



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ
CURSO DE AGRONOMIA

Fabielen Pinheiro Antonio

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CAMADA SUPERFICIAL
DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM DOIS ANOS AGRÍCOLAS NO SÍTIO
BOA ESPERANÇA EM DOM ELISEU PARÁ.**

Marabá – PA

Julho/2019



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ
CURSO DE AGRONOMIA

Fabielen Pinheiro Antonio

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CAMADA SUPERFICIAL DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM DOIS ANOS AGRÍCOLAS NO SÍTIO BOA ESPERANÇA EM DOM ELISEU PARÁ.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá do Curso de Bacharelado em Agronomia, do Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário Regional da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dra. Andrea Hentz de Mello

Marabá – PA

Julho/2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho

Antonio, Fabielen Pinheiro

Diagnóstico da qualidade físico-química da camada superficial do solo e a produtividade da soja em dois anos agrícolas no Sítio Boa Esperança em Dom Eliseu Pará / Fabielen Pinheiro Antonio; orientadora, Andrea Hentz de Mello. — Marabá: [s. n.], 2019.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional, Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, Curso de Agronomia, Marabá, 2019.

1. Soja. 2. Solo - Qualidade. 3. Calagem do solo. 4. Fertilidade do solo. 5. Sustentabilidade. I. Mello, Andrea Hentz de, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 635.655



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ
CURSO DE AGRONOMIA

Fabielen Pinheiro Antonio

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CAMADA SUPERFICIAL DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM DOIS ANOS AGRÍCOLAS NO SÍTIO BOA ESPERANÇA EM DOM ELISEU PARÁ.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá do Curso de Bacharelado em Agronomia, do Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário Regional da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dra. Andrea Hentz de Mello

Data de defesa: 15 de julho de 2019.

Banca Examinadora

Prof. Dra. Andrea Hentz de Mello
(Orientadora) – FCAM/Unifesspa.

Prof. Dr. David Cardoso Dourado
FCAM/Unifesspa. (Examinador I)

Prof. Dr. Ulisses Albino Brigatto
FACIN/Unifesspa. (Examinador II)

Marabá – PA

Julho/2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, por ter me dado saúde, força e sabedoria para chegar até aqui;

À Professora Andrea Hentz por ter me acolhido durante estes períodos sob sua orientação;

Aos meus pais Moisés Bezerra Antonio e Zenaide Rodrigues Pinheiro Antonio por todos os sacrifícios que fizeram para que eu realizasse os meus sonhos me permitindo chegar aqui, aos meus irmãos Karolaine e Moisés Henrique pelo apoio que eles me deram. Ao meu namorado Jonathan Vieira que esteve sempre do meu lado, me dando carinho, conselhos e ajuda sempre que precisei; E aos meus familiares que me apoiaram e pelas orações, obrigada;

À Ilária Santos, minha amiga, que durante todo esse processo, me aturou, se importou, ajudou e dividiu comigo cada angústia e alegria; E aos meus amigos Matheus Costa e Gabriel Pereira pelo apoio e amizade; também a minha amiga Crislei Trindade pela ajuda e apoio;

À Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, pela oportunidade de realizar este curso de Graduação;

A todos os Professores que ministraram as disciplinas que possibilitaram um aumento do meu conhecimento colaborando para esse trabalho;

E a todos os amigos que contribuíram direta ou indiretamente com este trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1.	Cultura da Soja.....	14
2.2.	Fixação Biológica de Nitrogênio x Soja	15
2.3.	Solo e suas características físicas e químicas	17
2.4.	Aptidão Agrícola dos solos.....	21
3.	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1.	Caracterização da área de estudo	22
3.2.	Procedimentos metodológicos	23
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.	CONCLUSÃO	36
6.	REFERÊNCIAS	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área do Sítio Boa Esperança – Dom Eliseu Pará.	23
Figura 2 – Área amostral no dia da coleta de solo em maio de 2018 (a) e maio de 2019 (b). Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	25
Figura 3 – Trincheira de 20 cm para coleta de solo em maio de 2018. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	25
Figura 4 – Coleta de solo com trado a 20 cm em maio de 2019. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	26
Figura 5 – Mistura das subamostras coletadas de solo em maio de 2018 (a) e maio de 2019 (b). Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	26
Figura 6 – Amostra composta para envio ao laboratório após coleta em maio de 2018 (a) e maio de 2019 (b) no Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	27
Figura 7 – Mesa de Tensão e estufas para a avaliação da macroporosidade e microporosidade do solo. Laboratório de água, planta e solo. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Marabá – PA.	28
Figura 8 – Área experimental com declive e evidências de erosão. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	32
Figura 9 – Estrutura em blocos das amostras de solo da área experimental. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	33
Figura 10 – Coleta de amostras de solo e dificuldade de penetração do trado durante o segundo ciclo. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	33
Figura 11 – Cobertura do solo com restos vegetais da cultura da soja e início de degradação e incorporação da matéria orgânica no solo. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu- PA.	35
Figura 12 – Colheita da soja na safra 2017/2018(a) e 2018/2019(b) no Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.	36

LISTA DE ABREVIATURAS

APROSOJA-PA	Associação dos Produtores de Soja e Milho do estado do Pará
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Diagnóstico da qualidade físico-química da camada superficial do solo e a produtividade da soja em dois anos agrícolas no Sítio Boa Esperança em Dom Eliseu Pará.

RESUMO: A soja é uma leguminosa com alto valor proteico que se espalhou rapidamente pelo mundo, tendo o Brasil como o segundo maior produtor. É possível ser observado o aumento do cultivo desta leguminosa no norte e nordeste do país. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar como o plantio de soja ao longo do tempo influencia nas alterações físico-químicas do solo e na produtividade. Conhecer suas propriedades permitirá diagnosticar o que será preciso fazer para manter o solo com potencial produtivo, pois a produção da cultura está associada aos atributos. O experimento foi realizado em campo e conduzido nas entressafras, pós colheitas de 2018 e 2019, ocorrendo em uma área com plantio de soja já estabelecido, mas que não foi feito o preparo de solo por dois anos agrícolas, permanecendo sem revolvimento e mantido os restos culturais. As propriedades do solo apresentaram algumas alterações como na quantidade de Cálcio + Magnésio, Ferro, Manganês, Boro que aumentaram e Zinco diminuiu. Houve aumento de CTC com o aumento dos cátions Cálcio, Potássio e Sódio que mostra uma melhora na nutrição para as plantas. Os teores de pH, Cobre, Magnésio, Alumínio e Hidrogênio + Alumínio não foram alterados. Houve aumento de Fósforo e Saturação de bases. Os atributos físicos avaliados indicam que o solo está no seu nível de qualidade ideal, sendo que a densidade foi de 1,005 g cm⁻³; macroporosidade de 14% e microporosidade de 40%. A produtividade da soja entre os ciclos de plantio foi aumentada em um saco por hectare.

Palavras chave: *Glycine max*, atributos do solo, qualidade do solo, sustentabilidade.

Diagnosis of the physicochemical quality of the soil surface layer and soybean yield in two years at Sítio Boa Esperança in Dom Eliseu Pará.

ABSTRACT: Soybean is a high protein legume that has spread rapidly around the world, with Brazil as the second largest producer. It is possible to observe the increased cultivation of this legume in the north and northeast of the country. The objective of this work was to evaluate how soybean planting over time influences soil physicochemical changes and yield. Knowing its properties will allow us to diagnose what it will take to keep the soil with productive potential, because crop production is associated with attributes. The experiment was carried out in the field and conducted in the off-season after 2018 and 2019 harvests, taking place in an area with soybean planting already established, but which was not prepared for two agricultural years, remaining without revolving and keeping the remains. The properties of the soil showed some changes such as the amount of calcium + magnesium, iron, manganese, boron that increased and zinc decreased. There was an increase in CTC with the increase in calcium, potassium and sodium cations which shows an improvement in plant nutrition. The pH, copper, magnesium, aluminum and hydrogen + aluminum contents were not changed. There was an increase in phosphorus and base saturation. The physical attributes evaluated indicate that the soil is at its optimum quality level, and the density was 1.005 g cm⁻³; 14% macroporosity and 40% microporosity. Soybean yield between planting cycles was increased by one bag per hectare.

Keywords: *Glycine max*, soil attributes, soil quality, sustainability.

Diagnóstico de la calidad físico-química de la capa superficial del suelo y la productividad de la soja en dos años agrícolas en el Sitio Boa Esperança en Dom Eliseu Pará.

RESUMEN: La soja es una leguminosa con alto contenido de proteínas que se ha extendido rápidamente por todo el mundo, con Brasil como el segundo productor más grande. Es posible observar el aumento del cultivo de esta leguminosa en el norte y noreste del país. El objetivo de este trabajo fue evaluar cómo la siembra de soja a lo largo del tiempo influye en los cambios y el rendimiento físico-químicos del suelo. Conocer sus propiedades nos permitirá diagnosticar lo que se necesitará para mantener el suelo con un potencial productivo, ya que la producción de cultivos está asociada con atributos. El experimento se llevó a cabo en el campo y se realizó fuera de la temporada después de las cosechas de 2018 y 2019, en un área donde ya se había establecido la siembra de soja, pero que no estaba preparada para dos años agrícolas, permaneciendo sin girar y manteniendo los restos. cultural Las propiedades del suelo mostraron algunos cambios, como la cantidad de calcio + magnesio, hierro, manganeso, boro que aumentó y el zinc disminuyó. Hubo un aumento en el CTC con el aumento de los cationes de calcio, potasio y sodio, que muestra una mejora en la nutrición de las plantas. Los contenidos de pH, cobre, magnesio, aluminio e hidrógeno + aluminio no fueron modificados. Hubo un aumento en el fósforo y la saturación de bases. Los atributos físicos evaluados indican que el suelo está en su nivel de calidad óptimo, y la densidad fue de 1.005 g cm^{-3} ; 14% de macroporosidad y 40% de microporosidad. El rendimiento de la soja entre los ciclos de siembra se incrementó en una bolsa por hectárea.

Palabras clave: *Glycine max*, atributos del suelo, calidad del suelo, sostenibilidad.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa com alto valor proteico e oriunda da China, teve a sua disseminação rapidamente pelo mundo. Foi a cultura incentivada na Revolução Verde e alterou consideravelmente a agricultura de países subdesenvolvidos como o Brasil (TEIXEIRA; CUNHA; TERRA, 2012).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, concentrando a produção no Sul e Centro-Oeste do país. Como demonstrado por Montoya, Bertussi e Lopes (2017, p. 14) “[...] o PIB da Cadeia Soja apresentou uma taxa de crescimento de 8,2% ao ano no período de 2000 a 2014”.

A sojicultura vem ganhando espaço e se tornando a favorita dos produtores, devido sua facilidade de produção e o retorno econômico. A exploração da oleaginosa iniciou no Sul do Brasil, ganhou o Cerrado levando ao progresso de regiões desvalorizadas. A evolução da soja é decorrente a avanços científicos e a disposição de tecnologias (FREITAS, 2011).

Como observado por Hirakuri e Lazzarotto (2014, p.44) “[...] a soja também tem ampliado sua fronteira nas direções norte e nordeste” e o Pará vem apresentando destaque no plantio da leguminosa conforme indicado pela APROSOJA-PA, onde o estado “conta com 340 mil hectares de plantações de soja distribuídos em municípios do sudeste paraense, com destaque para Paragominas, Ulianópolis e Dom Eliseu”.

A cultura da soja “[...] não apresenta grandes exigências em relação ao solo, podendo ser cultivada em diversos tipos de terreno [...]” (MEDEIROS, 2003, p. 5) e associada ao desenvolvimento de novas cultivares que se adaptam a cada região explicaria seu rápido desenvolvimento pelo país.

Imprescindível entender que o rendimento final em cada região também está relacionado a alguns fatores, entre eles o tipo de solo, sistema de manejo, desequilíbrio nutricional e o baixo teor de matéria orgânica no solo (OLIVEIRA, 2017).

Por isso faz se necessário o estudo do solo, pois “[...] para obter produtividades satisfatórias, os solos requerem adequação na disponibilidade de nutrientes, correção da sua acidez e melhoria de sua estrutura [...]” (MARTINAZZO, 2006).

Para Dalchiavon et al. (2012 p. 454) em relação ao estabelecimento de práticas sustentáveis de manejo do solo e das culturas é necessário o conhecimento dos padrões de distribuição dos atributos químicos no solo.

São os atributos do solo que determinam o desempenho das culturas e o resultado que seus cultivos (no caso, monocultivo) proporcionam ao meio ambiente e isso se dá num tempo variável. Assim, tem-se que o aumento da macroporosidade está associada ao aumento da produtividade da soja (QUEIROZ, 2009). De acordo com estudos de Santos et al (2003) em dois anos de cultivo de soja os teores de matéria orgânica, Al, P e K diminuíram da camada superficial do solo e houve aumento do pH e de Ca + Mg, pressupondo que ocorre alterações químicas e físicas do solo com o contínuo cultivo da oleaginosa, afetando a sua produtividade.

Informações sobre as propriedades e atributos do solo para evidenciar sua relação com a cultura da soja e os tratos culturais permitem conduzir um melhor manejo, pois sabe-se que o solo exerce uma múltipla funcionalidade, sugerindo que a manutenção do solo é resultante direto na maior produtividade da cultura.

Sendo assim este trabalho, teve como objetivo avaliar as modificações nas propriedades físicas e químicas do solo durante dois anos de cultivo de soja no Sítio Boa Esperança no município de Dom Eliseu-PA.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da Soja

A soja selvagem (*Glycine soja*) era rasteira, e com o natural cruzamento de duas de suas espécies surgiu a soja (*Glycine max*). Sua domesticação ocorreu durante a dinastia de Shang no Norte da China. A sua expansão foi lenta nos primórdios e somente no século XVIII os europeus passaram a estudá-la (HYMOWITZ, 1970).

Por muito tempo a produção da soja ficou restrita ao clima e isso pressionou ao estudo sobre a oleaginosa. Em 1940 o Brasil se tornou produtor de destaque, mas o grande auge foi em 1970, quando a soja aumentou a produtividade devido ao uso de tecnologias. Ainda assim o aumento da produção se dava ao acréscimo de áreas desbravadas que foi impulsionado graças ao notável preço da soja no mercado. Hoje, o aumento da exigência por soja está na ampliação do consumo de carnes desde que a leguminosa serve de alimento na nutrição animal (DALL'AGNOL, 2016).

A cadeia produtiva da soja inclui grão, farelo e óleo e nos dois últimos o país se destaca como grande potencial de consumo. Mas o que ganha destaque é seu mercado de exportação que é a alternativa mais viável desde que há uma grande procura em todo mundo pelos produtos da cadeia (OLIVEIRA, 1995).

Atualmente, o cultivo da soja está distribuído em todas as regiões geográficas do território nacional graças, principalmente, ao trabalho de pesquisadores e produtores (MOTTA, et al 2000 p. 258).

A região Norte tem ganhado destaque como uma nova fronteira agrícola pelo baixo valor da terra associado a boas condições físicas dos solos que facilitaram as operações com máquinas agrícolas (FREITAS, 2011. p.8), uma vez que o desenvolvimento da soja está atrelado a utilização de novas tecnologias, que possibilitou a produção exponencial,

trazendo consigo o aumento da produtividade, adepto ao favorável mercado da soja e à oferta de maior número de empregos (SILVA, LIMA, BATISTA, 2010).

Brum et al. (2005) acreditam que o agronegócio no país ganhou fôlego junto à oleaginosa. Enquanto se tornava símbolo do agronegócio também causava aumento de desmatamento e degradação dos solos (TEIXEIRA, 2012) pela falta de práticas de conservação e manutenção do solo.

No Sudeste paraense não foi diferente, muitos pecuaristas passaram a produzir a soja deixando de lado o gado (SANTOS, SOUZA, ARAÚJO, 2018).

A região de Paragominas e Dom Eliseu se destacam no cultivo da leguminosa no Estado do Pará, pois as áreas de plantações de soja estão em crescimento acelerado. Como no início fez-se necessário o estudo da cultura para sua expansão, hoje, faz-se necessário o estudo dela para entender sua relação com o seu ecossistema.

Surgiu assim, várias questões ambientais que entram em conflito principalmente com práticas sustentáveis pertinentes ao cultivo da soja ser transgênica e o alto uso de defensivos agrícolas por ser produzida em grande escala. O crescimento da produção mundial da soja permitiu uma geração de demanda em diferentes mercados. Busca-se então ter uma estabilidade na produtividade de grãos da soja para que seu aumento não dependa do crescimento de áreas (BALBINOT JUNIOR, et al, 2017).

Assim, passou-se a debater sobre a influência da cultura da soja sobre o solo e seu tempo de manejo, de tal forma, como afirma Santos (2007) para realizar um estudo da qualidade dos solos deve levar em conta a avaliação, a quantificação de suas propriedades e seu funcionamento.

2.2. Fixação Biológica de Nitrogênio x Soja

Com os altos custos dos insumos agrícolas uma alternativa são as biotecnologias, “[...] conjunto de atividades que utilizam agentes biológicos (organismos, células, moléculas) para o desenvolvimento de produtos úteis como os inoculantes [...]” (BRUNO, HORN e LANDGRAF, [s.d], p. 2). Leguminosas como a soja possuem a capacidade de fixar nitrogênio com o auxílio de bactérias fixadoras de N₂ garantindo altas produtividades e tornando-se, em um adubo nitrogenado para cultura que é exigente por esse elemento (SILVEIRA, et al, 2006).

As bactérias com simbiose mais importante são as pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (KUYKENDALL et al, 1992). “Contudo, existe grande variabilidade, de estirpes que nodulam a soja, quanto à eficiência do processo simbiótico e à capacidade competitiva frente às bactérias estabelecidas no solo” (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999, p. 1634).

Essas bactérias quando associadas às plantas formam estruturas nas raízes chamadas de nódulos, que são os sítios da fixação onde a bactéria tem a capacidade de tornar o nitrogênio atmosférico assimilável à planta (HUNGRIA et al., 2001).

Em estudo realizado por Pavanelli e Araújo (2009) sobre avaliação de fixação biológica em soja mostrou que a nodulação foi incrementada na maioria dos locais quando se procedeu à inoculação, conseqüentemente, maior fixação de N.

No experimento com estirpes de rizóbios (VARGAS et al., 1992) concluíram que tanto em áreas de primeiro cultivo como em áreas já estabelecidas com cultivo da soja quando inoculado existia aumento da produtividade.

Benizri et al. (2001) demonstraram que a sobrevivência de bactérias tem relação com os atributos físicos do solo apresenta aumento quanto maior teor de argila, e menor quando

o solo é mais arenoso. No experimento de Melo e Zilli (2009) indicou que a nodulação de plantas pode ser limitada em função a fatores edáficos, especialmente baixo teor de Cálcio e Magnésio.

Silva, Freitas e Stamford (2002) perceberam que a adição do calcário ao solo para o cultivo da soja propiciou maior biomassa de nódulos garantindo assim que o pH está relacionado à fixação do nitrogênio.

“[...] É evidente a importância da FBN para a absorção e enchimento de grãos nas plantas de soja [...], no entanto, há necessidade de alta umidade no solo, precipitação pluvial ou irrigação artificial que favoreça o contato da bactéria com o sistema radicular” (SOUZA, 2016, p. 58).

Autores como Melo e Zilli (2009); Campos, Hungria e Tedesco, 2001; Fagan, et al, 2007) avaliam também a importância da escolha da estirpe que irá ser usada em determinada cultura para que a fixação ocorra de forma eficiente.

2.3. Solo e suas características físicas e químicas

A fragmentação das rochas pela ação do intemperismo (FONTES, 2012) interage com inúmeros fatores formando diversos tipos de solos cada qual com específica característica, o que torna importante estudar a aptidão do solo pois seu uso de maneira inadequada causa perda de produtividade e de suas propriedades.

De acordo com Curi et al (1993):

Solo ⁽¹⁾ Material mineral/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres. ⁽²⁾ Matéria mineral não consolidada, na superfície da terra, que foi sujeita e influenciada por fatores genéticos e ambientais do material de origem, clima (incluindo efeitos de umidade e temperatura), macro e microrganismos, e topografia, todos atuando durante um período e

produzindo um produto solo, o qual difere do material do qual ele é derivado em muitas propriedades e características físicas, químicas, mineralógicas, biológicas e morfológicas (CURI et al.,1993, p. 74).

Além do mais como citam Coelho et al (2013) os solos variam quanto sua cor, seus agregados (argila, silte e areia – a quantidade mais expressiva que virá a determinar o tipo de solo, se argiloso, siltoso ou arenoso) e a sua fertilidade. Além de ser meio natural para sustentar as plantas também suportam construções de todos os tipos.

É importante destacar que a cor pode indicar algumas características do solo como a presença de certos elementos, a título “[...] os óxidos de Fe servem também para caracterizar e diferenciar os solos, onde as cores vermelhas e amarelas resultam da presença de hematita e goethita, respectivamente [...]” (CORREA et al, 2008, p. 1018).

Como também a presença de matéria orgânica que deixa o solo mais escuro (principalmente a camada superficial), e de acordo com o estudo de Ursulino e Moreno (2014) sobre os benefícios dos compostos orgânicos ao solo degradado mostrou que os compostos servem como ligante e melhoram as características físicas do solo e essa melhor qualidade está associado ao passar do tempo.

Santos (2007) em estudo constatou que a degradação dos solos amostrados estava relacionada com a matéria orgânica e a avaliação da estabilidade de agregados. O mesmo autor indica que para que o uso do solo seja mais preciso e sustentável deve considerar suas características físicas e os níveis de fertilidade.

“Essas características têm reflexos no rearranjo da estrutura do solo, no aumento de ciclagem e dos estoques de nutrientes, no aumento da atividade biológica e na produtividade da cultura” (QUEIROZ, 2009, p. 43).

Martinazzo (2016) afirma que conhecer as propriedades químicas e físicas do solo, em determinado tipo de manejo, permite diagnosticar o que é preciso fazer para manter o

solo com potencial produtivo, pois a produção da cultura está associada aos atributos do solo.

Os atributos do solo, principalmente físicos, sofrem alteração de acordo com o seu tipo de uso (SOARES et al, 2016).

De acordo com a Embrapa (2003), “a estrutura do solo consiste na disposição geométrica das partículas primárias e secundárias; as primárias são isoladas e as secundárias são um conjunto de primárias dentro de um agregado mantido por agentes cimentantes”. Lepsch (2002), destaca que o ferro, a sílica e a matéria orgânica são os principais agentes cimentantes, e que a textura e a estrutura do solo influenciam na quantidade de ar e de água que as plantas em crescimento podem obter. Ainda segundo Lepsch (2002), “as partículas de areia, silte e argila encontram-se em condições naturais, aglomeradas em partículas compostas, referidas com frequência como agregados ou torrões”, e que “a estrutura é o aspecto do conjunto dos torrões que aparecem naturalmente no solo, tendo formato e tamanhos variados e estão separados uns dos outros por pequenos fendilamentos”.

Ainda Lepsch (2002) ressalta “que a formação das estruturas dos solos é ocasionada por diversos fatores, que podem ser visualizados em suas etapas: a) ajuntamento das partículas do solo (argila, silte e areia); e b) aparecimento de fendas que separam as unidades estruturais (os torrões)”.

Entre os torrões do solo encontram-se os poros maiores ou macroporos e, dentro dos torrões os microporos. A quantidade de macroporos depende do modo com que os torrões se juntam da mesma forma que o número de cômodos de uma casa depende da disposição de paredes, explica Lepsch (2002).

Assim, avaliar o potencial de uso de uma terra e conhecer os seus recursos naturais é indispensável. Isso garante que não ocorra um irracional uso intensivo do solo e agrave em uma degradação da estrutura dele. Caso isso ocorra afetará no desenvolvimento da cultura conforme mostram Sambuichi et al (2012, p. 12) que “percebem que as áreas que são submetidas ao cultivo ou pastoreio intensivo por longos períodos se degradam rapidamente”.

Pensando em evitar a degradação os sistemas convencionais¹ vêm sendo substituídos por outros métodos de preparos, como o reduzido² e o plantio direto³, pois pode se reduzir as alterações do solo.

Queiroz (2009) afirma que a estrutura de um solo é alterada dependendo do sistema de manejo. Tanto o tipo de sistema de manejo quanto o tempo de uso deste promoverá efeitos nas propriedades físicas do solo (COSTA et al, 2003). Esses mesmos autores indicaram que o sistema de preparo convencional diminuiu a estabilidade dos agregados enquanto no plantio direto houve um aumento. Isso é também discutido por Silva e Silveira (2002) que concluíram que os sistemas agrícolas afetaram a estrutura do solo, e o tamanho dos agregados foi maior em sistemas com menor movimentação de solo.

Andreola et al (2000) observaram mudanças na camada de 0-10 cm, onde a quantidade de microporos aumentou e reduziu os macroporos com tratamentos com adubação orgânica e mineral.

¹ O cultivo dos campos utilizando as técnicas tradicionais de preparo do solo e controle fitossanitário e objetiva maior produtividade (POSSENTI et al, 2007);

² São práticas conservacionistas que visam menor mobilização do solo, de forma que grande parte da área esteja coberta com resíduo de culturas anteriores (EMBRAPA, 2010);

³ Sistema de manejo no qual a implantação da cultura é feita sobre restos de culturas anteriores com a rotação de culturas e com a movimentação do solo restrita à linha de semeadura (FREITAS, 2005).

Portanto “[...] a manutenção da qualidade do solo passa a ser uma preocupação constante[...]” (SANTOS, 2007, p. 1), quer dizer que conhecer a qualidade do solo é primordial para alcançar altas produtividades de culturas como a soja.

2.4. Aptidão Agrícola dos solos

Ter ciência da aptidão dos solos, objetiva preservar e fomentar o potencial produtivo das terras através da “[...] avaliação física da região na qual analisa a deficiência de fertilidade natural; a escassez ou excesso de água; facilidade à erosão e relevo acidentado que é um impedimento à mecanização [...]” (EMBRAPA, 2016).

A partir de interpretações de informações e estudos da área que se conclui a aptidão de um solo. Ademais faz se necessário saber se é possível mitigar as limitações da área através de técnicas agronômicas. Todas as características físicas, químicas e morfológicas do solo devem ser consideradas (OLIVEIRA JÚNIOR; CORREA, 2001).

Portanto o sistema de avaliação divide-se em classes de aptidão agrícola das terras consistindo em boa, regular, restrita e inapta. Essas classes se diferem de acordo com suas limitações (RAMALHO FILHO; PEREIRA; BEEK 1978). Para se compreender estas em seu experimento Neubert (1995, p. 43-47) descreve as limitações de uso dos solos a exemplo disso a “[...] alta susceptibilidade à erosão, devido seu gradiente textural e pelo relevo ondulado [...] a alta saturação de alumínio e deficiência de fósforo e potássio que restringem o uso do solo [...]”.

Avaliar a aptidão do solo requer inúmeros fatores que devem conciliar para gerar um sistema produtivo. É preciso fazer estudos tais como do clima, solo, precipitação que se adequam a exigências da cultura. Sendo o difícil harmonizar as terras com suas características às particularidades de cada cultura (GODOY, LOPES-ASSAD, 2002).

Um fator, o nível tecnológico, permite avaliar a aptidão agrícola oportunizando a escolha mais adequada para as diferentes paisagens. Assim, áreas que permitem o uso de mecanização entrariam para um determinado nível tecnológico, geralmente o mesmo apto às culturas anuais que são as mais exigentes por máquinas e implementos agrícolas (WADT et al, 2014).

Poucos trabalhos avaliam a aptidão de terras através de parâmetros climáticos e físicos enquanto o que ganha atenção são os estudos de deficiência de fertilidade do solo. Como mostram Chagas et al (2006 p. 518) “[...] a fertilidade natural é um dos fatores que mais afetam o crescimento e produção das culturas [...] ainda as condições de mecanização e risco de erosão são fatores limitantes para a soja”.

Tal como a aptidão está inter-relacionada ao manejo, se adotado de forma incorreta ocasiona na degradação do solo, de modo que Silva et al (2002) sugerem ser fundamental um manejo correto para evitar a formação de áreas abandonadas, as conhecidas “juquiras”, o qual é muito comum.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo (Figura 1) localiza-se no Sítio Boa Esperança, Km 16, na cidade de Dom Eliseu, Pará, nas coordenadas geográficas de 4°20'50" S e 47°41'31" O. A área total compreende em 55,25 hectares (ha) divididos em 44 ha de área com produção de soja e 10 ha de área de reserva. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw (clima tropical chuvoso, com expressivo período de estiagem). A temperatura média anual é 26 °C, e as médias das máximas e mínimas, respectivamente, em torno de 33 °C e 22 °C. A média anual da umidade relativa do ar é de 80%. O total pluviométrico anual é de aproximadamente 1740 milímetros, com o período mais chuvoso estendendo-

se de janeiro a maio. O período menos chuvoso ocorre de julho a novembro, resultando em expressivos déficits de água no solo para as plantas (INMET, 2018).

A área apresenta um relevo plano à suave ondulado. Dentre as formações florestais, predomina na fitofisionomia Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

Figura 1 - Área do Sítio Boa Esperança – Dom Eliseu, Pará.



A caracterização do solo na área de estudo se deu de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, sendo caracterizado como um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico.

3.2. Procedimentos metodológicos

O experimento de campo, foi conduzido nas entressafras, pós colheitas de 2018 e 2019, em uma área com plantio de soja já estabelecido, com histórico de nove anos de cultivo de soja, mas que não é feito o preparo de solo há alguns anos. Neste período o solo permanece sem revolvimento e são mantido os restos culturais após as colheitas.

O experimento foi implantado junto a semeadura da cultivar de soja BRS 9180 IPRO EMBRAPA, que “[...] possui tolerância ao herbicida glifosato e oferece proteção contra as principais lagartas da cultura da soja [...]” (EMBRAPA, 2016, p.2). No primeiro ano em janeiro/2018 e no segundo em janeiro/2019, a soja foi implantada através da semeadora-adubadora distribuindo 11 sementes por metro linear. A adubação de base, NPK, no ano agrícola 17/18 consistiu em 300 kg ha⁻¹ da fórmula 2-30-10, a adubação no

ano agrícola 18/19 se deu no plantio 300 kg ha⁻¹ do formulado 20-25-20 (+4% Zn) e em cobertura 100 kg ha⁻¹ de 20-00-20. No período entressafra a área permaneceu em pousio.

Importante salientar que as sementes foram inoculadas com rizóbio para melhor fixação do nitrogênio. O inoculante usado foi o Brasilec TS in-box (Forquímica) inoculante turfoso composto por bactérias *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 587 e SEMIA 5019) para tratamento de sementes de soja.

O manejo fitossanitário decorreu do uso do Herbicida Pacto – 1,5 L ha⁻¹ no pós emergente para controle de planta daninha, uso de fungicida (400 ml ha⁻¹ repetindo três vezes com período de carência de 20 dias entre cada) para controle de ferrugem. Utilizou o herbicida ROUNDUP® WG da Monsanto (2,5 L ha⁻¹) para controle de outras plantas daninhas. E por último para dessecar o plantio para melhor uniformização para colheita usou o herbicida Gramoxone.

O experimento foi conduzido realizando-se os tratos fitossanitários necessários e recomendados para a cultura na região.

A colheita se deu no mês de maio tanto em 2018 quanto 2019, nos pós colheita seguiu a coleta de 15 subamostras de solo à profundidade de 0 – 20 cm para a primeira análise física e química do primeiro ano (Figura 2a) e outras 15 subamostras de solo no final da segunda colheita da soja para o segundo ano (Figura 2b).

Figura 2 – Área amostral no dia da coleta de solo em maio de 2018 (a) e maio de 2019 (b). Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Para as coletas de amostras de solo, foi utilizada a metodologia de Lemos e Santos (1996), onde na primeira amostragem no ano de 2018 cavou-se 20 cm e retirou-se o solo (Figura 3) coletadas ao acaso (em “ziguezague”) com auxílio de uma pá e enxada, num balde foram misturadas todas as subamostras que formaram 1 amostra composta (Figura 5), colocando 500 g em um saco plástico com identificação e encaminhadas para o laboratório de análises de solo. Para a segunda amostragem em maio de 2019 o procedimento foi repetido seguindo as mesmas indicações de Lemos e Santos (1996) e utilizado um trado (Figura 4).

Figura 3 – Trincheira de 20 cm para coleta de solo em maio de 2018. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Figura 4 – Coleta de solo com trado a 20 cm em maio de 2019. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Figura 5 – Mistura das subamostras coletadas de solo em maio de 2018 (a) e mistura das subamostras de maio de 2019 (b). Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Para análise física foram separados 400g da amostra composta de solo tanto no primeiro quanto no segundo ano e encaminhadas para laboratório (Figura 6) a fim da realização da análise granulométrica que consiste na determinação da porcentagem de areia, silte,

argila, e avaliação visual dos agregados, estrutura, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo.

Figura 6 - Amostra composta para envio ao laboratório após coleta em maio de 2018 (a) e maio de 2019 (b) no Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Para a análise da macroporosidade e microporosidade, os anéis concêntricos contendo as amostras de solo coletadas de 0 a 20 cm de profundidade, foram colocadas em uma bandeja com água até a metade da altura do anel para saturar durante um pernoite, de acordo com a metodologia de Kopeck. Em seguida, as amostras foram retiradas da água, deixando-se escorrer um pouco, e foram pesadas (P1) e colocadas sobre a mesa de tensão (Figura 7) (abaixando-se o frasco de nível para o nível de sucção correspondente a 60 cm de altura de coluna d'água, onde permanecem por 24 horas), para que a água dos macroporos (poros com diâmetro $\varnothing \geq 0,05$ m), fossem retirados.

Figura 7 – Mesa de Tensão e estufas para a avaliação da macroporosidade e microporosidade do solo. Laboratório de água, planta e solo. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Marabá – PA.



Após esse período, as amostras foram novamente submetidas a pesagem (P2) e depois foram levadas à estufa a 105°C por 24 h e foram novamente pesadas (P3). Com os pesos, procedeu-se com os cálculos, obtendo-se o volume de macro e microporos contidos nas amostras. As fórmulas utilizadas para o cálculo foram: $\text{MACROPOROSIDADE} = (P1 - P2) \times 100/V$ e $\text{MICROPOROSIDADE} = (P2 - P3) \times 100/V$;

Onde:

P1 = peso do solo saturado com água (em g);

P2 = peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna d'água (g);

P3 = peso da amostra seca em estufa a 105°C (g);

V = volume do cilindro.

A densidade do solo foi determinada dividindo-se a massa de solo seco a 105 °C pelo volume da amostra.

Para o estudo da produtividade da soja, foi estimado em cada safra o número de sacas por hectare de soja colhido.

Os dados das avaliações químicas e físicas foram analisados e descritos para avaliar a qualidade do solo nos cultivos consecutivos da soja.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros químicos e granulométricos avaliados para o diagnóstico da qualidade do solo nos dois anos agrícolas da soja são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades dos solos da área em estudo no 1º e 2º ano. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.

PROPRIEDADES DO SOLO																			
Área	pH	P	K	S	Fe	Zn	Cu	Mn	Bo	Na	Ca	Mg	Al	CTC	H+Al	V	Argila	Silte	Areia
	H2O	mg/dm ³								cmol c/dm ³					%				
1º ANO	5,1	8	58	16	142	3,1	0,5	35	0,46	3	1,6	0,3	0,4	6,8	4,7	30,5	50	47,63	2,37
2º ANO	5,1	15	74	5	183	2,7	0,5	80	0,58	5	2	0,3	0,4	7,2	4,7	34,8	74	23,2	2,8

pH – potencial hidrogeniônico; P – Fósforo; K – Potássio; S – Enxofre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Cu – Cobre; Mn – Manganês; B – Boro; Na – Sódio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; CTC - Capacidade de Troca de Cátions; H + Al - Acidez potencial; V – Saturação de Bases;

Os valores de pH em água não variaram se mantendo em 5,1 nos dois anos, caracterizado como ácido. Entretanto os solos amazônicos são considerados solos que na sua maioria encontram-se na faixa de 4,0 a 5,5 (FALESI, 1972). Esse nível de acidez está relacionado com a saturação das bases com uma relação diretamente proporcional, ou seja, quanto mais bases o pH aumenta. Os níveis de pH do solo controlam vários processos químicos, em especial a disponibilidade de nutrientes para as plantas como demonstrados em vários trabalhos de fertilidade do solo (MORAES et al, 2017; SILVA, AVELLAR e BERNARDI, 2000; SILVA, et al 2014).

Para o uso de agricultura com as culturas como a soja o pH não está adequado desde que a faixa de pH ideal para essa cultura é em torno de 6,0 (FAGERIA, ZIMMERMANN, 1998).

A quantidade de Ca+Mg no primeiro ano foram baixas (1,9 cmolc dm⁻³) enquanto a do segundo ano obteve um teor médio (2,3 cmolc dm⁻³).

Quanto à disponibilidade de potássio (K) seu teor passou de médio para alto com aumento de 58 mg dm⁻³ para 74 mg dm⁻³. Apesar de ser bastante móvel no solo o K é facilmente adsorvido pelas argilas. Também pode-se atribuir essa adição ao uso de adubo de cobertura no segundo ano (20-00-20).

Dentre os micronutrientes essenciais, Fe e Mn, houve aumento na segunda amostragem e se apresentam em concentrações altas. Boro manteve-se no teor médio ainda que acrescido sua disponibilidade. E diferentemente o zinco apresentou um decréscimo, entretanto nas duas amostragens sua presença permaneceu alta, acredita-se que está relacionado a própria retirada do elemento pela cultura.

Os teores de Cu, Mg, Al e H+Al não se alteraram durante o estudo. O H+Al que indica a acidez potencial do solo “[...] é a medida que o solo tem capacidade de liberar hidrogênio, e causar a acidificação do meio [...]” (QUAGGIO, 1986).

Os valores de CTC dependem da variação da composição mineralógica e o teor de matéria orgânica do solo pois consiste na soma dos cátions trocáveis do solo (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Al³⁺ e H⁺). A CTC aumentou de 6,8 para 7,2 no segundo ano devido ao aumento dos cátions Ca, K e Na que indica que o solo melhorou sua nutrição em 0,4 cmolc dm⁻³. “Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas [...]” (RONQUIM, 2010, p. 9).

O teor de Alumínio (Al) no solo está relacionado a presença de argila, ou seja, têm-se maiores teores de Al em solos argilosos ou muito argilosos de forma que este elemento é influenciado pela textura (VENDRAME, 2011). Seu teor se manteve nos dois anos considerando que apresenta uma faixa de teor média, de acordo com Cravo, Viégas e Brasil (2007) “[...] alertam a necessidade de correção do solo com o teor a partir de 0,5 cmolc dm^{-3} [...]”.

Apesar dos solos brasileiros serem pobres em fósforo (P) devido seu material de origem (RAIJ, 1991) os teores de P tiveram uma variação positiva saindo de um teor médio (8 mg dm^{-3}) para alto (15 mg dm^{-3}). Acredita-se que a variação acontece em virtude da textura do solo com a variação da fração argila (CRAVO, VIÉGAS E BRASIL, 2007), no substrato de plantio, ou seja, no primeiro horizonte do solo, e também pela incorporação da matéria orgânica do solo, graças a manutenção dos restos culturais da soja na área após a primeira colheita e também pela adição via adubação.

Foi observado que os teores de enxofre foram alterados, podendo ser devido a adição de argila (RHEINHEIMER et al., 2007) ou pela não reposição do enxofre via adição de fertilizantes.

Houve uma elevação da saturação de bases (V%) na segunda amostra o que demonstra uma melhoria no nível de fertilidade do solo que apesar de ser distrófico, ou seja, de baixa fertilidade com valores inferiores a 50% (EMBRAPA, 2013), garantiu a diminuição da saturação de alumínio de 16% para 14% no ano de 2019.

A produção de grãos aumenta com a elevação da saturação por bases, de acordo com Caires et al. (2000, p. 167) mostraram que o V% em torno de 65% teria máxima eficiência para produção de grãos.

Na área experimental, o solo foi classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) no primeiro ciclo como sendo um solo de textura argilosiltosa e muito argiloso no segundo ano. Entretanto, considera-se que esta mudança na textura, tenha ocorrido no substrato de plantio, e não mais no solo, sendo apenas a camada superficial modificada, devido ao acúmulo de sedimentos, decorrentes do processo de lixiviação de bases, adição, remoção, percolação, que podem estar ocorrendo devido ao declive e processos de erosão nítidos observados na área (Figura 8).

Figura 8 – Área experimental com declive e evidências de erosão. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Alterações na textura do substrato na área agrícola podem ser observadas no trabalho de Martins et al. (2015 p. 59) onde no [...] 2º ano variou de argiloaresona para francoargiloarenosa [...].

Sabe-se que solos mais argilosos possui maior capacidade de retenção de cátions o que explicaria uma maior presença dos nutrientes no solo. Segundo Reinert e Reichert (2006, p. 5) “[...] solos argilosos tem maior porosidade, alta retenção de água, maior CTC, menos lixiviação e maior resistência a erosão [...]”.

Na Figura 9, pode-se observar a estrutura do solo nos dois anos agrícolas. A estrutura em blocos, muito dura, e comum em solos argilosos. A estrutura do solo tem uma forte

relação com a densidade do solo, e que dependendo do manejo, é alterada de forma drástica podendo causar prejuízos com a diminuição da produtividade.

Figura 9 – Estrutura em blocos das amostras de solo da área experimental. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Foi também observado, uma dificuldade maior da penetração do trado no solo, durante o segundo ciclo (Figura 10), o que pode sugerir um início de compactação do solo em profundidade, alteração na sua densidade e porosidade (macroporos e microporos).

Figura 10 – Coleta de amostras de solo e dificuldade de penetração do trado durante o segundo ciclo do cultivo da soja. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



Embora não se tenha avaliado a porosidade do solo no primeiro ciclo em 2018, em 2019, foi observado uma macroporosidade de 14% na camada de 0 a 20 cm de solo coletado, e 40% o valor da microporosidade, concluindo 54% a porosidade total do solo. Verificou o pequeno volume de macroporos na camadade 0 a 20 cm, e próximo

do limite crítico restritivo para o desenvolvimento radicular das culturas, conforme apontado por Andrade e Stone (2009), de 10%. Estes resultados são corroborados por Giarola et al. (2007) e Souza et al. (2005), que indicam a redução nos macroporos, como tendo grande efeito sobre o desenvolvimento radicular das plantas por imprimir ao solo condições de baixa aeração.

Os valores encontrados, estão de acordo com o sugerido como ideal para a produção agrícola, onde os autores afirmam que os solos devem apresentar porosidade total próxima a 50% e uma distribuição percentual de 34% de macroporos e 66% de microporos (ANDRADE; STONE, 2009). Kiehl (1979) afirma que, idealmente, um solo deve possuir 50% do seu volume ocupado por poros; deste volume, 1/3 deve corresponder aos macroporos e 2/3 aos microporos, e 50% de sólidos (45% de matéria mineral e 5% de matéria orgânica), e, concordando com Brady e Weil (2002), também consideram a relação micro/macroporos ideal para as culturas agrícolas em 2:1. Os baixos valores de macroporosidade e altos valores na relação micro/macroporos implicam em uma aeração deficiente do solo, o que pode prejudicar o desenvolvimento das culturas. Os macroporos estão relacionados com processos vitais para as raízes das plantas, tais como respiração, devendo, portanto, serem manejados visando à sua manutenção e preservação (AITA et al., 2006).

A redução da macroporosidade em sistemas de produção agrícola tende a refletir negativamente, diminuindo a porosidade total e aumentando a densidade de solo (REICHERT et al, 2003).

Em relação a densidade do solo, no ciclo de 2019 também foi avaliado, sendo que o valor encontrado foi de 1,005 g cm⁻³. Este valor pode ser considerado ideal, visto que a densidade média do solo pode ser considerada elevada e limitar o desenvolvimento do

sistema radicular das plantas com densidade acima de $1,75 \text{ g cm}^{-3}$, segundo Reichert et al. (2003). Como a densidade de solo é uma característica considerada na avaliação do estado estrutural do solo devido à correlação desse atributo com a sua compactação é importante ressaltar a necessidade de acompanhamento para os próximos ciclos de cultivo da soja, pois Albuquerque et al (1995), Costa et al (2003) e Bertol et al (2004), atribuíram a diminuição da densidade de solo à melhoria na qualidade física do solo decorrente possivelmente do acúmulo de matéria orgânica, da atividade da fauna edáfica e de raízes, as quais atuam na formação de canais (ou bioporos), características estas já observadas na área de estudo (Figura 11).

Figura 11 – Cobertura do solo com restos vegetais da cultura da soja e início de degradação e incorporação da matéria orgânica no solo. Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu- PA.



De acordo com Bertol et al. (2004), o efeito da rotação ou sucessão de culturas tem sido mais demorado do que nos sistemas convencionais, em modificar a densidade do solo. Assim, a avaliação dos atributos físicos permite afirmar que não houve ocorrência de severa compactação de solo no decorrer destes anos, devido ao aumento da produtividade.

Foi observado na safra de 2017/2018, a produtividade média de soja de 3.300 kg ha^{-1} , enquanto na safra 2018/2019 (Figura 12) a soja apresentou a média de 3.360 kg ha^{-1} obtendo uma diferença positiva de 60 kg ha^{-1} que correspondem a 1 saco por hectare.

Figura 12 – Colheita da soja na safra 2017/2018(a) e 2018/2019(b) no Sítio Boa Esperança. Dom Eliseu – PA.



A média de sacas por hectare na propriedade em estudo mostrou-se dentro da média da região paraense produtora de soja, onde, segundo Conab (2019) a média de rendimentos no Estado do Pará na safra 18/19 foi de 3.067 kg ha⁻¹. Em estudo com cultivares de soja em Paragominas destacaram-se rendimentos médios entre 3.975 a 3.258 kg ha⁻¹. Redenção, rendimentos médios de 3.236 e 2.894 kg ha⁻¹ e em Santarém de 3.378 a 3.141kg ha⁻¹ (EL HUSNY, et al, 2004). Ademais a produtividade no Mato Grosso, maior produtor de soja do Brasil, estava entre 3.346 kg ha⁻¹ o que não é superior a produção na área. Ainda conforme a Conab (2019, p. 81) “[...] a produtividade da soja saltou de 2.823 kg ha⁻¹ na safra 2006/07, para 3.206 kg ha⁻¹ na safra 2018/19 [...]”.

5. CONCLUSÃO

Em um período de dois anos (2017 a 2019) não foi observado degradação do solo na área de cultivo da soja no Sítio Boa Esperança em Dom Eliseu – PA.

Os atributos químicos avaliados indicam um aumento na quantidade de fósforo e aumento da saturação de bases, podendo refletir na melhor qualidade química do solo.

Os atributos físicos avaliados indicam que o solo está no seu nível de qualidade ideal, sendo que a densidade do solo foi de 1,005 g cm⁻³; macroporosidade de 14% e microporosidade de 40%.

Houve aumento de produtividade de uma saca de soja por hectare na safra de 2018/2019.

6. REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Plantas de cobertura de solo em sistemas agrícolas. In: ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Manejo de sistemas agrícolas: Impacto no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa. Porto Alegre: **Gênese**, 2006. p.59-80.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, V.13, n.4, p.382-388, 2009.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra Roxa estruturada. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.24, n 4, p.857-865, 2000.

ARAÚJO, E. A.; LANI, J.L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de argissolo amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. **R. Bras. Ci. Solo**, 28:307-315, 2004.

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 1633-1643, 1999.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; HIRAKURI, M. H.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R. H. Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016). Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Embrapa Soja**. Londrina, PR, 2017.

BENIZRI, E.; BAUDOIN, E.; GUCKERT, A. Root colonization by inoculated plant growth promoting rhizobacteria. **Biocontrol Science Technology**, Abingdon, v. 11, n. 1, p. 557-574, 2001.

BRADY, N. C.; WEILL, R. Y. **The nature and properties of soils**. 13^a edição. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 958p.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K.: A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. **Anais dos Congressos**. São Paulo, 2005.

BRUNO, A. N.; HORN, A. C. M.; LANDGRAF, S. S. **Introdução à Biotecnologia: Biotecnologia I: Princípios e Métodos**, p. 1, 2014.

CAMPOS, B.C.; HUNGRIA, M. e TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de n₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:583-592, 2001.

CHAGAS, C. S.; CARVALHO, W. J.; PEREIRA, N. R.; FERNANDES, E. I. Filho. Aplicação de um sistema automatizado (ALES - Automated Land Evaluation System) na avaliação das terras das microrregiões de Chapecó e Xanxerê, oeste catarinense, para o cultivo de grãos. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:509-522, 2006.

CAIRES, E.F. BANZATTO, D. A. e FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:161-169, 2000.

COELHO, M. R.; FIDALGO, E. C. C.; SANTOS, H. G. dos; BREFIN, M. de L. M. S.; PEREZ, D. V. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. **EMBRAPA SOLOS**, 2013.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. v. 6 - Safra 2018/19 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-50, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26760_37779459c5d79f63129c8c8c4d634103>. Acesso em: 27 de jun de 2019.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária**. Vol 6. Safra 2018/2019. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-agropecuaria-2018-19.pdf>> Acesso em: 27 de jun de 2019.

CORREA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; FONTES, M. P. F.; TORRENT, J.; CURI, N. Caracterização de óxidos de ferro de solos do ambiente tabuleiros costeiros. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:1017-1031, 2008.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:527-535, 2003.

CRAVO, VIÉGAS E BRASIL Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**. 1. ed. Belém, PA, 2007.

CURI, N. (coord.). Vocabulário de ciência do solo. [com colaboração de] LARACH, J. O. I; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. Campinas, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1993.

DALL'AGNOL, A. A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições – Brasília, DF: **Embrapa**, 2016.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. de P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 453-461, jul-set, 2012. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

EL HUSNV, J. C.; ANDRADE, E. B. de; CORREA, J. R. V.; ALMEIDA, L. A. de; MONTALVÁN, R. A.; KLEPKER, D.; MEYER, M. C.; SILVEIRA FILHO, A. Comportamento de cultivares de soja no Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, PA; Embrapa Soja. 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.: il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1)

EMBRAPA. **Cultivar de soja para o Matopiba**. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355008/0/Folder+Soja+BRS+9180IPRO/372c0718-9035-4cc0-9e1b-6b173c37e07d>>. Acesso em: 8 abr. 2019.

EMBRAPA. **Mapas de Solos e de Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do Pará**. 2016.

EMBRAPA. **Cultivo de Algodão Irrigado**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/solos.htm>>. Acesso em: 21 de jun de 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. **Brasileira**, DF. Embrapa, 2013. 353 p.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLIL, D.; SIMON, J.; DOURADO, D. Neto; JONG VAN LIER, Q. de; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 89-106. 2007.

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Influence of pH on growth and nutrient up take by crop espécies in an oxisol. **Communications in Soil Science and Planta Analyses**, New York, v. 29, n.17. p. 2675-2682, 1998.

FALESI, I. C. **Solos da rodovia transamazônica**. Belém: IPEAN, 1972. 153 p. (IPEAN. Boletim Técnico, 55).

FONTES, M.P.F. Intemperismo de rochas e minerais. In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.). Pedologia: fundamentos. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2012. p. 181-205.

FREITAS, M. de C. M. de; A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; DUTRA, A. C. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para a produção intensiva de forragem, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31 n.5, Viçosa, 2007.

GODOY, M.J.S; LOPES-ASSAD, M. L. Aptidão agrícola de terras com estimativa de risco climático para a cultura do milho utilizando geoprocessamento. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:685-694, 2002.

HIRAKURI, M. H. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro [recurso eletrônico]: MARCELO HIROSHI HIRAKURI, JOELSIO JOSÉ LAZZAROTTO – Londrina: **Embrapa Soja**, 2014. 70p.: il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 349).

HUNGRIA, M.; CAMPO, J. R.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: **EMBRAPA-CNPSO**, 2001. p. 13.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Econ. Bot., Bronx**, v.24, p.408-421, 1970.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**; Idesp – Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará; Imazon – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia; 2012.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 262p

KUYKENDALL, L.D.; SAXENA, B.; DEVINE, T.E.; UDELL, S.E. Genetic diversity in *Bradyrhizobium japonicum* Jordan 1982 and a proposal for *Bradyrhizobium elkanii* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.38, 1992.

LEMOES, R.C., SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 3ª edição. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1996.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação Dos Solos**. Oficina de Textos. São Paulo. 2002.

MALAVOLTA, E. ABC da Adubação. **Editora Agronômica CERES Ltda**. São Paulo (SP), 1979. 256 p.

MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado**. Dissertação de Mestre em Ciência do Solo. UFSM, RS. 2006.

MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; OLIVEIRA, W. P. Jr de; TSAI, S. M.; NAVARRETE, A. A.; MORAIS, P. B. de. Alterações dos atributos físico-químicos da camada superficial do solo em resposta à agricultura com soja na várzea do Tocantins. Macapá, v. 5, n. 4, p. 56-62, 2015. **Biota Amazônia** ISSN 2179-5746.

MEDEIROS, L. Comparativo de custos de produção entre a soja convencional e a soja transgênica na safra 2002/2003 - RIO GRANDE DO SUL. **Contexto**, Porto Alegre, v. 3, n. 5, 2º semestre 2003.

MELO, S.R., ZILLI, J.É. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.9, p.1177-1183, set. 2009.

MONTOYA, M. A.; BERTUSSI, L. A. S.; LOPES, R. L. A cadeia soja no Brasil: uma abordagem insumo produto do PIB, emprego, consumo de energia e emissões de CO₂ no período de 2000 a 2014. **TD Nereus** 04-2017 São Paulo 2017.

MORAES, B. L. T. de; GUERREIRO, Q. L. de M. OLIVEIRA, R. C. de Jr. RUIVO, M. de L. P.; LEMOS, T. A. Teores de carbono, nitrogênio e pH em solo de castanhal nativo da Flona do Tapajós. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia** – CONTECC'2017 8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil.

MOTTA, I, de; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES, A. C. A.; BRACCINI, M. do C. L.; ÁVILA, M. R. Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 22, nº 2, p.257-267, 2000.

NEUBERT, E. de O. **Levantamento de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da microbacia do Rio Armazém (Urussanga/SC)**. Dissertação de mestrado. UFRS. Porta Alegre, RS. 1995.

OLIVEIRA, A. A. Neto, de. (org.). A produtividade da soja: Análise e perspectivas. Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab/Companhia Nacional de Abastecimento. – V.10 (2017). Brasília: **CONAB**, 2017.

OLIVEIRA, J. O. A. **A agroindústria da soja: Um estudo da transformação agroindustrial da soja, numa empresa com capacidade de esmagamento de 50 toneladas por dia**. São Paulo: EAESP/FGV, 1995. 100p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Administração de Empresas, opção MBA, da EAESP/FGV, Área de Concentração: Organização, Recursos Humanos e Planejamento).

OLIVEIRA JÚNIOR, R. C, de: CORREA, J.R.V. Aptidão agrícola dos solos de Município de Belterra, Estado do Pará. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2001, 21p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 91).

PAVANELLI, L. E.; ARAÚJO, F. F. de. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais do oeste paulista. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 21-29, Jan./Feb. 2009.

QUEIROZ, R. de P. **Inter-relação da produtividade da soja com atributos de um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio direto no Cerrado**. Tese de doutorado em Agronomia. UNESP. Ilha Solteira SP, 2009.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo, **Agronômica Ceres**, 1991. p. 343.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília. SUPLAN. 1978.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades física do solo**. UFSM. Santa Maria, 2006.

REICHERT et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32. n. 5, 1805-1816, 2013.

RHEINHEIMER, D. dos S.; RASCHE, J. W. A.; OSORIO, B. D. Filho; SILVA, L. S. da. Resposta à aplicação e recuperação de enxofre em cultivos de casa de vegetação em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica. **Ciência Rural**, v.37, n.2, mar-abr, 2007.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Embrapa Monitoramento por Satélite**. Campinas, SP, 2010.

SAMBUICHI, R. H. R.; OLIVEIRA, M. A. C.; SILVA, A. P. M. de; LUEDEMANN, G. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. 2012. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 1990- ISSN 1415-4765. 2012.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.; SPERA, S. T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:545-552, 2003.

SANTOS, J. D. **A influência de diferentes sistemas agrícolas nas propriedades físicas e químicas das camadas superficiais do solo – São José da Lapa / MG**. Belo Horizonte, UFMG, 2007, p.75. Dissertação de mestrado.

SANTOS, T. N. de O. dos; SOUZA, E. L.; ARAÚJO, M. F.; O agronegócio e a sustentabilidade: Um estudo sobre o avanço da soja em dois municípios do sudeste paraense. UNIFESSPA, 2018. **II Simpósio de produção científica da Unifesspa**. 2018.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C. de; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. **UNIOESTE**. 2010.

SILVA, A. F.; FREITAS, A. D. S.; STAMFORD, N. P. Efeito da inoculação da soja (cv. Tropical) com rizóbios de crescimento rápido e lento em solo ácido submetido à calagem. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 1327-1333, 2002.

SILVA, B. N. R. da; SILVA, L. G. T.; SAMPAIO, S. M. N. Caracterização biofísica e aptidão agrícola das terras em áreas de projeto de assentamento oficial: PA São Francisco – Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2002. 38p.; 21cm. - (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 136).

SILVA, C. A.; AVELLAR, M. L.; BERNARDI, A. C. C. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do semi-árido do nordeste brasileiro. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:689-692, 2000.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. da. Influência de sistemas agrícolas em características químico-físicas do solo. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v.26, n.3, p.505-515, mai/jun, 2002.

SILVA, S. A. S. dos; SILVA, A. C. M. e; GONÇALVES, D. B.; LEÃO, F. M. Avaliação da matéria orgânica e pH do solo em sistemas agroflorestais localizados na região de Altamira-PA. **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.1, n.02; p. 25. 2014.

SILVEIRA, E. dos S.; RIBEIRO, D. O.; CATELAN, E. C.; DOMBROSKI, J. L. D. Efeito do Rhizobium no crescimento e desenvolvimento inicial da soja. **Univag**. 2006.

SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M.; SANTOS, L. A. C.; FONSECA, J. S.; SOUZA, Z. M. de. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 59, n. 1, p. 9-15, jan./mar. 2016.

SOUZA, L. G; M.; **Otimização da fixação biológica de nitrogênio na soja em função da reinoculação em cobertura sob plantio direto**. Dissertação (mestrado). UNESP. Ilha Solteira, p. 70, 2016.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.11, 2005.

TEIXEIRA, B. E. S.; CUNHA, I. M. M.; TERRA, A.; A expansão da fronteira agrícola da soja no município de Santarém (PA) e suas transformações socioespaciais. UFU, 10. 2012. **XXI ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA**. Uberlândia-MG. 2012

URSULINO, D. M. A.; MORENO, M. M. T. Avaliação da qualidade de solos através de indicadores físicos e mineralógicos. 2014. **Revista de Ciências Agrárias**, 2014, 37(2): 179-186.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. C.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. **Dois novas estirpes para a inoculação da soja**. Planaltina: Embrapa cerrados, 1992. 3p. (Comunicado técnico, 62).

VENDRAME, P. R. S.; EBERHARDT, D. N.; BRITO, O. R.; MARCHÃO, R. L.; QUANTIN, C.; BECQUER, T. Formas de ferro e alumínio e suas relações com textura, mineralogia e carbono orgânico em Latossolos do Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1657-1666, 2011.

WADT, P. G. S.; SOUZA, C. B. C.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; SILVA, L. M. Aptidão agrícola das terras aplicadas em pequenos estabelecimentos rurais do sudoeste amazônico. **Biota Amazônia** ISSN 2179-5746. Macapá, v. 4, n. 3, p. 25-30, 2014.