

**USO DE LEGUMINOSAS COMO PLANTAS DE COBERTURA: EFEITOS POSITIVOS DA
ADUBAÇÃO VERDE EM ÁREA DE ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO E DE
AGRICULTURA FAMILIAR EM SÃO GONÇALO/ RJ**

*USE OF LEGUMES AS COVER PLANTS: POSITIVE EFFECTS OF GREEN FERTILIZATION IN A FAMILY
FARMING AREA IN SÃO GONÇALO, RIO DE JANEIRO, WITH DYSTROPHIC RED ARGISOL*

RESUMO

A adubação verde é uma prática que contribui para a proteção do solo e melhoria das suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Esta pesquisa foi realizada na Estação Experimental de Pesquisa de Erosão / Assentamento Fazenda Engenho Novo, situada em área de Argissolo Vermelho Distrófico, em domínio colinoso, no bairro de Monjolos, em São Gonçalo, no Estado do Rio de Janeiro. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos da adubação verde para as propriedades químicas do solo após cinco anos submetidos a diferentes manejos e usos. Em 2013, em três parcelas de erosão empregaram-se os seguintes tratamentos: T0 – solo sem cobertura; T1 – tratamento com cudzu tropical; T2 – tratamento com cudzu tropical e feijão guandu. Para a realização de análises físicas e químicas em 2019 foram coletadas amostras deformadas em todas as profundidades do perfil. A discussão dos resultados das análises químicas concentrou-se nos dados das profundidades 0 – 20 e 20 – 40 cm, a fim de compará-los com resultados anteriores. Os dados evidenciaram que a parcela T0 apresentou as maiores reduções na saturação por base e os maiores aumentos no pH e na saturação de alumínio. Em T1 e T2 os resultados foram mais satisfatórios, indicando efeitos positivos das leguminosas.

Palavras-Chave: Conservação do Solo; Adubação verde; Leguminosas; Argissolo.

ABSTRACT

Green fertilization is a practice that helps to protect the soil and improve its physical, chemical and biological properties. This study was conducted at the Engenho Novo Experimental Farm, located in a hilly area with dystrophic red argisol in the district of Monjolos, city of São Gonçalo, Rio de Janeiro State. The objective was to analyze the effects of green fertilization on the soil's chemical properties after five years of submission to different management practices and uses. In three erosion plots, the following treatments were used starting in 2013: T0 – soil without cover; T1 – treatment with kudzu; and T2 – treatment with kudzu and pigeon pea. In 2019, deformed soil samples were collected from all depths of the profile to carry out physical and chemical analyses. Here we describe the results of the chemical tests of samples obtained at depths of 0-20 and 20-40 cm in comparison with the original results. The data indicated that plot T0 underwent the greatest reductions in the base saturation and the largest increases in the values of pH and aluminum saturation. The results of plots T1 and T2 indicated positive effects of management with the legumes.

Keywords: Soil conservation; Green fertilization; Legumes; Argisol.

 Jeferson Rosa da Silva¹
 Laryssa Souza de Almeida²
 Ana Valéria Freire Allemão Bertolino³

1 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Correspondência:

profjefersonrosageo@gmail.com

Recebido em: 31-03-2023

Aprovado em: 04-06-2024



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.



INTRODUÇÃO

Nas regiões em que são exercidas atividades agrícolas, o emprego de práticas de manejo que contribuam para a conservação física, química e biológica do solo é essencial. As áreas mantidas sem cobertura vegetal são as mais predispostas aos efeitos desfavoráveis dos grandes eventos de chuva, acarretando em perdas de água e solo e de nutrientes por erosão e lixiviação (CALEGARI, 2008). Diferentes pesquisas certificam que o escoamento superficial e as perdas erosivas são mais intensas e frequentes quando o solo é submetido ao manejo sem cobertura (BERTOLINO, SOARES e CUNHA, 2015; PINHEIRO et al., 2018; OLIVEIRA, SILVA e KLINKE NETO, 2020, etc.).

Nesta perspectiva, Lima et al. (2017) evidenciaram que além de potencializar as perdas de água e solo, a ausência de cobertura vegetal gera grandes prejuízos financeiros, tendo em vista a perda dos nutrientes. Deste modo, a utilização de cobertura vegetal constitui-se como uma das principais práticas de manejo recomendadas para minimizar as perdas decorrentes da erosão e do escoamento superficial, contribuindo para a conservação do solo e da água (MARIA, BERTOL, DRUGOWICH, 2019).

Nesse contexto, uma prática bastante relevante é a adubação verde, que consiste no plantio de espécies vegetais, com ciclo anual ou perene, em sistema de rotação de cultura ou em consórcio com culturas de interesse econômico (ESPINDOLA et al., 2005). Pode ser caracterizada como uma alternativa às formas convencionais de produção agrícola, objetivando contribuir para melhorias da qualidade do solo e, também, proteger o solo contra intempéries (ABRANCHES et al., 2021).

Entre os principais efeitos químicos esperados pela adubação verde, destacam-se: o aumento no teor de matéria orgânica, de macro e micronutrientes em forma assimilável pelas plantas, reduzindo os níveis de alumínio trocável e de acidez (CALEGARI et al., 1993; ESPÍNDOLA, et al. 2005).

As plantas pertencentes à família das leguminosas são bastante utilizadas na prática da adubação verde. Elas possuem grande capacidade de fixação biológica de nitrogênio, contribuem para o incremento do teor de matéria orgânica do solo e vem sendo muito empregadas também como plantas de cobertura (ESPINDOLA et al., 2005; RIBEIRO et al. 2011; IMBANA, et al., 2021). Por esse conjunto de fatores, as

leguminosas são consideradas plantas melhoradoras do solo (BORGES, SOUZA, CARVALHO, 2015).

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) e a cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) estão entre as principais espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. O guandu é uma leguminosa arbustiva, anual, bianual ou semiperene, pouco exigente quanto à fertilidade e apresenta um sistema radicular pivotante e profundo. Já a cudzu é uma leguminosa perene, de talos rasteiros, que possui sistema radicular amplo e profundo, sendo recomendada para atuar na cobertura permanente do solo (CALEGARI, et al., 1993; BORGES, XAVIER, CARVALHO, 2015).

Em junho de 2013 o Laboratório de Geociências (LabGeo) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP) iniciou estudos associados ao uso de práticas conservacionistas na área do Assentamento Fazenda Engenho Novo em São Gonçalo. Tal área é bastante conhecida por ser considerada um polo da agricultura familiar no município.

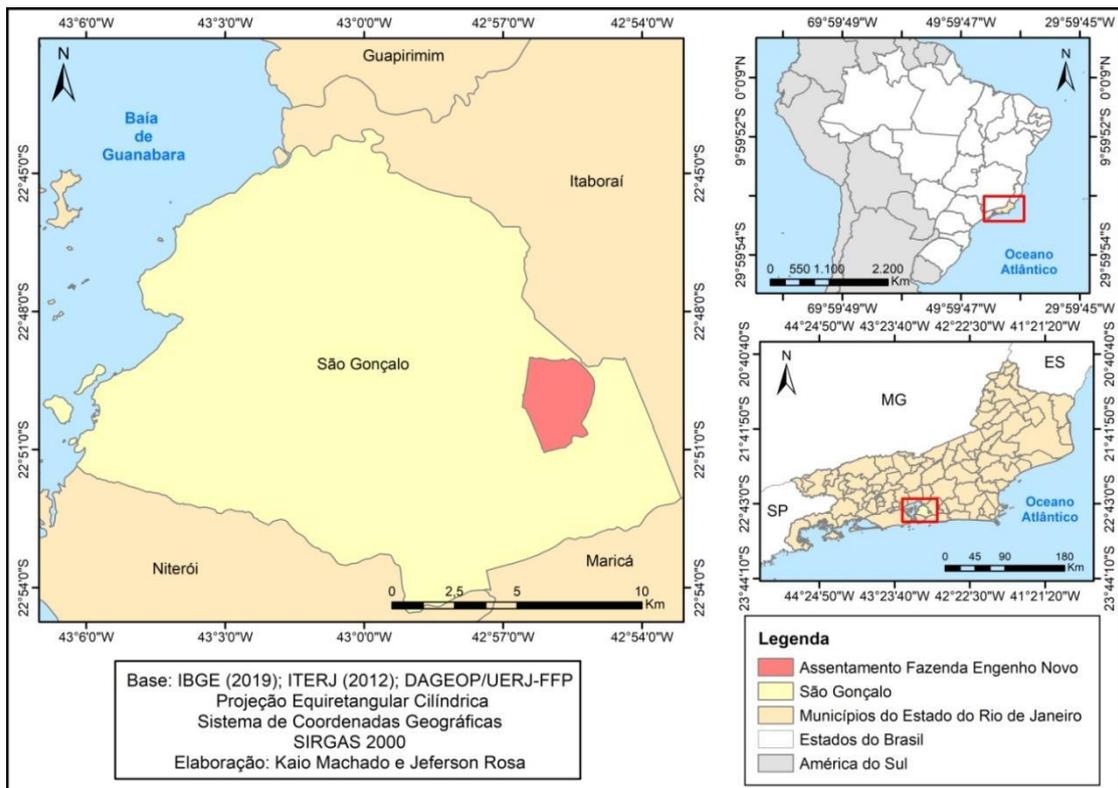
Nessa perspectiva, este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da adubação verde para as propriedades químicas do solo, após cinco anos submetidos a diferentes manejos e usos.

Área de Estudo

O presente trabalho foi desenvolvido em uma área situada no Assentamento Fazenda Engenho Novo (AFEN), localizado no distrito de Monjolos, no município de São Gonçalo, no Estado do Rio de Janeiro. A localização do Assentamento no município pode ser observada por meio da Figura 1.

Inserido na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), São Gonçalo possui uma área total de 248,4 km² (correspondente a 5% da área total da RMRJ) e situa-se no lado oriental da Baía de Guanabara, possuindo como municípios vizinhos Itaboraí, Maricá e Niterói (PMSG, 2023). Em 2022, ocasião do último censo, a população de São Gonçalo era de 896.744 pessoas habitantes. (IBGE, 2024).

Figura 1 - Localização do Assentamento Fazenda Engenho Novo (AFEN).



Fonte: Silva, 2021.

O AFEN constitui-se um projeto de reforma agrária gerido pelo Instituto de Terras e Cartografia do Estado do Rio de Janeiro (ITERJ), criado em 1993. Ele ocupa uma área de 700 ha e abriga mais de 130 famílias. Apesar do intenso processo de urbanização existente em São Gonçalo, o presente Assentamento se destaca por ser um dos remanescentes das áreas rurais, bem como um polo da agricultura familiar no município (IGREJA JUNIOR, 2015).

Cabe recordar que historicamente a produção agrícola teve grande importância econômica para o município. E, nesse contexto, a Fazenda Engenho Novo apresentava relevante contribuição para a economia gonçalense, especialmente entre os séculos XIX e XX, chegando a exportar citrus para países da América Latina e Europa (AZEVEDO, 2015). Todavia, este cenário já foi fortemente modificado. Nas últimas décadas a agricultura vem perdendo cada vez mais espaço entre as atividades econômicas do município.

O crescimento urbano, a expansão imobiliária e a falta de apoio por parte dos órgãos municipais são alguns dos fatores presentes nesse processo. Além disso, mesmo na área do AFEN, a produção agrícola acontece em menos da metade dos lotes e os pequenos produtores locais encontram inúmeras problemáticas, dentre elas dificuldades associadas ao acesso à água, ao transporte e a venda dos produtos e a utilização de práticas adequadas de manejo e conservação do solo (COSTA, 2020).

De acordo com Pereira et al. (2021), São Gonçalo possui uma tendência ao clima Aw, conforme a classificação de Köppen (AYOADE, 1996), denominado Clima Tropical Úmido, sendo bastante caracterizado pelas chuvas de verão e outono. Desse modo, o município apresenta verão quente e chuvoso, compreendido entre dezembro e março, e inverno seco. Seu período úmido abrange os meses de novembro a abril, por sua vez o período seco estende-se de maio a outubro. De acordo com dados obtidos por meio de uma série histórica de 15 anos (2005 a 2019) pela Estação Climatológica Experimental Urbana da UERJ/FFP, a pluviosidade média anual do município é de 944,8 mm (SILVA, 2021).

A Figura 2 possibilita uma visão geral da área de estudo, sendo possível observar parte da paisagem do Assentamento e a localização da Estação Experimental de Pesquisa de Erosão / Assentamento Fazenda Engenho Novo (EEPE/AFEN). A referida Estação Experimental está instalada no Sítio Carvalho de Justiça, localizado na porção norte do Assentamento, no bairro de Monjolos.

Conforme detalhado por Igreja Junior (2015) o solo da área de estudo tem como material de origem o gnaisse. A EEPE/AFEN encontra-se em uma região associada à unidade geomorfológica Superfícies Aplainadas do Recôncavo da Baía de Guanabara e ao padrão de relevo Morros Baixos, típico do domínio de mares-de-morros (CPRM, 2017). Na referida Estação Experimental realizou-se a abertura e descrição de um perfil de solo. O mesmo foi denominado como PERFIL 1 – LUCIÁ e classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Abrupto (IGREJA JUNIOR, 2015).

Figura 2 - Visão ampla da área de estudo e de parte do AFEN.



Fonte: Silva, 2021.

MATERIAIS E MÉTODOS

Objetivando o desenvolvimento de diferentes pesquisas foram instaladas em 2013 três parcelas experimentais, do tipo Wichmeyer (MEYER e WICHMEYER, 1969), delimitadas com chapas galvanizadas, cuja dimensão é 4 x 22m, totalizando 88m², sendo conectadas a caixas coletoras de 1000 l.

A Figura 3 corresponde a uma foto da área de estudo em 2014, evidenciando as três parcelas de erosão (T0, T1 e T2) e o local do Perfil 1 – LUCIÁ. A declividade das parcelas é de aproximadamente 15,5%, possuindo cerca de 38 m de elevação (IGREJA JUNIOR, 2015). Por meio da Figura 4 observa-se mais detalhadamente a distribuição das parcelas na EEPE/AFEN, bem como os respectivos tratamentos empregados em cada uma delas.

Figura 3 - Visão geral da EEPE/AFEN.



Fonte: Igreja Junior, 2015.

Figura 4 - Tratamento empregado nas parcelas T0, T1 e T2.



Fotos registradas em junho de 2014. Evidenciam a excelente cobertura do solo nas parcelas T1 e T2. Em T0 observa-se o solo totalmente sem cobertura. Fonte: Igreja Junior, 2015.

Ainda no ano de 2013 as parcelas de erosão receberam os respectivos tratamentos: parcela T0: solo sem cobertura vegetal; parcela T1: solo coberto com cudzu tropical; parcela T2: solo coberto com cudzu tropical + feijão guandu (uma linha na porção superior e outra na inferior da parcela).

Análise das Propriedades Físicas e Químicas

Para a realização das análises granulométricas foram coletadas amostras deformadas, com auxílio de um trado holandês, nas parcelas T0, T1 e T2, nas seguintes profundidades: 0 – 30 cm, 30 – 40 cm, 40 – 80 cm, 80 – 120 cm. Elas foram escolhidas por corresponderem às profundidades dos horizontes do Perfil 1, caracterizado na EEPE/AFEN, próximo ao local em que as parcelas foram instaladas.

Três amostras simples foram coletadas nas referidas profundidades nas porções superior, mediana e inferior das três parcelas, com intuito de formar uma amostra composta, representativa de cada uma delas. As coletas aconteceram na primeira semana de maio de 2019. As análises foram realizadas no Laboratório de Geociências da UERJ-FFP, de acordo com o método da pipeta (EMBRAPA, 2017).

Para a execução das análises químicas foram coletadas amostras deformadas nas três parcelas nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, tendo ocorrido no mesmo período e seguindo o mesmo modo de amostragem descrito anteriormente. Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Análise de solo, planta e resíduos (LABFER), no Instituto de Agronomia da UFRRJ, em Seropédica – RJ, de acordo com o manual da Embrapa (2017).

Cabe destacar que no ano de 2014 foram coletadas amostras deformadas nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, das parcelas T0, T1 e T2 da EEPE/AFEN para a realização de análises químicas. Isto possibilitou uma análise comparativa dos dados nas referidas profundidades, sendo elas representativas dos horizontes Ap e Bt1.

Assim sendo, considerando a relevância do pH, do valor V e do valor m para a compreensão das características de fertilidade solo, serão analisadas adiante as repercussões temporais que os diferentes tipos de manejo e uso do solo acarretaram nos valores desses respectivos parâmetros.

O valor V refere-se ao índice de saturação por bases e é calculado em porcentagem, de acordo com a expressão nº. 1 (EMBRAPA, 2017).

$$V = \frac{100 \times S}{T}$$

Em que:

S = soma de bases trocáveis ($\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$)

T = capacidade de troca de cátions

Por sua vez, o valor m corresponde ao índice de saturação de alumínio trocável, sendo calculado em porcentagem, através da expressão nº. 2 (EMBRAPA, 2017).

$$m = 100 \times \frac{\text{Al}^{+3}}{S + \text{Al}^{+3}}$$

RESULTADOS

Análises Físicas

Os resultados das análises granulométricas estão apresentados na Tabela 1. No horizonte superficial Ap, nas três parcelas a fração areia é predominante. Na parcela T0 foi encontrada a menor concentração, 610 g.kg⁻¹. Este resultado indica que a fração areia, mais abundante no topo do solo, está sendo gradativamente removida em decorrência dos processos erosivos, que são mais intensos no tratamento sem cobertura. A maior concentração de argila neste horizonte superficial reforça essa evidência.

No horizonte Bt1 há uma concentração significativamente maior de areia em T2. Nesta profundidade, a parcela T2 possui 46% a mais de fração areia do que T0 e 31% a mais que T1. De todo modo, os valores de areia em todos os casos são inferiores ao horizonte Ap. Os dados de silte indicam similaridade entre os três casos. A maior concentração de argila na profundidade do horizonte Bt1 foi encontrada em T0, 438 g.kg⁻¹, correspondendo praticamente ao dobro do encontrado em T2, 222 g.kg⁻¹. Essa característica textural, associada a um tratamento sem cobertura vegetal, tende a dificultar ainda mais a infiltração da água no perfil, intensificando as perdas de água e de e solo.

Em geral no horizonte Bt2 ocorre o decréscimo de areia e o aumento de argila e silte. Nos três casos ocorre o predomínio da fração argila. Por sua vez, no horizonte C registrou-se um comportamento comum em todas as parcelas, ocorrendo aumento na concentração de areia e de silte e redução da concentração de argila. Característica típica da classe dos Argissolos.

Para a determinação das classes texturais foi utilizado o triângulo textural apresentado por Santos et al. (2015) e os respectivos resultados também encontram-se na Tabela 1. Nota-se que apesar da proximidade espacial entre as áreas ocorrem algumas variações entre as classes texturais, relacionando-se com as diferenças granulométricas descritas anteriormente.

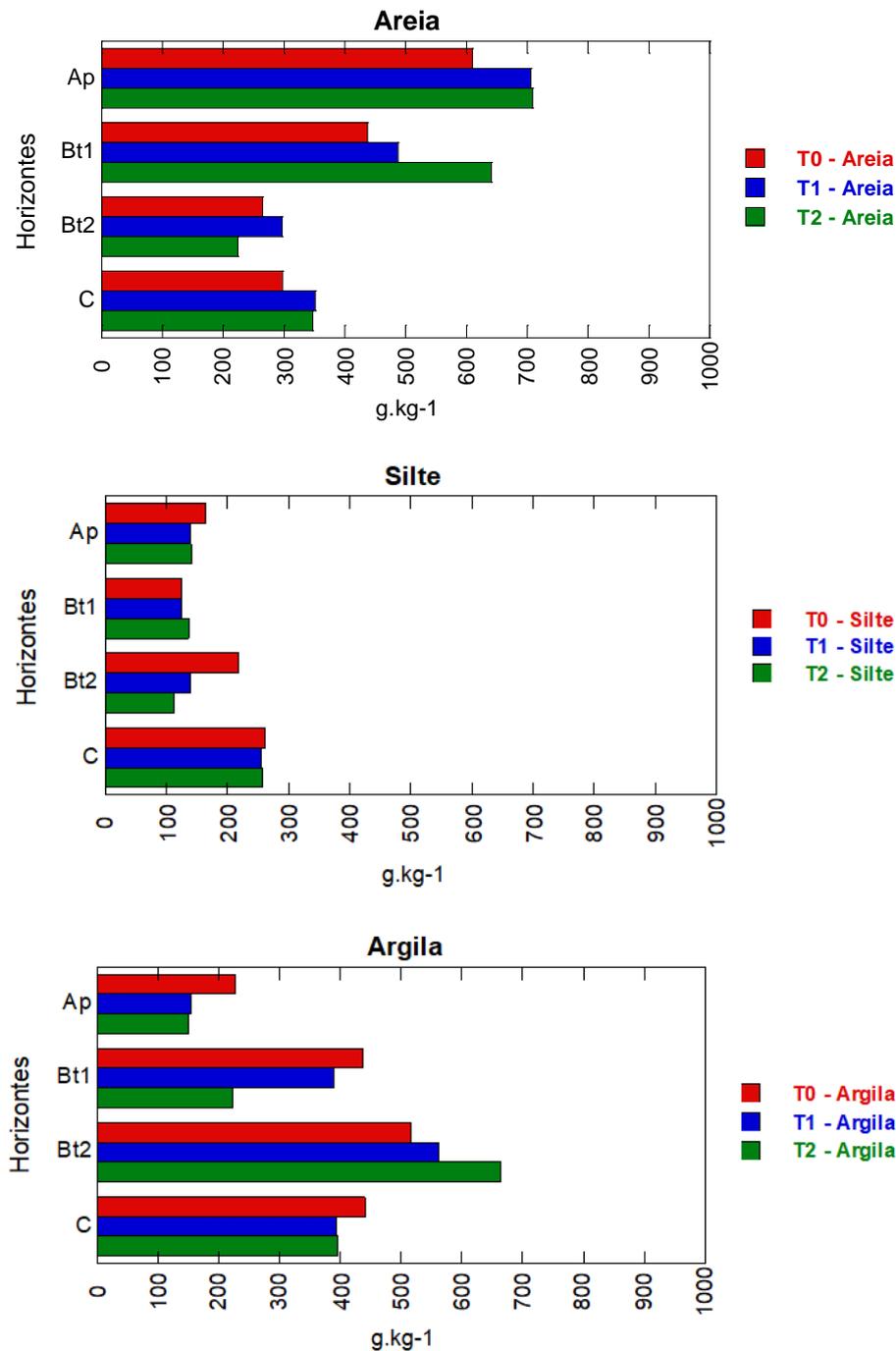
Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das frações areia, silte e argila encontrados nas parcelas T0, T1 e T2 e as respectivas classes texturais

Tratamentos	Horizonte (Prof. cm)	Dados	Frações g.kg ⁻¹			Classe textural
			Areia	Silte	Argila	
Parcela T0	Ap (0 – 30)	Média D. Padrão	610 6,40	164 7,40	226 3,07	franco- argiloarenosa
	Bt1 (30 – 40)	Média D. Padrão	438 0,99	124 1,58	438 0,83	argila
	Bt2 (40 – 80)	Média D. Padrão	265 0,58	219 2,58	516 2,65	argila
	C (80 – 200+)	Média D. Padrão	298 0,72	262 1,67	440 1,55	argila
	Ap (0 – 30)	Média D. Padrão	706 1,17	140 1,51	154 2,42	francoarenosa
Parcela T1	Bt1 (30 – 40)	Média D. Padrão	488 0,85	124 1,20	388 1,17	argiloarenosa
	Bt2 (40 – 80)	Média D. Padrão	297 0,94	140 0,19	563 1,09	argila
	C (80 – 200+)	Média D. Padrão	352 4,44	256 4,17	392 0,83	francoargilosa
	Ap (0 – 30)	Média D. Padrão	709 0,96	141 1,66	150 1,26	francoarenosa
	Bt1 (30 – 40)	Média D. Padrão	641 0,51	137 0,68	222 0,75	franco- argiloarenosa
Parcela T2	Bt2 (40 – 80)	Média D. Padrão	224 0,57	112 1,94	664 2,06	muito argilosa
	C (80 – 200+)	Média D. Padrão	347 0,53	257 2,05	396 1,62	francoargilosa

Fonte: Silva, 2021

A Figura 5 sintetiza os resultados granulométricos encontrados e contribui para melhor visualização da variação das frações areia, silte e argila ao longo do perfil nas três parcelas. A partir disso, nota-se com mais evidência que as maiores diferenças entre as parcelas concentram-se nos horizontes Bt1 e Bt2, sobretudo nas correlações entre o aumento dos valores de argila e a diminuição da concentração de areia.

Figura 5 - Dados médios da granulometria das parcelas T0, T1 e T2



Fonte: Silva, 2021.

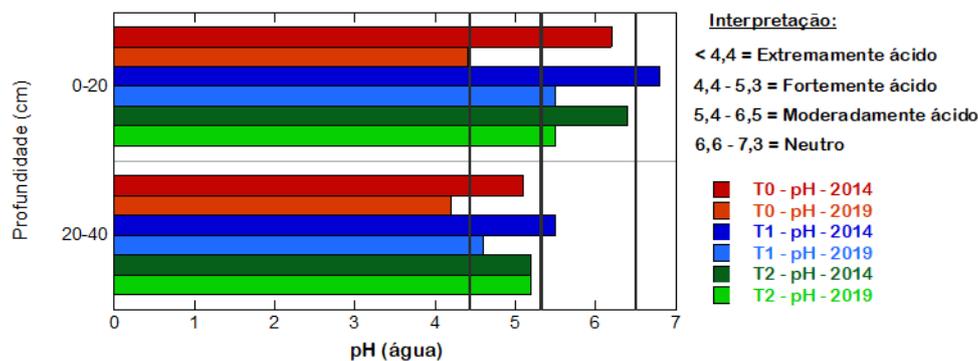
Análises Químicas

Com relação aos dados das análises químicas serão apresentados respectivamente os resultados de pH, saturação por bases (valor V) e saturação por alumínio (valor m). Os dados serão interpretados por meio de uma análise comparativa entre os dados obtidos em 2014 e 2019 na mesma área de estudo, conforme previamente destacado.

A partir da Figura 6 pode-se observar os resultados associados ao pH. Na profundidade de 0 – 20 cm em 2014, o pH era superior a 6 nas três parcelas. No entanto, em 2019 os dados revelaram que ocorreu redução nos valores de pH nos três tratamentos. Os decréscimos atingiram 29% em T0, 19% em T1 e 14% em T2. Nesse sentido, a redução mais expressiva foi em T0, que apresentou pH de 4,4, considerado fortemente ácido.

Entre 20 e 40 cm o solo apresentou maior nível de acidez. No ano de 2014, as diferentes parcelas apresentavam pH entre 5 e 5,5. Já em 2019 somente na parcela T2 não ocorreu variação no valor. Em T0 e T1 a redução nos valores de pH, foram de 17,6% e 16,4%, respectivamente. Nesta profundidade, 20 – 40 cm, a parcela T0 também foi a que apresentou os piores resultados nos dois momentos analisados.

Figura 6 - Valores de pH em água obtidos em 2014 e 2019.



Fonte: Silva, 2021

Nascimento et al. (2003) ao estudar o efeito de 12 espécies de leguminosas, dentre elas cudzu tropical e feijão guandu, nas características químicas de um solo degradado constataram que as leguminosas contribuíram para diminuir a acidez do solo. Em contrapartida a área testemunha, sem cultivo e com vegetação espontânea rala, apresentou os maiores níveis de acidez nas profundidades estudadas. Por sua vez, Hendges et al. (2015) pesquisando sobre os efeitos da adubação verde nas propriedades químicas de um

Neossolo, atestaram que os tratamentos em que foram empregados adubos verdes apresentaram maiores valores de pH em relação aos demais.

Considerando que a acidez dos solos consiste em um dos principais obstáculos para a agricultura em áreas de regiões tropicais, uma vez que os altos índices pluviométricos e elevadas temperaturas tornam essas áreas mais propensas à lixiviação (LEPSCH, 2011), os dados obtidos tornam-se bastante pertinentes quando se considera as condições ambientais da área de estudo. Conforme destacaram Souza, Miranda e Oliveira (2007), a acidez condiciona o estado geral do solo para o crescimento das plantas, regulando uma série de relações com outras propriedades químicas, físicas e biológicas.

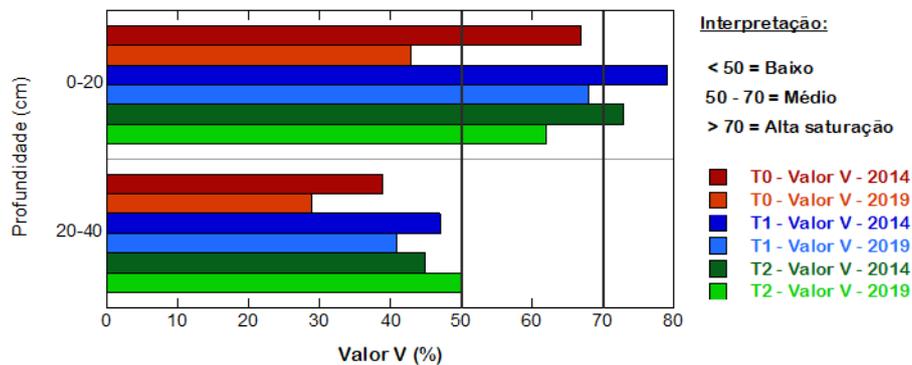
Desse modo, os resultados encontrados na presente pesquisa evidenciaram que os tratamentos empregados em T1 e T2 contribuíram para a minimização dos processos de acidificação do solo.

Na Figura 7 encontram-se os resultados da saturação por bases (valor V). Na parcela T0 em 2014 o solo possuía caráter eutrófico¹ de 0 – 20 cm, com valor V de 67%. Contudo, após cinco anos a saturação de bases foi de 43%, sendo considerado baixo e indicando caráter distrófico. Trata-se de uma redução de 35,8% do valor V. Apesar da redução nos valores, 14% em T1 e 15% em T2, ambas as parcelas que em 2014 apresentavam alta saturação por bases, em 2019 apontaram resultados mais satisfatórios com valores superiores a 50%, interpretados como médio, na profundidade de 0 – 20 cm.

Em subsuperfície, de 20 – 40 cm, todas as parcelas apresentaram baixa saturação por bases em 2014. No entanto, os dados de 2019 revelaram que o pior resultado permaneceu sendo encontrado na parcela T0, com perda de 25,6% do valor V. Em T1 a redução foi de 12,8%. A exceção ocorreu em T2, em que os dados apontaram um aumento de 11%.

¹ De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, o solo pode ser considerado eutrófico quando a saturação de bases for igual ou superior a 50% e distrófico quando apresentar valor inferior a 50% (SANTOS, et al. 2018).

Figura 7 - Figura 6 - Comparação dos valores de saturação por bases obtidos em 2014 e 2019 nas parcelas T0, T1 e T2.



Fonte: Silva, 2021

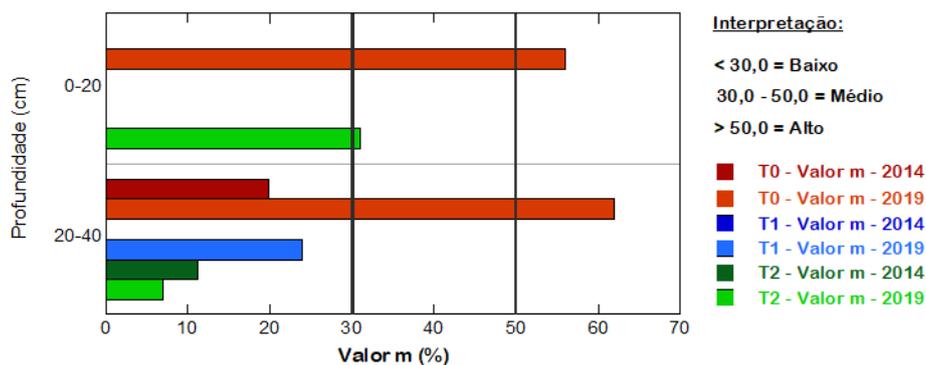
Resultados semelhantes também foram encontrados por Nascimento et al. (2003), cuja pesquisa evidenciou que os tratamentos manejados com leguminosas apresentaram índice de saturação por bases significativamente superiores aos da área testemunha (sem cultivo e com vegetação espontânea rala). Tais resultados indicam as repercussões positivas das leguminosas, que empregadas como plantas de cobertura protegem mais eficazmente o topo do solo, reduzindo as perdas por lixiviação. Assim, compreende-se que os manejos com leguminosas contribuíram para minimizar as perdas das bases trocáveis ao longo de cinco anos em T1 e T2.

Villar (2007) explica que existe uma relação direta entre o pH do solo e a saturação por bases, de modo que quanto maior o pH, mais elevado será o valor V. Inversamente, tal correlação pode ser percebida quando se comparam os gráficos apresentados na Figura 6 e na Figura 7. Os dados evidenciam que quando houve redução do pH ocorreu também decréscimo na saturação por bases. Nesse sentido, Lepsch (2021) relembra que nos solos das áreas úmidas do Brasil, quando o pH se encontra na faixa entre 4,0 a 5,0 espera-se, de fato, baixas concentrações de bases. Tal relação também foi constatada neste trabalho, podendo ser analisada através da observação das Figuras 6 e 7.

Os resultados associados ao valor m estão expostos na Figura 8. Em 2014 na profundidade de 0 – 20 cm, as três parcelas apresentaram resultados igual a 0. Após cinco anos constatou-se em T0 valor de 56%, considerado alto. Em T1, como o alumínio permaneceu insolúvel o valor m novamente foi 0. Já na parcela T2 foi encontrado valor de 31%, interpretado como médio.

Entre 20 – 40 cm a resposta do tratamento T0 após cinco anos foi a mais crítica, apresentando saturação por alumínio de 62%, considerado alto. Tal valor corresponde a um aumento de 213%. Por outro lado, em T1 e T2 os dados obtidos foram outra vez mais satisfatórios, sendo encontrados valores interpretados como baixos em ambas. Em T1 em 2019 o valor m atingiu 24%, já em T2 houve uma redução na saturação por alumínio correspondente a 38%.

Figura 8 – Comparação dos valores de saturação por alumínio obtidos em 2014 e 2019 nas parcelas T0, T1 e T2.



Fonte: Silva, 2021.

Ao estudar sobre a acidez do solo e toxicidade do alumínio Halisk (2018) reforça que o aumento de alumínio solúvel, livre na solução do solo e tornando-se assimilável pelas plantas, ocorre como consequência do processo de acidificação do solo. Uma das suas conclusões foi que o aumento de alumínio trocável afeta severamente a produtividade das culturas.

Nesse sentido, os dados expostos na Figura 8 são bastante relevantes, tendo em vista que na área de estudo são desenvolvidas práticas agrícolas por pequenos produtores rurais. Tais resultados revelam a necessidade de manejos adequados para evitar e/ou minimizar problemas como à saturação por alumínio.

Em síntese, os resultados obtidos nas análises químicas a partir das amostras coletadas em 2019, comprovam os efeitos positivos das práticas conservacionistas implementadas na EEPE/AFEN por Igreja Junior (2015). De acordo com os dados das duas porções mais superficiais, em todos os parâmetros aqui analisados os resultados mais críticos foram associados à parcela T0, que corresponde ao tratamento sem cobertura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por meio das análises granulométricas permitiram a constatação da gradativa remoção do topo do solo no tratamento sem cobertura vegetal, parcela T0, em decorrência dos processos erosivos, que ocorrem de modo mais intenso quando o solo é submetido a este tipo de tratamento.

A partir das análises químicas concluiu-se que o horizonte superficial Ap apresenta as melhores condições de fertilidade. Contudo, nas profundidades estudadas a parcela T0 apresentou os piores resultados nos parâmetros analisados: pH, valor V e valor m. Além disso, as comparações realizadas entre os resultados das análises químicas obtidos em 2014 e 2019 também evidenciaram que as perdas mais significativas ao longo desse período ocorreram na parcela com solo desnudo.

Desse modo, constatou-se que o manejo sem cobertura vegetal tem acarretado em um gradual processo de degradação do solo. Este estudo também permitiu atestar os efeitos positivos das leguminosas empregadas nas parcelas T1 e T2 durante o trabalho pioneiro de Igreja Junior (2015) na área de estudo. Cabe, portanto, enfatizar a eficiência de tais espécies para a conservação do Argissolo da EEPE/AFEN.

Por fim, cabe reforçar a importância do desenvolvimento de novas pesquisas na EEPE/AFEN, possibilitando a ampliação do conhecimento sobre outras propriedades do solo e contribuindo para que os pequenos agricultores locais tenham mais subsídios para a utilização de técnicas adequadas para a proteção e conservação do solo em suas propriedades.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor, processo FAPERJ nº E-26/200.677/2019. Assim como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela bolsa de Iniciação Científica concedida à segunda autora.

Esta pesquisa teve financiamentos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), processo. E-26/111.897/2021 e Programa de Apoio à compra ou manutenção de Equipamentos e à pequenas reformas (PROINFRA/UERJ) n1/2021.

REFERÊNCIAS

- ABRANCHES, M. O. et al. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, 2021, p. 1-17. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16351/14544>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- AYOADE, J. O. Classificações climáticas e climas regionais. In: AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p 231-234. Cap. 11. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. Revisão de Suely Bastos. Coordenação editorial de Antonio Christofolletti.
- AZEVEDO, C. V. *Agricultura, memória, paisagem e turismo: as perspectivas de construção de novas ruralidades no Assentamento Rural Fazenda Engenho Novo*. 2015. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- BERTOLINO, A. V. F. A.; SOARES, I. L. P.; CUNHA, L. Dinâmica hidrológica e erosiva em agricultura tradicional de corte e queima no bioma de Mata Atlântica (RJ) – Brasil. *Rev. Territorium*, 22, 2015, p. 65-75. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_22_4/2442. Acesso em: 20 mar. 2023.
- BORGES, A. L.; XAVIER, F. A. S.; CARVALHO, J. E. B. Plantas melhoradoras do solo para fruteiras tropicais. EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mai. 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123640/1/Folder-PlantasMelhoradoras-Solo-FruteirasTropicais-AP-EM-12-05-2015.pdf>. Acesso em: 13 set. 2015.
- CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema Plantio direto. *INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS* Nº 122, p. 18-21, junho/2008. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/0B29BFC156DC982F83257A90007D53EF/\\$FILE/Jornal-122.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/0B29BFC156DC982F83257A90007D53EF/$FILE/Jornal-122.pdf). Acesso em: 17 mar. 2023.
- CALEGARI, A. et al. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (coord.); *Adubação verde no sul do Brasil*. 2ª ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 1-56.
- COSTA, B. L. *Atividades agrícolas no Assentamento Fazenda Engenho Novo, São Gonçalo/RJ. Niterói, 2020*. 93 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/27980>. Acesso em 29 mar. 2023.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Carta Geomorfológica do município de São Gonçalo – RJ. Escala 1:40.000*, 2017.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo. TEIXEIRA, P. C. et al.(editores técnicos). 3ª ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: 28 mai. 2024.
- ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. Adubação verde com leguminosas. Org(s): Espíndola et al. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 49p.
- HASLIKI, A. Acidez do solo e toxicidade do alumínio em sistema plantio direto de longa duração. 2018. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de concentração – Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/2767/1/Adriano%20Haliski.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- HENDGES, J. A. R.; Efeito da adubação verde nas propriedades químicas de um neossolo quartzarênico distrófico. *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 08, n° 01, p. 9-18, jan/abr. 2015.
- IBGE. IBGE Cidades, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sao-goncalo/panorama>. Acesso em: 13 mai. 2024.
- IGREJA JUNIOR, B. G. Dinâmica do solo associada ao uso de adubos verdes e práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo. 2015. 193 f. – Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2015. Disponível em: <https://www.btd.uerj.br:8443/bitstream/1/13488/1/Dissertacao%20Benito%20Igreja.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2023.
- IMBANA, R. et al. Leguminosas como plantas de cobertura para a qualidade do solo. *Revista Verde*, Pombal – PB, v. 16, n. 4, out. – dez., p. 351-357, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8360178.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- LEPSCH, I. F. 19 lições de Pedologia. 7ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 455p.
- LEPSCH, I. F. 19 lições de Pedologia. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. 310p.
- LIMA, J. W. C. et al. Custo da erosão hídrica para diferentes usos do solo no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 11, n° 6, p. 1772 – 1783, 2017. Disponível em: http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/578/pdf_392. Acesso em: 09 abr. 2021.
- MARIA, I. C.; BERTOL, I. DUGOWICH, M. I. Práticas conservacionistas do solo e da água. In: *Manejo e Conservação do Solo e da Água*. BERTOL, I.; MARIA, I. C.; SOUZA, L. S. (Editores). 1ª ed. Viçosa, MG: SBCS, 2019. p. 527-587.
- MEYER, L. D.; WISCHMEYER, W. H. Mathematical simulation of the process of soil erosion by water. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v. 12, 1969.

- NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande – PB, v. 7, n. 3, p.457-462. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/SSD3jSztX7WwyKb6fGKDV8M/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- OLIVEIRA, A. H.; SILVA, M. L. N.; KLINKE NETO, G. Escoamento superficial e perdas de solo em sub-bacia florestal, município de Eldorado do Sul, RS. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58111-58132, aug. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14991/12380>. Acesso em: 28 mar. 2023
- PEREIRA, V. C. et al. Contribuições para a análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo/RJ: 2008 – 2018. *Revista Tamoios, São Gonçalo - RJ*, v.17, n. 2, p. 111-136, jul-dez. 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/58214/39798>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- PINHEIRO, A. G. et al. Eficiência da cobertura vegetal na redução das perdas de água e solo no município de Iguatu. *Revista Irriga, Botucatu*, v. 23, n. 1, p. 133-142, janeiro-março, 2018. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2321>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- PMSG. Prefeitura Municipal de São Gonçalo. Cidade. Disponível em: <https://www.saogoncalo.rj.gov.br/sao-goncalo/>. Acesso em: 07 mar. 2023.
- RIBEIRO, P. H. et al. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. *Revista Verde, Mossoró – RN*, v. 6, n. 1, p. 43-50, janeiro/março de 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7429750>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- SANTOS, R. D. et al. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7ª ed. rev. Ampl. – Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101p.
- SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed, rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 20 mai. 2020.
- SILVA, J. R. Hidrologia em domínio colinoso associado à Argissolo Vermelho Distrófico Abrupto na Estação Experimental de Pesquisa de Erosão / Assentamento Fazenda Engenho Novo (EEPE/AFEN) – município de São Gonçalo/RJ. 2021. 159 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2021.
- SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al. (Editores). *Fertilidade do Solo*. – Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p. Cap V, p. 205 – 274.

VILLAR, M. L. P. Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação. Cuiabá: EMPAER-MT, 2007. 182 p. (EMPAER-MT, Série Documentos, 35). Disponível em: <https://www.empaer.mt.gov.br/documents/8024815/9382198/Manual+de+Interpreta%C3%A7%C3%A3o+de+An%C3%A1lise+de+Plantas+e+Solos+e+Recomenda%C3%A7%C3%A3o+de+Aduba%C3%A7%C3%A3o/09cae279-bdf6-5b4a-4b05-67fe9b4522f1>. Acesso em: 21 mar. 2023