



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CURSO SUPERIOR TECNOLÓGICO EM AGRONEGÓCIO**

**PATRÍCIA SILVA PIRES
THIERRI DE OLIVEIRA ATAÍDES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOB O ENFOQUE DE ATRIBUTOS
FÍSICOS E QUÍMICOS NO REBORDO DE SILVANÓPOLIS E PEDRO AFONSO-
TO**

PALMAS - TO

2019



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CURSO SUPERIOR TECNOLÓGICO EM AGRONEGÓCIO**

**PATRÍCIA SILVA PIRES
THIERRI DE OLIVEIRA ATAÍDES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOB O ENFOQUE DE ATRIBUTOS
FÍSICOS E QUÍMICOS NO REBORDO DE SILVANÓPOLIS E PEDRO AFONSO-
TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Agronegócio do Instituto Federal do Tocantins – Campus
Palmas, como exigência à obtenção do grau de
Tecnólogo em Agronegócio.

Orientador: Prof. Msc. Phillipe Farias Ferreira

PALMAS – TO

2019

Silva Pires, Patrícia e de Oliveira Ataides, Thierry

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOB O ENFOQUE DE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS NO REBORDO DE SILVANOPOLIS E PEDRO AFONSO-TO/ PatriciaSilva Pires e Thierry de Oliveira Ataides. ¨ Palmas, 2019. quantidade de folhas f.

Monografia (Bacharel em Agronegócio) ¨ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins ¨ Campus Palmas, 2019. Orientador: Prof. Msc.Phillipe Farias Ferreira1. Fertilidade do Solo; 2. Analise Química do Solo; 3.Analise Física do Solo. I. Avaliação da Qualidade do Solo Sob o Enfoque de Atributos Físicos e Químicos no Rebordo de Silvanópolis e Pedro Afonso-TO.

PATRÍCIA SILVA PIRES
THIERRI DE OLIVEIRA ATAIDES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOB O ENFOQUE DE ATRIBUTOS
FÍSICOS E QUÍMICOS NO REBORDO DE SILVANOPOLIS E PEDRO AFONSO-
TO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronegócio do Instituto Federal do
Tocantins – Campus Palmas, como
exigência à obtenção do título em
Tecnólogo em Agronegócio.

Aprovado em: / /

BANCA AVALIADORA

Profº Dr. Antônio Carlos S. Gonçalves
Supervisor de TCC
IFTO – Campus Palmas

ProfºMsc. Phillipe Farias Ferreira
IFTO – Campus Palmas

ProfºDr. José Eustáquio C. Leal
IFTO – Campus Palmas

Profª Dr. Edvaldo Sant’Ana Pacheco
IFTO – Campus Palmas

Dedico

Ao meu pai que é meu exemplo de luta e dedicação, que me ensinou a correr atrás dos sonhos e persistir mesmo quando tudo parecia não dar mais certo.

A minha mãe por ter enfrentado junto comigo todas as batalhas que a vida impôs, principalmente por estar ao meu lado naquele momento difícil em que precisei de cuidados especiais.

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre se fez presente em minha vida em todos os momentos. Aos meus pais, Francisco e Alzirene, que apesar da ausência constante sempre apoiaram minhas escolhas e por me permitirem voar em busca dos meus sonhos. Aos meus avós Patrício e Helena, por sempre terem me educado, criado e ensinado o caminho certo a ser percorrido. Aos meus irmãos, Fernando, Douglas, Tiago e Mariane, meu especial agradecimento. A minha obra mais perfeita que pude dar de presente a mim mesma, meu filho, Pedro Ruan. Ao incondicional e orientador professor, pesquisador e extensionista, Msc. Phillipe Farias Ferreira pela orientação, principalmente pela amizade, pelos preciosos ensinamentos nas áreas de pesquisa e extensão enquanto bolsista, mas também pela paciência durante todo o tempo e apoio nessa fase foi imprescindível para conclusão desse trabalho. À banca nas pessoas dos professores Dr Jose Eustáquio Canguçu Leal e Dr Edvaldo Sant'Ana Pacheco. Aos professores Vanessa, Thomas, pelos ensinamentos que fizeram total diferença em minha vida como Tecnóloga em Agronegócio. Ao Instituto Federal do Tocantins, por intermédio do Curso Superior em Tecnologia em Agronegócio.

Patrícia Pires

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força, inspiração e resiliência para concluir este trabalho. Aos meus pais, que sempre me conduziram pelos caminhos da ética e da moral, agradeço aos incentivos e apoio dados as minhas escolhas, assim como as cobranças e puxões de orelha. Ao minha amada e filha Helenise e Lara, agradeço à ajuda prestada durante a vida e principalmente durante os dias mais difíceis. Aos amigos e colegas de classe, agradeço a companhia durante essa jornada e também fora dela, a ajuda prestada na elaboração deste trabalho e de tantos outros e aos sorrisos e momentos de descontração que são essenciais para trazer leveza a vida. Aos professores responsáveis por toda a minha caminhada educacional até aqui, em especial ao meu orientador Phillipe, agradeço pela paciência e presteza com que me passaram seus conhecimentos. E por fim, agradeço ao meu filho de quatro patas, que esteve comigo, mesmo que dormindo embaixo da mesa, durante todos os dias e noites necessários para elaboração deste trabalho.

Thierry Ataídes

Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Antoine Lavoisier

RESUMO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOB O ENFOQUE DE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS NO REBORDO DE SILVANOPOLIS E PEDRO AFONSO-TO. Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial para obtenção de grau em Tecnólogo em Agronegócio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, Palmas/TO, 2019.

O interesse em avaliar a qualidade do solo tem aumentado por considerá-lo aspecto fundamental na manutenção e na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. O presente trabalho teve como objetivo avaliar, a partir dos atributos químicos e físicos do solo, a qualidade dos solos de áreas situadas no rebordo de Silvanópolis e Pedro Afonso -TO. Houve necessidade de realizar um levantamento da classificação do tipo solo, relevo e uso atual. Foram coletadas amostras para a realização de análises químicas, granulométricas. A região estudada trabalha usualmente no sistema de plantio direto (SPD). Constatou-se na análise física do solo que a região de Pedro Afonso apresenta médias amostrais superior a 50% dos teores de silte/argila, característica de pouca permeabilidade. Os índices químicos em decorrência da característica de pouca permeabilidade do solo, aponta matéria orgânica saturada com melhores índices comparado as amostras de característica mais permeável.

Palavra-chave: Fertilidade do Solo; Análise Química do Solo; Análise Física do Solo.

ABSTRACT

The interest in evaluating the quality of the soil has increased by considering it a fundamental aspect for the maintenance and sustainability of agricultural production systems. The present work had as objective to evaluate, from the attributes chemical and physical soil, the soil quality of areas situated on the edge of Silvanópolis and Pedro Afonso -TO. There was a need to conduct a survey of the classification of the type of soil, topography and current use. Samples were collected for carrying out chemical analyses, granulométricas. The region studied works usually in the direct planting system (SPD). It was found in the analysis of physical soil that the region of Pedro Afonso presents sample means greater than 50% of the level of silt/clay, characteristic of low permeability. The indexes for chemicals due to the characteristic low permeability of the soil, points to organic matters saturated with the best rates compared to the samples of feature more permeable.

Key word: Fertility of the Soil; Analyze the Chemistry of the Soil; Analyze the Physics of the Soil.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. PROBLEMA.....	13
3. JUSTIFICATIVA.....	14
4. OBJETIVOS.....	14
4.1. Objetivo Geral.....	14
4.2. Objetivos Específicos	15
5. REVISÃO DA LITERATURA	15
5.1. A importância da Fertilidade do Solo	15
5.2. A cultura da soja no Cerrado.....	19
5.3. A cultura do milho no Cerrado	22
5.4. Atributos químicos e físicos do solo	23
6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
7.1. Propriedades no município de Pedro Afonso.....	28
7.2. Propriedades do perímetro: Ipueiras, Silvanópolis e Porto Nacional	33
7.3. Análise químicas.....	43
7.3.1. Município de Pedro Afonso.....	44
7.3.2. Município de Ipueiras ã TO.....	45
7.3.3. Município de Santa Rosa.....	46
7.3.4. Município de Monte do Carmo - TO.....	47
7.3.5. Município de Porto Nacional.....	47
7.4. Análise de granulometria	49
7.4.1. Município de Pedro Afonso ã TO	50
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

1. INTRODUÇÃO

Na intenção de suprir suas necessidades básicas o homem desde o seu surgimento, entra na história como um ser que transforma e modifica o equilíbrio dos recursos naturais, produzindo degradação ambiental, extermínio dos ecossistemas e a aniquilamento das espécies. Dentre as características desta degradação destaca-se o emprego de agrotóxicos nas lavouras, pomares e jardins.

A crescente expansão agrícola e o uso de práticas inadequadas de manejo, juntamente com a ocupação humana desordenada, tem contribuído para o surgimento cada vez maior de áreas degradadas, com consequências drásticas para o meio ambiente. O sistema tradicional de cultivo acarretou ao longo do tempo, a redução da qualidade das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Este processo inicia-se com a remoção da vegetação natural e acentua-se com os cultivos subsequentes, promovendo a exposição direta do solo aos fatores climáticos, resultando em erosão, perda de nutrientes por transporte químico, redução dos teores de matéria orgânica e destruição da estrutura original (SOUZA & MELO, 2000), o que propicia a degradação. Sob condições nativas, o solo organiza-se ao longo do tempo em uma estrutura bem definida pela sua composição granulométrica, química e atuação dos agentes biológicos, subordinados às condições ambientais em que o solo está inserido. A conversão da condição natural para agricultura convencional impõe mudanças drásticas nessa estabilidade, refletindo-se na perda da matéria orgânica e dos agregados mais complexos, representados pelos macroagregados estáveis em água. Essa situação se agrava, se considerarmos que parte do Estado do Tocantins faz parte do MATOPIBA que é um acrônimo formado pelas iniciais dos nomes dos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Esta área, recentemente institucionalizada como uma região de desenvolvimento do país por meio do decreto presidencial 8.447 de 6 de maio de 2015, é considerada a última fronteira agrícola do país, e vem a cada ano ampliando a área plantada, e a produtividade, em última análise, trata-se de uma região onde nem sempre conseguem evitar limitação em nutrientes levando a baixa produtividade biológica, elevada acidez, pobreza em bases trocáveis e fósforo, baixa CTC e níveis de matéria orgânica decrescente quando cultivados (SILVA et al., 1994).

Por conseguinte, se práticas conservadoras não forem adotadas para evitar a

degradação do solo e perda de nutrientes, ocorrerá danos de vários agroecossistemas devido ao impacto ambiental ocasionado. Sendo, portanto, necessário identificar os níveis de elementos básicos para análise do solo quanto a fertilidade. Para isso, o proposto do objetivo geral da pesquisa foi avaliar a qualidade do solo sob o enfoque de atributos físicos e químicos no rebordo de Silvanópolis e Pedro Afonso-TO. Para isso teve-se como específicos da pesquisa: levantar na bibliografia a fertilidade de solo na cultura de grãos; determinar a classificação do tipo solo, relevo e uso atual; e por fim, analisar as características químicas e físicas do solo em diferentes usos da terra.

2. PROBLEMA

No Tocantins, o conhecimento acumulado sobre esse tema pode ser considerado ainda insuficiente, em particular no que diz respeito às possibilidades e limitações da transferência inter-regional, razões estas associadas à dimensão geográfica do estado, à contínua expansão da fronteira agrícola, que ao longo do tempo se faz necessário realização de pesquisas e obtenção de resultados significativos em novas regiões agrícolas.

No Brasil cerca de 63% da área de solos é afetada por acidez elevada e alumínio (Al), e 25% destas áreas apresentam elevada fixação de fósforo (P) (NOVAIS et al., 2007). Muitos solos mesmo sendo férteis não necessariamente são produtivos, pois podem apresentar impedimentos físicos como elevada pedregosidade, baixa profundidade, elevada compactação ou apresentarem impedimentos químicos como elevada salinidade, excesso de sódio, excesso de alumínio, ou outros elementos considerados tóxicos para as plantas ou estarem localizados em área sob baixa precipitação pluviométrica. Por outro lado, há muitos solos que apresentam baixa fertilidade natural, mas possuem atributos físicos favoráveis ao desenvolvimento das plantas e, portanto, podem vir a se tornar produtivos desde que sejam adotadas a prática da adubação e a da calagem.

Diante disso procura-se investigar, a partir dos dados coletados sobre as áreas do rebordo de Silvanópolis e Pedro Afonso -TO, se os nutrientes existentes nos solos analisados estão em níveis adequados de suprimento para um bom desempenho das atividades

3. JUSTIFICATIVA

A preocupação com a manutenção da fertilidade do solo ocorre desde a antiguidade, quando os gregos já recomendavam, ainda que intuitivamente, a aplicação de esterco e água de esgoto nos solos que consideravam como "mais fraco". Teofrasto (372 i 287 aC) recomendava usar de forma abundante esterco nos solos rasos, mas os solos ricos deveriam ser menos adubados. Da mesma forma, romanos e gauleses já utilizavam margas (material à base de argila e calcário) para melhorar o solo onde eram cultivados cereais e videiras. Intuitivamente os povos antigos se preocupavam em manter a fertilidade do solo através da aplicação de materiais que julgavam conservar os "elementos responsáveis" pelo crescimento e produtividade das culturas.

O interesse em avaliar a qualidade do solo tem aumentado por considerá-lo aspecto fundamental na manutenção e na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. Por isso práticas como o plantio direto, rotação de culturas, realização de análises de solo e agora mais recentemente a agricultura de precisão, visam maximizar a produtividade com melhor utilização dos insumos agrícolas, assegurando maior tempo de disponibilidade destes recursos. Além de potencializar o rendimento das culturas e diminuir significativamente os custos de produção, permitindo melhores níveis de renda aos agricultores. A interpretação da análise de solo para fins de recomendação de adubação tem sido objeto de muitos trabalhos nas últimas décadas. Nesse período houve um avanço considerável em vários aspectos relacionados ao assunto, incluindo obtenção de resultados experimentais, métodos analíticos e filosofia de interpretação.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar, a partir dos atributos químicos e físicos do solo, a qualidade dos solos de áreas situadas no rebordo de Silvanópolis e Pedro Afonso-TO.

4.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Levantar na bibliografia a importância da fertilidade de solo na cultura de grãos;
- Determinar a classificação do tipo solo, relevo e uso atual;
- Analisar as características químicas e físicas do solo em diferentes usos da terra.

5. REVISÃO DA LITERATURA

5.1. A importância da Fertilidade do Solo

A fertilidade do solo é a capacidade de ceder nutrientes para as plantas. Para que isso seja possível é necessário que os macros e micronutrientes para crescimento vegetal estejam em quantidades adequadas no solo. Alguns dos nutrientes são derivados de matéria orgânica presente no solo, sendo a matéria orgânica (MO) considerada como todo o resíduo vegetal, esterco de animais e microrganismos em diferentes estados de decomposição e é por meio desse processo que há a liberação de alguns nutrientes para o solo (AGUIAR, 2011).

a) Fertilidade Natural: É a fertilidade decorrente do processo de formação do solo: material de origem + ambiente + organismos + tempo. Fertilidade de um solo nunca trabalhado.

b) Fertilidade Atual: É a fertilidade do solo após a ação antrópica (do homem). Fertilidade após práticas de manejo que visam fornecer nutrientes para as culturas por meio de correção e adubação mineral ou orgânica.

c) Fertilidade Potencial: É a que pode se manifestar a partir de determinadas condições. Nesse caso, alguma característica do solo pode estar limitando a real capacidade do solo em ceder nutrientes para as plantas. Ex.: Solos ácidos.

d) Fertilidade Operacional: É a fertilidade estimada a partir da determinação dos teores de nutrientes no solo por determinados extratores químicos. Nem sempre a fertilidade operacional é exatamente a fertilidade natural ou a atual do solo. Elas se correlacionam, mas podem não ser exatamente iguais.

Para que as plantas se desenvolvam normalmente, alguns fatores são indispensáveis: temperatura, luz, ar, água, nutrientes, etc. Os nutrientes são elementos químicos essenciais ao desenvolvimento das plantas. Carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) são elementos essenciais para as plantas, constituindo 90 a 96 % dos tecidos vegetais. Entretanto, não são considerados no estudo da fertilidade do solo, pois são, prioritariamente, fornecidos pelo ar e pela água.

Para a fertilidade do solo os nutrientes são classificados como:

- a) Macronutrientes primários: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).
- b) Macronutrientes secundários: cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e enxofre (S).
- c) Micronutrientes: boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e cloro (Cl).

A presença de matéria orgânica seca (MOS) no solo é um fator que demonstra característica de solo fértil, por isso é importante a preservação e manejo da cobertura vegetal no solo. A Matéria Orgânica Seca (MOS) é adicionada como forragem ao solo, comumente entre plantios, para que possa ser decomposta e que haja a liberação dos nutrientes necessários para a próxima plantação. Essa técnica é conhecida como adubação verde, sendo que esta prática consiste em adicionar plantas, em sua maioria leguminosa, na superfície do solo com a intenção de enriquecê-lo nutricionalmente, principalmente os teores de N do solo (CULLER, 2017).

Os nutrientes absorvidos em grandes quantidades pelas culturas são considerados macronutrientes. Aqueles absorvidos em menores quantidades, são considerados micronutrientes. No entanto, todos são essenciais e a deficiência de apenas um deles, pode prejudicar o desenvolvimento normal das culturas e, conseqüentemente, sua produção.

A subdivisão entre macronutrientes primários e secundários é apenas uma questão de marketing industrial, dado o advento das formulações N-P-K. Mas, não há qualquer relação com a importância dos nutrientes, uma vez que todos são essenciais e absorvidos em grandes quantidades.

Ao longo do tempo, tem-se visto numerosas tentativas de se conceituar a fertilidade do solo. Entretanto, sempre existiu a tendência de se expressar a

fertilidade do solo em termos de produtividade, de se utilizar, indiscriminadamente,
os termos

fertilidade e produtividade (produção por unidade de área) como sinônimos. Com o desenvolvimento de técnicas analíticas, o homem adquiriu maior facilidade e capacidade preditiva da disponibilidade dos nutrientes, fato que lhe permitiu desvincular, parcialmente, a produção da planta da fertilidade do solo como índice para medir a quantidade de nutrientes passíveis de serem absorvidos.

A fertilidade tem sido conceituada como "a capacidade do solo de ceder elementos essenciais às plantas" (RAIJ, 1981; BRAGA, 1983). Alguns autores (MALAVOLTA, 1976; RAIJ, 1981) acrescentam que esta capacidade, para não apresentar limitações, deva ser mantida durante todo o crescimento e desenvolvimento da planta, mesmo que esta deixe de absorver ou utilizar, numa determinada fase de seu ciclo. A produtividade encontra, portanto, na fertilidade do solo, variável determinante de seu dimensionamento, apenas por limitação quando ela é deficiente.

A fertilidade é a característica que mais evidencia o valor agrônomo do solo. Ela define a capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas em quantidades e proporções adequadas para a obtenção de grandes produtividades, e pode ser modificada pelo homem com certa facilidade, para se adequar às exigências da planta cultivada. Há agricultores que fazem a adubação de suas culturas sem a análise do solo, e outros que, uma vez de posse dos resultados da análise química do solo, não sabem interpretá-los.

Os solos por natureza são materiais heterogêneos, que apresentam grande variabilidade em suas propriedades em condições naturais, mesmo em distâncias de centímetros. E estas variações tornam-se ainda mais acentuadas em se tratando de solos agricultáveis, tanto no sentido horizontal como no vertical.

Os atributos físicos sofrem uma forte influência da matéria orgânica, a qual afeta diretamente a agregação do solo, e a partir daí indiretamente influencia as demais características físicas do solo, como densidade, porosidade, aeração, capacidade de retenção e infiltração. Apesar da matéria orgânica ser considerada a maior responsável pela estabilidade física dos solos, muitos trabalhos têm mostrado que a vegetação e os minerais de argila também têm desempenhado um papel fundamental na qualidade do solo (PALADINI & MIELNICZUK, 1991; GOLDBERG, 1989).

O rendimento de uma determinada cultura será determinado pelo elemento presente em quantidade mais limitante no solo. Em outras palavras, a deficiência de

um nutriente não pode ser superada pelo excesso de outro nutriente.

Neste sentido, para se saber se um solo tem os nutrientes necessários em qualidade e quantidade, deve-se fazer sua análise. Se por ela se constatar que falta, em parte ou totalmente, os nutrientes de que a cultura necessita, deve-se incorporá-los ao solo.

Portanto, através da análise do solo pode-se determinar a quantidade do elemento no solo e estimar as necessidades de calagem e dos nutrientes essenciais necessários para a obtenção de uma produção economicamente rentável para o agricultor.

A explanação da análise de solo é perpetrada com embasamento em parâmetros instituídos pela pesquisa. Importante nessa interpretação é observar para a técnica de análise, o que é preocupante principalmente para o fósforo (será discutido posteriormente). Na Tabela 1 destacam-se os valores para interpretação dos níveis de alumínio, cálcio, magnésio, carbono orgânico, matéria orgânica do solo, saturação de cálcio, magnésio e potássio e as relações atômicas entre esses cátions. Para a explanação de fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes as tabelas serão discutidas nas respectivas seções.

Tabela 1- Classificação de Níveis de alguns dos elementos obtidos para análises de solo sua interpretação para a cultura da soja.

Níveis	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	C	M.O.	Saturação na CTC (%)			Relações		
	cmol _c dm ⁻³			g kg ⁻¹		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
Em Solos com CTC < 8 cmol _c dm ⁻³											
Baixo	< 0,02	< 1,0	< 0,4	< 8,0	< 15,0	< 26,0	< 13,0	< 3,0	< 1,0	< 10,0	< 5,0
Médio	0,02-1,5	1,0-2,0	0,4-0,8	8,0-14,0	15,0-25,0	26,0-34,0	13,0-18,0	3,0-5,0	1,0-2,0	10,0-20,0	5,0-10,0
Alto	> 1,5	> 2,0	> 0,8	> 14,0	> 25,0	> 34,0	> 18,0	> 5,0	> 2,0	> 20,0	> 10,0
Em solos com CTC > 8 cmol _c dm ⁻³											
Baixo	< 0,02	< 2,0	< 0,4	< 8,0	< 15,0	< 35,0	< 13,0	< 3,0	< 1,5	< 8,0	< 3,0
Médio	0,02-1,5	2,0-4,0	0,4-0,8	8,0-14,0	15,0-25,0	35,0-50,0	13,0-20,0	3,0-5,0	1,5-3,5	8,0-16,0	3,0-6,0
Alto	> 1,5	> 4,0	> 0,8	> 14,0	> 25,0	> 50,0	> 20,0	> 5,0	> 3,5	> 16,0	> 6,0

Fonte: Embrapa, 2013.

5.2. A cultura da soja no Cerrado

A explosão da produção de soja no Brasil coincide com o processo de modernização conservadora da agricultura brasileira, que se inicia no final da década de 60 e contribuiu, de forma significativa, para o salto quantitativo e

qualitativo da produção de soja na região do Cerrado. Assim, em 1975, a produção
de soja no

Cerrado era praticamente inexistente, representando menos de 10% de toda a produção do grão no Brasil, ou seja, menos de 500 mil toneladas. Em 2010, a produção de soja no Brasil atingiu a marca de 68,7 milhões de toneladas, sendo que o Cerrado respondeu por 57% de toda a produção nacional.

Do ponto de vista econômico, a cultura da soja ganhou importância nos últimos anos, principalmente com a ampliação do mercado externo e das necessidades alimentícias asiáticas, em especial a China e a Índia. Em função disto, a produção mundial de soja foi multiplicada por 10 nos últimos 40 anos. O Brasil colaborou, de forma significativa, para tal crescimento e, desta forma, o Cerrado hoje é responsável por, aproximadamente, 15% de toda a soja produzida no planeta.

No tocante à produtividade de soja, o bioma em questão passou de 1,3 ton/ha, em 1975, para 2,9 ton/ha, em 2010. Esta evolução em produtividade na cultura da soja é fruto dos avanços tecnológicos tanto de manejo de solo e os diversos tratos culturais quanto de melhoramento genético, que propiciou o cultivo de variedades mais produtivas e com maior sanidade (Gráfico 1).

O gráfico abaixo retrata a evolução da produtividade de soja em âmbito nacional, podendo ser extrapolada a análise para a região do Cerrado. É notório que a produtividade, nos últimos 30 anos, sofreu incremento de aproximadamente 30 sc/ha, valendo a pena evidenciar que o melhoramento genético foi o fator preponderante para que se pudesse alcançar esta posição.

Gráfico 1 ĩ Produtividade histórica SOJA - Brasil



Fonte: Conab

5.3. A cultura do milho no Cerrado

Com relação à cultura do milho, por ser mais conhecida, esta já possuía produção mais significativa no Cerrado em meados da década de 70, representando 21% das 10 milhões de toneladas produzidas no Brasil. O aumento da produção de milho entre 1975 e 2010 foi bastante significativo, sendo que o Cerrado atingiu a marca de, aproximadamente, 27 milhões de toneladas produzidas em 2010, o que correspondeu a 48,7% da produção nacional, que ficou em 55,4 milhões de toneladas. Parte deste crescimento nos últimos anos deve-se ao cultivo da segunda safra de milho, também chamada de Safrinha, com destaque para o estado do Mato Grosso e a região sudoeste de Goiás.

Em relação à produtividade, conforme ilustra o Gráfico 2, o milho viveu, nas últimas décadas, forte evolução. Muito disto deve-se a todo o esforço dos pesquisadores, tanto das instituições públicas quanto das empresas privadas, no sentido de desenvolver híbridos mais produtivos, utilizando-se dos recursos da engenharia genética. Como exemplo disto pode-se citar a evolução dos híbridos quanto à sua classificação, seguindo ordem cronológica de híbridos duplos, triplos e simples. A busca por materiais mais produtivos, com maior sanidade e também com a precocidade ideal para cada região, é o que tem norteado a pesquisa de milho nos últimos anos.

Gráfico 2 | Produtividade histórica MILHO - Brasil



Fonte: Conab

A biotecnologia veio a somar à produtividade, permitindo maior tolerância da cultura às principais pragas. Também alguns serviços agregados como o tratamento adicional de sementes com inseticidas e todo o posicionamento dos diversos híbridos aos diferentes ambientes são práticas que possibilitam melhores resultados. Por tudo isto, no Cerrado houve incremento da ordem de 65 sc/ha de milho nos últimos 30 anos, sem considerar os acessórios tecnológicos e, sim, somente a evolução genética.

O estado do Tocantins é uma das últimas fronteiras agrícolas do Brasil, juntamente com os estados do Piauí, do Maranhão e o Oeste da Bahia, o chamado MATOPIBA. Segundo o levantamento da safra brasileira de grãos de março de 2015 feito pela CONAB, a área semeada no Estado aumentou 9,5% e a produção de grãos 11,4%, chegando a 3,7 milhões de toneladas, colocando-se como o maior Estado produtor da região Norte do país.

5.4. Atributos químicos e físicos do solo

O uso intensivo do solo, sem qualquer tipo de planejamento e controle, acarreta na diminuição da sua fertilidade, necessitando-se, portanto, de adubações cada vez mais elevadas, com o intuito de alcançar as mesmas produtividades nos cultivos. Nesse sentido, o conhecimento dos atributos químicos exerce um papel essencial nas recomendações de corretivos e fertilizantes, evitando a deficiência e a toxidez nutricionais (CQFS - RS/SC, 2004).

Dentre os diversos atributos químicos do solo, merecem evidência o pH, os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e alumínio (Al) trocáveis, de hidrogênio e de fósforo. Através desses e outros atributos é possível calcular a Soma de Bases Trocáveis (SB), a Capacidade de Troca Catiônica Potencial (CTC ou T), a Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTCEFETIVA ou t), a acidez potencial (H + Al), a Saturação por Alumínio (m) e a Saturação por Bases (V).

Apesar de muitas literaturas estabelecer o pH adequado entre 5,5 ã 6,5, nãoexiste um valor considerado ideal para o desenvolvimento de todas as culturas,sendo que este varia em função das necessidades nutricionais de cada espécie(PAVINATO; ROSOLEM, 2008)

A CTC de um solo representa a quantidade total de cátions retidos à superfície do complexo de trocas ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$), representando, portanto, a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes. Quando uma porcentagem elevada de CTC é ocupada por cátions essenciais, como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} , em condições de equilíbrio catiônico, pode-se concluir que o solo em questão apresenta condições propícias ao pleno desenvolvimento vegetal. Em contrapartida, quando um elevado percentual de CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos, como o H^{+} e o Al^{3+} , há uma tendência das culturas implantadas na área sofrerem com o efeito da acidez. De modo geral, solos arenosos apresentam baixa CTC, sendo que neste tipo de solo, as adubações e as calagens devem ser realizadas de forma parcelada, visando diminuir as perdas de nutrientes por lixiviação (RONQUIM, 2010).

A SB de um solo representa a soma dos teores de cátions básicos ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^{+}$) e K^{+} . V, por sua vez, expressa a relação entre SB e CTC, sendo considerado um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade. A partir dessa, os solos podem ser divididos em eutróficos ($V \% \geq 50 \%$) e distróficos ($V \% < 50 \%$). Um índice V% baixo significa que a maioria das cargas negativas dos colóides está sendo neutralizada por H^{+} e Al^{3+} , sendo indicado, para grande parte das culturas, valores compreendidos entre 50 e 80 % (LOPES; GUILHERME, 2007).

Diante da importância que o conhecimento dos atributos químicos exercem no manejo adequado dos solos, diversos estudos vem sendo desenvolvidos a partir da análise dos mesmos, sobretudo, avaliando a possível interação existente entre os sistemas de manejo e a disponibilidade nutricional para as plantas.

Dentre os diversos atributos físicos do solo destacam-se, em importância para o manejo, a textura, a estrutura e a porosidade total. A textura é definida como a distribuição quantitativa das partículas do solo quanto ao tamanho, considerando-se, na avaliação, àquelas inferiores a 2 mm. A estrutura se define como o arranjo das partículas e do espaço poroso entre as mesmas. A porosidade total, por sua vez, refere-se ao volume de solo ocupado por gases e líquidos (REINERT; REICHERT, 2006).

Devido à importância que a textura exerce no manejo do solo, diversos estudos tem sido realizados objetivando a sua determinação. Conhecendo

as proporções de areia, silte e argila, levando-se em consideração outros atributos edáficos, poderá

indicar-se a adubação mais adequada, destacando-se a possível necessidade de parcelamento de acordo com a classe textural do solo considerado.

Porém, a avaliação de apenas um atributo físico do solo não é recomendado quando o objetivo do estudo for elaborar propostas para o manejo de uma área, necessitando-se, neste caso, de uma análise mais completa, com a determinação de outras variáveis edáficas.

Para que um solo apresente boa estruturação, é necessário a presença de fatores que promovam a aproximação das partículas, como a pressão exercida pelas raízes e organismos, e a presença de um agente que promova a manutenção do agregado, como a matéria orgânica. Segundo Campos et al. (1995), em sistemas de manejo que apresentam contínuo aporte de resíduos orgânicos, a estabilidade de agregados tende a apresentar maior valor, justificável pelo aumento das atividades microbianas.

A avaliação dos atributos físicos do solo tem se tornado um componente importante na procura de sustentabilidade nos sistemas de produção agrícola. Uma das formas de melhorar a qualidade do solo sugerido por Altieri (2002) é a adoção de práticas de cultivo orgânico, que se caracteriza por não utilizar fertilizantes minerais e agrotóxicos, com aquisição de insumos orgânicos, bem como a redução do revolvimento do solo.

Neste contexto, em que grande parte dos solos brasileiros apresenta algum grau de compactação. Os resultados obtidos mostraram que o plantio direto neste tipo de solo elevou a densidade do solo para níveis limitantes ao crescimento radicular. Todas as culturas avaliadas apresentaram, em menor ou maior proporção, dificuldade no desenvolvimento das raízes.

De modo geral, as condições físicas consideradas ideais ao desenvolvimento das plantas são proporcionadas quando o solo apresenta-se em seu estado natural, sob vegetação nativa. À medida que o mesmo vai sendo submetido ao uso intensivo, os atributos físicos sofrem alterações, limitando o crescimento vegetal (BERTOL et al., 2004)

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Sabattini (1989) o objetivo de uma metodologia é o de estabelecer uma orientação efetiva ao pesquisador que dela se utilizar em um certo processo investigativo, possibilitando-lhe tomar decisões oportunas e selecionar as hipóteses, técnicas e dados mais adequados.

Assim, para atingir os objetivos definidos da pesquisa optou-se por três estratégias: a pesquisa bibliográfica, o levantamento de dados e estudo de caso.

Desta forma, para a execução deste trabalho, a metodologia de pesquisa constituirá das seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica: levantamento e análise das bibliografias específicas e correlatas aos assuntos: fertilidade; análises químicas e físicas do solo.

Para a realização da etapa referente a pesquisas bibliográficas foram realizadas leituras de livros, dissertações, teses, jornais, periódicos, revistas, legislações, artigos de congressos específicos sobre o assunto desta pesquisa, sendo nacionais ou estrangeiros com elevada importância.

Os documentos foram obtidos por meio de bancos de dados como unidades de recebimento de embalagens agrotóxicas, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Associação Brasileira de Normas Técnicas e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Destarte, para a realização da pesquisa de campo foram realizadas visitas com o objetivo de identificar as características dos solos.

- Pesquisa de campo: levantamento das áreas com culturas de grãos que se utilizam das centrais de recebimento de embalagens de agrotóxicos como recorte amostral da região produtora.

- Pesquisa Experimental: Após o levantamento e a conclusão do levantamento e diagnóstico das áreas estudada, foram selecionadas algumas propriedades dentro do limite do estudo, onde foram feitas coletas de solos para verificação da fertilidade. O critério de seleção das áreas foi a proximidade das unidades de recebimento de embalagens. Foram coletadas amostras para a realização de análises químicas, granulométricas.

Os solos das áreas selecionadas serão classificados de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMBRAPA, 2013), em seguida o procedimento de coleta. A metodologia para determinação dos parâmetros químicos e granulométricos seguiu-se procedimentos descritos em EMBRAPA (1997).

Para a determinação da caracterização dos solos e sua fertilidade, a coleta e amostragem, procederam da seguinte forma:

Cada área foi subdividida em três subáreas, coletando-se 30 amostras simples, com auxílio de trado holandês de 4,5 cm de diâmetro e 16 cm de comprimento, por subárea para compor uma amostra composta, constituindo-se três repetições por área. Em cada ponto foram coletadas amostras de solos nas seguintes profundidades: 0-10cm e 10-20cm. As amostras foram secas ao ar, posteriormente destorroadas e moídas em almofariz de ágata.

Foi adotado o método EPA 3051 (digestão com HNO₃), utilizado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 1996) e preconizado pelo Conama como método de referência. Os teores totais foram extraídos com a água régia (HCl + HNO₃, 3:1). Este é o método padrão para certificação de amostras de solos na Grã-Bretanha e França (PÉREZ et al., 1997).

A digestão consiste em:

- a) usar até 0,5 g de amostra seca;
- b) adicionar alternativamente, 9 mL HNO₃ e 3mL HCL;
- c) a temperatura deve chegar a 175 ± 5 °C em $5,5 \pm 0.25$ min e ser mantida por 4,5 min. (USEPA, 2007).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os objetivos do estudo, os resultados foram organizados em tabelas seguidos de comentários em relação aos aspectos que mais se destacaram.

Abaixo segue a lista de amostras com suas respectivas coordenadas e informações das áreas estudadas.

7.1. Propriedades no município de Pedro Afonso.

A região dos Biomas Cerrado se caracterizam por se posicionar desde a década de 80 com excelência para abertura de novas áreas de produção. A Fronteira Agrícola. Muitas destas áreas foram incluídas no cenário produtivo por meio de incentivos governamentais de colonização e interiorização da produção agrícola do país, a exemplo do Projeto de Desenvolvimento do Cerrado - PRODECER.

A cidade de Pedro Afonso Tocantins foi contemplada na sua terceira fase (PRODECER III), e desde então são áreas de elevado uso de tecnologias e exploração intensiva, no que concerne as produções agrícola e pecuária. Tais estratégias de produção podem causar reflexos negativos nos atributos de qualidade dos solos.

O manejo e conservação do solo no Bioma Cerrado, devem ser partes integrantes das estratégias adotadas na busca por sustentabilidade quando se faz exploração comercial com uso recursos naturais (solo e água). Neste sentido a verificação dos atributos químicos e físicos dos solos podem revelar, por meio de seus indicadores, a intensidade dos prováveis processos erosivos pré-existentes na área de cultivo agropecuário. Pois em muitos casos o esgotamento do solo pode levar a perdas de produção, seguida de desertificação, e incapacidade produtiva.

Uma das principais verificações da qualidade do solo são as análises de rotina de fertilidade, com isso pode-se realizar interpretações dos contrastes das atuais condições com a situação após a colheita. Portanto foram analisados os atributos físico-químicos de PLINTOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico do Município de Pedro Afonso - TO. Neste foi possível verificar que mesmo com o histórico de sucessivos cultivos e uso de estratégias de correção da acidez com calagem, adubações recomendadas em cinco amostras apresentaram estágio intermediário de erosão e perda de qualidade.

Em análise a lista de amostras e suas informações observou-se que das oitos propriedades analisadas, cinco cultivam milho safrinha durante a entressafra da soja, e apenas uma propriedade no município de Pedro Afonso não utilizam o solo nesse meio tempo. De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2013). Houve um aumento nas vendas de agrotóxicos para algumas culturas, como: Soja (15,3) e milhos safrinha (19,0%), justamente as principais culturas cultivadas na safra e entressafras no município de Pedro Afonso. Esse aumento pode ser justificado pelo crescimento de insetos e plantas daninhas nas lavouras, (também observados por nosso grupo de trabalho conforme as fotografias abaixo), pois os mesmos obtiveram uma soma de 26,1% e 54,0%, respectivamente nas vendas.

Figura 1 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Bom Retiro

FAZENDA BOM RETIRO	
Amostra 1	
Ponto 1	
22L 0823409	Elevação _ 258 m
UTM 9010187	
Ponto 2	
22L 0823403	Elevação _ 259 m
UTM 9010165	
Ponto 3	
22L 0823434	Elevação _ 259 m
UTM 9010137	
Ponto 4	
22L 0823392	Elevação _ 255 m
UTM 9010055	
Ponto 5	
22L 0823388	Elevação _ 254 m
UTM 9010004	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Plintossolo	
Relevo: Plano	
Uso atual: Cultivo de milho safrinha.	

Imagem 1 ĩ Solo da Fazenda Bom Retiro



Figura 2 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Sete Lagoas

FAZENDA SETE LAGOAS	
Amostra 3	
Ponto 11	
22L 0815894	Elevação _ 220 m
UTM 9005866	
Ponto 12	
22L 0815901	Elevação _ 219 m
UTM 9005854	
Ponto 13	
22L 0815962	Elevação _ 223 m
UTM 9005866	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo	
Relevo: Plano	
Uso atual: Cultivo de cana-de-açúcar.	

FAZENDA SETE LAGOAS	
Amostra 4	
Ponto 14	
22L 0816119	Elevação _ 213 m
UTM 9006571	
Ponto 15	
22L 0816094	Elevação _ 214 m
UTM 9006610	
Ponto 16	
22L 0816125	Elevação _ 214 m
UTM 9006634	
Ponto 17	
22L 0816190	Elevação _ 214 m
UTM 9006621	
Ponto 18	
22L 0816254	Elevação _ 213 m
UTM 9006573	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo	
Relevo: Plano	
Uso atual: Cultivo de soja.	

Figura 3 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Joao Português

FAZENDA JOÃO PORTUGUÊS	
Amostra 2	
Ponto 6	
22L 0821422	Elevação _ 237 m
UTM 9009653	
Ponto 7	
22L 0821427	Elevação _ 238 m
UTM 9009608	
Ponto 8	
22L 0821483	Elevação _ 245 m
UTM 9009595	
Ponto 9	
22L 0821453	Elevação _ 245 m
UTM 9009548	
Ponto 10	
22L 0821349	Elevação _ 252 m
UTM 9009499	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Plintossolo	
Relevo: Ondulado e suavemente ondulado	
Uso atual: Cultivo de milho safrinha.	

Imagem 2: Área da Fazenda Joao Português



Figura 4 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Júlio Maria

FAZENDA JÚLIO MARIA	
Amostra 5	
Ponto 19	
22L 0822196	Elevação _ 239 m
UTM 8997465	
Ponto 20	
22L 0822149	Elevação _ 242 m
UTM 8997445	
Ponto 21	
22L 0822162	Elevação _ 243 m
UTM 8997381	
Ponto 22	
22L 0822133	Elevação _ 244 m
UTM 8997320	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Plintossolo	
Relevo: Suavemente ondulado	
Uso atual: Posteriormente sem uso.	

Figura 5 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Brejinho

FAZENDA BREJINHO	
Amostra 6	
Ponto 23	
22L 0814488	Elevação _ 257 m
UTM 8992762	
Ponto 24	
22L 0814463	Elevação _ 248 m
UTM 899283	
Ponto 25	
22L 0814488	Elevação _ 260 m
UTM 8992847	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Plintossolo	
Relevo: Plano	
Uso atual: Cultivo de milho safrinha.	

Imagem 3: Cultura de Milho na Fazenda Brejinho



Figura 6 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Boa Esperança

FAZENDA BOA ESPERANÇA	
Amostra 7	
Ponto 26	
22L 0815513	Elevação _ 275 m
UTM 8991022	
Ponto 27	
22L 0815536	Elevação _ 274 m
UTM 8991065	
Ponto 28	
22L 0815581	Elevação _ 270 m
UTM 8991034	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo (Ausência de horizonte A)	
Relevo: Suavemente ondulado	
Uso atual: Cultivo de milho safrinha.	

FAZENDA BOA ESPERANÇA	
Amostra 8	
Ponto 29	
22L 0815143	Elevação _ 263 m
UTM 8990963	
Ponto 30	
22L 0815132	Elevação _ 264 m
UTM 8990930	
Ponto 31	
22L 0815110	Elevação _ 264 m
UTM 8990946	
Ponto 32	
22L 0815129	Elevação _ 262 m
UTM 8990999	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo	
Relevo: Suavemente ondulado	
Uso atual: Cultivo de soja.	

Em análise a lista de amostras e suas informações observou-se que das oitos propriedades analisadas, cinco cultivam milho safrinha durante a entressafra da soja, e apenas uma propriedade no município de Pedro Afonso não utilizam o solo nesse meio tempo. De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2013). Houve um aumento nas vendas de agrotóxicos para algumas culturas, como: Soja (15,3) e milhos safrinha (19,0%), justamente as principais culturas cultivadas na safra e entressafras no município de Pedro Afonso. Esse aumento pode ser justificado pelo crescimento de insetos e plantas daninhas nas lavouras, (também observados por nosso grupo de trabalho conforme as fotografias abaixo), pois os mesmos obtiveram uma soma de 26,1% e 54,0%, respectivamente nas vendas.

Imagem 4: Pragas na cultura da soja



Imagem 5: Plantas Daninhas



7.2. Propriedades do perímetro: Ipueiras, Silvanópolis e Porto Nacional

A análise de solos é o único método que permite, antes do plantio, conhecer a capacidade de um determinado solo suprir nutrientes para as plantas. É a forma mais

simples, econômica e eficiente de diagnose da fertilidade das terras e constitui base imprescindível para a recomendação de quantidades adequadas de corretivos e fertilizantes para aumentar a produtividade das culturas e, como consequência a produção e a lucratividade das lavouras.

Figura 6 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda Vale do Tocantins

FAZENDA VALE DO TOCANTINS	
Amostra 1	
Ponto 1	
22L 07764437	Elevação _ 254 m
UTM 8764083	
Ponto 2	
22L 0776491	Elevação _ 255 m
UTM 8764061	
Ponto 3	
22L 0776531	Elevação _ 253 m
UTM 8764129	
Ponto 4	
22L 0776606	Elevação _ 253 m
UTM 8764190	
Ponto 5	
22L 0776516	Elevação _ 254 m
UTM 8764317	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo até o ponto 4;	
Plintossolo no ponto 5;	
Relevo: Plano;	
Uso atual: Cultivado de soja, atualmente sem uso.	

Imagem 6: Tipo de Solo na Fazenda Vale do Tocantins



Figura 7 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda do Baiano

FAZENDA DO BAIANO (BURITI)	
Amostra 2	
Ponto 1	
22L 0795877	Elevação _ 270 m
UTM 8742615	
Ponto 2	
22L 0795898	Elevação _ 272 m
UTM 8742638	
Ponto 3	
22L 0795945	Elevação _ 271 m
UTM 8742631	
Ponto 4	
22L 0795984	Elevação _ 272 m
UTM 8742665	
Ponto 5	
22L 0795918	Elevação _ 274 m
UTM 8742699	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo (arenoso);	
Relevo: Suavemente ondulado;	
Uso atual: atualmente com a cultura de feijão (safrinha)	

**Figura 8 ĩ Tipo de solo, relevo e uso atual
na Fazenda Bertholdi e Picoly**

FAZENDA DO BERTHOLDIE PICOLY	
Amostra 3	
Ponto 1	
22L 0804265	Elevação _ 304 m
UTM 8738842	
Ponto 2	
22L 0804278	Elevação _ 301 m
UTM 8738844	
Ponto 3	
22L 0804279	Elevação _ 300 m
UTM 8738865	
Ponto 4	
22L 0804486	Elevação _ 300 m
UTM 8738869	
Ponto 5	
22L 0804471	Elevação _ 301 m
UTM 8738878	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: solo muito vermelho e argiloso;	
Relevo: Plano;	
Uso atual: Atualmente com milho safrinha.	

**Imagem 7: Área da Fazenda Bertholdi e
Picoly**

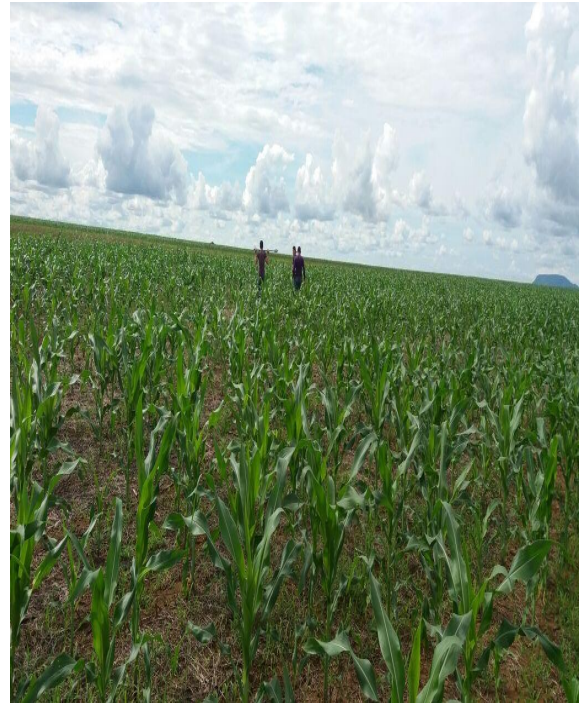


Figura 9 ï Tipo de solo, relevo e uso atual na Fazenda G3

FAZENDA G3	
Amostra 6	
Ponto 1	
23L 0176744	Elevação _ 337 m
UTM 8730298	
Ponto 2	
23L 0176770	Elevação _ 340 m
UTM 8730364	
Ponto 3	
23L 0176832	Elevação _ 338 m
UTM 8730387	
Ponto 4	
23L 0176861	Elevação _ 340 m
UTM 8730456	
Ponto 5	
23L 0176948	Elevação _ 340 m
UTM 8730304	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo;	
Relevo: Suavemente ondulado;	
Uso atual: Atualmente com o cultivo de milho safrinha.	

Imagem 8: Amostra de Solo da Fazenda G3 ï Cultura de Feijão



Imagem 9: Amostra de Solo da Fazenda G3 ï Cultura de Milho



Imagem 10: Amostra de Solo da Fazenda G3 ï Cultura de Feijão



Figura 10 – Tipo de solo, relevo e uso atual da Fazenda Jokata

FAZENDA JOKATA		FAZENDA JOKATA	
Amostra 7		Amostra 8	
Ponto 1		Ponto 1	
23L 0176413	Elevação _ 340 m	23L 0176186	Elevação _ 343 m
UTM 8729954		UTM 8729966	
Ponto 2		Ponto 2	
23L 0176355	Elevação _ 340 m	23L 0176096	Elevação _ 346 m
UTM 8729945		UTM 8729981	
Ponto 3		Ponto 3	
23L 0176318	Elevação _ 339 m	23L 0176091	Elevação _ 345 m
UTM 8729891		UTM 8730052	
Ponto 4		Ponto 4	
23L 0176219	Elevação _ 339 m	23L 0176033	Elevação _ 346 m
UTM 8729886		UTM 8730054	
Ponto 5		Ponto 5	
23L 0176239	Elevação _ 339 m	23L 0175994	Elevação _ 343 m
UTM 8729940		UTM 8729958	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:		INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Plintossolo (Ausência de horizonte ãAð);		Tipo de solo: Plintossolo;	
Relevo: Suavemente ondulado;		Relevo: Suavemente ondulado;	
Uso atual: Atualmente com o cultivo de feijão safrinha		Uso atual: Atualmente com milho safrinha.	

Imagem 11: Amostra de Solo da Fazenda Jokata



Figura 11 Ĩ Tipo de solo, relevo e usoatual da Fazenda Maringá

FAZENDA MARINGÁ	
Amostra 9	
Ponto 1	
22L 0819894	Elevação _ 310 m
UTM 8731817	
Ponto 2	
22L 0819857	Elevação _ 311 m
UTM 8731897	
Ponto 3	
22L 0819838	Elevação _ 313 m
UTM 8731856	
Ponto 4	
22L 0819855	Elevação _ 312 m
UTM 8731808	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Pontos 1,3 e 4 - Latossolo;	
Ponto 2 - Plintossolo;	
Relevo: Suavemente ondulado	
Uso atual: Atualmente com capim (braquiária).	

Imagem 12: Área da Fazenda Maringá
Ĩ Capim Braquiária



Figura 12 Ĩ Tipo de solo, relevo e usoatual da Fazenda Nossa Senhora Aparecida

Figura 13 Ĩ Tipo de solo, relevo e usoatual da Fazenda Terra Vermelha

FAZENDA TERRA VERMELHA	
Amostra 5	
Ponto 1	
23L 0173377	Elevação _ 347 m
UTM 8730355	
Ponto 2	
23L 0173332	Elevação _ 352 m
UTM 8730367	
Ponto 3	
23L 0173304	Elevação _ 352 m
UTM 8730353	
Ponto 4	
23L 0173262	Elevação _ 351m
UTM 8730373	
Ponto 5	
23L 0173223	Elevação _ 350 m
UTM 8730364	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Plintossolo;	
Relevo: Plano;	
Uso atual: Cultivado soja, atualmente sem uso.	

FAZENDA NOSSA SENHORA APARECIDA	
Amostra 10	
Ponto 1	
22L 0811409	Elevação _ 2 m
UTM 8726866	
Ponto 2	
22L 0811485	Elevação _ 2 m
UTM 8726865	
Ponto 3	
22L 0811529	Elevação _ 2 m
UTM 8726920	
Ponto 4	
22L 0811601	Elevação _ 2 m
UTM 8726933	
Ponto 5	
22L 0811689	Elevação _ 2 m
UTM 8726956	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo Vermelho;	
Relevo: Plano;	
Uso atual: Atualmente sem uso	

Figura 14: Área da Fazenda Mancini

Imagem 13 ĩ Amostra de Solo da Fazenda Mancini ĩ Cultura de Soja

FAZENDA MANCINI	
Amostra 11	
Ponto 1	
22L 0814506	Elevação _ 309 m
UTM 8730084	
Ponto 2	
22L 0814459	Elevação _ 302 m
UTM 8730008	
Ponto 3	
22L 0814391	Elevação _ 300 m
UTM 8730034	
Ponto 4	
22L 0814338	Elevação _ 300 m
UTM 8729960	
Ponto 5	
22L 0814392	Elevação _ 299 m
UTM 8729909	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Solo: Plintossolo, com petroplintita a partir de 40 cm;	
Relevo: Suavemente ondulado;	
Uso atual: Cultivado soja, atualmente sem uso.	



Figura 15 ĩ Tipo de solo, relevo e usoatual da Fazenda Recanto Stefanelli

FAZENDA RECANTO STEFANELLI	
Amostra 12	
Ponto 1	
22L 0810523	Elevação _ 280 m
UTM 8787409	
Ponto 2	
22L 0810526	Elevação _ 279 m
UTM 8787405	
Ponto 3	
22L 0810520	Elevação _ 278 m
UTM 8787399	
Ponto 4	
22L 0810524	Elevação _ 278 m
UTM 8787390	
Ponto 5	
22L 0810515	Elevação _ 279 m
UTM 8787386	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo Vermelho;	
Relevo: Plano;	
Uso atual: Atualmente com o cultivo de milho safrinha	

Figura 16 ĩ Tipo de solo, relevo e usoatualda Fazenda Espirito Santo

FAZENDA ESPÍRITO SANTO	
Amostra 13	
Ponto 1	
22L 0805703	Elevação _ 265 m
UTM 8789058	
Ponto 2	
22L 0805729	Elevação _ 269 m
UTM 8789143	
Ponto 3	
22L 0805819	Elevação _ 268 m
UTM 8789151	
Ponto 4	
22L 0805828	Elevação _ 273 m
UTM 8789238	
Ponto 5	
22L 0805909	Elevação _ 273 m
UTM 8789244	
INFORMAÇÕES DA ÁREA:	
Tipo de solo: Latossolo;	
Relevo: Plano e Suavemente ondulado;	
Uso atual: Cultivado soja, atualmente sem uso.	

Figura 17 ĩ Tipo de solo, relevo e usoatual da Fazenda São João

FAZENDA SÃO JOÃO		
Amostra 14		
Ponto 1		
22L 0800527	Elevação _ 259 m	
UTM 8795656		
Ponto 2		
22L 0800516	Elevação _ 259 m	
UTM 8795597		
Ponto 3		
22L 0800453	Elevação _ 260 m	
UTM 8795608		
Ponto 4		
22L 0800442	Elevação _ 261 m	
UTM 8795535		
Ponto 5		
22L 0800514	Elevação _ 263 m	
UTM 8795510		
INFORMAÇÕES DA ÁREA:		
Tipo de solo: Latossolo;		
Relevo: Plano e Suavemente ondulado;		
Uso atual: Cultivado soja, atualmente sem uso.		

7.3. Análise químicas

As amostras colhidas apresentadas na tabela 3 demonstram que pode haver um estágio intermediário de erosão. Com base nos resultados das análises de solo, as características químicas e físicas dos mesmos vêm demonstrando que estes pertencem a um elevado grau de intemperismo muito embora se apresente em área agrícola, são características de rochas cristalinas. Ainda se torna necessário cuidados com relação ao uso do solo, pois a aptidão agrícola de grande parte das amostras demonstra que os solos possuem um grau de acidez médio com baixos teores de fosfato, teores de cálcio e magnésio variáveis quase sempre inferior a 50% o que caracteriza um ambiente de perda de macro nutrientes. Estes resultados corroboram o tipo de manejo escolhido para essas áreas, que em função da baixa fertilidade apresentam características de textura média arenosa frágil se tornando presente em grande parte do estudo.

Outro destaque que foi possível verificar são as idades físicas do solo, que demonstraram deficiência estrutural sinalizando pouca presença de argila, e faz com que os mesmos ao trânsito de máquinas tenham um teor de matéria orgânica baixa favorecendo o aparecimento de faixas de compactação.

7.3.1. Município de Pedro Afonso

Tabela 2- análise química das amostras de solo coletados no município de Pedro Afonso - TO.

Solo	pH	P (Mehlich)	K	Ca ²⁺ Mg ²⁺	SB	Al ³⁺	H+Al	CTC (pH 7,0)	V	m	M.O.S	C
		mg dm ³		 cmolc dm ³						 %		
					FAZENDA BOM RETIRO							
Amostra 1	5,1	6,99	60	5,92	6,07	0	15,92	22	27,61	0	4,92	2,852
					FAZENDA JOÃO PORTUGUÊS							
Amostra 2	5,68	6,66	120	8,19	8,5	0	12,89	21,38	39,74	0	4,25	2,468
					FAZENDA SETE LAGOAS							
Amostra 3	5,47	5,78	50	5,13	5,26	0	9,65	14,91	35,26	0	2,65	1,538
					FAZENDA SETE LAGOAS							
Amostra 4	5,84	4,64	30	4,92	5	0	6,63	11,63	42,97	0	1,6	0,929
					FAZENDA JÚLIO MARIA							
Amostra 5	5,37	4,3	70	6,34	6,52	0	15,16	21,68	30,07	0	4,2	2,436
					FAZENDA BREJINHO							
Amostra 6	5,22	12,78	110	6,53	6,81	0	16,19	23	29,62	0	3,32	1,923
					FAZENDA BOA ESPERANÇA							
Amostra 7	5,11	6,39	120	4,94	5,25	0	17,9	23,15	22,67	0	4,86	2,82
					FAZENDA BOA ESPERANÇA							
Amostra 8	5,76	3,63	80	7,56	7,77	0	13,56	21,33	36,41	0	4,53	2,628

C= Carbono orgânico; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V%= saturação por bases; m%: saturação por alumínio; M.O.S: matéria orgânica saturada.

Retratando os dados da Amostra 1 colhida na área agrícola da Fazenda Bom Retiro (tabela 2), os mesmos indicam que se trata de solo de cultivos intensivo. Muito embora seja precipitado afirmar conclusivamente por conta do reduzido número de repetições, há indicativos de falhas de manejo, as quais podem estar relacionadas a prováveis negligências nas sucessivas recomendações e aplicação de calcário. Pois, os níveis de (Ca²⁺ + Mg²⁺) é de 5,92 cmolc.dm⁻³ (tabela 2), enquanto o ideal seria 2,0 cmolc.dm⁻³. Entretanto a adoção do sistema de plantio direto na palha (SPD) tem contribuído para melhoria nos teores de matéria orgânica no solo (MOS), um dos principais indicadores de qualidade, e que nesta amostra tem seus teores superior ao mínimo desejado que seria 2 %, o que contribui para o resultado da análise de solo apresentar 4,92% de MOS (tabela 2).

O mesmo ocorre nas demais áreas analisadas: Fazenda João Português; Fazenda Sete Lagoas; Fazenda Júlio Maria, Fazenda Brejinho; Fazenda Boa Esperança. Vale ressaltar que as classes de solo variaram, mas todas estão contidas no escopo de solo de médio a elevado grau de intemperismo.

No que tange a medição de fósforo no solo, todas apresentaram níveis abaixo de 10 mg.dm⁻³. Exceto a Fazenda Brejinho, a qual utiliza agricultura de precisão e integração lavoura-pecuária no manejo de suas áreas agrícolas. Assim

consequentemente superou com teor de 12,78 mg.dm⁻³ acima das demais áreas observadas pontualmente (tabela 2).

Com relação a concentração do fósforo, apenas duas amostras atingiram o requisito mínimo onde pôde ser visto melhores técnicas de manejo: na fazenda Bom Retiro e Vale do Tocantins. Nas demais confirmaria a ausência de um técnico, pois os resultados reborda a ineficiência da calagem em atingir o mínimo ideal.

7.3.2. Município de Ipueiras - TO

Tabela3 - Análise química de solo coletados no município de Ipueiras - TO.

Solo	pH	P (Mehlich)	K	Ca ² Mg ²	SB	Al ³	H+Al	CTC (pH 7,0)	V	m	M.O.S	C
		mg dm ³				 cmolc dm ³					%	
FAZENDA VALE DO TOCANTINS												
Amostra 9	5,32	10,56	50	2,47	2,6	0	6,86	9,46	27,46	0	1,71	0,994

C= Carbono orgânico; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V%= saturação por bases; m%: saturação por alumínio; M.O.S: matéria orgânica saturada.

Para os resultados acima tratou-se de generalizar no que fere ao agrupamento das considerações sobre os atributos físico-químicos e as abstrações relacionadas aos resultados apresentados nos laudos de fertilidade do solo. Resultados estes que demonstram cuidados com o uso do solo conforme suas aptidões, e que devem ser adotados, pois grande parte das amostras estão com baixa fertilidade, o que pode comprometer significativamente os resultados e consequentemente dar início a processos erosivos. Muito embora, baixos teores de fósforo são comuns em solos de cerrado.

Este atributo da fertilidade é muito variável e demanda muita cautela na sua correção. No entanto, em geral, solos que foram submetidos a muitos ciclos de cultivo intensivo, esperam-se que estes teores sejam elevados, ou mesmo, estabilizados em níveis mínimos.

7.3.3. Município de Santa Rosa

Tabela 4 Análise química de solo coletados no município de Santa Rosa – TO.

Solo	pH	P (Mehlich)	K	Ca ²⁺ Mg ²⁺	SB	Al ³⁺	H+Al	CTC (pH 7,0)	V	m	M.O.S	C
		mg dm ³				 cmolc dm ³				 %		
FAZENDA DO BAIANO (BURITI)												
Amostra 10	5,68	9,62	90	4,33	4,56	0	6,63	11,19	40,74	0	2,87	1,667
FAZENDA DO BERTHOLDI E PICOLY												
Amostra 11	5,47	5,04	70	2,88	3,06	0	8,99	12,05	25,39	0	1,88	1,09
FAZENDA ITAJUBA												
Amostra 12	5,27	9,01	100	3,28	3,54	0	7,95	11,49	30,78	0	3,04	1,763
FAZENDA TERRA VERMELHA												
Amostra 13	5,92	4,03	60	2,78	2,93	0	4,9	7,83	37,45	0	1,77	1,026
FAZENDA G3												
Amostra 14	5,54	6,46	120	4,28	4,59	0	9,08	13,66	33,58	0	2,65	1,538
FAZENDA JOKATA												
Amostra 15	4,5	5,25	80	1,77	1,98	0,01	13,45	15,42	12,81	0,5	2,43	1,41
FAZENDA JOKATA												
Amostra 16	4,69	4,64	80	2,25	2,46	0	12,34	14,8	16,59	0	2,27	1,31
FAZENDA JOKATA												
Amostra 17	4,82	3,5	40	2,27	2,37	0	11,78	14,15	16,76	0	2,16	1,25
FAZENDA MARINGÁ												
Amostra 18	5,61	6,93	80	3,32	3,53	0	5,31	8,84	39,89	0	2,49	1,442
FAZENDA NOSSA SENHORA APARECIDA												
Amostra 19	5,09	4,51	90	2,96	3,19	0	8,55	11,74	27,18	0	2,6	1,506
FAZENDA MANCINI												
Amostra 20	4,61	4,24	70	1,72	1,9	0	9,52	11,42	16,63	0	2,65	1,538

C= Carbono orgânico; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V%= saturação por bases; m%: saturação por alumínio; M.O.S: matéria orgânica saturada.

Outro destaque apontado são os parâmetros químicos do solo, que apresentam acidez em todas as amostras, em nível elevado na minoria e mediano na maioria, este último em aproximados 85% das mesmas.

No que concerne a concentração de calcário por amostragem, os resultados se apresentam, em sua maioria, acima do valor ideal, o que poderia apontar falhas de manejo, relacionadas a prováveis negligências nas sucessivas recomendações e aplicação de calcário, pois os níveis de (Ca²⁺ + Mg²⁺) em grande parte estão majorados ao nível do ideal.

7.3.4. Município de Monte do Carmo - TO

Tabela 5 – Análise química de solo coletados no município de Monte do Carmo – TO.

Solo	pH	P (Mehlich)	K	Ca ² Mg ²	SB	Al ³	H+Al	CTC (pH 7,0)	V	m	M.O.S	C
		mg dm ³ .....		.....	.....	cmolc dm ³				 %		
FAZENDA RECANTO STEFANELLI												
Amostra 21	5,05	8,34	100	3,96	4,22	0	12,38	16,59	25,41	0	3,09	1,795
FAZENDA ESPÍRITO SANTO												
Amostra 22	6,08	7,8	120	2,39	2,7	0	4,29	6,99	38,61	0	2,27	1,314
FAZENDA ESPÍRITO SANTO												
Amostra 23	6,63	8,34	40	3,62	3,72	0	2,62	6,35	58,66	0	2,1	1,218
FAZENDA ESPÍRITO SANTO												
Amostra 24	5,66	8,34	80	3,24	3,45	0	5,96	9,4	36,64	0	2,38	1,378
FAZENDA ESPÍRITO SANTO												
Amostra 25	5,44	5,18	80	2,5	2,71	0	6,58	9,29	29,12	0	2,49	1,442

C= Carbono orgânico; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V%= saturação por bases; m%: saturação por alumínio; M.O.S: matéria orgânica saturada.

O CTC é a capacidade que o solo tem de reter as cargas positivas, visto os valores de nível excelente retendo bons elementos catiônicos, os principais elementos nutricionais. Justifica-se ainda o conceito de solo bom, como aquele com alto CTC, já que consegue reter o poluente evitando a contaminação, que na maioria são cátions.

7.3.5. Município de Porto Nacional

Tabela 6 – Análise química de solo coletados no município de Porto Nacional – TO.

Solo	pH	P (Mehlich)	K	Ca ² Mg ²	SB	Al ³	H+Al	CTC (pH 7,0)	V	m	M.O.S	C
		mg dm ³ .....		.....	.....	cmolc dm ³				 %		
FAZENDA SÃO JOÃO												
Amostra 26	5,03	7,2	20	1,55	1,6	0	6,45	8,05	19,88	0	2,38	1,378
FAZENDA SÃO JOÃO												
Amostra 27	5,06	3,83	60	1,84	1,99	0	6,4	8,4	23,75	0	2,76	1,6

C= Carbono orgânico; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V%= saturação por bases; m%: saturação por alumínio; M.O.S: matéria orgânica saturada.

Com o retrato atual do solo analisado, o tipo de manejo e a intensidade escolhida para essas áreas devem levar em consideração a baixa fertilidade e pouca estruturação do solo. Os mesmos apresentam textura média arenosa, o que deve ser

objeto de observações ao longo do tempo e planejamento de trânsito de máquinas.

Tal

fato

deve-

se a processos erosivos comuns em áreas com estas características, o que provoca a formação de camadas de compactação. Estas comprometem a passagem das raízes e com isso podem expor as plantas a diferentes formas de estresse (hídrico ou mesmo nutricional) por conta da resistência mecânica à penetração (RMP). O teor de matéria orgânica baixo favorece aparecimento destas faixas de compactação, e tal impedimento compromete a capacidade de infiltração de água no solo.

7.4. Análise de granulometria

A qualidade física do solo está intimamente relacionada com a sustentabilidade dos sistemas agropecuários, e por isso sua avaliação deve ser realizada utilizando indicadores que possam refletir seu comportamento de acordo com o uso e manejo (PEREIRA et al., 2011). Esses indicadores físicos são de fundamental importância, pois eles são os medidores da sustentabilidade dos sistemas produtivos (REYNOLDS et al., 2002). Se o solo está sendo utilizado acima da sua capacidade, certamente esses parâmetros se apresentarão alterados.

Analizada a granulometria e química de fertilidade do solo das amostras no município de Pedro Afonso, foram observadas aproximadamente que 75% das amostras, apresentam fração de argila/silte superior a fração de areia vista na tabela 7 e 2, respectivamente.

7.4.1. Município de Pedro Afonso - TO

Tabela 7 - Granulometria das amostras de solo coletados no município de Pedro Afonso - TO.

Solo	Areia total	Silte	Argila	Silte / Argila
	.....		g kg ⁻²	.....
FAZENDA BOM RETIRO				
Amostra 1	462,4	41,6	496	0,08
FAZENDA JOÃO PORTUGUÊS				
Amostra 2	422,4	94,4	483,2	0,19
FAZENDA SETE LAGOAS				
Amostra 3	702,4	34,4	263,2	0,13
FAZENDA SETE LAGOAS				
Amostra 4	702,4	34,4	263,2	0,13
FAZENDA JÚLIO MARIA				
Amostra 5	442,4	54,4	503,2	0,11
FAZENDA BREJINHO				
Amostra 6	542,4	54,4	403,2	0,13
FAZENDA BOA ESPERANÇA				
Amostra 7	302,4	81,6	616	0,13
FAZENDA BOA ESPERANÇA				
Amostra 8	369,6	54,4	576	0,09

Exemplificado pelas amostras 7 e 4: A primeira o teor de argila foi visto com percentual em 61,6% de argila, 8,2% de silte e 30,2% de areia. Na segunda, visto menor teor de argila, com percentual em 26,3% de argila, 3,5% de silte e 70,2% de areia.

Assim, conforme análise química da amostra 7, foi diagnosticada com valor superior de capacidade de troca catiônica -CTC e também os bons índices de macronutrientes. Na amostra 4, destaca-se um terreno arenoso com alto potencial percolável e lixiviador dos elementos essenciais.

O plantio de cobertura justifica a Matéria Orgânica Saturada-MOS entre as amostras 7 e 4, na Tabela 2, respectivamente de 4,86 e 1,6, alto índice com maior capacidade de fornecer nutrientes já que o terreno é menos permeável.

Tabela 8 ĩ Granulometria das amostras de solo coletados no município de Ipueiras ĩ TO.

Solo	Areia total	Silte	Argila	Silte/Argila
	.....		g kg-2	.....
FAZENDA VALE DO TOCANTINS				
Amostra 9	733,2	30,8	236	0,13

Em Ipueiras na tabela 8 e 3 pode ser visto amostra de solo arenoso com 73,4% de areia com bom valor de CTC, macro nutrientes e ph, justificado positivamente com a pratica de cobertura vegetal conforme visto no valor da MOS.

Tabela 9 ĩ Granulometria das amostras de solo coletados no município de Santa Rosa ĩ TO.

Solo	Areia total	Silte	Argila	Silte/Argila
	.....		g kg-2	.....
FAZENDA DO BAIANO (BURITI)				
Amostra 10	769,6	34,4	196	0,18
FAZENDA DO BERTHOLDI E PICOLY				
Amostra 11	442,4	41,6	516	0,08
FAZENDA ITAJUBA				
Amostra 12	642,4	1,6	356	0,004
FAZENDA TERRA VERMELHA				
Amostra 13	638,8	65,2	296	0,22
FAZENDA G3				
Amostra 14	478,8	45,2	476	0,09
FAZENDA JOKATA				
Amostra 15	389,6	54,4	556	0,09
FAZENDA JOKATA				
Amostra 16	415,2	48,8	536	0,09
FAZENDA JOKATA				
Amostra 17	482,4	41,6	476	0,09
FAZENDA MARINGÁ				
Amostra 18	622,4	41,6	336	0,12
FAZENDA NOSSA SENHORA APARECIDA				
Amostra 19	482,4	48,8	468,8	0,1
FAZENDA MANCINI				
Amostra 20	455,2	52,4	492,4	0,1

No município de Santa Rosa do Tocantins, 63,6% das amostras de silte/argila são superiores ao teor de areia, observados nas tabelas 4 e 9. Em comparação de máxima e mínima, destacam-se as amostras 15 e 10: A primeira, maior teor de argila, com percentual em 55,7% de argila, 5,4% de silte e 38,9% de areia. A segunda, visto menor teor de argila, com porcentual em 19,6% de argila, 3,4% de silte e 77% de areia.

Assim, o melhor índice de CTC na amostra 15 com diferença de 4,23 entre esta e a amostra 10, se justifica pelo valor inferior da matéria orgânica saturada (MOS), pois apresenta um terreno menos permeável e com menor oxigenação; enquanto a amostra 10, maior teor de areia possibilita maior oxigenação e um índice superior da MOS.

Os macronutrientes e a MOS são vistos como inferiores na amostra 15, fato este que o pH é visto como um parâmetro elevado de acidez.

Tabela 10 – Granulometria das amostras de solo coletados no município de Monte do Carmo – TO.

Solo	Areia total	Silte	Argila	Silte/Argila
	.....		g kg ⁻²	.....
FAZENDA RECANTO STEFANELLI				
Amostra 21	309,6	101,6	588,8	0,17
FAZENDA ESPÍRITO SANTO				
Amostra 22	795,2	52,4	152,4	0,34
FAZENDA ESPÍRITO SANTO				
Amostra 23	768	59,6	172,4	0,35
FAZENDA ESPÍRITO SANTO				
Amostra 24	786	41,6	172,4	0,24
FAZENDA ESPÍRITO SANTO				
Amostra 25	802,4	48,8	148,8	0,33

Monte do Carmo e Porto Nacional mais de 85% da granulometria é arenosa, aceito como fator eficiente, a cobertura de solo apontada na MOS condicionou aos índices de CTC, os elementos nutricionais e Ph, como pode ser observados.

Tabela 11 – Granulometria das amostras de solo coletados no município de Porto Nacional – TO.

Solo	Areia total	Silte	Argila	Silte/Argila
	.....		g kg ⁻²	.....
FAZENDA SÃO JOÃO				
Amostra 26	775,2	52,4	172,4	0,3
FAZENDA SÃO JOÃO				
Amostra 27	749,6	41,6	208,8	0,2

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo trabalhado abarca as regiões de cinco municípios Tocantinenses: Pedro Afonso, Ipueiras, Monte do Carmo, Santa Rosa e Porto Nacional. A maior parte das propriedades, onde foram retiradas as amostras atualmente está sem uso (imagem 6), porém eram cultivados por soja, outras lavouras vêm cultivando, feijão e milho safrinha na entressafra da soja. De acordo com as amostras acima, boa parte das propriedades tem seu relevo plano ou suavemente ondulado, na qual facilita o acesso de maquinários para colheita, aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas.

As amostras analisadas em geral podem indicar níveis bons dos elementos químicos, pois se tratam de fazendas de alto nível de produção as quais trabalham com boa tecnologia. O pH entre 5,5 e 6,5 apresenta maior disponibilidade de nutriente pelo solo, parâmetro ideal da maioria das culturas de grãos.

Nesse intervalo o suprimento dos elementos essenciais para a cultura é provido de forma adequada, visto que no sistema de plantio direto, numa estrutura tecnificada com aplicação de insumos como o calcário é feita de forma parcelada anualmente, diferente da convencional, onde a incorporação é menor.

Justifica-se os bons índices da matéria orgânica saturada, ao uso de cobertura vegetal como: milheto, braquiara e outros, muito utilizada para proteção física do sol, o que minimiza a temperatura para a microbiota e ameniza o processo de impacto e carreamento pela chuva de elementos como fósforo e Potássio.

A granulometria que indica o alto teor de argila na maioria das amostras, confirma a riqueza nutricional do solo durante maior espaço de tempo e contrapõe os terrenos mais arenosos, que permeáveis, torna os elementos essenciais lixiviáveis, e necessário de maior MOS, P, K, Ca, Mg e outros elementos. Como visão geral, o teor de argila e silte na granulometria aponta um nível de proteção ambiental natural que o solo apresenta em reter poluentes.

A análise física do solo apontou a região de Pedro Afonso e Santa Rosa com médias amostrais superiores a 60% dos teores de silte/argila, característica de pouca permeabilidade. As outras regiões com teor mais arenoso, mais permeável.

A característica argilosa do solo, aponta matéria orgânica saturada com melhores índices comparado as amostras de característica arenosa. A saturação por bases, a melhor média, correlacionado à dinâmica do PH, os quais se encontram nos parâmetros inadequados para o cultivo, considera-se índice abaixo do recomendado pela Embrapa Cerrados.

De modo geral, a matéria orgânica saturada contribui na melhora da capacidade de troca catiônica classificada entre média/alta, seguindo modelo Embrapa (2013), visto exceção apenas na amostragem de Ipueiras, local onde se encontrava em pousio, sem atividades.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. P. C. **A importância da matéria orgânica no solo**. 2011. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-da-materia-organica-dosolo/66938/>>. Acesso em: 23 de jan. 2019.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, 2002. 592 p.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 155- 163, 2004.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo (ensaios de campo)**. Viçosa, Impr. Univ., UFV, 1983. 101 p.
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 121-126, 1995.
- CARVALHO, R. Neoliberalismo, el Uso de Pesticidas y la Crisis de Soberanía Alimentaria en el Brasil. In: Breilh J, organizador. **Informe Alternativo Sobre La Salud en América Latina**. Quito: CEAS; 2005.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400p.
- CULLER, O. **Adubação Verde**. 2017. Disponível em: <<http://www.agron.com.br/publicacoes/informacoes/artigoscientificos/2017/06/28/054512/voc-sabe-o-que-e-adubacao-verde.html>>. Acesso em: 23 de jan. 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- FERRARI, A. Agrotóxico: a praga a dominação. **Revista Porto Alegre: Mercado Aberto**, 1986.
- GOLDBERG, S, Interaction of aluminum and iron oxides and clay minerals and their effect on soil physical properties. **Commun, SoilSci, Plant Anal.**, v.20, p.1181-1207, 1989.

GRÜTZMACHER, D. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 06, p. 632- 637, 2008.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 254 p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, SBCS, 2007. 1017p.

PALADÍNI, F. L. S.; MIELNICZUC, J. Distribuição do tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciencia do solo**, v, 15, p,135-140, 1991.

PAVINATO, P.C. & ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciencia do solo**, 32:911- 920, 2008.

Pereira, F. S.; Andrioli, I.; Pereira, F. S.; Oliveira, P. R.; Centurion, J. F.; Falqueto, R. J.; Martins, A. L. S. Qualidade física de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo avaliado pelo índice S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.87-95, 2011.

PÉREZ, D.V.; SALDANHA, M.F.C.; MENEGUELLI, N.A.; MOREIRA, J.C.; VAITSMAN, D.S. **Geoquímica de alguns solos brasileiros**. Pesq. And. CNPS, vol. 4, p. 1-14, 1997.

RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria, 2006. Disponível em: Acesso em: 20 mar. 2018.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. F.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, n. 1/2, p. 131-146, 2002.

RONQUIM, Carlos C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Campinas, n. 8, 26 p., nov. 2010: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: < http://www.cnpn.embrapa.br/publica/download/bpd_8.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2018.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 321p. Tese (Doutorado) i Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SILVA, J. E.; LEMAINSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 541-547, 1994.

SOUZA, W.J.O. & MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:885-896, 2000.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação da cultura da soja. Planaltina**: EMBRAPA-CPAC, 1996. 30p. Circular Técnica 33

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Soil screening guidance: technical background document. **Washington DC**: EPA, Office of Solid Waste and Emergency Response, 1996. 168p.