

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRANDO EM AGROECOLOGIA

JAILSON FERREIRA MOREIRA

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E
QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA SOB CULTIVO DE ARROZ
IRRIGADO POR INUNDAÇÃO EM ARARI-MA

SÃO LUÍS
2017

JAILSON FERREIRA MOREIRA
Bacharel e Licenciado em Geografia

**VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E
QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA SOB CULTIVO DE ARROZ
IRRIGADO POR INUNDAÇÃO EM ARARI-MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção de título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Francisca Helena Muniz.

**SÃO LUÍS
2017**

Moreira, Jailson Ferreira.

Variabilidade dos atributos físicos e químicos do solo em área sob cultivo de arroz irrigado por inundação em Arari – MA / Jailson Ferreira Moreira. – São Luís, 2017.

62 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Profa. Dra. Francisca Helena Muniz.

1. Baixada maranhense. 2. Geoestatística. 3. Dependência espacial. I. Título.

CDU 631.41:633.18(812.1)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRANDO EM AGROECOLOGIA

JAILSON FERREIRA MOREIRA

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E
QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA SOB CULTIVO DE ARROZ
IRRIGADO POR INUNDAÇÃO EM ARARI-MA

APROVADO EM: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Francisca Helena Muniz (Orientadora)
Universidade Estadual do Maranhão-UEMA

Prof. Dr. Marcelino Silva Farias Filho
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Prof. Dr. Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior
Universidade Estadual do Maranhão-UEMA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, ao meu pai (in memoriam) e minha mãe pela educação e zelo na minha criação, aos meus irmãos pela força em muitos momentos e a minha namorada pelo carinho e companheirismo e a todos aqueles que me incentivaram até aqui.

AGRADECIMENTOS

A conclusão de um curso de mestrado implica, ao seu final, o dever de agradecer. Agradecer sim, pois às vezes esquecemo-nos de retribuir, mesmo que com simples palavras, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na concretização deste objetivo.

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. A minha mãe Maria de Jesus e minha tia Lúcia, pelos seus cuidados e dedicação que me deram a esperança para seguir, a meu pai José de Jesus (*in memoriam*), que falta você me faz! Sei que olhas por mim e por nossa família de onde está e aos meus irmãos Jards e Jadeylson pela força durante os dias mais difíceis.

À minha namorada Rita de Cássia, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo amor, carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada dia.

Aos amigos e irmãos na fé, Ingrid Amorim, Zeca, Maya, Sharlene, Thayna e Luis Fernando (*in memoriam*) pelos estudos antes da entrada na universidade, saídas ao shopping, praia e comemorações, incentivos e pelo apoio constante mesmo a distância.

Aos meus amigos, Adielson, Irismar, Fabricio, Etiene, Ramony e Etevaldo pelas alegrias, tristezas e cafés compartilhados. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e aos colegas da turma 2015.1 Zélia Nunes, Danubia Costa, Carol Rabelo, Marcelo Marinho, Henry Reyes, Eduardo Mendonça, Hélio Dantas, Léo Vieira, Josilene Cantanhede, Ronés Castro, Luciana Lins e Jesus Burgos pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica.

À professora Dr^a. Francisca Helena Muniz pela paciência na orientação, pelo convívio, pelo apoio e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

A todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à Rayanne Cristine, secretária do Programa de Pós-Graduação, por sua prontidão em auxiliar e servi com tanta alegria e dedicação no que foi necessário durante esses anos no mestrado e também pelas caronas providenciais nas saídas do prédio.

Agradeço ao Seu Gilberto proprietário da área estudada.

Aos membros do Grupo de Estudos e Pesquisas em Edafologia e Pedologia (GEPEPE) da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, na pessoa do Prof. Marcelino Farias, o qual me conduziu nos primeiros passos da vida acadêmica e que tenho como amigo e espelho científico, aos colegas Igor, Mábio, Carol e Raissa que muito me ajudaram durante as coletas deste trabalho.

Aos membros do Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, na pessoa do Prof. Eduardo Bezerra, pelo incentivo, estudos, atividades de campo e comemorações, que muito me incentivaram nas minhas decisões e me mostraram o quanto um grupo de estudos pode ser uma grande família, com vocês aprendi o verdadeiro valor das palavras fraternidade, união e espírito de trabalho em equipe, amadureci muito como profissional e acadêmico com vocês.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

Meu muito obrigado!

“Jamais desista das pessoas que ama. Jamais desista de ser feliz. Lute sempre pelos seus sonhos. Seja profundamente apaixonado pela vida. Pois a vida é um espetáculo imperdível”.

(Augusto Cury)

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I.....	13
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 A Baixada Maranhense.....	15
2.1.1 Geologia e Solos	17
2.1.2 Vegetação	19
2.1.3 Hidrografia	20
2.1.4 Agricultura na Baixada.....	21
2.1.5 Atributos do Solo e Variabilidade Espacial.	23
2.2 Arroz no Maranhão.....	24
2.2.1 Distribuição Espacial do Arroz	26
2.3 Estatística Tradicional e Geoestatística.....	26
REFERENCIAS	28
CAPÍTULO II.....	32
Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo em área sob cultivo de arroz irrigado por inundação em Arari-MA.....	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
2.1 Coleta de amostras	38
2.2 Análise das amostras.....	38
2.3 Análises estatísticas e geoestatísticas	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4 CONCLUSÕES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	49

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Mapa de localização da Baixada Maranhense.....	15
FIGURA 2 – Gleissolo da área de estudo no período de alagamento.....	18
TABELA 1 - Evolução da área e produção de arroz no Maranhão.....	24
FIGURA 3 – Mapa de produção agrícola do arroz.....	25
FIGURA 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	37
FIGURA 2 – Esquema amostral dos pontos coletados.....	39
TABELA 2 - Estatística descritiva dos atributos físicos e químicos.....	41
TABELA 3 - Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais.....	42
FIGURA 4 – Distribuição espacial dos teores de silte e argila.....	44
FIGURA 5 – Distribuição espacial dos teores de S, Ca, Al e K.....	45

RESUMO

O arroz é um produto de grande importância em vários aspectos para o Estado do Maranhão, com destaque para o social, devido o seu papel desempenhado na segurança alimentar, e para o econômico, por seu potencial de geração de renda. A pecuária e a agricultura são atividades que fazem parte da civilização desde tempos remotos, sendo fundamentais à sobrevivência do homem e à manutenção da economia mundial. Os atributos do solo geralmente apresentam alto grau de variabilidade espacial devido a uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos que operam em diferentes escalas, sendo a quantificação e interpretação de tal variabilidade espacial questão-chave para o manejo do solo. O estudo foi realizado em uma propriedade rural, situada no município de Arari na Baixada Maranhense. A coleta de amostras de solos foi realizada em setembro de 2016 em uma área medindo 100x100m, em malha regular de 20x20m e adensamento de 5x5m, totalizando 66 amostras, com profundidade de 0-20 cm e georeferenciadas. O estudo avaliou a variabilidade espacial dos atributos do solo em sistema de cultivo de arroz irrigado por inundação em uma área manejada a cerca de 11 anos e estudada por Farias Filho (2014), por meio de técnica geoestatística, zoneando teores de nutrientes e outros atributos relevantes à produção rizícola e comparando por meio de mapas de isolinhas os atributos físicos e químicos dos solos. As variáveis analisadas foram pH, MO, P, Ca, Mg, K, H+Al (acidez potencial), Al, S, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e análises físicas de argila, silte e areia. Os resultados mostram valores de resíduos (RSS) distintos e coeficiente de determinação (R^2) mais próximos a 1. S e Ca apresentam distribuição mais homogênea em comparação do Al e S, este último apresentando uma distribuição bem heterogênea devido às operações de manejo e a topografia local o que altera a distribuição dos atributos.

Palavras-Chave: Baixada Maranhense. Geoestatística. Dependência espacial.

ABSTRACT

Rice is a product of great importance in several aspects for the State of Maranhão, with emphasis on the social, due to its role in food security, and to the economic, for its potential income generation. Livestock and agriculture are activities that have been part of civilization since ancient times, being fundamental to the survival of man and the maintenance of the world economy. Soil attributes generally present a high degree of spatial variability due to a combination of physical, chemical and biological processes that operate at different scales, and the quantification and interpretation of such spatial variability is a key issue for soil management. The study was carried out in a rural property, located in the municipality of Arari in the Baixada Maranhense. Soil sample collection was carried out in September 2016 in an area measuring 100x100m, in a regular 20x20m mesh and 5x5m thickening, totaling 66 samples, 0-20 cm deep and georeferenced. The study evaluated the spatial variability of soil attributes in a flood irrigated rice cultivation system in an area managed for about 11 years and studied by Farias Filho (2014), using a geostatistical technique, zoning nutrient contents and other attributes relevant to the rhizicultural production and comparing by means of maps of isolines the physical and chemical attributes of the soils. The variables analyzed were pH, MO, P, Ca, Mg, K, H + Al (potential acidity), Al, S, sum of bases (SB), cation exchange capacity (CTC), base saturation and physical analyzes of clay, silt and sand. The results show different values of residues (RSS) and coefficient of determination (R²) closer to 1. S and Ca present a more homogeneous distribution in comparison to Al and S, the latter presenting a very heterogeneous distribution due to management operations and topography, which alters the distribution of attributes.

Keywords: Baixada Maranhense. Geostatistics. Space dependence.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO GERAL

Conforme a EMBRAPA (2013), o arroz do Maranhão é um produto de grande importância em vários aspectos, com destaque para o social, devido seu importante papel na segurança alimentar, e para o econômico, pelo seu potencial de geração de renda. Na década de 1970, o estado chegou a ser o primeiro produtor de arroz de terras altas no país e o segundo produtor de arroz no total, ocupando 20% das áreas de cultivo no país e participando com 18% da produção nacional.

A partir da década de 1980, as áreas tradicionais de cultivo, localizadas nas planícies dos rios, passaram a ser ocupadas por pecuária bovina, causando uma significativa redução em produção e área plantada. O estado é formado por 217 municípios, dos quais, na safra 2009-10, 213 produziram arroz. Os 10 principais municípios produtores respondem por 20,5% da produção estadual. Indicando alta dispersão da produção no estado (EMBRAPA, 2015).

Outra característica da rizicultura maranhense é que quase a totalidade do arroz produzido encontra-se em lavouras com menos de 50 ha. Na região da Baixada Maranhense é possível cultivar arroz irrigado em sistemas tecnificados, visando atender as muitas indústrias arrozeiras do estado que têm sido obrigadas a importar arroz do MERCOSUL para atender o mercado local e de regiões vizinhas.

A pecuária e a agricultura são atividades que fazem parte da civilização desde tempos remotos, sendo fundamentais à sobrevivência do homem e à manutenção da economia mundial. Paralelamente ao aumento da produção e intensificação do uso dos solos nos dois últimos séculos, cresceram também os problemas ambientais resultantes das práticas agropecuárias, destacadamente a erosão acelerada e compactação dos solos que resultam em perdas severas e irreparáveis à natureza e humanidade (FARIAS FILHO, 2014).

Os atributos do solo geralmente apresentam alto grau de variabilidade espacial devido a uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos que operam em diferentes escalas, sendo a quantificação e interpretação de tal variabilidade espacial questão-chave para o manejo do solo.

Pouco se sabe sobre a distribuição espacial e variabilidade das características do solo em muitas regiões do mundo (em especial nas tropicais) em escala de detalhe. No entanto, caracterizar a variabilidade espacial e distribuição das referidas características é essencial para prever as modificações decorrentes do manejo e de processos naturais (TESFAHUNE et al., 2011) e adequar as formas de uso à qualidade do solo.

O presente estudo analisou a variabilidade espacial dos atributos dos solos em sistema de cultivo de arroz irrigado por inundação com coletas realizadas no ano de 2016 em comparação com dados de 2014 produzido por Farias Filhos, por meio de técnica geoestatística, zoneando teores de nutrientes e outros atributos relevantes à produção rizícola e comparando por meio de mapas de isolinhas os atributos físicos e químicos dos solos. . O estudo da variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo pela geoestatística utilizando-se a técnica da krigagem permitiu o entendimento do comportamento dos nutrientes no solo e sua relação com o manejo em área sobre cultivo de arroz irrigado por inundação no município de Arari Maranhão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Baixada Maranhense

Segundo Farias Filho (2013) a Baixada situa-se na porção centro-norte da área de transição entre a Amazônia e o Nordeste brasileiro, possuindo uma parte expressiva da população maranhense, somando 563.895 habitantes.

A Microrregião da Baixada Maranhense é formada por um conjunto de 21 municípios (Figura 1), cujos territórios estão assentados em um espaço físico delineado por condições climáticas úmidas e quentes, relevo plano, vasta rede hidrográfica e extensas planícies fluviais inundáveis. Tais características permitem a formação de um complexo de ecossistemas composto por vegetação e fauna diversificadas, que assume importância social para a população local.

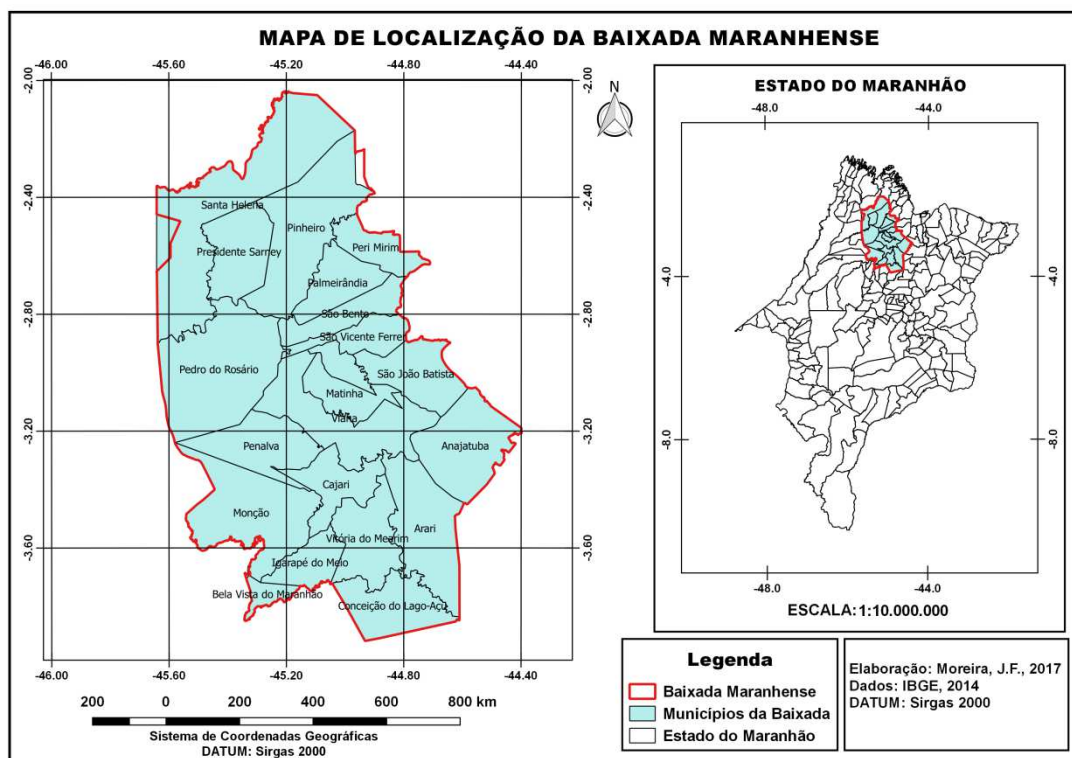


Figura 1-Mapa de localização da Baixada Maranhense

O ambiente da Baixada é predominantemente de várzea, mas em sua extremidade ocidental, apresenta relevo ondulado e vegetação Amazônica que marcam a paisagem dos municípios de Pedro do Rosário e de Presidente Sarney. Já na sua porção central e extremidade oriental, a Microrregião apresenta características que lembram o Pantanal Matogrossense, tanto por sua extensão quanto por suas características geomorfológicas, hidrográficas e pedológicas (MOREIRA et al, 2013).

Com relação ao clima as temperaturas variam entre 24° e 35° C, localizada em uma zona de baixa latitude, caracterizada, segundo Gehring al. (2013), pela combinação de altas taxas de precipitação (acima de 2000 mm por ano) e por uma distribuição bimodal destas chuvas, o que resulta em condições superúmidas com mais de nove meses úmidos (precipitação > evapotranspiração) e com pouca severidade da época seca. Assim, a Baixada apresenta um clima úmido com um período de deficiência hídrica no período entre setembro e novembro (FARIAS FILHO; FERRAZ JÚNIOR, 2009).

As elevadas temperaturas, os mecanismos deposicionais e as intensas chuvas da região permitem que solos sejam imensamente intemperizados, atribuindo aos sedimentos uma granulometria predominantemente argilosa. Em áreas muito restritas dos municípios de Arari e Vitória do Mearim notam-se solos menos intemperizados, com presença de argila 2:1 normalmente montmorilonita (GEHRING al., 2013), associadas à presença abundante de

caulinita, atribuindo aos solos elevada CTC e, ao mesmo tempo, distrofismo. Os solos hidromórficos, mesmo com altos teores de alumínio e sódio, são mais férteis quimicamente quando comparados aos outros solos da Baixada situados nas áreas mais altas, fato que tem permitido o crescimento da agricultura, especialmente o cultivo de arroz irrigado e de vazante (com destaque para Arari) e pecuária nas extensas planícies flúviomarinhas da região (FARIAS FILHO; FERRAZ JÚNIOR; NASCIMENTO, 2013).

2.1.1 Geologia e Solos

Conforme Farias Filho (2013) a Baixada Maranhense está assentada numa área influenciada geologicamente pelo Golfão Maranhense, acidente geográfico que corresponde à região de contato entre a Bacia de Barreirinhas e a Bacia de São Luís. Geologicamente, a região é constituída por rochas do Terciário, apresentando exposição da Formação Itapecuru; da Série Barreiras e predominância de sedimentos do Quaternário que constituem os Aluviões Flúviomarinhos.

Nos Aluviões Flúviomarinhos, as características dos sedimentos, a dinâmica das águas e o acúmulo de matéria orgânica em função de condições hidromórficas locais originam os Gleissolos e pequenas manchas de Organossolos nos locais mais baixos dos campos, planícies fluviais que passam grande parte do ano inundadas (FARIAS FILHO, 2006).

Os Gleissolos têm sido utilizados pela rizicultura irrigada, fato que tem desencadeado alguns problemas ambientais relacionados à compactação e à contaminação com resíduos de agrotóxicos (GASPAR et al., 2005). A compactação dos solos, a queda no preço do arroz e a redução na produtividade, estão permitindo a expansão da piscicultura com atividade alternativa.

Conforme Lafontaine (2011), os Vertissolos e os Organossolos têm uma ocorrência mais restrita na Baixada Maranhense em termo de área e distribuição. No Estado os Vertissolos que se formam na região são oriundos do acúmulo de argilas expansivas que, ao serem hidratadas, formam gilgai que são um indicativo da ocorrência dessa classe de solos. A área mais bem conhecida de ocorrência desses solos fica entre os municípios de Arari e Vitória do Mearim ao longo da planície do rio Mearim. As pequenas manchas de Organossolo têm sua ocorrência restrita às áreas onde as condições de hidromorfismo permanecem por pelo menos dez meses no ano, situação em que há acúmulo de matéria orgânica nas áreas mais baixas (denominadas localmente de poções) que formam os fundos dos lagos originados durante a estação chuvosa devido às condições anaeróbicas locais.

No Brasil, país de grande extensão territorial e diversidade natural, há ambientes pedogenéticos que permitem a ocorrência de diversos solos, dentre os quais estão os hidromórficos. Tais solos têm ocorrência e distribuição bastante ampla, mas apresentam-se mais marcadamente nas extensas planícies fluviais amazônicas, Pantanal Matogrossense e Baixada Maranhense. É importante ressaltar que os solos hidromórficos guardam estreita relação com a natureza dos sedimentos depositados, consequência da natureza do material de origem e dos mecanismos de deposição/sedimentação (CORINGA et al., 2012).

O clima da área na difere da maior parte da região caracterizado como quente e úmido com as principais variações centradas no aumento das precipitações pluviométricas no sentido sul-norte e do leste para o oeste. O período seco ocorre de seis a sete meses (julho-dezembro), onde os campos deixam de serem marcados pela presença de lagos de pequena profundidade e se transformam em áreas de pastoreio. O período chuvoso varia de cinco a seis meses (janeiro-junho), com pelo menos dois meses muito chuvosos (mais de 40% da precipitação total), originando os campos inundáveis (MOURA, 2004).

Farias Filho (2015), define os solos da área como Gleissolos Melânico Alítico típico, A proeminente, textura muito argilosa, isso se deve à geomorfologia e às características climáticas do local sujeitando este solo a períodos de alagamento muito longos devido a textura que varia de argilosa a muito argilosa, possibilitando o acúmulo de material orgânico e maior fertilidade química.

Conforme a Embrapa (2013), os Gleissolos como solos constituídos por material mineral que corresponde a sedimentos depositados por cursos d'água no ambiente de formação do solo, podendo também ser proveniente de sedimentação em ambiente lacustre, a exemplo de vastas áreas da Baixada Maranhense (Figura 2). Historicamente esses solos vêm sendo utilizados na pecuária extensiva (bovinos e bubalinos) o que tem ocasionados problemas relativos à compactação excessiva.



Figura 2-Gleissolo da área de estudo no período de alagamento

2.1.2 Vegetação

Para o IBGE (1997), a vegetação da Baixada é um misto de vários elementos característicos de campos úmidos abertos, até densas florestas de galeria ao longo dos rios, com babaçuais em lugares mais elevados pouco atingidos pelas enchentes.

Conforme Lafontaine (2011), nas áreas de maiores cotas altimétricas (que não são inundadas no período chuvoso), há o domínio de espécies arbóreas típicas da Amazônia e do cerrado tais como o açoita-cavalo (*Luhea grandifolia* Mart.), o algodão-bravo (*Cochlospermum vitifolium* Spreng; *Bombax vitifolium* Willd.), o angelim (nome comum a várias Leguminosae principalmente dos gêneros *Dinizia*, *Pithecolobium* e *Hymenolobium*), o babaçu (*Orbignya speciosa* B. Rodr.), a embaúba (*Cecropia glaviozi* Sneathl.), a sapucarana (*Lcythis chartacea* O. Berg), a janaúba (*Plumeria sucuba* Spruce), o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), a merendiba (*Terminalia brasiliensis* (Cambess.) Eicher), o murici-da-capoeira (*Byrsonima spicata* (Cav.) Kunth), a paparaúba (*Simarouba glauca*), o pau-d'arco amarelo (*Tecoma serratifolia* G. Don.), o pau ferro (*Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart), o pau-marfim (*Agonandra brasiliensis* Miers ex Benth & Hook. F.), pau-d'alho (*Crataeva vatapia* L.), o pequi (*Caryocar villosum* Aubl.), o podoio (*Connarus suberosus* Panch), a unha-de-gato (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), o tucum (*Bactris maraja* Mart.) dentre outras.

Porém, em decorrência dos constantes desmatamentos e queimadas, a vegetação vem sendo modificada (reduzida e simplificada) e dando lugar a pastagens. Muniz (2004) afirma que isso tem ocorrido nesta e em outras regiões porque a retirada da vegetação e a presença constante do fogo alteram profundamente a estrutura, a composição e a dinâmica dos ecossistemas. Em decorrência disso, as pastagens e capoeira apresentam frequentemente sinais de degradação, o que pode ser exemplificado pelos constantes processos erosivos e pelo domínio de babaçuais improdutivos em grandes extensões da Baixada (FARIAS FILHO, 2013).

Por se localizar numa área de transição, a vegetação arariense sofre influência dos seguintes tipos de formação vegetal: campos, mata dos cocais e mata de transição, além dos mangues, um tipo de formação vegetal formada por árvores médias, com raízes em forma de escoras, solos pantanosos, onde predominam, sobretudo, mangues vermelhos (*Rhizophora mangle*), siruiba (*Avicennia nitida*) e o mangue branco (*Laguncularia racemosa*), muito comum nas margens do Mearim, em seu baixo curso, junto à foz.

A vegetação, característica dos campos naturais encontrados no município é composta por várias espécies, tais como, o capim marreca (*Paspalum* sp), capim açu (*Panicum* sp), capim tiririca (*Cyperus rotundus*), algodão bravo (*Ipomoea carnea*), salsa brava (*Ipomoea asarifolia*) dentre outros, que são consequências das inundações periódicas do rio Mearim e seus afluentes (SAUSEN, 1990).

Conforme Bezerra (2014), em épocas de cheias, os campos inundam e aparecem vegetais como o mururu (*Eichornia crassipes*), junco (*Juncus effusus*), tripa de vaga (*Cissus verticillata* L.), uma espécie de guapeia (*Nymphaea* sp.). Nos campos ararienses, após as cheias, são comuns também mimosáceas como o jiquiri (*Mimosa arenosa*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), angico (*Anadenanthera peregrinan*), unha-de-gato (*Uncaria tomentosa*) e algumas árvores de médio e pequeno porte, como jeniparana (*Gustavia augusta*), mata-pasto (*Senna alata*), ingá (*Inga* sp.), crivirizeiro (*Mouriri guianensis*), geralmente é encontrado próximo às margens dos lagos e igarapés, assim como a arariba (*Symmeria paniculata*).

2.1.3 Hidrografia

A Baixada Maranhense tem sua rede hidrográfica representada pelos rios Turiaçu, Pericumã, Pindaré, Mearim e seus afluentes que anualmente inundam as planícies regionais baixas. Os ciclos repetitivos de inundação e o déficit hídrico permitem que a região constitua

um ecocomplexo que inclui rios, lagos, estuários, além de um grande sistema de áreas inundáveis, peculiares a esta microrregião do Estado do Maranhão (SOUZA & PINHEIRO, 2007) que se formam em função da topografia e das características climáticas e pedológicas locais.

Os rios principais da rede de drenagem da Baixada apresentam características geológicas definidas por meandros e pela deposição dos sedimentos mais finos (argilas e outros colóides), ou seja, tem canais senis, tipicamente de planícies cuja energia mecânica das águas é renovada a partir das cheias periódicas anuais.

A Baixada Maranhense apresenta em seu território planícies fluviais inundáveis que são inundadas durante o período chuvoso pelo extravasamento da lâmina d'água dos rios para os seus leitos maiores excepcionais. Tal contexto permite a formação de um complexo sistema lacustre que apresenta uma grande importância ecológica por servir de berçário para a maioria das espécies de peixes e de habitat para diversas aves, répteis e mamíferos (LAFONTAINE, 2011).

A bacia hidrográfica do rio Mearim ocupa uma considerável área da região centro-norte, compreendendo uma área de 56.200 Km², o que corresponde a 17,3 % das terras do Maranhão, constituindo-se na maior bacia fluvial inteiramente maranhense (MARANHÃO, 2000). A importância do rio Mearim (principal rio da bacia) para o desenvolvimento do município de Arari-MA configura-se desde o Período Colonial. O rio teve papel relevante no início do povoamento da área abrangida pela bacia por servir como única e exclusiva via de acesso entre a capital e o município, constituindo a via mais acessível ao homem para penetrar no interior da região (PIRES; PEREIRA, 1985).

A economia do município está estreitamente relacionada com as atividades desenvolvidas ao longo do rio Mearim (IBGE, 1995). São observadas pequenas culturas de subsistência como o arroz, milho e melancia, além da pesca praticada naquela região, ainda de forma intensa.

2.1.4 Agricultura na Baixada

O Maranhão está situado numa faixa de transição entre o semiárido brasileiro (Região Nordeste) e Amazônia úmida (Região Norte), apresentando, por isso, uma vasta variabilidade de solos, vegetação e condições climáticas (IBGE, 1997) e isso dificulta um planejamento no uso dos solos, o cultivo de certos produtos e a adoção de técnicas e práticas na agricultura em toda a extensão do território maranhense (MOURA, 2004).

Dessa maneira, o desenvolvimento da agricultura na região é limitado pela baixa aptidão agrícola dos solos, cujos reflexos se dão nas reduzidas colheitas devido aos problemas correlatos, como bem exemplifica o alagamento da plantação na estação chuvosa, quando o índice pluviométrico supera 2000 mm/ano, e na reduzida produtividade das áreas plantadas em função da deficiência de nutrientes nesses solos. (FARIAS FILHO; FERRAZ JUNIOR; NASCIMENTO, 2013).

A agricultura no Maranhão e no Brasil como um todo, associa duas formas que convivem historicamente: a agricultura familiar, desenvolvida essencialmente no sistema de corte e queima que se contrapõe ao agronegócio, baseado no uso intenso de insumos químicos e de mecanização (THÉRY; MELLO, 2005).

O emprego de técnicas desapropriadas de manejo do solo no uso agrícola leva a consequente perda da fertilidade e produtividade. A mecanização possibilita o cultivo de áreas extensas, como é o caso da cidade de Arari, mas o uso das máquinas deve ser ponderado e complementado por medidas biológicas para conservar a capacidade produtiva do solo. Além da mecanização, podemos citar o frequente uso de agrotóxicos nas lavouras, uma prática comum entre os agricultores.

Apesar de a maior parte da população arariense se concentrar na zona urbana (61,37%). A agricultura, atividade primária predominantemente rural, apresenta-se como um dos pilares de sustentação da economia do município. As principais culturas temporárias desenvolvidas estão representadas pelo arroz, milho, feijão, mandioca, melão e melancia. Esta última considerada a produção agrícola de maior destaque no município, dando-lhe a alcunha de “Terra da Melancia” (BEZERRA, 2014).

Bezerra (2013) ainda destaca que se desenvolvem também culturas permanentes como banana, manga, goiaba, tanja, maracujá, mamão, acerola e graviola. Em Arari são praticadas dois tipos de agricultura: a de subsistência e comercial. A agricultura de subsistência é realizada pelo processo extensivo, isto é, após um processo rudimentar desenvolvido nas roças (corte e queima). A prática agrícola de vazantes é muito comum, principalmente em áreas banhadas pelo rio, igarapés e lagos, realizada após o período chuvoso, entre os meses de julho a novembro.

A agricultura comercial praticada no município é representada pelo cultivo de vazante que insere produtos no mercado e a cultura do arroz irrigado e mecanizado, desenvolvido por grupos de agronegócio de outros estados brasileiros, que arrendam a terra, fazem a derrubada, o plantio e a colheita, e finalmente exportam a produção.

2.1.5 Atributos do Solo e Variabilidade Espacial.

Os atributos do solo geralmente apresentam alto grau de variabilidade espacial devido a uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos que operam em diferentes escalas, sendo a quantificação e interpretação de tal variabilidade espacial questão-chave para o manejo do solo (MILLÁN et al., 2012).

Pouco se sabe sobre a distribuição espacial e variabilidade das características do solo em muitas regiões do mundo (em especial nas tropicais) em escala de detalhe. No entanto, caracterizar a variabilidade espacial e distribuição das referidas características é essencial para prever as modificações decorrentes do manejo e de processos naturais (TESFAHUNE et al., 2011) e adequar as formas de uso à qualidade do solo.

Gubiani et al. (2012) afirmam que, em escala de campo, é grande o desafio de quantificar o efeito dos fatores físicos do solo em mecanismos que alteram processos biológicos fundamentais como fotossíntese, respiração e nutrição, visto que há participação de outros efeitos como pragas, doenças, plantas invasoras, nutrientes, carbono e oxigênio atmosféricos, energia fotoquímica e térmica da radiação solar. Tal dificuldade também se aplica ao entendimento dos atributos químicos e suas interações em diversos processos que ocorrem no solo, inclusive o da nutrição de plantas.

As atividades humanas alteram de forma significativa os atributos dos solos e a sua variabilidade espacial, em geral aqueles que naturalmente são mais instáveis, como os atributos químicos, biológicos e alguns atributos físicos (especialmente porosidade total, macroporosidade e densidade) (ARAÚJO et al., 2012). Assim, o manejo pode alterar positivamente ou negativamente tais atributos, contribuindo para uma menor heterogeneidade e mais homogeneidade espacial.

O manejo do solo consiste num conjunto de operações realizadas com objetivos de propiciar condições favoráveis à semeadura, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, por tempo ilimitado. Para que esses objetivos sejam atingidos, é imprescindível a adoção de diversas práticas, porém, quando usadas de forma incorreta, causam à degradação física, química e biológica do solo e, ainda, redução da produtividade (DURIGON, 2007).

Oliveira et al. (2013) afirmam que em áreas sob cultivo existem, além da variabilidade natural, fontes de heterogeneidade que são adicionadas ao solo como aquelas oriundas do manejo. Em relação aos atributos químicos, essas variações interferem principalmente no acúmulo de material orgânico, na modificação do pH e nos teores de macro e micronutriente.

2.2 Arroz no Maranhão

Presente na economia maranhense desde o século XVI quando seu cultivo foi introduzido no estado por desbravadores açorianos, o arroz segue perdendo importância na agricultura do Maranhão. Depois de liderar a produção de arroz no Brasil durante cerca de dois séculos, o Maranhão perdeu posição ao longo do tempo e acabou superado pelo Rio Grande do Sul, Santa Catarina e, às vezes, pelo Mato Grosso. Esses estados concentram mais de 80% da produção de arroz nacional. Além de outros fatores, o declínio na produção maranhense decorreu da substituição gradual das áreas tradicionais de cultivo, nos vales dos principais rios e na Baixada Maranhense, pela pecuária, processo que levou o arroz a migrar para terrenos menos férteis. No Maranhão, o arroz é cultivado em praticamente todos os municípios, predominando o ecossistema de sequeiro ou terras altas, responsável por cerca de 95% da produção e por 98% da área cultivada (ZONTA; SILVA, 2014).

Em duas décadas, de acordo com a CONAB (2016), a área plantada decresceu de 621 mil para 178 mil hectares enquanto a produção retrocedeu mais ainda, de 808 mil toneladas, em 1996, para 254 mil toneladas, em 2015, total insuficiente para o abastecimento local (Tabela 1).

Tabela 1-Evolução da área e produção de arroz no Maranhão (1996-2015).

Ano	Área 1.000 (HA)	PRODUÇÃO 1.000 (T)	ANO	Área 1.000 (HA)	PRODUÇÃO 1.000 (T)
1996	621,8	808,3	2006	511,4	710,8
1997	434,9	587,1	2007	477,6	699,7
1998	443,9	621,0	2008	478,6	605,0
1999	478,2	717,3	2009	470,0	514,7
2000	459,1	661,1	2010	469,7	734,6
2001	480,0	624,0	2011	426,0	467,7
2002	497,8	706,9	2012	416,2	495,7
2003	517,7	720,1	2013	389,1	658,4
2004	535,8	718,0	2014	349,8	496,0
2005	506,3	708,9	2015	178,0	254,5

Fonte: CONAB, 2016.

Segundo a CONAB (2016) a estimativa para a cultura do arroz, na safra 2016/17, indica redução de área plantada de 3% em relação à safra passada. Na produtividade (Figura 3) o aumento previsto será de 11,9% na média nacional, estimada em 5.911 kg/ha. A mesma tendência pode ser verificada na estimativa de produção, onde os números nacionais apontam para incremento entre 8,5%, alcançando 11,5 milhões de toneladas. As análises dos números apontam queda na área plantada nos estados onde a cultura é cultivada com o sistema de sequeiro e manutenção e/ou aumento onde é irrigada. Na safra passada houve queda de produtividade nos locais onde a cultura é cultivada em sequeiro em razão de chuvas abaixo da

média, enquanto o cultivo irrigado, sobretudo no sul do país, foi afetado por excesso de chuvas durante todo o ciclo, resultando em baixa luminosidade e impactando a produtividade. O resultado disso é que temos, para esta safra, uma expectativa de aumento na produtividade, ou seja, produtividades próximas do normal.

Em todo o Maranhão, observa-se a cada safra uma redução de área plantada, conseqüentemente de produção. Estima-se para essa safra nova perda de área plantada, aproximadamente 35,9%, que corresponde a 116,3 mil hectares. Com uma estimativa de produtividade de 1.497 kg/ha, obter-se-á produção em cerca de 174,1 mil hectares (CONAB, 2016).

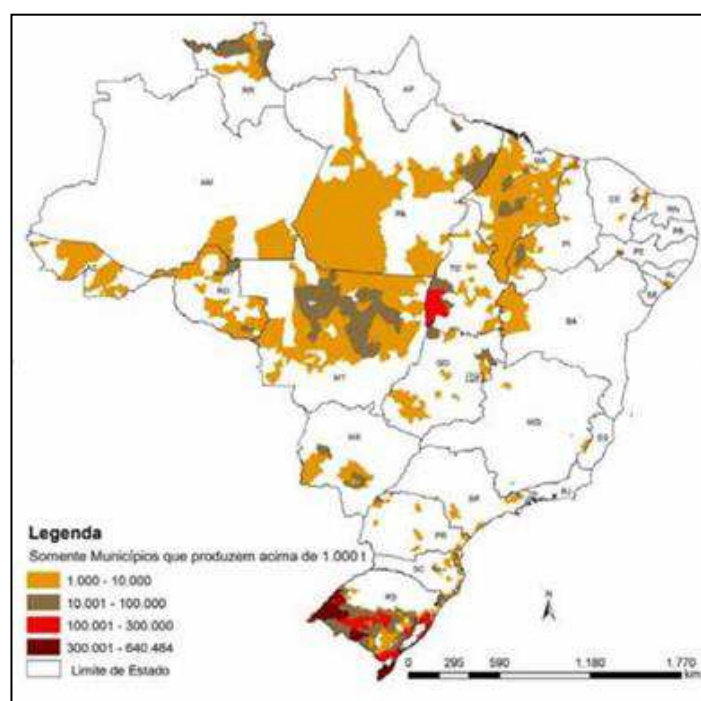


Figura 3- Mapa de produção agrícola do arroz
Fonte: CONAB, 2016.

O Maranhão já foi o segundo maior produtor nacional de arroz, participando com quase um quinto da safra do país, mas perdeu espaço a partir dos anos oitenta quando os pequenos produtores dos vales férteis do Estado foram alijados da produção em benefício dos grandes projetos agropecuários. Atualmente, é o quarto maior produtor de arroz do Brasil com safra estimada pelo IBGE (2016), em 210 mil toneladas, quantidade insuficiente para o abastecimento do estado que importa o produto de outros centros produtores (TO, GO e RS) e do MERCOSUL.

2.2.1 Distribuição Espacial do Arroz

A publicação da CONAB (2016) informa que em relação à localização territorial, a mesorregião centro-maranhense participa com 60% das principais áreas de cultivo de arroz, representada por Arame, Barra do Corda, Grajaú e Tuntum (microrregião do Alto Mearim e Grajaú), e pelos municípios de Bom Jesus das Selvas e Santa Luzia (microrregião do Pindaré), além de Caxias, Colinas, Mirador e Vargem Grande. Estes, por sua vez, respondem por 24% da produção estadual de arroz.

A atual cadeia produtiva arrozeira é desenvolvida por meio de dois ecossistemas propícios para a produção de arroz: várzea e terras altas. No ecossistema de várzea, existe o sistema de cultivo com irrigação controlada (arroz irrigado) e o cultivo sem irrigação controlada. No primeiro, a cultura é irrigada por inundação contínua e controlada com a formação e manutenção de lâmina de água até a maturação do arroz, sistema adotado nos municípios de Arari, Viana e Vitória do Mearim, localizados na Baixada Maranhense. (CONAB, 2016).

Quanto à modalidade sem irrigação controlada (arroz de várzea úmida), caracteriza-se pelo plantio do arroz em áreas de baixadas, nas quais as chuvas e as enchentes dos rios ou afloramento natural do lençol freático são as fontes de água para o desenvolvimento das plantas.

Com relação ao arroz de terras altas, ou arroz de sequeiro, esse sistema é caracterizado pelo plantio em áreas não alagadas, ficando à mercê de boas condições pluviométricas para o perfeito desempenho dos estágios fenológicos da cultura.

2.3 Estatística Tradicional e Geoestatística.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizados para elaboração de cartas e mapas, auxiliam a representação espacial de distribuição dos dados adquiridos e registrados, sob a forma de um sistema de coordenadas. Diferentes informações podem ser registradas e representadas, como a produtividade da lavoura e os atributos do solo, produzindo-se diferentes mapas, os quais são úteis para o gerenciamento agrícola e ambiental, fornecendo importantes modelos agronômicos para tomada de decisão (DURIGON, 2007).

Na última década, as estatísticas tradicionais, em combinação com a geoestatística, têm sido amplamente utilizadas para avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo e

suas relações com fatores ambientais, especialmente aqueles associados com o uso da terra (LIU et al., 2013).

Para Hiltbrunner et al. (2012), a quantificação da variabilidade de alguns atributos e fenômenos que ocorrem no solo, como a compactação, requer um número de amostra muito grande, muitas vezes julgado impraticável, sendo necessário a utilização de técnicas que reduzam as amostragens. Dessa forma, a geoestatística, que busca resolver problemas de estimativa de uma variável regionalizada (MATHERON, 1971), se apresenta como uma técnica bastante útil.

Yamamoto e Landim (2013) definem a geoestatística como a técnica que tem o objetivo de caracterizar espacialmente uma variável por meio de sua distribuição e variabilidade espaciais, com a determinação das incertezas associadas. Quando atrelada ao uso de uma geoestatística tem três aplicações básicas: (a) estimativas: para inferir atributos em pontos diferentes daqueles originais, isto é, onde estes não foram coletados; (b) previsões: para detectar tendências e locais de máximos e mínimos; (c) desenhos de experimentos: para otimizar a segmentação da área em unidades de espaço.

A geoestatística tem sido o principal instrumento metodológico para a implementação da agricultura de precisão usando dados de campo coletados em diferentes resoluções espaciais, que normalmente demandam um número grande de amostras (MILLÁN et al. 2012).

REFERENCIAS

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

BEZERRA, Adenildo **Arari: espaço e sociedade** / Adenildo Bezerra. Arari: Instituto Perone, 2014. 116 p.

BRANDENBURG, Alfio. **Agricultura Familiar, ONGS e Desenvolvimento Sustentável**. Curitiba: Editora da UFPR,1999. 326p.

Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V. 4 - SAFRA 2016/17 - N.3 - Terceiro levantamento. Brasília. DEZEMBRO, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: <22/12/2016>.

CORINGA, E. de A. O.; COUTO, E. G.;PEREZ, X. L. O.; TORRADO, P. V. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazônica**, v. 42, n.1, p. 19 - 28, 2012.

DURIGON, Reges. **Aplicação de técnicas de manejo localizado na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa L.*)**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 149 f.: Santa Maria, RS, 2007.

EMBRAPA. **Arroz do Maranhão: Competitividade e tradição**. (folder). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83489/1/folder-arroz-do-maranhao.pdf>>. Acesso em: 10 Jun 2015.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2013.

FAGERIA, N. K. 1989. Química de solos de várzea. In: DECHEN, A. R.; CARMELLO, Q. A. de C.; FLOSS, E. L. (Coord.). SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., Piracicaba, 1989. Anais... Campinas, Fundação Cargill. p. 93-114

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; ZIMMERMANN, F. J. P. 1994. Caracterização química e granulométrica de solos de várzea de alguns estados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 267-274, fev.

FARIAS FILHO, M. S. **Caracterização e avaliação do cultivo de arroz em sistema de vazante na Baixada Maranhense**. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 2006. (Dissertação de mestrado).

FARIAS FILHO, M. S.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. de L. A cultura do arroz em sistema de vazante na Baixada Maranhense, periferia do sudeste da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 82-91, 2009.

FARIAS FILHO, M. S (org.). **O Espaço Geográfico da Baixada Maranhense**. 2ª. Ed. São Luís, MA: EDUFMA, 2013.

FARIAS FILHO, M. S.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. de L.; NASCIMENTO, M. de P. Uso agrícola dos campos inundáveis da Baixada Maranhense com a cultura do arroz frente à degradação das áreas altas. In: FARIAS FILHO, M. S (org.). **O Espaço Geográfico da Baixada Maranhense**. 2ª. Ed. São Luís, MA: EDUFMA, 2013.

FARIAS FILHO, M. S. **Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos em um Gleissolo Melânico sob três áreas no Município Arari - MA**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Jaboticabal, 2014.

GASPAR, S. M. F. S.; NUNES, G. S.; PINHEIRO, C. U. B.; AMARANTE JÚNIOR, O. P. A.. Avaliação de risco de pesticidas aplicados no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do rio Mearim. **Pesticidas: r.ecotoxicol e meioambiente**, Curitiba, v.15, p. 57-62., 2005.

GEHRING, C.; MOURA, E. G.; SANTOS, R. R. S.; AGUIAR, A. C. F.; SOUSA, A. M. B.; BODDEY, R. M.. Ecological intensification of rice production in the lowlands of Amazonia. Options for smallholder rice producers. **European Journal Agronomy**, v. 46, p.25-33, 2013.

GUBIANI, P. I.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Indicadores hídrico-mecânicos de compactação do solo e crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1-10, 2012.

HILTBRUNNER, D.; SCHULZE, S.; HAGEDORN, F.; SCHMIDT, M. W. I.; ZIMMERMANN, S. Cattle trampling alters soil properties and changes soil microbial communities in a Swiss sub-alpine pasture. **Geoderma**, v. 170, p.369–377, 2012.

IBGE. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro, 1995. v. 3. 443p

IBGE. Cidades, Maranhão – Arari. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210100&search=maranhao%20larar>>. Acesso em: <15/11/2016>.

LAFONTAINE, Teresa Cristina. **Implicações ambientais e territoriais: socioeconomia da construção da MA 014 para a Microrregião da Baixada Maranhense** / Teresa Cristina Lafontaine; orientador, Sérgio Cardoso de Moraes. – 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2011.

LIU, L.; YAN, Z.; TANG, L.; CAO, W.; WANG, E. Impacts of climate changes, soil nutrients, variety types and management practices on rice yield in East China: A case study in the Taihu region. **Field Crops Research**, v.149, p. 40–48, 2013a. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2013.04.022>

MATHERON, G. The theory of regionalized variables and its applications. **Paris School of Mines Publications**, 1971.

MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento. **Atlas do Maranhão**. São Luis, 2000. 36p

MILLÁN, H.; TARQUÍS, A. M.; PÉREZ, L. D.; MATO, J.; GONZÁLEZ-POSADA. Spatial variability patterns of some Vertisol properties at a field scale using standardized data. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 20, p. 76–84, 2012.

MOREIRA, J. F.; CONCEIÇÃO, M. V. S.; FARIAS FILHOS, M. S. **O Espaço Natural da Baixada Maranhense**. In: FARIAS FILHO, Marcelino Silva (org.) - **O Espaço Geográfico da Baixada Maranhense** – São Luís, MA: EDUFMA, 2013. 236 p. 2a Edição.

MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. In MOURA, E.G. (Org) - **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semiárido do Brasil**. São Luis: UEMA, 2004.

MUNIZ, F. H. **A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste: diversidade e estrutura**. In MOURA, E. G. (org.). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semiárido do Brasil**. São Luís: UEMA, 2004.

OLIVEIRA, I. A. de; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO, R. E. de; MARQUES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, E. P. do. Variabilidade espacial de atributos

físicos em um Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1103-1112, 2013.

PONNAMPERUMA, F. N. 1972. The chemistry of submerged soil. **Advances in Agronomy**, New York, v. 24, p. 28-96.

PIRES, Maria José dos Prazeres; PEREIRA, Marilene dos Santos. **História e vida de Arari**. Arari: Departamento de Educação Cultura e Lazer, 1985. 40p.

SAUSEN, T. M. **Caracterização da ação antrópica num trecho do médio-baixo Vale do Rio Mearim (MA) através de imagens Landsat-TM**. São Jose dos Campos-SP: INPE. 1990. 56 p

TESFAHUNEGN, G. B.; TAMENE, L.; VLEK, P. L. G. Catchment-scale spatial variability of soil properties and implications on site-specific soil management in northern Ethiopia. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 117, p. 124–139, 2011. DOI: 10.1016/j.still.2011.09.005

YAMAMOTO, J. K.; MAO, X. M.; CROSTA, K. K. A. P.; LANDIM, P. M. B.; HU, H. Z.; WANG, C. Y.; YAO, L. Q.. Mapping of uncertainty zone between interpolated types of a categorical variable. **Computers and Geosciences**, v. 40, p. 146-152, 2012

ZONTA, J. B; SILVA, F. B. **Dinâmica da Orizicultura no Maranhão**. Revista Política Agrícola. Ano XXIII – No. 2 – Abr./Maio/Jun. 2014. Acesso em:< 21/12/2016>.

CAPÍTULO II

Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo em área sob cultivo de arroz irrigado por inundação em Arari-MA.

**Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo em área sob cultivo de
arroz irrigado por inundação em Arari-MA.**

1
2 **Spatial variability of soil physical and chemical attributes in area under flooded rice**
3 **cultivation in Arari-MA.**

4
5 **Jailson Ferreira Moreira^{1*} Francisca Helena Muniz² Marcelino Silva Farias Filho³**

6
7 **RESUMO**

8 Os atributos geralmente apresentam alto grau de variabilidade espacial devido a uma combinação de processos
9 físicos, químicos e biológicos que operam em diferentes escalas, sendo a quantificação e interpretação de tal
10 variabilidade espacial questão-chave para o manejo do solo. O estudo foi realizado em uma propriedade rural no
11 município de Arari na Baixada Maranhense. A coleta de amostras de solo foi realizada em setembro de 2016 em
12 uma área medindo 100x100m, em malha regular de 20x20m com adensamento, totalizando 66 amostras, com
13 profundidade de 0-20 cm e georeferenciadas. O estudo avaliou a variabilidade espacial dos atributos do solo em
14 sistema de cultivo de arroz irrigado por inundação em uma área manejada a cerca de 11 anos e estudada por
15 Farias Filho (2014), por meio de técnica geostatística, zoneando teores de nutrientes e outros atributos
16 relevantes à produção rizícola e comparando por meio de mapas de isolinhas os atributos físicos e químicos dos
17 solos. As variáveis analisadas foram pH, MO, P, Ca, Mg, K, H+Al (acidez potencial), Al, S, soma de bases (SB),
18 capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e análises físicas de argila, silte e areia. Os
19 resultados mostram valores de resíduos (RSS) distintos e coeficiente de determinação (R²) mais próximos a 1. S
20 e Ca apresentam distribuição mais homogênea em comparação ao Al e S, este último apresentando uma
21 distribuição bem heterogênea devido às operações de manejo e a topografia local o que altera a distribuição dos
22 atributos.

¹ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Cidade Universitária Paulo VI, s/n - São Luís/MA, Brasil, CEP: 65054-970. jailsongeo32@gmail.com. *Autor para correspondência.

² Programa de Pós-graduação em Agroecologia. Universidade Estadual de Maranhão-UEMA. São Luís/MA, Brasil.

³ Departamento de Geociências. Universidade Federal do Maranhão- UFMA. São Luís/MA, Brasil, marcelinobrasil@msn.com.br.

23 **Palavras-Chave:** Baixada Maranhense. Geoestatística. Dependência espacial.

24 **ABSTRACT**

25 The attributes generally present a high degree of spatial variability due to a combination of physical, chemical
26 and biological processes that operate at different scales, and the quantification and interpretation of such spatial
27 variability is a key issue for soil management. The study was conducted in a rural property in the municipality of
28 Arari in the Baixada Maranhense. The soil sample collection was carried out in September 2016 in an area
29 measuring 100x100m, in a regular 20x20m mesh with densification, totaling 66 samples, with depth of 0-20 cm
30 and georeferenced. The study evaluated the spatial variability of soil attributes in a flood irrigated rice crop
31 system in an area managed for about 11 years and studied by Farias Filho (2014), using a geostatistical
32 technique, zoning nutrient contents and other attributes relevant to the rhizicultural production and comparing by
33 means of maps of isolines the physical and chemical attributes of the soils. The variables analyzed were pH, MO,
34 P, Ca, Mg, K, H + Al (potential acidity), Al, S, sum of bases (SB), cation exchange capacity (CTC), base
35 saturation and physical analyzes of clay, silt and sand. The results show different residue values (RSS) and
36 determination coefficient (R²) closer to 1. S and Ca have a more homogeneous distribution in comparison to Al
37 and S, the latter presenting a very heterogeneous distribution due to management operations and the local
38 topography, which alters the distribution of the attributes.

39

40 **Keywords:** Baixada Maranhense. Geostatistics. Space dependence.

41

42 **1 INTRODUÇÃO**

43 O arroz é um produto de grande importância em vários aspectos para o Estado do
44 Maranhão, com destaque para o social, devido seu importante papel na segurança alimentar, e
45 para o econômico, pelo seu potencial de geração de renda. Na década de 1970, o estado
46 chegou a ser o primeiro produtor de arroz de terras altas no país e o segundo produtor de arroz
47 no total, ocupando 20% das áreas de cultivo no país e participando com 18% da produção
48 nacional. O Estado é formado por 217 municípios, dos quais, na safra 2009-10, 213
49 produziram arroz. Os 10 principais municípios produtores respondem por 20,5% da produção
50 estadual, indicando alta dispersão da produção no Estado. Outra característica da rizicultura

51 maranhense é que quase a totalidade do arroz produzido encontra-se em lavouras com menos
52 de 50 há (EMBRAPA, 2013).

53 Na região da Baixada Maranhense é possível cultivar arroz irrigado em sistemas
54 tecnificados, o que poderia atender as muitas indústrias arrozeiras do estado que têm sido
55 obrigadas a importar arroz do MERCOSUL para atender o mercado local e de regiões
56 vizinhas. Apesar de ter o potencial pouco utilizado, desde a década de 1970 já há áreas de
57 cultivo irrigado consolidados em Arari, São Mateus e Vitória do Mearim, na Baixada
58 Maranhense EMBRAPA (2013).

59 A Microrregião da Baixada Maranhense é composta por 21 municípios cujos
60 territórios estão assentados em um espaço físico caracterizados por condições climáticas
61 úmidas e quentes, relevo plano, vasta rede hidrográfica e extensas planícies fluviais
62 inundáveis. O ambiente da Baixada é predominantemente de várzea, mas em sua extremidade
63 ocidental apresenta relevo ondulado e vegetação Amazônica que marcam a paisagem dos
64 municípios de Pedro do Rosário e de Presidente Sarney. Já na sua porção central e
65 extremidade oriental, a Microrregião apresenta características que lembram o Pantanal
66 Matogrossense, tanto pela sua extensão quanto pelas suas características geomorfológicas,
67 hidrográficas e pedológicas (MOREIRA et al, 2013).

68 Os atributos do solo geralmente apresentam alto grau de variabilidade espacial
69 devido a uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos que operam em
70 diferentes escalas, sendo a quantificação e interpretação de tal variabilidade espacial questão-
71 chave para o manejo do solo (MILLÁN et al., 2012). Nas áreas de planícies fluviais como a
72 Baixada Maranhense, em que os processos deposicionais são constantes e anuais, a
73 variabilidade dos solos tende a ser maior.

74 Pouco se sabe sobre a distribuição espacial e variabilidade das características do solo
75 em muitas regiões do mundo (em especial nas tropicais) em escala de detalhe. No entanto,

76 avaliar a variabilidade espacial e a distribuição das referidas características é essencial para
77 prever as modificações decorrentes do manejo e de processos naturais (TESFAHUNEGBN et
78 al., 2011) e adequar as formas de uso à qualidade do solo.

79 Autores como Oliveira et al. (2013) afirmam que em áreas sob cultivo existem, além
80 da variabilidade natural, fontes de heterogeneidade que são adicionadas ao solo como aquelas
81 oriundas do manejo. Nessas áreas as aplicações de fertilizantes é efetuada em glebas
82 consideradas homogêneas, considerando a necessidade média para a aplicação de insumos
83 (fertilizantes, defensivos, água, etc.), fazendo com que uma mesma formulação e/ou
84 quantidade dos fertilizantes seja utilizada para toda a área, atendendo apenas as necessidades
85 médias e não considerando, dessa forma, as necessidades específicas de cada parte do campo
86 (GOMES et al., 2007). A área estudada é manejada a cerca de 11 anos, de topografia
87 relativamente plana, cultivado com arroz por inundação durante o período de estiagem e por
88 arroz de sequeiro.

89 Neste sentido, o presente estudo avaliou a variabilidade espacial dos atributos físicos
90 e químicos de um Gleissolo, sob cultivo de arroz irrigado por inundação, por meio de técnica
91 geoestatística, zoneando teores de nutrientes e outros atributos relevantes à produção rizícola
92 e comparando por meio de mapas geoestatísticos dos atributos físicos e químicos dos solos.

93 **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

94 O estudo foi realizado em uma propriedade rural, que é utilizada para cultivo de
95 arroz irrigado por inundação durante o período de estiagem e por arroz de sequeiro nos
96 últimos 11 anos, situada no extremo oeste do município de Arari nas coordenadas geográficas
97 03° 29' 46,79" S e 44° 48' 14,76" O. Compendo a Microrregião da Baixada Maranhense,
98 microrregião caracterizada ambientalmente pela vasta rede hidrográfica e extensas planícies
99 que passam grande parte do ano inundadas e durante aproximadamente quatro meses são
100 recobertas por pastagens naturais que tem proporcionado à expansão da pecuária extensiva.

101 Arari possui uma população estimada em 29.297 habitantes em um território de 1.100,275
102 km² (IBGE, 2016)

103 O clima da área é quente e úmido com precipitações pluviométricas acima de 2000
104 mm.ano⁻¹. As temperaturas variam entre 24° e 35° C, com o período seco de seis a sete meses
105 (julho-dezembro), As planícies pluviais deixam de ser marcados pela presença de lagos de
106 pequena profundidade e se transformam em áreas de pastoreio. O período chuvoso varia de
107 cinco a seis meses (janeiro-junho), com pelo menos dois meses muito chuvosos (março e
108 abril, que concentram mais de 40% da precipitação total), originando os campos inundáveis
109 (MOURA, 2004).

110 Gering et al. (2013) afirmam que os solos da área são formados, predominantemente,
111 por silte e argila montmoriloníticos, com valores médios de pH 4.2 (CaCl₂), C orgânico 8.4 g
112 kg⁻¹, P (resina) 7 mg dm⁻³, K⁺ 4.2, Ca²⁺ 30 e Mg²⁺ 41, acidez trocável 142 e CTC de 217
113 mmol_c.dm⁻³ e saturação por bases de 35%.

114 Farias Filho (2014), define os solos da área como Gleissolos Melânico Alítico típico,
115 A proeminente, textura muito argilosa e isso se deve à geomorfologia e às características
116 climáticas do local sujeitando este solo a períodos de alagamento muito longos devido a
117 textura que varia de argilosa a muito argilosa, possibilitando o acúmulo de material orgânico e
118 maior fertilidade química.

119 O município de Arari tem o rio Mearim como seu principal curso hídrico que é
120 genuinamente maranhense. A vegetação característica dos campos naturais encontrados no
121 município é composta por várias espécies, tais como, o capim marreca (*Paspalum* sp), capim
122 açúcar (*Panicum* sp), capim tiririca (*Cyperus rotundus*), algodão bravo (*Ipomoea carnea*), salsa
123 brava (*Ipomoea assarifolia*) dentre outros, que são consequências das inundações periódicas
124 do rio Mearim e seus afluentes (BEZERRA, 2014).

125 2.1 Coleta de amostras

126 As amostras de solos para análises físicas e químicas foram coletadas no mês de
 127 setembro de 2016, quando do término do período chuvoso em uma área medindo 100x100m,
 128 em malha regular de 20x20m, com adensamento em dois pontos em malha de 5x5m, (figura
 129 2) totalizando 66 amostras (35 na malha e 31 no adensamento). As amostras foram coletadas
 130 com o auxílio de um trado holandês a uma profundidade de 0-20 cm e georeferenciadas com
 131 receptor GPS para a espacialização das amostras.

132 2.2 Análise das amostras

133 Para fins de fertilidade química do solo na área estudada foram feitas as seguintes
 134 análises: pH, MO, P, Ca, Mg, K, H+Al (acidez potencial), Al, S, soma de bases, capacidade
 135 de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e análises físicas de argila, silte, areia
 136 total, subfrações da areia (muito grossa, grossa, média, fina e muito fina), para o
 137 reconhecimento da granulometria do solo. (EMBRAPA, 1997)

138 2.3 Análises estatísticas e geoestatísticas

139 As análises estatísticas foram feitas por meio de software Minitab 17 e aplicadas para
 140 analisar os valores de médias, desvio padrão, mediana, variância, coeficientes de variação
 141 além de valores máximo e mínimo. A variabilidade dos atributos do solo foi avaliada por
 142 meio de geoestatística. A dependência espacial foi analisada por meio de ajustes de
 143 semivariogramas (VIEIRA et al. 1981), conforme a equação:

$$144 \hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2 \quad (1)$$

145 Em que: N(h) - o número de pares de valores medidos Z(x_i), Z(x_i +h), separados pela
 146 distância h. O gráfico de $\hat{\gamma}^*(h)$ versus os valores correspondentes de h é uma função do vetor
 147 h e, portanto, dependem de ambos, magnitude e direção de h.

148 Para decisão do modelo de correlação espacial, fez-se o cálculo experimental dessa
 149 correlação (semivariogramas), utilizando-se os dados dos pontos amostrados e ajustando-se
 150 posteriormente um modelo teórico aceitável. Os modelos matemáticos esférico (equação 2) e
 151 exponencial (equação 3) foram ajustados aos semivariogramas. O ajuste dos modelos teóricos
 152 aos semivariogramas experimentais foi obtido no programa GS+ 7.0, sendo a seleção do
 153 modelo realizado com base na minimização da soma dos quadrados dos resíduos (SQR) e no
 154 maior coeficiente de determinação (R^2).

$$155 \quad \gamma(h) = \left\{ C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] \right\}, 0 < h \leq a \quad (2)$$

$$156 \quad C_0 + C_1, 0 \geq a$$

$$157 \quad \gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp \left(-\frac{h}{a} \right) \right] \quad (3)$$

158 Em que: C_0 é o efeito pepita, C_1 é a contribuição, $C_0 + C_1$ é o patamar, h é a distância
 159 de separação e a é o alcance do semivariograma. Abaixo temos os semivariogramas obtidos
 160 após ajustes. Na análise do grau de dependência espacial das variáveis em estudo, utilizou-se
 161 a classificação de Cambardella et al. (1994), em que valores de $[(C_0 / (C_0 + C_1))]$ menores que
 162 25 % são considerados dependência espacial forte, valores de $[(C_0 / (C_0 + C_1))]$ entre 25 e 75 %
 163 indicam dependência espacial moderada e valores de $[(C_0 / (C_0 + C_1))]$ maiores que 75 %
 164 determinam dependência espacial fraca.

165 A interpolação e a espacialização foram realizadas pela krigagem ordinária pontual,
 166 correspondente a um interpolador de média móvel ponderada que utiliza a dependência
 167 espacial entre amostras vizinhas, expressa no semivariograma, para estimar valores em
 168 qualquer posição dentro do espaço, sem tendência e com variância mínima, na composição de
 169 mapas temáticos (VIEIRA, 2000).

170 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

171 A estatística descritiva para os atributos físicos e químicos apresentou os seguintes
172 resultados (tabela 1).

173 Tabela 1 - Estatística descritiva dos atributos físicos e químicos.

Variável	Und	Média	DesvPad	Variância	CV%	Mínimo	Mediana	Máximo
Argila	g.kg ⁻¹	50,208	5,307	28,161	10,57	42,436	49,950	64,935
Silte		47,590	5,108	26,089	10,73	34,166	48,126	55,417
Areia		2,0591	0,7677	0,5894	37,28	0,5500	2,0000	3,8442
pH	-	4,0291	0,3214	0,1033	7,98	3,6500	3,9700	5,4400
MO		22,511	3,270	10,690	14,52	14,233	22,132	32,833
P	mg.dm ³	9,089	6,048	36,579	66,54	3,707	7,385	42,976
S	mg.dm ³	86,92	24,06	578,67	27,68	40,09	83,52	145,44
Ca	mmol _c .dm ³	54,24	8,31	69,13	15,33	39,14	53,16	72,14
Mg		25,826	5,668	32,122	21,95	6,390	27,832	31,559
K		5,212	1,849	3,418	35,47	2,352	4,908	14,692
Al		20,51	9,81	96,33	47,86	6,62	17,66	54,05
H+Al		104,75	29,22	854,08	27,90	29,89	101,40	177,17
SB	-	85,28	13,15	172,97	15,42	53,46	85,87	107,51
CTC	-	190,03	31,10	967,35	16,37	95,42	187,86	272,32
V%	%	45,77	8,96	80,32	19,58	30,51	45,53	74,71
m%	%	19,169	7,612	57,945	39,71	7,319	17,729	41,128

174

175 Os valores da média e da mediana para os atributos físicos e químicos estão próximos,
176 indicando que estes dados seguem uma distribuição simétrica, com exceção da areia por
177 apresentar valores muito baixos na área obtendo valores de média e mediana também baixos.

178 O coeficiente de variação (CV) da areia teve resultado médio em comparação com a
179 argila e o silte que obtiveram comportamentos semelhantes com CV baixo, os teores de P, Al,
180 K e S apresentaram valores altos de CV indicando maior variabilidade na área. Enquanto que
181 o CV do pH, MO, Ca, Mg foram baixos. De acordo com Warrick e Nielsen (1980), o CV
182 pode ser classificado como baixo, médio e alto, respectivamente, para os intervalos $CV \leq$
183 12% , $12\% < CV < 60\%$ e $CV \geq 60\%$. Quanto mais altos os valores de CV maior é a
184 possibilidade dos dados serem heterogêneos.

185 Os resultados dos valores para C_0 (Tabela 2) foram baixos para quase todas as
186 variáveis que apresentaram dependência espacial, com exceção do S e do Ca que

187 apresentaram valores altos. Valores de C_0 baixo indicam pequena aleatoriedade dos dados e
 188 pequenos erros de amostragem e de análise, sendo um bom indicador de qualidade dos dados.
 189 O coeficiente de regressão (R^2), um dos critérios utilizados para a escolha do modelo
 190 (YAMAMOTO & LANDIM, 2013), resultou em valores próximos a 1 para quase todas as
 191 variáveis, sendo maiores para o alumínio e potássio.

192 Tabela 2 - Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais.

Atributo	Und.	Modelo	C_0 (efeito pepita)	$C_0 + C$ (patamar)	A (alcance)	GDE*	R^{2**}	SQR***
Argila	g kg^{-1}	Exponencial	7,4	24,14	39,30	30,6	0,801	71,7
Silte		Esférico	7,8	28,09	118,10	27,7	0,834	32,7
Enxofre	mg.dm^3	Exponencial	235,40	533,50	13,10	44,1	0,739	3270,2
Cálcio		Exponencial	17,60	99,10	49,00	17,7	0,830	2083,0
Potássio	mmolcdm^3	Esférico	0,36	3,20	114,90	11,2	0,892	1,71
Alumínio		Exponencial	5,30	122,30	38,80	4,3	0,917	1284,0

193 *grau de dependência espacial; **coeficiente de determinação; ***soma de quadrado dos resíduos.

194 O alcance variou entre os atributos com maiores valores para silte e potássio
 195 utilizando valores de alcances maiores, tendem a ser mais confiáveis, apresentando mapas que
 196 representem melhor a realidade (CORÁ et al., 2004), a dependência espacial (GD) é um
 197 atributo importante no estudo dos semivariogramas, pois representa a distância máxima em
 198 que os pontos amostrais estão correlacionados espacialmente entre si, ou seja, os pontos
 199 localizados numa área de raio igual ao alcance são mais homogêneos entre si do que com
 200 aqueles localizados fora desta área (SANTOS et al. 2012).

201 O alcance a varia dentro da área estudada tendo o enxofre com o maior valor entre as
 202 variáveis e o potássio com menor alcance Enxofre e cálcio apresentaram distribuição espacial
 203 heterogênea, pois possuem valores elevados para a SQR. Porém, apresentam fraca

204 dependência espacial, os teores de silte e argila que possuem dependência espacial forte
 205 mesmo com SQR baixo.

206 A Figura 3 apresenta os ajustes dos valores para os atributos argila, silte, S, Ca, K e
 207 Al. Os resultados do ajustamento destes modelos mostraram valores de resíduos (RSS)
 208 distintos e coeficiente de determinação (R^2) mais próximos a um.

209 Os teores de Silte e Argila após a krigagem dos dados da área de estudo (Figura 4),
 210 encontram-se bem distribuídos, mas com valores de SQR bem distintos conforme a tabela 3.

211

212

213

214

215

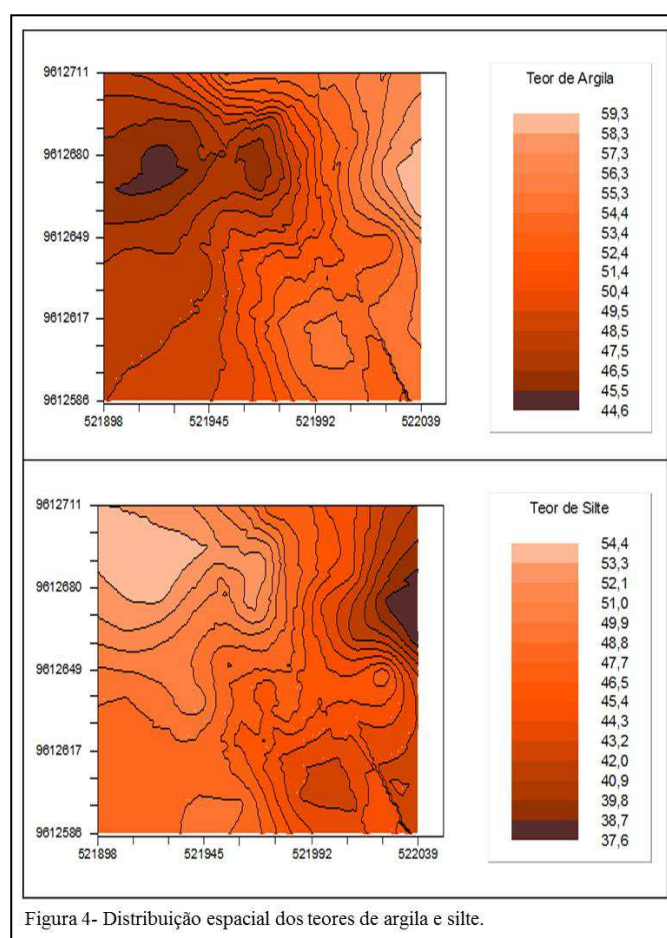
216

217

218

219

220



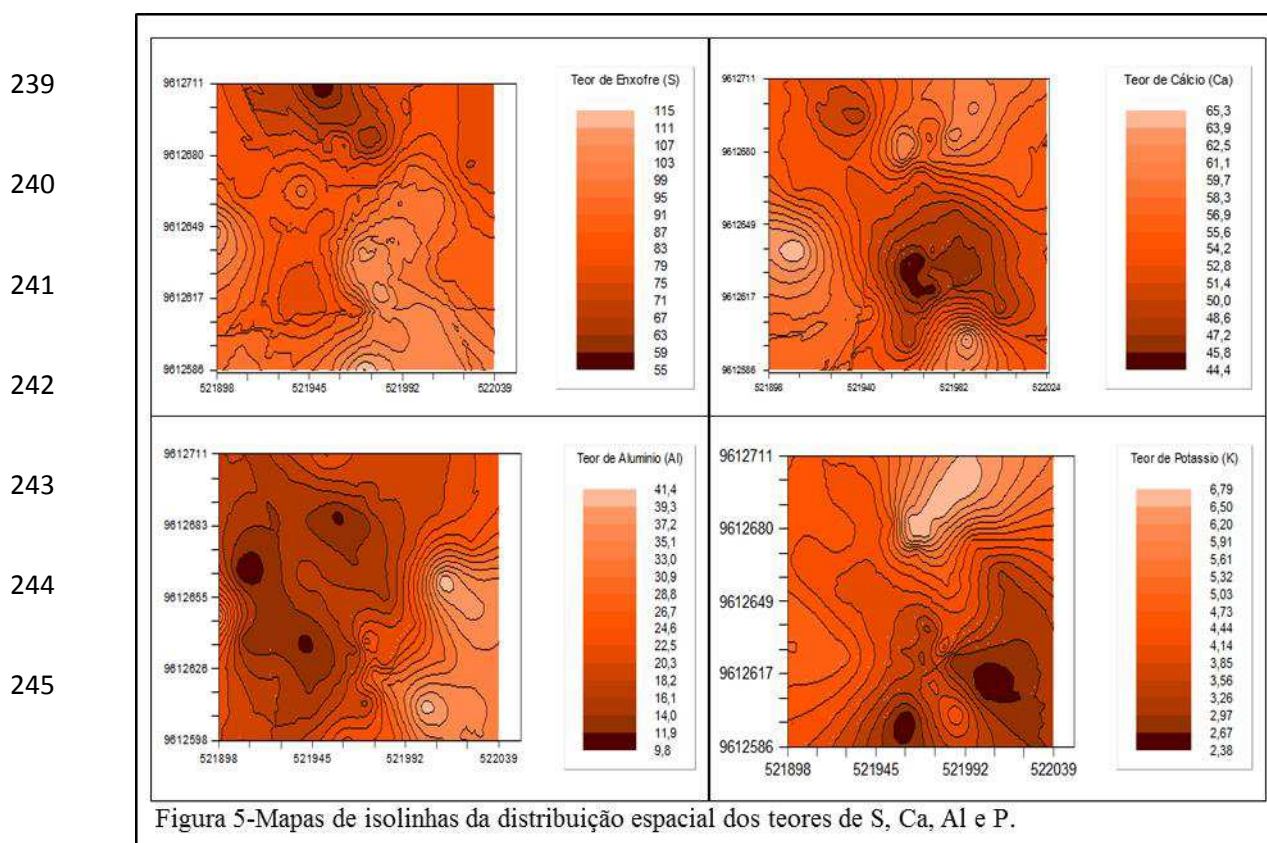
221 A distribuição espacial das partículas de areia, silte e argila do solo pelo arranjo
 222 afetam, entre outras características, a capacidade de retenção de água no solo e também a
 223 estabilidade dos agregados do solo que fazem as raízes da planta terem uma bom
 224 desenvolvimento. O volume de água requerido pelo cultivado por inundação do solo é o

225 somatório da água necessária para saturar o solo, formar uma lâmina, compensar a
 226 evapotranspiração e repor as perdas por percolação e fluxo lateral (SOSBAI, 2016).

227 O teor de argila do solo, relacionado à decomposição de rochas e/ou deposição de
 228 material fino nos aluviões, ou seja, ao material de origem está associado ao fato de a argila ser
 229 o principal “ambiente” de adsorção de nutrientes (cálcio e magnésio), principalmente quando
 230 o teor de matéria orgânica no solo é baixo, e que são nutrientes importantes para a produção
 231 da cultura do arroz.

232 Farias Filho (2014) detectou na mesma área estudada que o manejo se dá apenas pelo
 233 cultivo mecanizado, argila e silte são distribuídos com tendência anisotrópica em relação à
 234 topografia. Esse padrão de distribuição tem relação com o sistema de preparo da área para o
 235 cultivo, que revolve sedimentos na área alta para aterros nas áreas mais baixas e, quando
 236 ocorre a inundação, os sedimentos mais finos ficam em suspensão na água, decantando onde
 237 há acúmulo de água por um tempo maior.

238 Quanto aos nutrientes, obteve-se os resultados espacializados na Figura 5.



246 Para o cultivo de qualquer espécie, os conhecimentos básicos sobre adubação e
247 nutrição mineral das plantas são de extrema importância, os teores de S, Ca, K e Al,
248 exprimem a realidade da área estudada onde S e Ca apresentam distribuição mais homogênea
249 em comparação aos teores Al e S, este último apresentou uma distribuição bem heterogênea.
250 Este resultado ratifica as afirmações de Farias Filho (2014) que obteve na mesma área valores
251 mais homogêneos, indicando que as operações agrícolas de correção e adubação
252 desenvolvidas nos solos locais tornaram alguns atributos químicos mais homogêneos e
253 incrementaram os teores de alguns nutrientes nos solos (K, P, Ca e Mg). Isto tem relação com
254 as operações de preparo, com a topografia relativamente plana da área e da água na
255 solubilização, dissolução e distribuição de fertilizantes.

256 Em áreas manejadas pela agricultura o mapeamento destes atributos se mostra
257 importantes para a avaliação das áreas problemáticas da distribuição espacial irregular destes
258 teores, sendo possível a correção localizada destes na área estudada, evitando-se desperdícios
259 com insumos agrícolas.

260 Segundo Farias Filho (2014) o estudo da distribuição espacial dos atributos dos solos
261 em áreas de várzeas utilizadas pela pecuária é muito complexo, tendo em vista que os
262 processos deposicionais e a criação de animais podem incrementar essa variabilidade.

263 Os resultados da mesma área estudada por Farias Filho (2014), evidenciam que esses
264 atributos sofreram alteração e que a variabilidade espacial foi alterada, em decorrência do
265 manejo aplicado na área.

266 Os atributos químicos do solo comprometem as relações solo-planta, a qualidade da
267 água, o poder tampão do solo, a disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e
268 outros organismos, mobilidade de contaminantes e algumas condições físicas, como a
269 tendência de formação de crostas superficiais capitaneadas pelos teores de silte e argila no

270 solo, relacionados também ao arranjo das partículas e do espaço poroso do solo, incluindo
271 densidade, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encrostamento superficial,
272 compactação, condutividade hidráulica e capacidade de armazenagem de água (EMBRAPA,
273 1999).

274 Gomes et al. (2007), afirmam que o uso da geoestatística para modelar a variabilidade
275 espacial do solo, permite a aplicação de insumos no local correto e na quantidade exata,
276 promovendo o aumento da produtividade das culturas e diminuindo grandemente o risco de
277 contaminações ambientais, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a
278 tecnologia e os cultos envolvidos o permitam.

279 Estudos sobre os atributos físicos e químicos do solo são importantes para se
280 quantificar a produção da cultura do arroz, fornecendo um instrumento para a tomada de
281 decisões para o produtor rural e acarretando também num menor gasto de insumos agrícolas
282 durante as fases do cultivo.

283 **4 CONCLUSÕES**

284 Os valores das médias e das medianas dos atributos estão próximos, indicando uma
285 distribuição simétrica dos dados, com exceção da areia que obteve valores muito baixos.

286 Os teores de P, Al, K e S obtiveram valores altos de CV implicando numa maior
287 variabilidade espacial na área. Enquanto que o CV do pH, MO, Ca, Mg foram baixos, os
288 teores S e Ca apresentam distribuição mais homogênea, em comparação aos teores Al e S,
289 este último apresentou uma distribuição heterogênea devido as operações de preparo e
290 topografia local.

291 Os atributos físicos e químicos do solo estudado apresentaram dependência espacial.

292 Existem alterações significativas na área estudada devido ao manejo em comparação
293 com os resultados de 2014, o que possibilita orientação para um melhor preparo e correção
294 das áreas com menores teores de nutrientes.

295 **REFERENCIAS**

296 BEZERRA, Adenildo. **Arari: espaço e sociedade** / Adenildo Bezerra. Arari: Instituto Perone,
297 2014. 116 p.

298 CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. **Soil**
299 **Science Society of American Journal**, Madison - USA, v. 58, p.1501-1511, 1994.

300 CORÁ, J.E. *et al.* Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de
301 agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Viçosa, v. 28, n.
302 6, p. 1013-1021, 2004.

303 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise**
304 **de solo**. 2^a. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

305 EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília,
306 Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

307 EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA
308 Solos, 2013.

309 FARIAS FILHO, M. S. **Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos em um**
310 **Gleissolo Melânico sob três áreas no Município Arari - MA**. Tese (doutorado) –
311 Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Jaboticabal,
312 2014.

313 GOMES, E. et al. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e

- 314 manejos Spatial variability of MO, P, K and CTC of soil under different use and management
315 conditions. **Ciência Rural**, v. 3737, n. 22, p. 394–400, 2007.
- 316 IBGE. Cidades, Maranhão – **Arari**. Disponível
317 em:<[http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210100&search=maran](http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210100&search=maranhaolarari)
318 [haolarari](http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210100&search=maranhaolarari)>. Acesso em:<15/11/2016>.
- 319 MILLÁN, H.; TARQUÍS, A. M.; PÉREZ, L. D.; MATO, J.; GONZÁLEZ-POSADA. Spatial
320 variability patterns of some Vertisol properties at a field scale using standardized data. **Soil &**
321 **Tillage Research**, Amsterdam, v. 20, p. 76–84, 2012.
- 322 MOREIRA, J. F; CONCEIÇÃO, M. V. S; FARIAS FILHO, M. S. O Espaço Natural da
323 Baixada Maranhense. In: FARIAS FILHO, Marcelino Silva (org.) - **O Espaço Geográfico**
324 **da Baixada Maranhense** – São Luís, MA: EDUFMA, 2013. 236 p. 2a Edição.
- 325 MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura
326 familiar. In MOURA, E. G. (org.). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o**
327 **semiárido do Brasil**. São Luís: UEMA, 2004.
- 328 Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado (31.: 2016: Bento Gonçalves, RS)
329 **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / Sociedade Sul-**
330 **Brasileira de Arroz Irrigado**. - Pelotas: SOSBAI, 2016.200 p., il.
- 331 SANTOS, E. O. de J. et al. Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo, potássio no
332 solo e produtividade da pimenta-do-reino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**
333 **Ambiental**, Campina Grande – PB, v.16, n.10, p.1062–1068, 2012.
- 334 TESFAHUNEGN, G. B.; TAMENE, L.; VLEK, P. L. G. Catchment-scale spatial variability
335 of soil properties and implications on site-specific soil management in northern Ethiopia. **Soil**
336 **& Tillage Research**, Amsterdam, v. 117, p. 124–139, 2011. DOI: 10.1016/j.still.2011.09.005

- 337 VIEIRA, S. R. et al. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society**
338 **of America Journal**, Washington, v.45, p. 1040-1048, 1981.
- 339 VIEIRA, S. R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do
340 solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.). **Tópicos em**
341 **ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. V.1, p. 1-54.
- 342 YAMAMOTO, J. K.; MAO, X. M.; CROSTA, K. K. A. P.; LANDIM, P. M. B.; HU, H. Z.;
343 WANG, C. Y.; YAO, L. Q.. Mapping of uncertainty zone between interpolated types of a
344 categorical variable. **Computers and Geosciences**, v. 40, p. 146-152, 2012.
- 345 WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the
346 field. In: HILLEL, D. (Ed.). *Applications of soil physics*. New York: Academic, 1980.

ANEXOS

ANEXO 1. Normas para a publicação à Revista Ciência Rural

Preparação de originais

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica editados em idioma Português ou Inglês, todas as linhas deverão ser numeradas e paginados no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm, com no máximo, 25 linhas em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman, tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigos científicos, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e ilustrações.** Cada figura e ilustração deverá ser enviado em arquivos separados e constituirá uma página. **Tabelas, gráficos e figuras não poderão estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo .doc, .pdf).

4. A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo .doc, .pdf).

5. A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo .doc, .pdf).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos estão disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista (www.scielo.br/cr).

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas

palavras-chave e resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Wiley, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers) conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi:

10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f.

Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afeções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Capturado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. Transgênicos. **Zero Hora Digital**, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Capturado em 23 mar. 2000. Online. Disponível na Internet: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>.

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. 23 mar. 2000. Online. Disponível na Internet <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3.,

1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os **desenhos figuras e gráficos** (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos **300 dpi** em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderão ser utilizados.

13. Lista de verificação (Checklist [pdf](#) ou [doc](#))

14. A taxa de **tramitação** é de R\$ 80,00 e a de **publicação** é de R\$ 100,00 por página impressa. **A taxa de publicação somente deverá ser paga após a revisão final das provas do manuscrito pelos autores.** Professores do Centro de Ciências Rurais e os Programas de Pós-graduação do Centro têm os seus artigos previamente pagos pelo CCR, estando isentos da taxa de publicação. Trabalhos submetidos por esses autores, no entanto, devem pagar a taxa de tramitação. No caso de impressão colorida, todos os trabalhos publicados deverão pagar um adicional de R\$ 600,00 por página colorida impressa, independentemente do número de figuras na respectiva página.

Os **pagamentos** poderão ser efetuados por:

a) Transferência/depósito no Banco do Brasil, Agência 1484-2, Conta Corrente 36.189-5 em nome da FATEC (CNPJ: 89.252.431/0001-59) - Projeto 96945. **A submissão do artigo obrigatoriamente deve estar acompanhada da taxa de tramitação**, podendo ser enviada via fax (55 3220 8695/3220 8698) ou ainda enviado por email (cienciarural@mail.ufsm.br) para que se possa fazer a verificação e prosseguir com a tramitação do artigo (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

b) Solicitação de fatura ([.doc](#) ou [.pdf](#)). Nessa modalidade o formulário disponível deverá ser encaminhado devidamente preenchido via e-mail ou fax (55 3220 8695/3220 8698) para que possamos encaminhar a solitação a Fundação que administra os nossos recursos e esta encaminhará a fatura ao endereço especificado no formulário.

c) O pagamento da taxa de tramitação também pode ser feito por meio online através de **cartão de crédito (VISA)** através deste [link](#)

15. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

16. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

17. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

Critérios de avaliação

Todos os trabalhos submetidos são inicialmente examinados pela equipe CR, comitê editorial e de área e então enviados a dois avaliadores ad hoc no mínimo. As revisões são submetidas normalmente para três consultores ad hoc.



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0952

Nome: **Marcelino S. Farias Filho**
Endereço: Rua Antonio Inacio Araujo, 140
Cidade: Jaboticabal - SP

Material: Solo Realização dos Ensaios: 21/02/2017 a 23/02/2017
Data de Recebimento: 17/02/2017 Plano de Amostragem: NS Quantidade de Amostras: 66
Página: **01/04**

Lab.	Cliente				ANÁLISE FÍSICA DO SOLO (%)										
					ARGILA	SILTE	AREIA TOTAL	FRAÇÃO DA AREIA					Argila dispersa em água	Grau de Floculação	Grau de Dispersão
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid				AMG	AG	AM	AF	AMF			
S17/ 016585	-	AM 01	-	-	47	49	3	-	0	-	3	-	-	-	-
S17/ 016586	-	AM 02	-	-	50	48	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016587	-	AM 03	-	-	47	48	4	-	2	-	2	-	-	-	-
S17/ 016588	-	AM 04	-	-	50	48	2	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016589	-	AM 05	-	-	47	51	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016590	-	AM 06	-	-	50	48	2	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016591	-	AM 07	-	-	57	41	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016592	-	AM 08	-	-	55	44	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016593	-	AM 09	-	-	45	53	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016594	-	AM 10	-	-	45	54	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016595	-	AM 11	-	-	47	50	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016596	-	AM 12	-	-	45	53	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016597	-	AM 13	-	-	42	55	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016598	-	AM 14	-	-	48	50	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016599	-	AM 15	-	-	53	45	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016600	-	AM 16	-	-	50	48	2	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016601	-	AM 17	-	-	52	45	2	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016602	-	AM 18	-	-	55	43	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016603	-	AM 19	-	-	55	43	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016604	-	AM 20	-	-	52	46	2	-	0	-	1	-	-	-	-

AMG= areia muito grossa AG= areia grossa AM= areia média AF= areia fina AMF= areia muito fina

** EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro).

Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesq. De Solos. - 2ª ed. revista. - Rio de Janeiro, 2011. 230p.

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS - Não Solicitado
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2017

Eng. Agrº. Dr. Diogo Mazza Barbieri
Responsável Técnico - CREA: 5061992320



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0952

Nome: **Marcelino S. Farias Filho**

Endereço: Rua Antonio Inacio Araujo, 140

Cidade: Jaboticabal - SP

Material: Solo

Data de Recebimento :

17/02/2017

Realização dos Ensaios:

Plano de Amostragem:

NS

21/02/2017 a 23/02/2017

Quantidade de Amostras:

66

Página: **02/04**

Lab.	Cliente				ANÁLISE FÍSICA DO SOLO (%)										
					ARGILA	SILTE	AREIA TOTAL	FRAÇÃO DA AREIA					Argila dispersa em água	Grau de Floculação	Grau de Dispersão
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid				AMG	AG	AM	AF	AMF			
S17/ 016605	-	AM 21	-	-	47	49	3	-	2	-	2	-	-	-	-
S17/ 016606	-	AM 22	-	-	42	54	4	-	2	-	2	-	-	-	-
S17/ 016607	-	AM 23	-	-	50	48	2	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016608	-	AM 24	-	-	42	55	3	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016609	-	AM 25	-	-	62	36	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016610	-	AM 26	-	-	57	40	2	-	2	-	1	-	-	-	-
S17/ 016611	-	AM 27	-	-	52	46	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016612	-	AM 28	-	-	55	43	2	-	0	-	2	-	-	-	-
S17/ 016613	-	AM 29	-	-	57	39	4	-	1	-	3	-	-	-	-
S17/ 016614	-	AM 30	-	-	45	54	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016615	-	AM 31	-	-	65	34	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016616	-	AM 32	-	-	62	36	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016617	-	AM 33	-	-	50	48	2	-	2	-	0	-	-	-	-
S17/ 016618	-	AM 34	-	-	57	38	4	-	3	-	1	-	-	-	-
S17/ 016619	-	AM 35	-	-	55	44	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016620	-	AD 01	-	-	50	47	3	-	2	-	1	-	-	-	-
S17/ 016621	-	AD 02	-	-	47	50	2	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016622	-	AD 03	-	-	47	50	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016623	-	AD 04	-	-	46	52	2	-	0	-	2	-	-	-	-
S17/ 016624	-	AD 05	-	-	45	53	2	-	0	-	2	-	-	-	-

AMG= areia muito grossa AG= areia grossa AM= areia média AF= areia fina AMF= areia muito fina

** EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro).

Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesq. De Solos. - 2ª ed. revista. - Rio de Janeiro, 2011. 230p.

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS - Não Solicitado
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2017

Eng. Agrº. Dr. Diogo Mazza Barbieri
Responsável Técnico - CREA: 5061992320



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0952

Nome: **Marcelino S. Farias Filho**

Endereço: Rua Antonio Inacio Araujo, 140

Cidade: Jaboticabal - SP

Material: Solo

Data de Recebimento :

17/02/2017

Realização dos Ensaios:

Plano de Amostragem:

NS

21/02/2017 a 23/02/2017

Quantidade de Amostras:

66

Página: **03/04**

Lab.	Cliente				ANÁLISE FÍSICA DO SOLO (%)										
					ARGILA	SILTE	AREIA TOTAL	FRAÇÃO DA AREIA					Argila dispersa em água	Grau de Floculação	Grau de Dispersão
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid				AMG	AG	AM	AF	AMF			
S17/ 016625	-	AD 06	-	-	45	54	1	-	1	-	0	-	-	-	-
S17/ 016626	-	AD 07	-	-	42	55	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016627	-	AD 08	-	-	47	51	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016628	-	AD 09	-	-	42	54	3	-	1	-	3	-	-	-	-
S17/ 016629	-	AD 10	-	-	43	54	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016630	-	AD 11	-	-	45	51	4	-	1	-	3	-	-	-	-
S17/ 016631	-	AD 12	-	-	47	51	2	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016632	-	AD 13	-	-	45	52	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016633	-	AD 14	-	-	45	52	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016634	-	AD 15	-	-	42	54	4	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016635	-	AD 16	-	-	53	45	2	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016636	-	AD 17	-	-	55	44	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016637	-	AD 18	-	-	55	44	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016638	-	AD 19	-	-	52	45	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016639	-	AD 20	-	-	48	50	3	-	0	-	2	-	-	-	-
S17/ 016640	-	AD 21	-	-	57	40	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016641	-	AD 22	-	-	47	51	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016642	-	AD 23	-	-	52	46	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016643	-	AD 24	-	-	52	46	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016644	-	AD 25	-	-	50	47	3	-	1	-	2	-	-	-	-

AMG= areia muito grossa AG= areia grossa AM= areia média AF= areia fina AMF= areia muito fina

** EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro).

Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesq. De Solos. - 2ª ed. revista. - Rio de Janeiro, 2011. 230p.

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS - Não Solicitado
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2017

Eng. Agrº. Dr. Diogo Mazza Barbieri
Responsável Técnico - CREA: 5061992320



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0952

Nome: **Marcelino S. Farias Filho**

Endereço: Rua Antonio Inacio Araujo, 140

Cidade: Jaboticabal - SP

Material: Solo

Data de Recebimento :

17/02/2017

Realização dos Ensaios:

Plano de Amostragem:

NS

21/02/2017 a 23/02/2017

Quantidade de Amostras:

66

Página: **04/04**

Lab.	Cliente				ANÁLISE FÍSICA DO SOLO (%)										
					ARGILA	SILTE	AREIA TOTAL	FRAÇÃO DA AREIA					Argila dispersa em água	Grau de Floculação	Grau de Dispersão
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid				AMG	AG	AM	AF	AMF			
S17/ 016645	-	AD 26	-	-	52	46	2	-	1	-	1	-	-	-	-
S17/ 016646	-	AD 27	-	-	50	49	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016647	-	AD 28	-	-	57	40	3	-	1	-	2	-	-	-	-
S17/ 016648	-	AD 29	-	-	50	49	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016649	-	AD 30	-	-	50	49	1	-	0	-	1	-	-	-	-
S17/ 016650	-	AD 31	-	-	55	44	1	-	0	-	1	-	-	-	-

AMG= areia muito grossa AG= areia grossa AM= areia média AF= areia fina AMF= areia muito fina

** EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro).

Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesq. De Solos. - 2ª ed. revista. - Rio de Janeiro, 2011. 230p.

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS - Não Solicitado
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2017

Eng. Agrº. Dr. Diogo Mazza Barbieri
Responsável Técnico - CREA: 5061992320



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0951.a

Nome: **Marcelino S. Farias Filho** Material: **Solo** Realização dos Ensaios: **06/03/2017 a 08/03/2017**
 Endereço: **Rua Antonio Inacio Araujo, 140** Plano de Amostragem: **NS** Quantidade de Amostras: **66**
 Cidade: **Jaboticabal - SP** Data do Recebimento: **17/02/2017** Página: **01/04**

Nº Laboratório	Cliente				pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	As det.abaixo são obtidas através de cálculos			
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid											Soma Bases	CTC	Sat.	Sat.
															S.B.		Bases	Al
					CaCl ₂	g dm ⁻³	-----mg dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----					V%	m%				
S17/016585	-	AM 01	-	-	3,7	33	7	131	64	25	NS	5,5	39	177	95,1	272,3	35	29
S17/016586	-	AM 02	-	-	4,2	24	7	101	69	32	NS	5,1	10	72	106,0	178,4	59	8
S17/016587	-	AM 03	-	-	4,0	22	6	75	72	30	NS	5,1	17	90	107,5	197,8	54	14
S17/016588	-	AM 04	-	-	4,1	23	8	69	60	28	NS	4,9	13	91	93,0	184,3	50	12
S17/016589	-	AM 05	-	-	3,9	14	5	-	45	28	NS	2,6	27	100	76,2	176,5	43	26
S17/016590	-	AM 06	-	-	3,7	18	6	134	61	25	NS	3,1	54	148	89,9	238,0	38	38
S17/016591	-	AM 07	-	-	3,9	16	5	89	71	31	NS	5,5	26	128	107,2	235,0	46	20
S17/016592	-	AM 08	-	-	3,9	21	5	61	46	26	NS	4,7	17	123	76,2	198,7	38	18
S17/016593	-	AM 09	-	-	4,0	25	7	69	47	24	NS	4,5	15	111	76,1	187,5	41	17
S17/016594	-	AM 10	-	-	4,2	24	10	77	51	28	NS	4,9	10	98	84,3	182,6	46	11
S17/016595	-	AM 11	-	-	4,0	20	6	76	56	29	NS	4,3	13	82	89,3	171,4	52	13
S17/016596	-	AM 12	-	-	4,4	21	8	68	52	28	NS	4,0	7	67	83,9	151,1	56	7
S17/016597	-	AM 13	-	-	4,2	23	8	81	54	27	NS	5,0	14	69	85,4	154,8	55	14
S17/016598	-	AM 14	-	-	3,8	21	7	114	50	25	NS	4,7	18	95	79,0	174,2	45	19
S17/016599	-	AM 15	-	-	4,0	23	7	63	52	26	NS	4,5	17	98	82,3	180,5	46	18
S17/016600	-	AM 16	-	-	3,9	21	5	125	47	29	NS	3,3	22	118	79,0	196,5	40	22
S17/016601	-	AM 17	-	-	3,9	24	4	77	45	15	NS	2,4	44	78	62,8	140,7	45	41
S17/016602	-	AM 18	-	-	3,8	22	4	118	44	27	NS	2,4	44	145	73,4	218,4	34	37
S17/016603	-	AM 19	-	-	3,9	22	5	77	53	27	NS	3,5	30	121	83,2	204,5	41	27
S17/016604	-	AM 20	-	-	3,9	25	7	49	47	26	NS	4,2	21	119	77,4	196,2	39	22

pH - em CaCl₂ por potênciometria | ref. IAC 2001 - **H+Al** - em Tampão SMP por potênciometria | ref. IAC 2001 - **M.O.** - por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - **P** - em resina por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - **S** - por Turbidimetria | Ref. IAC 2001
Ca - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - **Mg** - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - **Na** - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - **K** - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001
Al - em KCl por Titulação | Ref. IAC 2001 - **S.B.** = Ca+Mg+Na+K | Ref. IAC 2001 - **CTC** = S.B.+H+Al | Ref. IAC 2001 - **V%** = (SB/CTC)* 100 | Referência: IAC 2001 - **m%** = (Al/(SB+Al))*100 | Ref. IAC 2001

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS = Não Solicitado
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Limites de Quantificação

pH - 3,5 a 8,0 | **H+Al** - 5 a 588 mmol_c/dm³ | **MO** - 2 g/dm³ | **S** - 1 mg/dm³
Ca - 1 mmol_c/dm³ | **Mg** - 0,2 mmol_c/dm³ | **K** - 0,1 mmol_c/dm³ | **Na** - 0,1 mmol_c/dm³
P - 1 mg dm³ | **Al** - 0,6 mmol_c/dm³

Jaboticabal, 08 de março de 2017



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0951.a

Nome: **Marcelino S. Farias Filho** Material: **Solo** Realização dos Ensaios: **06/03/2017 a 08/03/2017**
Endereço: **Rua Antonio Inacio Araujo, 140** Plano de Amostragem: **NS** Quantidade de Amostras: **66**
Cidade: **Jaboticabal - SP** Data do Recebimento: **17/02/2017** Página: **02/04**

Nº Laboratório	Cliente				pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	As det.abaixo são obtidas através de cálculos			
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid											Soma Bases	CTC	Sat.	Sat.
															S.B.		Bases	Al
					CaCl ₂	g dm ⁻³	-----mg dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----					V%	m%				
S17/016605	-	AM 21	-	-	4,0	27	9	59	47	26	NS	5,0	14	92	78,0	170,2	46	16
S17/016606	-	AM 22	-	-	4,1	21	8	99	48	28	NS	4,9	12	86	81,4	167,1	49	13
S17/016607	-	AM 23	-	-	4,1	24	8	60	57	29	NS	4,9	13	80	90,1	170,6	53	13
S17/016608	-	AM 24	-	-	4,1	28	27	75	46	27	NS	4,9	14	84	77,4	161,3	48	15
S17/016609	-	AM 25	-	-	4,0	26	15	40	68	28	NS	7,5	24	110	103,7	214,0	48	19
S17/016610	-	AM 26	-	-	3,9	25	12	59	58	28	NS	6,8	20	108	92,2	200,2	46	18
S17/016611	-	AM 27	-	-	4,0	24	8	53	67	29	NS	7,5	17	113	103,2	215,8	48	14
S17/016612	-	AM 28	-	-	3,9	21	5	102	57	30	NS	4,8	19	113	92,1	204,7	45	17
S17/016613	-	AM 29	-	-	3,8	21	4	111	57	26	NS	3,2	46	133	86,3	219,6	39	35
S17/016614	-	AM 30	-	-	3,9	22	5	-	53	28	NS	3,4	38	161	85,0	246,1	35	31
S17/016615	-	AM 31	-	-	3,8	22	4	76	66	29	NS	4,6	37	170	100,4	270,2	37	27
S17/016616	-	AM 32	-	-	3,9	26	8	63	61	29	NS	7,3	23	135	97,1	231,8	42	19
S17/016617	-	AM 33	-	-	3,8	18	8	85	55	29	NS	6,0	20	110	90,1	200,4	45	18
S17/016618	-	AM 34	-	-	3,9	27	10	80	63	29	NS	7,1	18	121	99,8	221,0	45	15
S17/016619	-	AM 35	-	-	3,9	21	15	87	59	28	NS	6,4	19	116	92,8	209,1	44	17
S17/016620	-	AD 01	-	-	3,9	28	6	101	49	28	NS	5,8	21	119	82,8	201,5	41	20
S17/016621	-	AD 02	-	-	4,0	21	9	61	58	28	NS	6,4	14	89	91,7	181,1	51	13
S17/016622	-	AD 03	-	-	4,0	26	11	101	62	28	NS	7,7	15	94	97,2	191,4	51	14
S17/016623	-	AD 04	-	-	4,0	25	13	75	66	28	NS	6,6	16	84	100,4	184,3	54	14
S17/016624	-	AD 05	-	-	4,0	21	12	73	53	29	NS	7,2	14	84	89,4	173,3	52	13

pH - em CaCl₂ por potenciometria | ref. IAC 2001 - H+Al - em Tampão SMP por potenciometria | ref. IAC 2001 - M.O - por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - P - em resina por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - S - por Turbidimetria | Ref. IAC 2001

Ca - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - Mg - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - Na - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - K - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001

Al - em KCl por Titulação | Ref. IAC 2001 - S.B. = Ca+Mg+Na+K | Ref. IAC 2001 - CTC = S.B+H+Al | Ref. IAC 2001 - V% = (SB/CTC)* 100 | Referência: IAC 2001 - m% = (Al/(SB+Al))*100 | Ref. IAC 2001

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS = Não Solicitado LQ = Limite de Quatificação
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Limites de Quantificação

pH - 3,5 a 8,0 | H+Al - 5 a 588 mmol_c/dm³ | MO - 2 g/dm³ | S - 1 mg/dm³
Ca - 1 mmol_c/dm³ | Mg - 0,2 mmol_c/dm³ | K - 0,1 mmol_c/dm³ | Na - 0,1 mmol_c/dm³
P - 1 mg dm³ | Al - 0,6 mmol_c/dm³

Jaboticabal, 08 de março de 2017



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0951.a

Nome: **Marcelino S. Farias Filho** Material: **Solo** Realização dos Ensaios: **06/03/2017 a 08/03/2017**
Endereço: **Rua Antonio Inacio Araujo, 140** Plano de Amostragem: **NS** Quantidade de Amostras: **66**
Cidade: **Jaboticabal - SP** Data do Recebimento: **17/02/2017** Página: **03/04**

Nº Laboratório	Cliente				pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	As det.abaixo são obtidas através de cálculos			
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid											Soma Bases	CTC	Sat.	Sat.
															S.B.		Bases	Al
					CaCl ₂	g dm ⁻³	-----mg dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----						V%	m%			
S17/016625	-	AD 06	-	-	4,0	25	15	54	54	26	NS	14,7	11	80	95,4	175,9	54	10
S17/016626	-	AD 07	-	-	4,3	22	16	57	52	28	NS	7,1	12	67	86,9	154,2	56	12
S17/016627	-	AD 08	-	-	5,3	20	5	-	54	29	NS	7,2	20	35	90,0	125,0	72	18
S17/016628	-	AD 09	-	-	4,1	23	11	73	57	28	NS	7,1	15	93	91,5	184,7	50	14
S17/016629	-	AD 10	-	-	5,4	25	11	-	53	29	NS	6,3	14	30	88,3	118,2	75	13
S17/016630	-	AD 11	-	-	4,0	23	24	104	65	28	NS	7,1	13	94	99,7	193,9	51	12
S17/016631	-	AD 12	-	-	4,0	20	9	79	67	30	NS	6,4	11	80	103,1	183,6	56	10
S17/016632	-	AD 13	-	-	4,0	24	13	64	66	29	NS	5,5	16	102	100,6	203,1	50	14
S17/016633	-	AD 14	-	-	4,0	30	43	60	66	29	NS	6,4	15	92	101,3	193,5	52	13
S17/016634	-	AD 15	-	-	4,1	24	16	84	62	29	NS	6,8	10	82	97,9	180,0	54	9
S17/016635	-	AD 16	-	-	4,0	26	5	86	55	30	NS	4,8	15	98	89,9	188,2	48	14
S17/016636	-	AD 17	-	-	4,1	22	5	124	50	30	NS	4,9	21	94	85,0	179,2	47	20
S17/016637	-	AD 18	-	-	3,8	17	8	135	46	30	NS	3,2	34	158	79,7	237,5	34	30
S17/016638	-	AD 19	-	-	4,0	23	5	111	49	28	NS	5,1	25	111	82,3	193,8	42	23
S17/016639	-	AD 20	-	-	3,9	19	8	111	47	27	NS	6,1	17	96	80,3	176,4	45	18
S17/016640	-	AD 21	-	-	3,9	19	5	-	51	25	NS	4,2	31	139	79,9	218,9	36	28
S17/016641	-	AD 22	-	-	3,9	19	5	101	39	26	NS	3,3	27	133	68,7	202,0	34	28
S17/016642	-	AD 23	-	-	4,0	18	5	86	41	19	NS	3,3	21	110	63,2	173,5	36	25
S17/016643	-	AD 24	-	-	3,9	22	8	92	43	22	NS	4,8	20	106	70,1	175,9	40	23
S17/016644	-	AD 25	-	-	4,0	21	7	112	51	21	NS	3,4	17	119	75,3	194,1	39	18

pH - em CaCl₂ por potenciometria | ref. IAC 2001 - H+Al - em Tampão SMP por potenciometria | ref. IAC 2001 - M.O - por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - P - em resina por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - S - por Turbidimetria | Ref. IAC 2001

Ca - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - Mg - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - Na - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - K - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001

Al - em KCl por Titulação | Ref. IAC 2001 - S.B. = Ca+Mg+Na+K | Ref. IAC 2001 - CTC = S.B+H+Al | Ref. IAC 2001 - V% = (SB/CTC)* 100 | Referência: IAC 2001 - m% = (Al/(SB+Al))*100 | Ref. IAC 2001

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS = Não Solicitado LQ = Limite de Quatificação
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Limites de Quantificação

pH - 3,5 a 8,0 | H+Al - 5 a 588 mmol_c/dm³ | MO - 2 g/dm³ | S - 1 mg/dm³
Ca - 1 mmol_c/dm³ | Mg - 0,2 mmol_c/dm³ | K - 0,1 mmol_c/dm³ | Na - 0,1 mmol_c/dm³
P - 1 mg dm³ | Al - 0,6 mmol_c/dm³

Jaboticabal, 08 de março de 2017



ATHENAS CONSULTORIA AGRÍCOLA E LABORATÓRIO LTDA.

Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim - Jaboticabal- SP - CEP: 14890-400

Fone: (16) 3202-1872 e-mail: athenas@athenasagricola.com.br

www.athenasagricola.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº S17/ 0951.a

Nome: Marcelino S. Farias Filho	Material: <u>Solo</u>	Realização dos Ensaios: 06/03/2017 a 08/03/2017
Endereço: Rua Antonio Inacio Araujo, 140		Plano de Amostragem: NS
Cidade: Jaboticabal - SP		Quantidade de Amostras: 66
		Data do Recebimento: 17/02/2017
		Página: 04/04

Nº Laboratório	Cliente				pH	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al SMP	As det.abaixo são obtidas através de cálculos			
	Propriedade	Talhão	Prof.	Grid											Soma Bases	CTC	Sat.	Sat.
															S.B.		Bases	Al
S17/016645	-	AD 26	-	-	4,0	21	14	145	49	19	NS	3,9	19	119	71,5	190,2	38	21
S17/016646	-	AD 27	-	-	3,9	19	7	100	42	12	NS	3,4	22	126	56,6	183,1	31	28
S17/016647	-	AD 28	-	-	3,8	23	6	112	55	8	NS	3,4	32	150	66,5	216,2	31	33
S17/016648	-	AD 29	-	-	4,1	21	10	101	42	6	NS	4,6	11	100	53,5	153,8	35	16
S17/016649	-	AD 30	-	-	3,9	22	6	102	43	7	NS	4,8	18	124	54,4	178,2	31	25
S17/016650	-	AD 31	-	-	5,4	21	6	93	43	12	NS	3,7	13	37	58,9	95,4	62	18

pH - em CaCl₂ por potenciometria | ref. IAC 2001 - H+Al - em Tampão SMP por potenciometria | ref. IAC 2001 - M.O - por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - P - em resina por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001 - S - por Turbidimetria | Ref. IAC 2001
Ca - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - Mg - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - Na - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001 - K - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001
Al - em KCl por Titulação | Ref. IAC 2001 - S.B. = Ca+Mg+Na+K | Ref. IAC 2001 - CTC = S.B.+H+Al | Ref. IAC 2001 - V% = (SB/CTC)*100 | Referência: IAC 2001 - m% = (Al/(SB+Al))*100 | Ref. IAC 2001

observações:

- Este Relatório de ensaio só deve ser reproduzido de forma completa.
- Amostragem realizada pelo cliente
- NS = Não Solicitado LQ = Limite de Quatificação
- Os resultados se referem somente aos itens ensaiados.

Limites de Quantificação

pH - 3,5 a 8,0 | H+Al - 5 a 588 mmol_c/dm³ | MO - 2 g/dm³ | S - 1 mg/dm³
Ca - 1 mmol_c/dm³ | Mg - 0,2 mmol_c/dm³ | K - 0,1 mmol_c/dm³ | Na - 0,1 mmol_c/dm³
P - 1 mg dm³ | Al - 0,6 mmol_c/dm³

Jaboticabal, 08 de março de 2017