, J. S.; TEIXEIRA, C. G. The effect of unsaponifiable matter of properties of coffee seed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [s.l.], v.45, n. 8, ago. 1968. p.577- 579.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais.** Disponivel em < http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>. Acesso em: 14 de out de 2019.

KASONGO, R.K., VERDOODT, A., KANYANKAGOTE, P., BAERT, G., VAN RANST, E. (2011) – Coffee waste as an alternative fertilizer with soil improving properties for sandy soils in humid tropical environments**. Soil Use Manag**, 27: 94–102.

LOPES, Alfredo Scheid. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. **International Plant Nutrition Institute,** 2 ed., rev e amp., Piracicaba, 1998, p 171.

LOPES, Alfredo Scheid., GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. Interpretação de Análise de Solo. In: **Boletim Técnico.** Associação Nacional para Difusão de Adubos. 2004, 50p.

LEPSCH, Igor. F**, Formação e Conservação dos Solos.** 2ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MALAVOLTA, Euripedes. **Manual de Química Agrícola: Adubos e Adubação.** 3ª edição. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981.

MARCONDES, Sandra. **O impacto da cultura do café no meio ambiente do Brasil 2015 no século XVIII ao XXI**. In: Eco Debate. Disponível em < https://www.ecodebate.com.br/2015/10/09/o-impacto-da-cultura-do-cafe-no-meio-ambiente-do-brasil-do-seculo-xviii-ao-xxi-artigo-de-sandra-marcondes/>. Acesso em: 11 de set de 2018.

MARTINS, A.L. **História do Café**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

MATOS, A.T. (2003) – **Tratamento e destinação final dos resíduos gerados no beneficiamento do fruto do cafeeiro**. In: Zambolim, L., Ed. Produção integrada de café. Viçosa: UFV/DFP.

MENDES, Alessandra Monteiro Salviano. **Introdução a fertilidade do solo.** 2007, 64p. Pós-Graduação- Departamento de Solos da UFV, Barreiras, BA, 2007.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos 28 alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans**, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

NUNES, José Luiz da Silva. **Cálcio.** Disponível em < https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/calcio_361447.html >. Acesso em 27 de mai de 2019.

NUNES, José Luiz da Silva. **Nutrição via Raizes- Absorção Radicular**. Disponível em < https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutricao-via-raizes---absorcao radicular_361459.html >. Acesso em 24 de mai de 2019.

NUNES, José Luiz da Silva. **Nutrientes.** Disponível em < https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_361443.html>. Acesso em 24 de mai de 2019.

PASCOAL, Clayton Rosa., JESUS, Loany André de., OLIVEIRA, Ronaldo Rodrigues Vieira de., BORGES, Rosângela Lopes., SOBRINHO, Marcos Fernandes. Compostagem e Educação Ambiental: Implantação de projeto em uma Escola Estadual de Marzagão (GO). **Espaço em Revista,** v20, n2, jul/dez, 2018, p 98-116.

QUADROS, Ana Luiza de. Os Feromônios e o Ensino de Química. **Química Nova na Escola,** n°7, maio, 1998, p 7-10.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. **Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos.** Revista Brasileira de Ciências do solo. Campinas, v.3, , 1979, p.184-187.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba: instituto da Potássio e Fosfato, instituto internacional da potassa, 1981.

RAIJ, Bernardo Van. **Avaliação da Fertilidade do Solo,** 3 edição. Piracicaba: Potafos, 1987.

RAIJ, Bernardo Van. **Fertilidade do Solo e Adubação.** Piracicaba e São Paulo: Ed. Agronômica Ceres e Potafos, 1991.

RAIJ, Bernardo van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: Internation Plant Nutrition Institute, 2011.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade de Campinas, Instituto Agronômico **(Boletim técnico, 81)**, p.31, 1983.

RAIJ, Bernardo Van. Fertilidade do Solo no Brasil- Contribuição do Instituto Agronômico em Campinas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, dezembro. 2010**.** N° 132, p 1 a 13.

RAIJ, Bernardo Van; ANDRADE, João Carlos de; CANTARELLA, Heitor; QUAGGIO, José Antônio. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Instituto Agronômico Campinas (SP), 2001.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Embrapa, Campinas-SP, 2010.

SANTOS, Ygor Antônio de Oliveira., SILVA, Rodrigo Vieira., GUIMARÃES, Lara Nascimento., GUIMARÃES, Nathalia Nascimento., MENDES, Ítalo Natanny Malaquias. Influência da Utilização de borra de café no desenvolvimento vegetativo de mudas de quiabo. In: Congresso Estadual de Iniciação Cientifica e Tecnologia do IF Goiano, 7., 2018, Campus do Rio Verde, GO. **Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação no Campus Rio Verde.** Outubro, 2018, 1-3.

SOUZA, Líria Alves de. **Solo fértil: Influência do pH.** Disponível em <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/solo-fertil-influencia-ph.htm>. Acesso em: 03 de mai de 2019.

TORRES, A.B., BREGAGNOLI, M., MONTEIRO, J.M. C., CARVALHO, C. A.M. Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de borra de café**. Revista Agrogeoambiental** v 4, n 3, dezembro, 2012, pagina 1- 2.

VASHI, A., SHAH, N. (2003) – Co-composting of municipal solid waste (MSW) with sewage sludge an integrated approach. **Bombay National Conference on Advances in Environment Sience and Engineering**, 8-9 December, Bombay, India.

VIOTTO, L. A. (1991). **Projeto e Avaliação econômica de sistemas de Secagem de Borra de Café** - Tese de Mestrado. Campinas: UNICAMP

ANEXO

Anexo A: Resultados das análises de macronutrientes antes e depois da adição da borra de café.

Laboratório
Solos & Plantas
Qualidade que gera resultados.

Resultados de Análise de Solo

Solicitante: O MESMO
Proprietário:
Propriedade: NÃO INFORMADA
Município: Assis - SP
Convênio: TESTE
Cultura:
Data Entrada: 09/10/2019
Data Saída: 11/10/2019
Laudo Nº: 339/2019

Cod. Lab.	Descrição Amostra	$CaCl_2$	mmol$_c$ dm^{-3}					mg dm^{-3}		g/dm^3	mmol$_c$ dm^{-3}			%	
		pH	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H+Al	Al^{3+}	P Res.	S	M.O.	SB	T	t	V	m
1273	VASO A 100/0 AM 1	6,9	1,2	31	6	11	0	3	4	8	38,2	48,8	38,2	78,3	0,0
1274	VASO A 100/0 AM 2	6,8	1,9	27	6	11	0	3	3	8	34,9	46,0	34,9	75,9	0,0
1275	VASO A 100/0 AM 3	7,0	1,4	29	7	10	0	3	2	7	37,4	47,7	37,4	78,4	0,0
1276	VASO B 90/10 AM 1	6,5	8,0	26	10	12	0	4	5	39	44,0	56,5	44,0	77,9	0,0
1277	VASO B 90/10 AM 2	6,6	11,1	26	12	12	0	5	5	51	49,1	61,3	49,1	80,1	0,0
1278	VASO B 90/10 AM 3	6,8	11,3	26	11	12	0	5	6	44	48,3	59,9	48,3	80,6	0,0
1279	VASO C 80/20 AM 1	6,2	14,4	26	16	15	0	7	15	94	56,4	71,3	56,4	79,1	0,0
1280	VASO C 80/20 AM 2	6,2	14,1	24	15	15	0	6	9	87	53,1	68,2	53,1	77,9	0,0
1281	VASO C 80/20 AM 3	6,2	15,8	23	14	15	0	7	12	67	52,8	68,2	52,8	77,4	0,0
1282	VASO D 70/30 AM 1	6,0	19,3	23	19	17	0	8	31	99	61,3	78,7	61,3	77,9	0,0
1283	VASO D 70/30 AM 2	5,9	21,9	24	20	18	0	11	33	104	65,9	83,7	65,9	78,7	0,0
1284	VASO D 70/30 AM 3	6,0	22,8	25	21	19	0	9	42	124	68,8	87,8	68,8	78,4	0,0

Cod. Lab.	Descrição Amostra	Relações			%		
		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
1273	VASO A 100/0 AM 1	5,2	25,8	5,0	64	12	2
1274	VASO A 100/0 AM 2	4,5	14,2	3,2	59	13	4
1275	VASO A 100/0 AM 3	4,1	20,7	5,0	61	15	3
1276	VASO B 90/10 AM 1	2,6	3,2	1,2	46	18	14
1277	VASO B 90/10 AM 2	2,2	2,3	1,1	42	20	18
1278	VASO B 90/10 AM 3	2,4	2,3	1,0	43	18	19
1279	VASO C 80/20 AM 1	1,6	1,8	1,1	36	22	20
1280	VASO C 80/20 AM 2	1,6	1,7	1,1	35	22	21
1281	VASO C 80/20 AM 3	1,6	1,5	0,9	34	21	23
1282	VASO D 70/30 AM 1	1,2	1,2	1,0	29	24	25
1283	VASO D 70/30 AM 2	1,2	1,1	0,9	29	24	26
1284	VASO D 70/30 AM 3	1,2	1,1	0,9	28	24	26

Procure um Eng. Agrônomo para recomendações de correção e fertilização do solo.

ALEXANDRE V.G.MAZALLI
Responsável Técnico
CRQ IV/ CREA04265093

O presente resultado tem seu valor restrito a entregue no laboratório.
Este laudo não tem fins juridicos.
Após 90 dias todas as amostras serão descartadas.

Elementos Determinados	Método	Extrator	Elementos Determinados	Método	Extrator	Legenda	
P, Ca, Mg, K	IAC	Resina Trocadora de Íons	Boro	IAC	$BaCl_2$ 0,125% a quente	SB = soma de bases	ns = não solicitado
Cu, Fe, Mn, Zn,	IAC	DTPA em pH 7,3	pH em água	Embrapa	H_20 2,5 : 1 de solo	T = CTC a pH 7,0	mmol$_c$ / 10 = cmol$_c$
Al^3+	IAC	KCl 1,0 M em pH 5,0	pH $CaCl_2$	Embrapa	$CaCl_2$ 0,01 M 2,5: 1 de solo	t = CTC efetiva	mg.dm^{-3} = ppm
M.O.	Embrapa	$Na_2Cr_2O_7.2H_2O + H_2SO_4$	Acidez Potencial (H+Al)	Embrapa	Acetato de Cácio a pH 7	V% = Saturação por Bases	dag.kg^{-1} = %
S	IAC	$Ca(H_2PO_4)2$ 0,01 M	Areia, Silte e Argila	IAC	NaOH 0,1 M	m = Saturação por Alumínio	g.Kg^{-1} . 10 = %

*** Analise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais editado por B. van Raij, J.C. de Andrade, H. Cantarella e J.A. Quaggio. Campinas, Instituto Agronômico, 2001. 285p.**
*** DOCUMENTOS N° 3 ISSN 1414-8153 Outubro, 1998 ANÁLISES QUÍMICAS PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO Métodos Usados na Embrapa Solos; Organizadores: Fábio César da Silva; Paulo Augusto da Eira; Washington de Oliveira Barreto; Daniel Vidal Pérez e Carlos Alberto Silva.**
*** Manual de métodos de análise de solos / organizadores, Guilherme Kangussú Donagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 230 p.**