

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Caracterização de pedoambientes da mesorregião oeste maranhense, microrregião de Pindaré sob diferentes níveis de pastagens



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cocais
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Maranhão

**BOLETIM DE PESQUISA 02
E DESENVOLVIMENTO**

Embrapa Cocais
ISSN 2526-2912 Impresso
ISSN 2527-1512 On line

266

Embrapa Solos
ISSN 1678-0892

**Caracterização de pedoambientes da
mesorregião oeste maranhense, microrregião
de Pindaré sob diferentes níveis de pastagens**

*Braz Calderano Filho
Jesus Mansilla Baca
Antônio Carlos Reis de Freitas
Bezaliel Costa
Ademir Fontana
Fabiano de Carvalho Balieiro
Guilherme M. Chaer
Guilherme Kangussu Donagemma*

**Embrapa Cocais
São Luís, MA
2018**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cocais

Av. São Luís Rei de França, nº 4, Quadra 11,
Conjunto Eldorado, Bairro Turu
CEP 65065-470, São Luís, MA
Fone: (98) 3878-2203
Fax: (98) 3878-2202
www.embrapa.br/cocais
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, nº 1.024
Bairro Jardim Botânico
CEP 22460-000, Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Nelcimar Reis Sousa

Secretária-Executiva
Enila Nobre Nascimento Calandrini Fernandes

Membros
Maria das Graças Rodrigues Ferreira
João Flávio Bomfim Gomes
Luis Carlos Nogueira
Talmir Quinzeiro Neto
Vera Maria Gouveia
Carlos Eugênio Vitoriano Lopes

Revisão de texto
Flávia Raquel Bessa Ferreira

Normalização bibliográfica
Enila Nobre Nascimento Calandrini Fernandes

Tratamento das ilustrações
José Rey Santos Souza

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
José Rey Santos Souza

Foto da capa
Antônio Carlos Reis de Freitas

Versão online

Periodicidade: Irregular

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Caracterização de pedoambientes da mesorregião oeste maranhense, microrregião
de Pindaré sob diferentes níveis de pastagens./ por Braz Calderano Filho... [et al].
– São Luís, MA: Embrapa Cocais, 2018.

51 p.; (Embrapa Cocais. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2); (Embrapa
Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 266).

1. Planejamento ambiental. 2. Manejo de solo. 3. Pastagem I. Calderano Filho,
Braz. II. Baca, Jesus Mansilla. III. Freitas, Antônio Carlos Reis de. IV. Costa, Bezaliel.
V. Fontana, Ademir. VI. Balieiro, Fabiano de Carvalho. VII. Chaer, Guilherme M. VIII
Donagemma, Guilherme Kangussu. IX Série.

CDD 633.2098121

Enila Nobre Nascimento Calandrini Fernandes, CRB 13/659 © Embrapa, 2018

Sumário

Resumo	7
Abstract	8
Introdução.....	9
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	23
Conclusões.....	48
Referências	49

Caracterização de pedoambientes da mesorregião oeste maranhense, microrregião de Pindaré sob diferentes níveis de pastagens.

Braz Calderano Filho¹

Jesus Mansila Baca²

Antônio Carlos Reis de Freitas³

Bezaliel Costa⁴

Ademir Fontana⁵

Fabiano de Carvalho Balieiro⁵

Guilherme M. Chaer⁶

Guilherme Kangussu Donagemma⁵

Resumo – O objetivo do trabalho foi identificar e caracterizar pedoambientes e avaliar a qualidade das pastagens visando o planejamento de uso sustentável das terras e o manejo das pastagens, em áreas localizadas na microrregião de Pindaré, mesorregião oeste do estado do Maranhão. Para tanto, com suporte de SIGs (Sistemas de Informação Geográfica), montou-se uma base de dados espaciais, composta de mapas temáticos do meio físico e informações produzidas com a caracterização pedoambiental, o que possibilitou a delimitação e discriminação de quatro macropedoambientes. Apoiado na interpretação de produtos de sensores remotos, pontos de campo georreferenciados por GPS, coletas de amostras de solos e reconhecimento de campo, efetuou-se a avaliação das condições das pastagens, a caracterização dos

¹ Geógrafo, doutor em Geologia de engenharia e ambiental, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ;

² Cartógrafo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ;

³ Engenheiro agrônomo, doutor em Desenvolvimento Sustentável, pesquisador da Embrapa Cocais, São Luís, MA;

⁴ Engenheiro agrônomo, Técnico de nível superior da AGERP, São Luís, MA;

⁵ Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ;

⁶ Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

solos e a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras por pedoambientes delimitados.

Termos para indexação: Planejamento ambiental, manejo do solo e qualidade das pastagens.

Characterization of pedoambientes of the west Maranhão mesoregion, Pindaré microregion under different pasture levels.

Abstract – The objective of this work was to identify and characterize the pedoenvironments of the microregion under study and to evaluate the quality of pastures aiming at pasture management and sustainable land use planning in areas located in the Pindaré microregion, western meso - region of Maranhão state. To this end, with the support of SIGs, a spatial database was assembled, composed of thematic maps of the physical environment and information produced with the pedoenvironmental characterization, which allowed the delimitation and discrimination of four macropedoambientes. Based on the interpretation of remote sensing products, GPS georeferenced field points, soil sampling and field recognition, the evaluation of pasture conditions, soil characterization and the indication of sustainable land use alternatives by delimited pedoambientes.

Index terms: Pellentesque, imperdiet, justo sagittis.

Introdução

O estado do Maranhão apresenta 9,8 milhões de hectares de áreas antropizadas, sendo 5,7 milhões de hectares de pastagens naturais e cultivadas das quais pelo menos 10% estão degradadas, enquanto as áreas de lavouras temporárias ocupam 1,6 milhões de hectares, sendo 0,4 milhões de hectares da cultura de arroz e 0,4 milhões de hectares da cultura de soja. Além disso, o estado do Maranhão detém 5,8 milhões de cabeças de bovinos (IBGE, 2010). Diante desse quadro agrário, coloca-se a seguinte questão técnico-científica: como contabilizar em nível da propriedade rural e da paisagem o balanço de Carbono e o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de sistemas agropecuários baseados no portfólio de tecnologias recomendadas pelo Plano ABC no estado do Maranhão?

Em resposta, o projeto “Caracterização e avaliação de indicadores de sustentabilidade de sistemas agropecuários baseados no portfólio de tecnologias do Plano da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono no Estado do Maranhão (ABC monitor), buscou estabelecer indicadores de sustentabilidade e parâmetros para avaliação de desempenho de sistemas agropecuários de baixa emissão de carbono baseados nas tecnologias preconizadas pelo Plano ABC. Os objetivos e procedimentos metodológicos do projeto ABC monitor incluem levantamentos e caracterizações de campo, avaliação de emissões de gases de efeito estufa do solo, organização de metadados, uso de geotecnologias, modelagem e estudo de cenários de emissão. Para isso, a caracterização dos solos, das condições das pastagens e de suas inter-relações no ambiente, são de fundamental importância para atender as demandas do projeto.

Nesse contexto, uma parte do trabalho foi a caracterização de campo e levantamento de atributos do solo que se relacionam com o nível de degradação de pastagens do estado do Maranhão.

O conhecimento detalhado dos domínios pedológicos, associados às unidades geológicas e geomorfológicas de uma determinada região, podem fornecer dados importantes para o planejamento e a conservação de recursos naturais (Resende et al. 2007). Principalmente, quando consideramos que na

paisagem o solo é um dos melhores estratificadores de ambientes (Resende; Rezende, 1983).

Para Silva et al. (1993), uma unidade geoambiental é uma entidade espacializada com um conjunto de atributos afins. O termo geoambiente pode ser definido como ambiente geográfico em que uma extensão territorial apresenta homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais de interesse ou a maioria deles (Dias et al. 2002).

O conhecimento prévio dos solos, relevo, litologia, clima, vegetação, uso e cobertura das terras, e suas inter-relações no ambiente é de extrema importância para a prática sustentável de atividades agropecuárias. A compartimentação da paisagem visando o uso correto, principalmente dos solos e a manutenção sustentável dos recursos naturais, vem sendo realizada por vários autores, tais como, Silva et al. (1993), Crepani et al. (2001), Dias et al. (2002), Resende, Lani e Rezende (2002), Santana et. al. (2010), Calderano Filho et al. (2013) e outros.

Realizou-se esse trabalho na mesorregião oeste do estado do Maranhão partindo da premissa que as pastagens com diferentes aspectos se devem às variações das características e atributos do solo, do desenvolvimento da parte vegetativa, do manejo empregado e da cobertura do solo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização visual e qualitativa das pastagens e dos seus ambientes pedológicos com vista ao planejamento de uso das terras.

Área de estudo e aspectos fisiográficos

A área de estudo abrange os domínios territoriais do município de Santa Luzia e parte das terras do município de Buriticupu, ambos localizados na mesorregião Oeste Maranhense, microrregião de Pindaré, Figura 1. A mesorregião Oeste do Maranhão, composta pelas bacias hidrográficas dos rios Gurupi, Turiaçu, Maracaçumé, Grajau, Pindaré e Tocantins (ANA, 2013), ocupa o lado leste das bacias dos rios Gurupi, alto e médio curso do rio Pindaré, e médio curso dos rios Grajaú e Tocantins. Divide-se nas microrregiões de Gurupi, Imperatriz e Pindaré (Figura 1), formada pela união de 52 municípios, onde abriga os vales dos rios Pindaré, Mearim e Itapecuru.

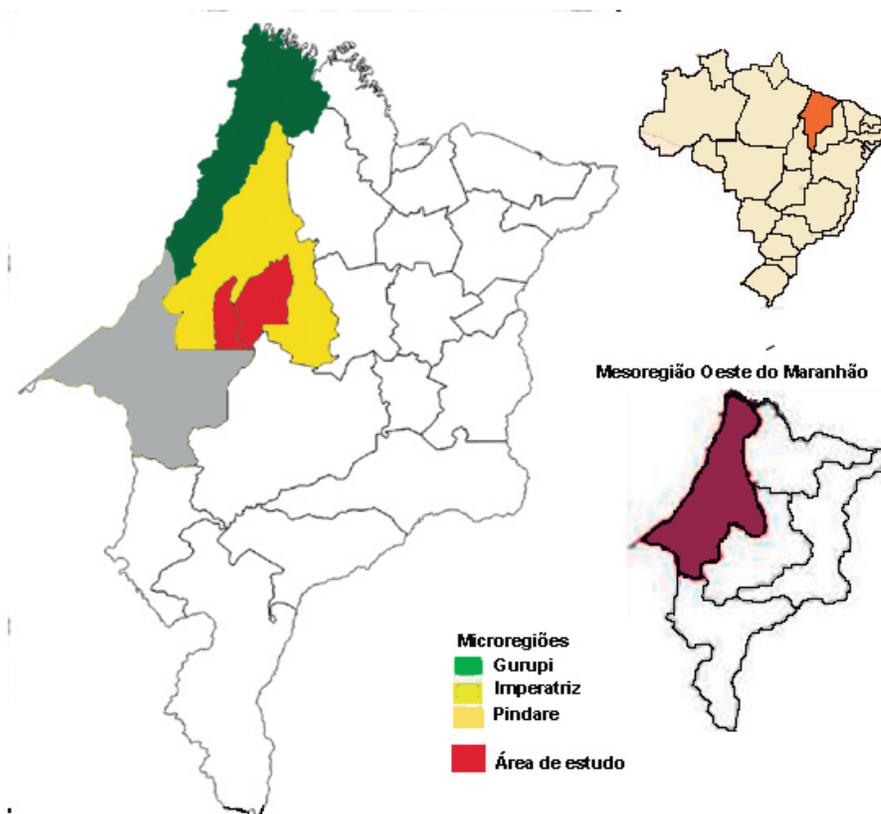


Figura 1. Microrregiões da mesorregião Oeste do Maranhão.

Fonte: dos autores (2018).

Após uma consulta à base de dados do projeto TerraClass do INPE sobre a ocorrência de pastagens no Maranhão constatou-se que a microrregião do Pindaré, além de apresentar uma diversidade litológica, pedológica e geomorfológica no contexto do estado do Maranhão, foi a microrregião que passou por maior pressão de uso das terras nos últimos anos, com a conversão de extensas áreas de florestas em plantios de pastagens e implantação de projetos agropecuários.

Nesse sentido, elegeu-se o município de Santa Luzia e parte das terras do município de Buriticupu como área de estudo, após verificar também, às condições prevaletentes de relevo um pouco mais movimentado no município de

Santa Luzia, o que torna suas terras de fragilidade mais elevada no contexto do estado do Maranhão quando comparadas a outras microrregiões, e sujeitas à processos mais intensos de erosão.

Considerada a principal região econômica do Maranhão, a mesoregião Oeste concentra a maioria das atividades agrícolas, pastoris e minerais do estado, sua economia baseia-se nas culturas de milho, arroz, extração do coco babaçu, mandioca, pecuária de corte, além de possuir oportunidades no setor de mineração (IMESC, 2010).

No município de Santa Luzia a área dos estabelecimentos agropecuários é da ordem de 272.919 hectares, sendo 70,2% ocupada com pastagens naturais e plantadas; 3,3% com lavouras temporárias e permanentes; 24,2% com matas e florestas e 2,4% com outros usos. No que se refere à atividade pecuária, o município detém o efetivo de 154.868 cabeças de bovinos, a taxa de ocupação é de 0,8 cabeça/ha. Em relação às formas de uso e ocupação das terras, verifica-se que embora 82% dos estabelecimentos agropecuários com bovinos sejam de agricultores familiares, os mesmos, detém apenas 30% do efetivo do rebanho bovino. Portanto, os estabelecimentos de agricultura não familiar são predominantes em relação a área de pastagem e efetivo de bovinos (IBGE, 2010).

Com área de 4.766 km², o município de Santa Luzia faz limites ao Norte com o município de Tufilândia; ao Sul com os municípios de Arame e Amarante do Maranhão; a Leste com os municípios de Marajá do Sena, Paulo Ramos, Brejo de Areia, Altamira do Maranhão e Santa Inês e a Oeste com os municípios de Alto Alegre do Pindaré e Buriticupu (IBGE, 2010). Sua população estimada é de aproximadamente 71.329 habitantes, deste total 45.530 pessoas residem na zona rural e o restante 25.862 na zona urbana (IBGE, 2010).

O município de Buriticupu ocupa uma área de 2.546 km². Faz limites ao Norte com os municípios de Alto Alegre do Pindaré e Bom Jardim; ao Sul, com o município de Amarante do Maranhão; a Leste, com os municípios de Santa Luzia e Bom Jardim e a Oeste, com os municípios de Bom Jardim e Bom Jesus das Selvas. Sua população é de aproximadamente 65.226 habitantes (IBGE, 2010).

O acesso a área de estudo é feito pelas rodovias BR-135 e BR-222, em um percurso aproximado de 293 km, partindo da cidade de São Luis, até o município de Santa Luzia, de onde percorre-se mais 125 km até a cidade de Buriticupu (GOOGLE MAPS, 2018).

A vegetação original na região é de floresta Ombrófila densa, com encraves da floresta estacional decidual (IMESC, 2008). A floresta Ombrófila densa tem maior ocorrência na mesorregião oeste (IBGE, 2011b). Na região do Planalto do Pindaré/Grajaú além da floresta Ombrófila, destaca-se em alguns trechos, vegetação secundária e savana arbórea aberta. Nas planícies fluviais, a vegetação dominante são as florestas ciliares ou mata de galerias e formações pioneiras, com influência fluvial. Nos igapós, nascentes e às margens dos rios, riachos e córregos, há predominância de palmáceas, destacando-se a Juçara e o Buriti. Nas imediações do município de Santa Luzia, sobre as áreas de planícies (Superfície Sublitorânea de Bacabal) desenvolve-se, floresta Ombrófila aberta e vegetação transicional de mata de cocais, babaçu (IBGE, 2011b). Nas imediações do município de Buriticupu, sobre as áreas de planaltos (Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú) desenvolve-se, originalmente, floresta Ombrófila densa submontana, gradando para floresta estacional semidecídua, em direção a leste (IBGE, 2011b).

Grande parte da vegetação original que recobria a região encontra-se descaracterizada, devido aos sucessivos desmatamentos, para instalação de projetos de colonização, agricultura, reflorestamento, pecuária de corte e leite, comercialização de madeira e implantação das culturas de soja e trigo (IMESC, 2008). Para amenizar o passivo ambiental causado pelos desmatamentos, empresas instaladas na mesorregião oeste como um todo, implantam áreas de reflorestamento. Na microrregião de Pindaré, os municípios de Bom Jesus das selvas e Buriticupu contam com a maior extensão de áreas reflorestadas (IMESC, 2008; IBGE, 2011b).

A microrregião do Pindaré foi a que sofreu maior pressão de uso das terras e desmatamentos nos últimos anos. Conforme dados do INPE (2008), é também a microrregião que apresentou a maior quantidade de focos de incêndios da mesorregião Oeste, no período de 2005 a 2007. No município de Santa Luzia o número de focos chegou a quase dez vezes mais no ano de 2007, em relação ao ano de 2006 (INPE, 2008).

A formação Itapecuru, antiga formação Serra Negra, na parte oeste e noroeste da bacia do rio Parnaíba consiste de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada, seguidos de arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos. Nas demais regiões, os arenitos são em geral finos com faixas de arenitos médios (Correia Filho et al. 2011).

Os Depósitos Detrito-Lateríticos, são sedimentos semiconsolidados de matriz areno-argilosa, com seixos de quartzo, caulim e limonita dispersos. A coloração é amarelada ou avermelhada, em decorrência da infiltração de óxidos de ferro. No contato com as rochas sotapostas, o material é mais grosseiro, às vezes conglomerático, com maior concentração de seixos de quartzo. Morfologicamente, apresentam-se como capeamentos de platô, encontrados nos mais diferentes níveis topográficos (Correia Filho et al. 2011). Essa unidade tem maior expressão geográfica no município de Buriticupu.

Os Depósitos Sedimentares Flúvio-Lagunares são constituídos de areias, siltes e argilas, inconsolidados e semiconsolidados que ocorrem nas margens dos rios, com nível topográfico mais elevado do que os das planícies aluvionares atuais, sua evolução está relacionada à dinâmica fluvial. Aflora em uma área a noroeste do município de Santa Luzia e extremo norte do município de Buriticupu, estendendo-se para nordeste, ao longo da drenagem do rio Pindaré (Correia Filho et al. 2011).

A geomorfologia dos municípios de Santa Luzia e Buriticupu é representada pela Superfície Sublitorânea de Bacabal e pelo Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú, ambos descritos por Dantas et al. (2013 in Bandeira, 2013), na compartimentação geomorfológica do Estado do Maranhão, Figura 3.

Feitosa (2006), classificou o relevo maranhense em duas grandes unidades, planícies, que se subdivide em unidades menores (costeira, flúvio-marinha e sublitorânea), e planaltos. A mesorregião oeste maranhense abriga as áreas de planalto, com altitudes entre 200 e 300 metros e as áreas de planícies, com altitudes menores de 200 metros.

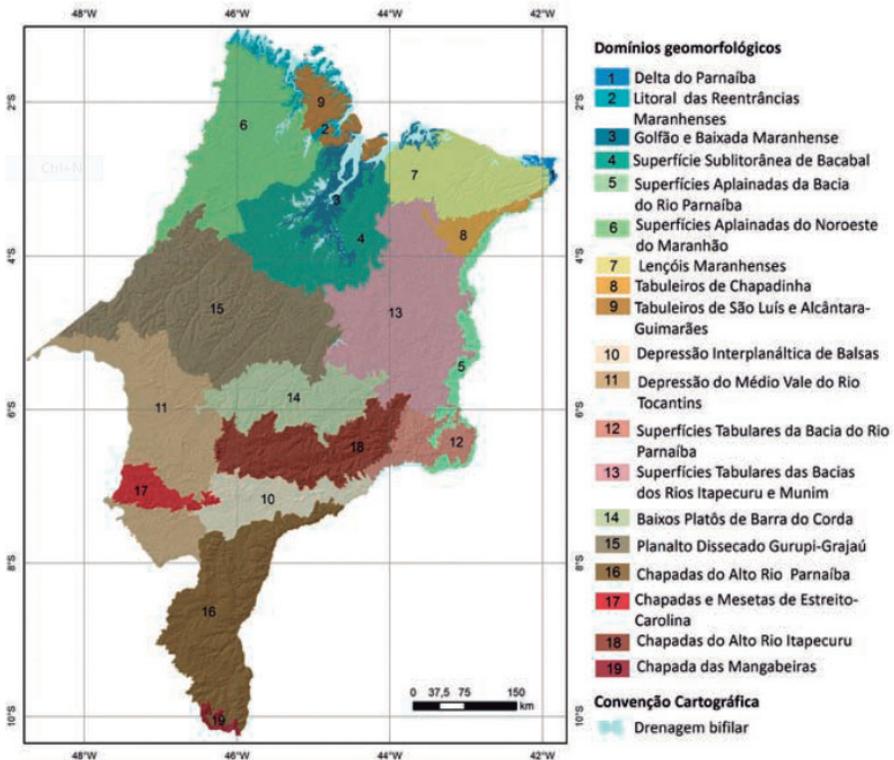


Figura 3. Mapa de geomorfologia do estado do Maranhão

Fonte: Extraído de Dantas et al. (2013 in Bandeira, 2013).

A Superfície Sublitorânea de Bacabal descrita por Dantas et al. (2013 in Bandeira, 2013), representa um relevo monótono, caracterizado por vastas superfícies aplainadas, com topografia plana a levemente ondulada, e subordinadamente, por colinas baixas e suaves, modeladas em vales amplos com baixa a moderada densidade de drenagem. Esse domínio circunda a Baixada Maranhense, entrecruzando os rios Pindaré, Grajaú, Mearim e Itapecuru (Bandeira, 2013).

Esse domínio consiste em extensa superfície de erosão conservada ou levemente remodelada em colinas muito amplas, registra cotas que variam entre 10 e 70 m de altitude, sem ocorrência expressiva de relevos residuais. É embasado por arenitos imaturos, calcários, siltitos e argilitos de idade cretá-

cea da formação Itapecuru, frequentemente, esses terrenos estão revestidos com perfis detrito - lateríticos imaturos no nível das superfícies de aplainamento (Dantas et al. 2013 in Bandeira, 2013). Entre as vinte e seis localidades que se situam nesse domínio, destaca-se o município de Santa Luzia.

O Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú é representado por um conjunto de superfícies tabulares elevadas por epirogênese e bruscamente delimitadas em rebordos erosivos, onde se encaixam vales incisos e aprofundados apresentando desnivelamentos locais, superiores a 100 m, sendo alçados irregularmente, em cotas altimétricas diferenciadas, crescentes de leste a oeste, variando entre 200 e 450 m. Se destaca topograficamente dos relevos planos ou aplainados da Baixada Maranhense e do planalto dissecado da Superfície Sublitorânea de Bacabal (Dantas et al. 2013 in Bandeira, 2013).

A parte oeste desse domínio abrangem os vales dos rios Zutiua, Buriticupu, Pindaré, Açailândia e Gurupi, os interflúvios aí localizados são modelados em cotas mais elevadas, apresentando planaltos elevados, profundamente sulcados em íngremes vales encaixados, entalhados por densa rede de drenagem. Atualmente apresentam superfícies dissecadas, denunciando um processo enérgico de erosão fluvial em escala regional, onde apenas os fundos de vales dos rios Pindaré e Buriticupu apresentam amplas planícies fluviais. São sustentadas, indistintamente, por espessos perfis lateríticos maduros, alumino ferruginosos. Essas couraças ferruginosas retardam o processo de desmantelamento e destruição dos planaltos pela ação erosiva (Bandeira, 2013).

Nesse cenário destacam-se quatro padrões morfológicos: (i) topos planos dos baixos platôs, sendo os mais elevados posicionados em cotas entre 250 e 400 m de altitude, como o planalto onde estão as localidades de Buriticupu e Bom Jesus das Selvas; (ii) patamares estruturais, posicionados em cotas intermediárias, resultantes da dissecação diferencial do planalto sedimentar; (iii) vertentes circunjacentes fortemente entalhadas, que, devido ao recuo progressivo dos declivosos rebordos erosivos, vêm destruindo as baixas superfícies planálticas; esse relevo, localmente acidentado, caracteriza-se por colinas e morros dissecados com vertentes declivosas, esculpidas por vales incisos com alta densidade de drenagem, denotando expressivo controle es-

trutural no processo de esculturação do relevo regional; (iv) superfícies onduladas, aplainadas ou reafeiçoadas em formas colinosas, que se espriam pelos fundos de vales. Dentre as principais localidades que se localizam nesse domínio, destacam-se as de Bom Jesus das Selvas e Buriticupu (Bandeira, 2013).

Os solos dos municípios de Santa Luzia e Buriticupu são representados por Latossolo Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico, Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e eutrófico, Argissolo Vermelho eutrófico, Plintossolo Argilúvico ou Háplico distróficos, Neossolo Flúvico eutrófico e distrófico e Gleissolo Háplico distrófico, estes de ocorrência restrita aos fundos de vales dos rios principais, (Jacomini et al. 1986), Figuras 4 e 5.

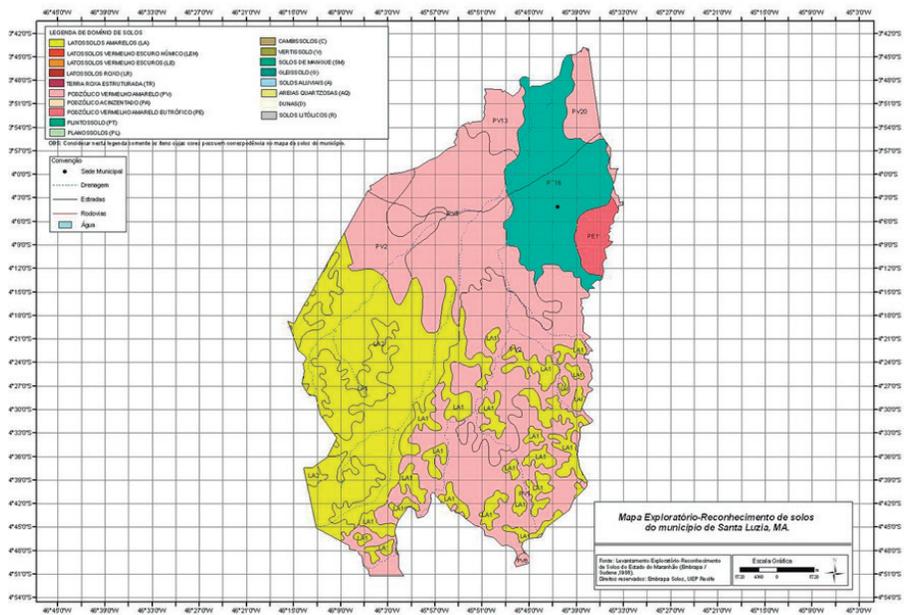


Figura 4. Solos do município de Santa Luzia – MA

Fonte: Extraído de Jacomini et al. (1986).

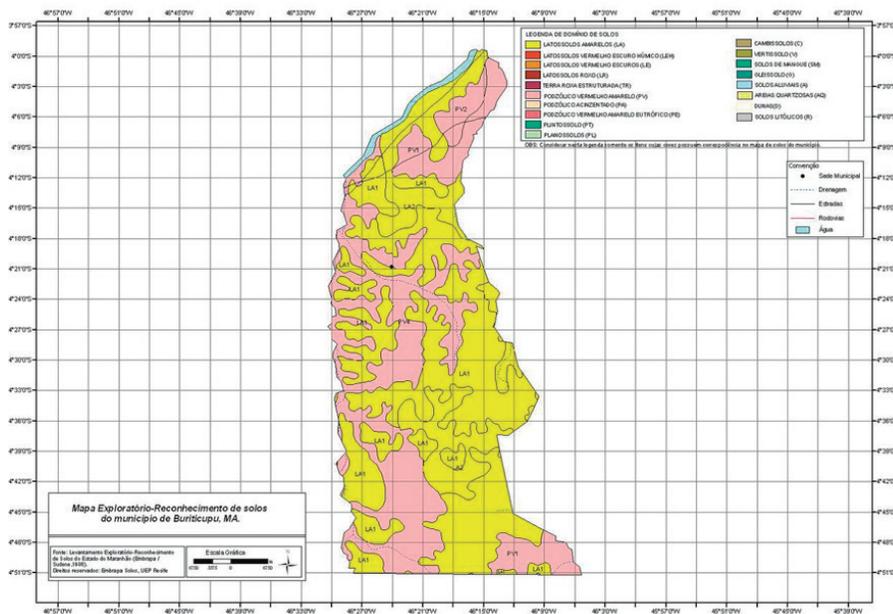


Figura 5. Solos do município de Buriticupu - MA

Fonte: Extraído de Embrapa (2006).

Material e Métodos

A etapa inicial do trabalho consistiu na avaliação do material do meio físico existente para a região, priorizando principalmente os estudos de solos, relevo, geologia, cobertura vegetal e interpretação do material básico disponível. Os procedimentos utilizados envolveram a operacionalização dos dados básicos disponíveis, com a utilização de sistema de informação geográfica (SIG).

Como materiais cartográficos básicos, foram utilizadas cartas planialtimétricas do IBGE, na escala 1:100.000, com curvas de nível equidistantes em 40 metros, imagens dos sensores remotos ETM+/Landsat 8, do ano de 2013, com resolução espacial de 30 m, disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); dados do Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, baixados do site da Nasa e modelo digital de elevação da

área com suas derivadas, declividade e altimetria, utilizados como suporte adicional para esse trabalho.

Todas as informações cartográficas necessárias ao estudo foram trabalhadas de forma digital e diretamente incorporados a uma base de dados espaciais, desenvolvida no ArcGIS Desktop 10 e QuantumGis 2.18, padronizados no sistema de coordenadas UTM (Projeção Universal de Mercator), Datums SIRGAS 2000 e WGS84, com implementação de produtos de sensores remotos e mapas temáticos retrabalhados.

As cartas planialtimétricas do IBGE, foram unidas no SIG com relação aos planos de informações para compor a área de interesse, a seguir foram editadas, extraindo-se com auxílio de uma máscara, os layers de drenagem, limites, estradas, edificações, pontos cotados e curvas de nível. A partir do modelo digital de elevação (MDE) foi elaborado o mapa de declividade dos municípios de Santa Luzia e Buriticupu, e extraídas outras variáveis morfológicas de interesse.

O modelo digital de elevação e suas derivadas, altimetria e declividade, juntamente com os demais materiais acima referidos, auxiliaram no detalhamento das características do relevo da área, identificação, separação e delimitação dos diferentes padrões de ocorrência dos solos e sua distribuição na paisagem, planejamento das atividades e deslocamentos de campo. A delimitação dos pedoambientes foi feita com base nos conteúdos pedológicos, geológicos, geomorfológicos e climáticos, além da fitofisionomia da vegetação florestal, ou seja, extraídas da peculiar interação entre as diferentes variáveis físico-bióticas da área. Para esse fim, apoiou-se no MDE, na rede de drenagem, nos intervalos de classes do mapa de declividade, nas unidades de mapeamento dos solos e na superposição das informações contidas na BDE.

O mapa de declividade obtido foi reclassificado, conforme proposta de Wittern et al. (1990, 1991) e Embrapa (1992), que subdividiu as seis classes de relevo padronizadas por Embrapa (1988) e Embrapa (2006), em sete classes de declividade, com subdivisão da classe de relevo ondulado, em duas classes de 8 a 14% e 14 a 20%. Essa subdivisão fornece informações adequadas ao manejo das terras em pequenas glebas rurais e atende a construção de terraços rurais, como sugerido por Bertoni e Lombardi Neto (1990).

As classes de declividade estipuladas foram: 0-3% (relevo plano), 3-8% (relevo suave ondulado), 8 a 14% (relevo levemente ondulado), 14 a 20% (relevo ondulado), 20 a 45% (relevo forte ondulado), 45 - 75% (relevo montanhoso) e > 75% (relevo escarpado).

Todas essas atividades envolveram a manipulação e a análise de dados geográficos, realizadas com o suporte dos programas ArcGis10, QuantumGis 2.18, Erdas Imagine 8.5 e Microsoft Excel.

Inicialmente realizou-se campanhas de campo para identificação das pastagens, dos pedoambientes e vistoria geral da área, sendo observados e registrados aspectos relacionados ao relevo, declividade, geologia, material de origem dos solos, vegetação, condições das pastagens, ocorrência de pedregosidade, exposições rochosas, tipos e graus de erosão, qualidade das pastagens e drenagem interna dos solos, com o objetivo identificar as inter-relações solo-meio, avaliar as condições ambientais que caracterizam a área em estudo, entender a distribuição dos solos na paisagem, estabelecer padrões das condições das pastagens “in loco” e dos distintos padrões de organização pedológica na paisagem.

A seguir, selecionou-se um transecto nordeste – oeste, pela BR 222, sentido Santa Luzia - Buriticupu, com aproximadamente 120 km de extensão, e ao longo deste transecto foram feitas várias entradas sentido norte-sul, para checagens de campo ao longo destes transectos, identificação e caracterização das condições das pastagens, dos ambientes pedológicos, averiguações em locais específicos e coleta de amostras.

Nesta ocasião, a área foi percorrida, sendo visitadas várias propriedades rurais com pastagem implantadas sob vários níveis de qualidade, os solos foram examinados por meio de tradagens e em cortes de estradas, tendo sua ocorrência relacionada à posição que ocupam na paisagem e sua posição registrada. Em todos os pontos de campo checados ou avaliados efetuou-se o registro com auxílio de aparelho GPS.

No decorrer dos trabalhos de campo foram checados 67 pontos de campo para avaliar a qualidade das pastagens e, 37 pontos específicos para confirmar os diferentes tipos de solos que ocorrem na área. Totalizando 104 observações de campo, de locais representativos da qualidade das pastagens

identificadas na área e dos tipos de solos, inclusive sob vegetação de mata. Para completar a caracterização dos solos foram utilizados ainda, 1 perfil de solo coletado em minitrincheira para estudos específicos de carbono no solo (Moraes et al. 2017) e, 50 perfis completos de solos referentes a área de interesse, provenientes do estudo realizado por Jacomini et al. (1986), no estado do Maranhão. Destes, 15 perfis foram de Latossolo Amarelo distrófico, 34 perfis de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico, 1 perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico e 1 perfil de Plintossolo Argilúvico distrófico. A avaliação da aptidão agrícola das terras foi feita com base nos perfis de solos e seguiu a metodologia descrita por Ramalho Filho e Beek (1995).

A categorização visual do nível de degradação das pastagens identificadas na área foi feita por um especialista em pastagem da AGERP (Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural do Maranhão), em várias propriedades rurais escolhidas como locais representativos da qualidade das pastagens. Nestes pontos, características visuais como a baixa cobertura vegetal ou oferta de forragem, presença de espécies invasoras, exposição do solo, indícios de erosão do solo e estratégias de manejo utilizadas, foram usadas para classificar estágios de degradação e níveis de qualidade das pastagens. O método utilizado para avaliar a qualidade das pastagens seguiu parâmetros quantitativos e qualitativos, conforme descrito em Nogueira et al. (2012).

As informações obtidas até então foram integradas a imagens de satélite Landsat 8, e técnicas de geoprocessamento foram utilizadas para a definição das áreas de pastagens e seus níveis de qualidade.

As amostras extras foram coletadas quando se perceberam mudanças de classes de solos ou de atributos importantes para fins de caracterização dos mesmos. Em cada ponto amostrado com o uso do trado, em geral, foram retiradas duas amostras: uma à superfície (0 a 20 cm) e outra a maiores profundidades (60 a 80 cm). Os perfis de solos descritos por Jacomini et al. (1986), foram reclassificados no SiBCS, Embrapa (2006). A classificação taxonômica dos solos seguiu os parâmetros descritos em Embrapa (2006), considerando-se o enquadramento taxonômico dos solos até o 4º nível categórico.

A caracterização dos solos foi feita ao longo do transecto principal sentido Santa Luzia – Buriticupu e transectos secundários e, contemplou uma porção

territorial representativa dos solos, relevo, cobertura vegetal e pedoambientes da área de interesse. Para isso, apoiou-se nos dados gerados neste trabalho, no estudo de Jacomini et al. (1986), nos mapas de solos elaborados pela Embrapa Solos UEP Recife, (Embrapa, 2006) e IBGE (2011a), associados às informações disponíveis dos demais recursos naturais.

Resultados e Discussão

Com relação à declividade da área de estudo, a Tabela 1 mostra a quantificação das áreas ocupadas pelas classes de declividade, extraídas do mapa gerado (Figura 7), onde predominam as classes de 0-3% e 3-8%, caracterizando relevo plano e relevo suave ondulado.

Tabela 1. Classes de declividade e relevo dos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA

Classes de declividade	Relevo	% ha
< 3%	Plano/praticamente plano	21
3 a 8%	Suave ondulado	45
8 a 14%	Moderadamente ondulado	8
14 a 20%	Ondulado	9
20 a 45%	Forte ondulado	10
45 a 75%	Montanhoso	5
> 75%	Escarpado	2

Fonte: dos autores (2018).

O relevo tem importância no processo erosivo, principalmente por ser a declividade o fator responsável pela maior ou menor infiltração das águas das chuvas. As fases de relevo são estabelecidas segundo critérios de declividade, forma do terreno, altura relativa das elevações, tipo e comprimento das pendentes, com o objetivo de fornecer subsídios ao estabelecimento dos graus de limitações em relação ao emprego de implementos agrícolas e a suscetibilidade a erosão. As Figuras 6 e 7, mostram o modelo digital de elevação da área e o mapa de classes de declividade (municípios de Santa Luzia e Buriticupu). A quantificação das áreas ocupadas pelas classes de declividade, extraídas do mapa gerado encontram-se na Tabela 1.

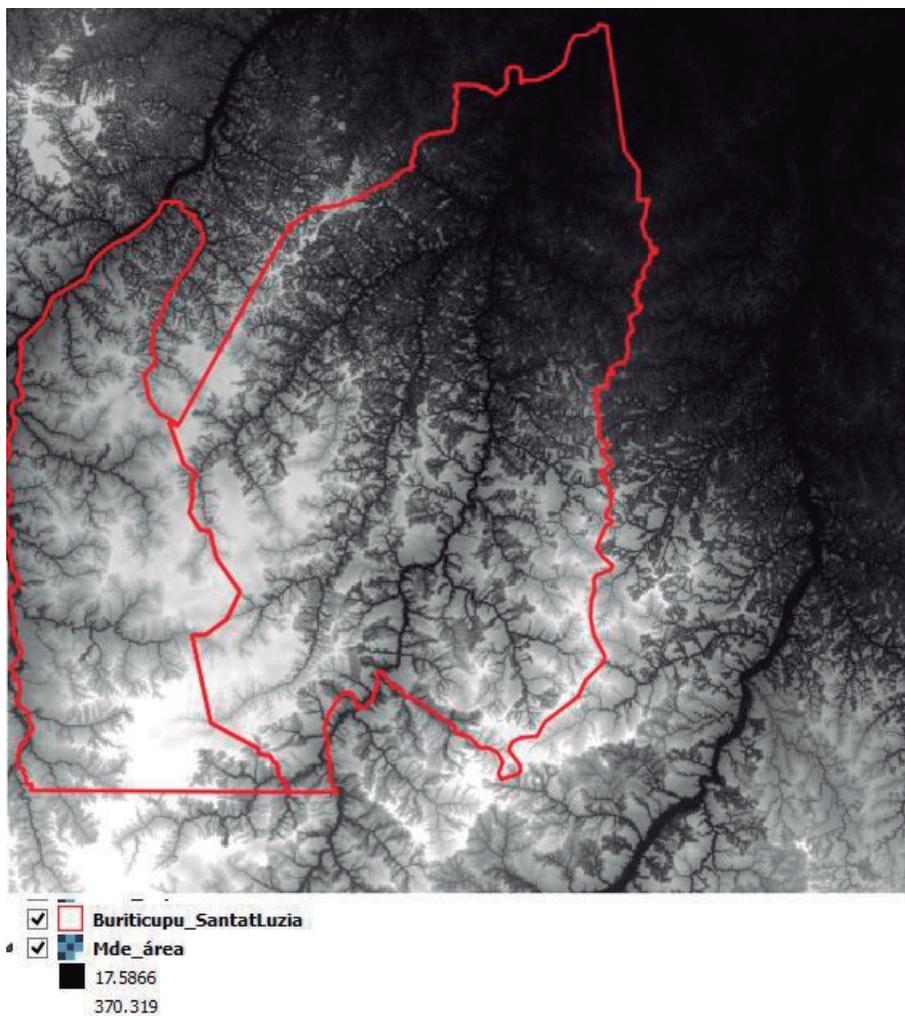


Figura 6. Modelo digital de elevação da área dos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu – MA

Fonte: dos autores (2018).

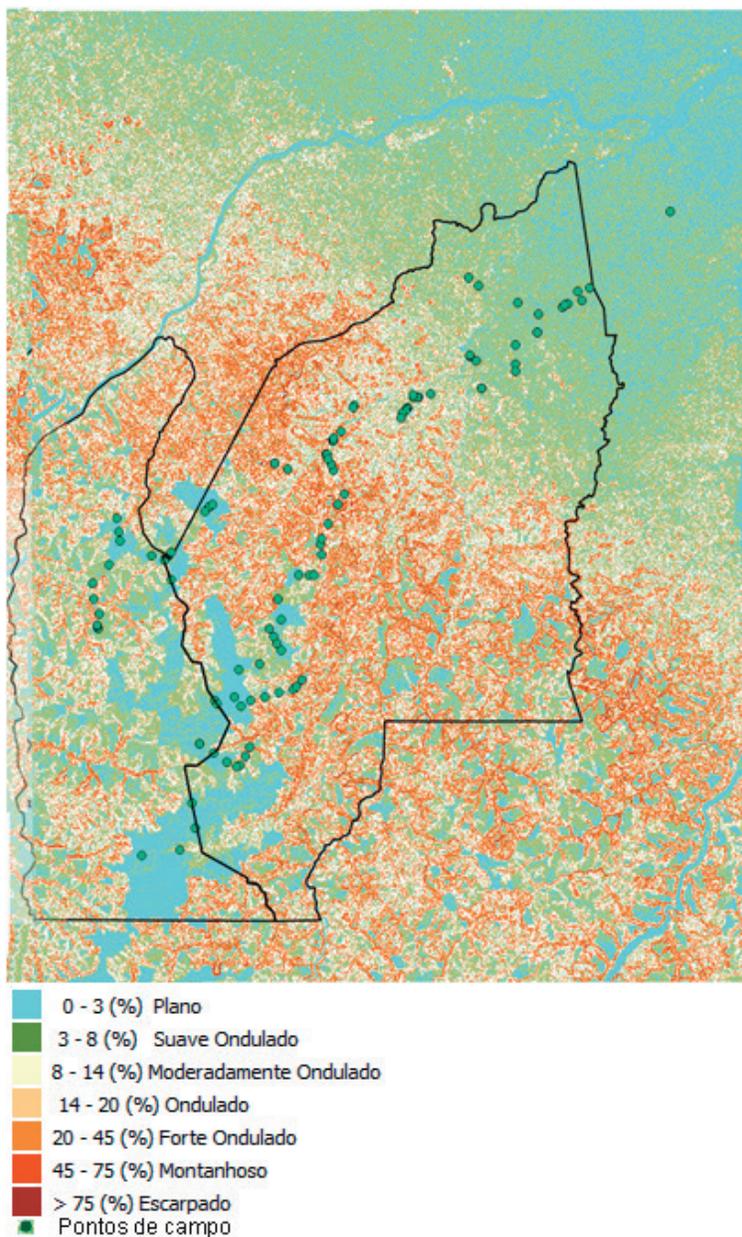


Figura 7. Mapa de declividade da área de estudo dos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA

Fonte: dos autores (2018).

Com relação às pastagens, cerca de 20% do estado do Maranhão é coberto por pastagens em diferentes estágios de degradação. De acordo com Dias-Filho (2011), o conceito de pastagem degradada pode ser definida como a área com acentuada diminuição da produtividade agrícola perdendo ou não a capacidade de manter a produtividade do ponto de vista biológico (acumular carbono), e resultando na diminuição acentuada da capacidade suporte.

A categorização visual do nível de degradação das pastagens identificadas na área foi feita em 103 pontos de campo, de locais representativos da qualidade das pastagens. Nestes pontos, características visuais como a baixa cobertura vegetal ou oferta de forragem, presença de espécies invasoras, exposição do solo e indícios de erosão do solo foram usadas para classificar estágios de degradação das pastagens.

As pastagens de qualidades distintas avaliadas visualmente apresentaram diferenças quanto às características e atributos do solo, bem como do desenvolvimento da parte vegetativa. Assim, quanto mais alto o nível de qualidade das pastagens menor o estágio de sua degradação. A figura 8 mostra o resultado da avaliação de campo, onde apenas 13,6% das pastagens avaliadas apresentam baixo nível de degradação.

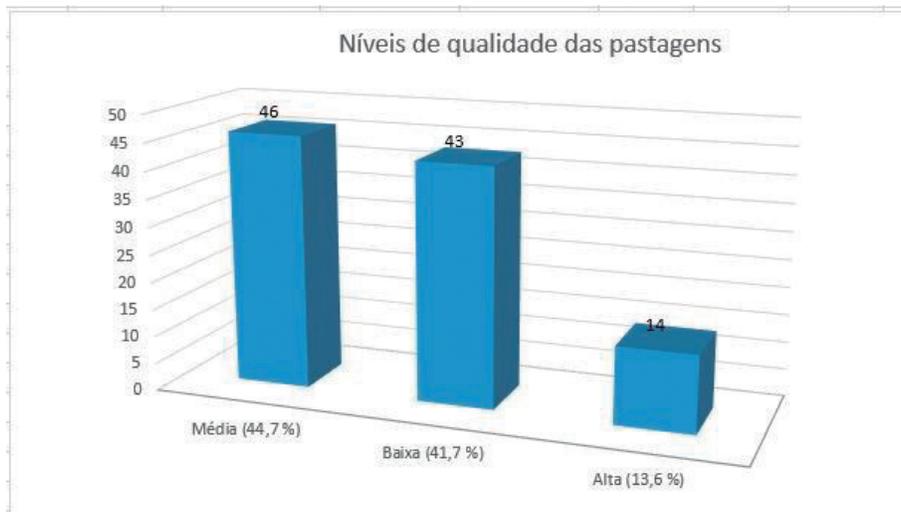


Figura 8. Níveis de qualidade das pastagens dos pontos visitados nos municípios de Santa Luzia - MA e Buriticupu - MA.

Fonte: dos autores (2018).

Por outro lado, embora as pastagens amostradas apresentaram características visuais muito distintas, seus estoques de carbono até 100 cm de profundidade não diferiram (Moraes et al. 2017).

Os atributos morfológicos e as análises físicas e químicas dos perfis avaliados ao longo do transecto pedológico estudado, permitiram a reclassificação dos solos conforme o SiBCS (Embrapa, 2006), em Latossolo Amarelo Distrófico típico (Perfis P1 e P2); Latossolo Vermelho - Amarelo Eutrófico típico (Perfil P3); Argissolo Vermelho - Amarelo Distrófico típico (Perfil P4); Argissolo Vermelho - Amarelo Ta Distrófico típico (Perfis P5); Argissolo Vermelho-Amarelo Ta Distrófico abrupto (Perfis P6, 36 e 38); Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico (Perfil P7); Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (Perfil P8) e Plintossolo Argilúvico Distrófico abrupto (Perfil P9). Conforme esperado, os solos predominantes na área de estudo são Argissolos, Latossolos e Plintossolos.

Considerando que juntos os municípios de Santa Luzia e Buriticupu somam aproximadamente 731.200ha, o domínio de solos das classes dos Latossolos, Argissolos e Plintossolos ao longo do transecto pedológico avaliado, são coerentes com os resultados obtidos por Carvalho Filho (2011), que listou os solos de maior importância socioeconômica encontrados no Estado do Maranhão, como sendo Latossolos Amarelos (33,87%), Plintossolos Argilúvicos (13,67%), Argissolos Vermelho-Amarelo (9,54%) e Argissolos Vermelho-Amarelo petroplínticos (9,22%). A Tabela 1 mostra as classes de solo identificadas nos quatro níveis categóricos do SiBCS.

Verifica-se a pouca ocorrência de Cambissolo Háplico, Neossolo Litólico, Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico nesta área. As descrições morfológicas completas dos 56 perfis utilizados encontram-se disponíveis em (Jacomini et al. 1986).

As análises físicas e químicas, cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, permitiram a reclassificação dos solos, que mostram variações em suas características morfológicas, físicas e químicas, condicionadas pelo clima, relevo, material de origem, posição que ocupam na paisagem, e principalmente devido à variação granulométrica e mineralógica do material de origem encontrado na área. Sendo, os mais comuns as coberturas areno-argilosas, argilosas e argilo-arenosas, derivadas ou sobrepostas às formações geológicas sedimentares Jacomini et al. (1986), Bandeira (2013), pertencentes a formação Itapecuru ou aos depósitos detrito-lateríticos, como descrito em Correia Filho et al. (2011).

Tabela 2. Relação de classes de solo nos quatro níveis categóricos do SiBCS, identificadas nos municípios de Santa Luzia - MA e Buriticupu - MA.

Ordem (10 nível)	Subordem (20 nível)	Grande Grupo (30 nível)	Subgrupo (40 nível)
Argissolo	Vermelho-Amarelo	Eutrófico	típico
Argissolo	Vermelho-Amarelo	Distrófico	típico
Argissolo	Vermelho-Amarelo	Distrófico	latossólico
Argissolo	Vermelho-Amarelo	Ta Distrófico	típico
Argissolo	Vermelho-Amarelo	Ta Distrófico	abrupto
Latossolo	Amarelo	Distrófico	típico
Latossolo	Vermelho-Amarelo	Eutrófico	típico
Plintossolo	Argilúvico	Distrófico	abrupto

Fonte: dos autores (2018).

Os Argissolos da área de estudo foram diferenciados em níveis categóricos subsequentes do SiBCS, em função da cor do horizonte B textural (2o nível categórico), em Argissolos Vermelho-Amarelos, em função da saturação por bases nos primeiros 100 cm do horizonte B (3o nível categórico), em distróficos e eutróficos e, em função da atividade da fração argila em solos com argila de atividade alta e distróficos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), e no 4o nível categórico do SiBCS por apresentarem características intermediárias com a classe dos Latossolos (solos que apresentam horizonte B latossólico abaixo do horizonte B textural, dentro de 150 cm da superfície do solo), ou pela presença de acentuado gradiente textural ao longo do perfil (caráter abrupto, solos com mudança textural abrupta). A tabela 2, mostra características físicas e químicas de alguns perfis de Argissolos Vermelho-Amarelos que ocorrem na área.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos na área compreendem solos minerais, não hidromórficos, normalmente profundos, com horizonte B textural, sem presença de mosqueado e/ou cor variegada, imediatamente abaixo do horizonte A moderado. Atividade da fração argila identificada nos perfis foi variável, ocorrendo solos de baixa e alta atividade (P4, P5 e P6), baixos teores de ferro, saturação por bases variável, com valores de (V%) menores que 50% e maiores que 50 % na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA, (P4 a P8).

Tabela 3. Características físicas e químicas de alguns perfis de Argissolo Vermelho-Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P4 – Argissolo Vermelho - Amarelo Distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	Site/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
A	0 - 4	10 YR 4/2	730	170	100	60	40	1,7	-	-	-						
AB	4 - 22	7,5 YR 5/6	720	180	100	100	0	1,8	-	-	-						
B1t	22 - 43	5 YR 5/8	660	160	180	170	6	0,89	-	-	-						
B21t	43 - 85	2,5 YR 4/6	640	160	200	190	5	0,8	-	-	-						
B22t	85 - 125	2,5 YR 4/8	600	160	240	210	13	0,67	-	-	-						
B3t	125-190	10 YR 4/8	650	150	200	200	0	0,75	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c /kg)						Ataque sulfúrico g/kg				Relações moleculares				
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Kf)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kt)
A	5,3	4,1	2	0,9	0,2	0,05	3,2	7,7	42	6	14	7,1	2,4	0,8	0,2	5,03	4,15
AB	4,9	3,7	-	-	0,07	0,03	1	3,6	28	52	2,9	7,7	3,4	1,1	0,24	8,85	3,19
B1t	4,9	3,7	-	-	0,12	0,03	1	4,7	21	70	2,3	10,7	6,1	1,3	0,28	2,98	2,63
B21t	4,9	3,7	-	-	0,16	0,03	1	5,3	19	74	1,6	11,5	7,1	1,5	0,28	2,75	2,43
B22t	5,1	3,6	0,9	0,6	0,17	0,03	1,7	6,2	27	65	1,3	13,7	9,1	1,7	0,29	2,56	2,29
B3t	5,1	3,7	0,8	0,9	0,18	0,03	1,9	5,8	33	59	1	12,8	8,6	1,7	0,28	2,53	2,25

Continua...

Tabela 3. Características físicas e químicas de alguns perfis de Argissolo Vermelho- Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P5 – Argissolo Vermelho - Amarelo Ta Distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	silte/ argila		Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte			Argila	Ds	Dp								
A	0 - 5	N2/	730	170	100	40	60	1,7	-	-	-						
AB	5 - 21	10 YR 4/3	720	150	130	80	38	1,15	-	-	-						
Bt1	21 - 49	7,5YR 4/4	700	140	160	120	25	0,88	-	-	-						
Bt2	49 - 70	5YR 3/4	620	130	250	160	36	0,52	-	-	-						
C	70 - 150	2,5YR 4/6	600	130	260	170	35	0,5	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc/kg)					Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares						
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V (%)	AI (%)	C.O. (g/kg)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ Al ₂ O ₃ R ₂ O ₃ (Kr)	
A	6	5,4	7,1	5,2	0,72	0,06	13,1	16,8	78	0	30,3	5,8	2,1	0,8	0,27	4,69	3,78
AB	6,6	5,1	2,4	2,3	0,49	0,03	5,2	6,2	84	0	3,4	7,0	3,4	1,1	0,37	3,5	2,9
Bt1	6,2	4,2	1,6	2,3	0,95	0,05	4,9	6,8	72	8	2,5	8,6	4,0	1,2	0,39	3,66	3,07
Bt2	5,2	3,6	0,7	1,7	0,74	0,04	3,2	11,1	29	64	2,7	13,2	7,3	2,1	0,41	3,07	2,6
C	4,7	3,5	0,6	1,9	0,54	0,04	3,1	15,2	20	77	2,0	15,9	8,9	2,6	0,33	3,04	2,56

Continua...

Tabela 3. Características físicas e químicas de alguns perfis de Argissolo Vermelho- Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P6 – Argissolo Vermelho - Amarelo Ta Distrófico abruptico													
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	Slite/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³			
			Areia	Slite				Argila	Ds		Dp		
A	0 - 10	10,5YR 4/2	370	510	120	90	25	4,25	-	-			
AB	10 - 30	10,5YR 5/2	410	460	130	110	15	3,54	-	-			
Bt1	30 - 45	10,5YR 5/4	250	470	280	250	11	1,68	-	-			
Bt2	45 - 60	10,5YR 6/3	100	440	460	360	22	0,96	-	-			
Bt3	60 - 80	10,5YR 7/1	110	460	430	290	33	1,07	-	-			
C	80 - 120	10,5YR 7/1	280	380	340	240	29	1,12	-	-			

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc/kg)						Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares					
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V (%)	AI (%)	C.O. (g/kg)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ / R ₂ O ₃ (Kr)	
	A	5,6	4,7	5,3	1,8	0,67	0,04	7,8	11,7	70	0	13,9	6,7	3	1,1	0,3	3,8
AB	5,8	4,6	3,9	1,7	0,43	0,03	6,1	7,9	77	0	5,9	7,2	3,6	1,4	0,32	3,4	2,72
Bt1	5,6	4,3	5,1	6,1	0,75	0,06	12	14,1	85	2	3,3	14,8	7,3	3	0,36	3,45	2,73
Bt2	4,9	3,5	4	7,5	0,96	0,14	12,6	25,8	48	44	3,5	24,6	12,9	5,6	0,45	3,24	2,54
Bt3	4,8	3,4	1,6	5,5	0,74	0,13	8	25,6	31	66	2,7	24	12,6	5,2	0,46	3,24	2,56
C	4,8	3,4	0,5	4,2	0,63	0,12	5,5	23,1	23	74	1,7	20,4	10,4	3,5	0,39	3,33	2,74

Continua...

Tabela 3. Características físicas e químicas de alguns perfis de Argissolo Vermelho- Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P7 – Argissolo Vermelho - Amarelo Distrófico latossólico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³							
			Areia	Silte				Argila	Ds		Dp						
A	0 - 6	10YR 4/2	750	70	180	140	22	0,39	-	-							
AB	6 - 23	10YR 5/4	620	80	300	250	17	0,27	-	-							
Bt1	23 - 48	10YR 6/6	490	90	420	320	24	0,21	-	-							
Bt2	48 - 83	10YR 6/8	450	70	480	40	92	0,15	-	-							
Bt3	83 - 126	7,5YR 6/6	440	130	430	0	100	0,3	-	-							
Bt4	126-190	7,5YR 6/8	460	130	410	0	100	0,32	-	-							
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc/kg)				V (%)	AI (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares				
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺				S	T	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kr)
A	4,8	4,3	3,6	0,5	0,16	0,03	4,3	8,4	51	2	16,5	8,8	6,2	1	0,35	2,41	2,17
AB	4,2	3,7	-	-	0,06	0,02	0,3	3,2	9	70	5,8	15	11,4	1,7	0,59	2,24	2,04
Bt1	4,3	3,8	-	-	0,02	0,03	0,3	2,9	10	73	4,1	19,3	15,3	1,9	0,73	2,14	1,99
Bt2	4,6	3,9	-	-	0,03	0,08	0,6	2,8	21	50	3,2	22	17,8	2,3	0,81	2,1	1,94
Bt3	4,6	4	-	-	0,01	0,02	0,3	2,8	21	67	2,3	22,7	18,6	2,4	0,83	2,07	1,92
Bt4	4,6	4	-	-	0,01	0,02	0,4	2	20	56	1,9	21,4	18	2,3	0,85	2,02	1,87

Continua...

Tabela 3. Características físicas e químicas de alguns perfis de Argissolo Vermelho- Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P8 – Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³							
			Areia	Silte				Argila	Ds		Dp						
A	0 - 3	10 YR3/1	780	140	80	50	38	1,75	-	-	-						
AB	3 - 20	7,5YR 5/4	760	140	100	90	10	1,4	-	-	-						
Bt1	20 - 40	7,5YR 5/6	710	150	140	130	7	1,07	-	-	-						
Bt2	40 - 70	7,5YR 5/8	680	160	160	150	6	1	-	-	-						
Bt3	70 - 120	2,5YR 5/6	630	150	220	210	5	0,68	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmolc/kg)						Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares						
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V (%)	AI (%)	C.O. (g/kg)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (Ki)
A	5,2	4,5	4,3	1,2	0,36	0,05	5,9	11,3	52	1	21,9	4,4	2,4	0,6	0,18	3,12	2,68
AB	5,1	4,2	1	0,4	0,12	0,02	1,5	2,9	51	21	5,8	5,2	3,3	0,8	0,26	2,68	2,32
Bt1	5,1	4	0,8	0,4	0,13	0,01	1,3	3	43	13	4,8	6,6	4,5	1,1	0,27	2,49	2,16
Bt2	5,4	4,1	1	0,3	0,26	0,01	1,6	2,9	55	11	2,8	7,6	5,6	1,2	0,3	2,31	2,03
Bt3	5,2	4	1	0,5	1,08	0,02	2,6	4,1	63	16	2,1	10,6	8,0	1,6	0,32	2,25	2,0

Legenda: ADA = Argila dispersa em Água; GF = Grau de flocculação; V = Saturação por bases; AI = saturação por alumínio; CO = Carbono orgânico.

Fonte: dos autores (2018).

Na área apresentam perfis profundos, com espessura do solum superior a 150 cm, sequência de horizontes do tipo A-Bt-C, bem drenados e de textura variável, ocorrendo solos com textura média, arenosa/média, argilosa/muito argilosa, média/argilosa, argilosa cascalhenta / muito argilosa cascalhenta fases pedregosas I e III e argilosa/muito argilosa cascalhenta fase pedregosa III. Não apresentam qualquer impedimento físico à penetração do sistema radicular pelo menos até 150 cm de profundidade, e situam-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e topo de chapadas, com relevo suave ondulado, ondulado, ondulado a forte ondulado e forte ondulado, sob cobertura vegetal original de floresta equatorial subperenifólia com babaçu ou utilizados com pastagem plantada e culturas de subsistência, destacando-se as culturas de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. Os Argissolos Vermelhos - Amarelos são originados de materiais de formações geológicas sedimentares, e de coberturas argilo - arenosas e areno - argilosas assentadas sobre as formações geológicas. As áreas, onde o relevo é plano a suave ondulado podem ser aproveitadas para agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização. Em função da diferença textural entre os horizontes A e B se tornam mais propensos aos processos erosivos, principalmente após desmatamento. Os solos que ocorrem em posições fisiográficas de relevo ondulado e forte ondulado devem ser destinados à preservação ambiental, pois, nestas condições estão sujeitos a processos erosivos mais intensos.

Da mesma forma, os Latossolos foram diferenciados em níveis categóricos subsequentes do SiBCS, em função da cor do horizonte B latossólico (2º nível categórico), em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo, em função da saturação por bases nos primeiros 100 cm do horizonte B (3º nível categórico), em distróficos e eutróficos, e em níveis categóricos subsequentes (4º e 5º níveis), os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos foram enquadradas em típicos e caulíníficos.

Na área compreendem solos com horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A moderado, profundos a muito profundos, com espessura do solum (horizontes A e B) em geral superior a 200 cm, sequência de horizontes do tipo A-Bw-C, com reduzido incremento de argila em profundidade. São muito porosos, bem acentuadamente drenados, de elevada permeabilidade, com valores de (V%) menores que 50% e maiores que 50 % na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), constituindo solos distróficos e eutróficos.

Na paisagem ocorrem solos com horizontes de coloração amarelada e vermelho amarelada, caulíníficos, de textura muito argilosa e muito argilosa/muito argilosa com cascalho fase pedregosa III, podendo ocorrer também, solos de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos e em menor proporção, solos eutróficos (P3). São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, até áreas de relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado, sob vegetação de floresta equatorial subperenifólia ou utilizados com pastagem plantada e plantios de culturas anuais, tendo como material de origem mais comum, as coberturas areno-argilosas e argilosas, derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada, esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

Os Latossolos da área não apresentam qualquer impedimento físico à penetração do sistema radicular pelo menos até 150 cm de profundidade, até mesmo, os solos de textura muito argilosa com cascalho fase pedregosa III. Embora os latossolos possuam argila floclada, o que lhes garante uma maior estabilidade, os solos que ocorrem em posições fisiográficas de relevo forte ondulado são mais propensos aos processos erosivos, principalmente se permanecerem sem cobertura vegetal. A tabela 4, mostra características físicas e químicas de alguns perfis de Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho - Amarelo que ocorrem na área.

Tabela 4. Perfis representativos de Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho – Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P1 – Latossolo Amarelo Distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	Site/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³							
			Areia	Silte				Argila	Ds		Dp						
A	0-8	10 YR 4/2	220	140	640	380	41	0,22	-	-							
AB	8-22	10 YR 4/4	190	40	770	490	36	0,05	-	-							
Bw1	22-53	10 YR 5/6	160	40	800	0	100	0,05	-	-							
Bw2	53-89	10 YR 5/8	120	100	780	0	100	0,13	-	-							
Bw3	89-136	7,5YR 5/8	100	150	750	0	100	0,20	-	-							
Bw4	136-200	7,5YR 6/8	90	140	770	0	100	0,18	-	-							
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc/kg)					Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares						
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Kt)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)
A	4,6	4,2	5	1,5	0,29	0,06	6,9	14	49	4	3,02	24,4	21,4	7,1	1,24	1,94	1,6
AB	4,2	3,8	-	-	0,17	0,05	0,9	5	18	50	0,88	26,9	24,1	8,9	1,38	1,9	1,54
Bw1	4,3	3,9	-	-	0,07	0,02	0,5	3,6	14	67	0,61	29,1	25,1	9,2	1,52	1,97	1,6
Bw2	4,5	4,0	-	-	0,03	0,02	0,5	2,9	17	55	0,33	29,1	25,1	9,4	1,58	1,97	1,59
Bw3	4,6	4,1	-	-	0,02	0,02	0,6	2,6	23	40	0,25	30,6	25,6	9,9	1,66	2,03	1,65
Bw4	4,7	4,1	-	-	0,03	0,02	0,7	2,6	27	30	0,21	31,4	25,4	9,8	1,66	2,1	1,69

Continua...

Tabela 4. Perfis representativos de Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho – Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P2 – Latossolo Amarelo Distrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	silte/ argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³							
			Areia	Silte				Argila	Ds		Dp						
Ap	0 - 6	10 YR 4/2	90	160	750	600	20	0,21	-	-							
AB	6 - 30	10 YR 5/4	60	130	810	540	33	0,16	-	-							
Bw1	30 - 52	10 YR 5/6	50	110	840	10	99	0,13	-	-							
Bw2	52 - 80	7,5YR 6/6	40	70	890	0	100	0,08	-	-							
Bw3	80 - 130	7,5YR 6/7	30	130	840	0	100	0,15	-	-							
Bw4	130-200	7,5YR 6/8	60	80	860	0	100	0,09	-	-							
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmolc/kg)						Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares						
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V (%)	Al (%)	C.O. (g/kg)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (Kt)
Ap	4,6	4,1	5,1	1	0,3	0,06	6,5	14,1	46	6	3,02	24,4	23,6	5,5	1,46	1,76	1,53
AB	4,2	3,8	-	-	0,1	0,02	1,0	6,2	16	57	1,21	31,9	25,4	6,2	1,49	2,14	1,85
Bw1	4,3	3,9	-	-	0,05	0,02	0,5	4,8	10	74	0,81	31,9	26,3	6,5	1,49	2,06	1,78
Bw2	4,7	4,0	-	-	0,02	0,02	0,2	3,8	5	88	0,5	34,0	26,9	7,4	1,57	2,15	1,83
Bw3	4,7	4,0	-	-	0,02	0,02	0,1	2,9	3	90	0,48	35,0	27,3	7,7	1,56	2,18	1,85
Bw4	5,0	4,1	-	-	0,02	0,02	0,6	2,7	22	33	0,23	35,6	27,5	7,8	1,48	2,2	1,86

Continua...

Tabela 4. Perfis representativos de Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho – Amarelo, distribuídos pelos municípios de Santa Luzia - MA e de Buriticupu - MA.

P3 – Latossolo Vermelho-Amarelo Eustrófico típico																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)			ADA g/kg	GF %	silte/argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³						
			Areia	Silte	Argila				Ds	Dp							
Ap	0-10	7,5YR 2,5/1	70	250	680	660	3	0,37	-	-	-						
BA	10-20	5 YR 4/6	55	230	715	695	3	0,32	-	-	-						
BA	20-30	5 YR 4/6	45	199	756	715	5	0,26	-	-	-						
Bw1	30-50	5 YR 5/8	32	131	837	123	85	0,16	-	-	-						
Bw2	50-70	5YR 5/8	39	125	836	0	100	0,15	-	-	-						
Bw3	70-100	5YR 5/8	55	171	774	0	100	0,22	-	-	-						
Bw4	100-140	5YR 5/8	79	208	713	0	100	0,29	-	-	-						
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmolc/kg)						C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares					
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		S	T	V (%)	Al (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ Al ₂ O ₃ (K1)
Ap	6,6	6,1	10,1	2,6	0,43	0,06	13,2	14,400	92	0	31,1	-	-	-	-	-	-
BA	6,7	6,1	4,5	1,6	0,59	0,04	6,7	7,900	85	0	11,9	-	-	-	-	-	-
BA	6,7	6,2	3,6	1,3	0,49	0,05	5,4	6,400	84	0	9,6	-	-	-	-	-	-
Bw1	5,4	5,0	1,7	1,4	0,09	0,03	3,2	4,500	71	0	7,1	-	-	-	-	-	-
Bw2	4,8	4,6	1,1	1,6	0,01	0,03	2,7	4,500	60	4	5,3	-	-	-	-	-	-
Bw3	5,0	4,8	0,8	1,8	0,01	0,03	2,6	3,900	67	0	4,3	-	-	-	-	-	-
Bw4	5,2	5,3	0,8	1,7	0,01	0,03	2,5	3,700	68	0	2,6	-	-	-	-	-	-

Legenda: ADA = Argila dispa em Água; GF = Grau de flocculação; V = Saturação por bases; Al = saturação por alumínio; CO = Carbono orgânico.

Fonte: dos autores (2018).

Nas baixadas, o ambiente hidromórfico apresenta sérias limitações impostas pela presença de lençol freático a pouca profundidade. Os solos predominantes são Plintossolos Argilúvicos ou Háplicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos, ambos Tb distróficos, que ocorrem nas várzeas ao longo dos rios e córregos, ocupando as partes mais baixas da paisagem. A tabela 5, mostra um perfil de plintossolo argilúvico distrófico.

O material de origem dos solos de várzea é constituído de sedimentos argilo-arenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas, oriundos da decomposição de materiais e rochas de áreas circunvizinhas que são carreados das encostas e depositados nas calhas dos rios e córregos. Em certos locais nota-se o aporte recente de material coluvial.

Os Plintossolos são solos de textura média e argilosa, com restrições à percolação d'água e sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade, apresentam horizonte plíntico e podem ser distróficos, eutróficos ou álicos (Jacomini et al. 1986). Ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado e se originam a partir das formações sedimentares. Os solos eutróficos propiciam maior produtividade agrícola, os solos álicos e distróficos são de baixa fertilidade natural e acidez elevada e mais utilizados com culturas de subsistência. Nas áreas desses solos, além do extrativismo do coco babaçu, são utilizados com a culturas de mandioca, arroz, feijão, milho, fruticultura e pecuária bovina extensiva (Jacomini et al. 1986).

A variabilidade nas propriedades dos solos a pequenas distâncias se manifestam ao longo de todo o transecto pedológico avaliado, como mostra os resultados das análises físicas dos perfis avaliados, cuja classificação textural dos solos mostram variações desde arenosa até muito argilosa, devido à variação granulométrica e mineralógica do material de origem. De modo geral, o teor de argila tende a aumentar com a profundidade, em direção aos horizontes diagnósticos dos solos estudados, uma tendência bem definida nos Argissolos (P4 a P8).

Nos solos Latossolos avaliados, os teores de argila dispersa em água foram maiores nos horizontes A, em relação aos horizontes Bw (P1 e P2), e o grau de floculação nos horizontes Bw, em relação aos horizontes A, também foram maiores, chegando a 100%. O que concorda com Resende, Lani e Resende (2002), que apresentam altos índices de floculação em solos

Tabela 5. Perfil representativo de Plintossolo Argilúvico Distrófico no município de Santa Luzia - MA.

P9 – Plintossolo Argilúvico Distrófico abruptico - Perfil 10																	
Horizonte	Prof. (cm)	Cor úmida	Textura (g/kg)		ADA g/kg	GF %	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³								
			Areia	Silte			Argila	Silte/ argila		Ds	Dp						
A	0 - 5	10 YR 2/1	470	340	190	120	37	1,79	-	-							
AB	5 - 17	10 YR 5/4	430	340	230	180	22	1,48	-	-							
Btf1	17 - 48	5 YR 6/3	220	340	450	350	22	0,76	-	-							
Btf2	48 - 89	10 YR 6/1	140	410	450	320	29	0,91	-	-							
Btf3	89 - 130	10 YR 6/1	270	280	450	310	31	0,62	-	-							
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (cmolc/kg)					V AI (%)	C.O. (g/kg)	Ataque sulfúrico g/kg			Relações moleculares					
		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺			Na ⁺	S	T	Silte	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	
A	5,7	4,6	5,7	4	0,22	0,1	10	17,6	57	0	13,7	12,3	4,1	1,4	0,31	5,1	4,18
AB	5,1	3,7	1,6	2,5	0,25	0,06	4,4	8,6	51	28	4,9	12,5	6,5	3,7	0,45	3,27	2,4
Btf1	5,3	3,6	1	6,4	0,62	0,06	8,1	16,6	49	43	3,3	21,8	13,1	4,7	0,52	2,83	2,3
Btf2	5,3	3,6	0,5	8,8	0,8	0,07	10,2	22,2	46	50	1,9	28	15,3	5,8	0,55	3,11	2,51
Btf3	5,4	3,6	0,5	9,6	0,83	0,1	11	22,4	49	48	0,9	26,5	14,6	5,3	0,52	3,09	2,51

Legenda: ADA = Argila dispeesa em Água; GF = Grau de floculação; V = Saturação por bases; AI = saturação por alumínio; CO = Carbono orgânico.

Fonte: dos autores (2018).

Latossolos, em função do enriquecimento de sesquióxidos de Fe e Al, que são agentes agregantes dos solos. Por sua vez, os valores de Ki e Kr foram elevados nos horizontes Bw, caracterizando solos cauliniticos, o que os tornam menos resistentes à dispersão e mais instáveis, quando comparados a outros Latossolos como os gibbsíticos.

Os resultados das análises químicas (Tabelas 2, 3 e 4) apresentaram características bem semelhantes, provavelmente em função do material de origem, constituídos por rochas sedimentares pré-intemperizadas. Os solos analisados apresentaram valores baixos de pH em H₂O, caracterizando solos fortemente ácidos (P1, P2, P4, P7 e P8), moderadamente ácidos (P5, P6 e P9) e praticamente neutro (P3), segundo Embrapa (2006).

Foram constatados baixos teores de Ca²⁺ + Mg²⁺ nos perfis estudados e, conseqüentemente, baixa saturação de bases no complexo coloidal, caracterizando a maioria dos perfis de solos como distróficos, exceto (P3 e P8), conforme Embrapa (2006). Estes resultados podem ser atribuídos à pobreza química dos materiais de origem (principalmente dos sedimentos), que não apresentam minerais primários portadores de elementos nutrientes.

A saturação por alumínio foi alta em quase todos os horizontes dos solos avaliados, com valores acima de 50%, exceto nos solos eutróficos (P3 e P8), com saturação por bases alta, sendo grande parte da capacidade de troca de cátions CTC (T) ocupada com o H⁺ + Al³⁺, o que aumenta a competição de Al³⁺ com os cátions de outros elementos. Mas, os valores de Al⁺⁺⁺ ficaram sempre abaixo de 4.0 cmolc kg⁻¹, não constituindo portanto, solos com caráter alítico ou aluminíco, conforme valores definidos por Embrapa (2006).

Os teores de matéria orgânica nos horizontes A foram maiores nos solos argilosos e com cobertura vegetal mais densa, em relação aos solos arenosos, com uma vegetação menos densa. De acordo com os padrões de fertilidade recomendados, os solos da área de estudo são dependentes da utilização de calagem, para correção da acidez, por vezes, a gessagem para minimizar a toxidez de Al em profundidade e uso intensivo de fertilizantes, em função das suas características químicas.

Com base nas características apresentadas acima foi possível individualizar quatro unidades pedoambientais, descritas a seguir:

Unidade pedoambiental I

Essa unidade pedoambiental inclui áreas de relevo plano a suave ondulado que compreende classes de declive de 0-8%, com predomínio da classe de declive de 0-3%. Os solos de maior dominância neste segmento são os Latossolos Amarelos distróficos de textura argilosa, seguidos, em menor proporção, de Latossolo Vermelho - Amarelo eutrófico e Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, típico ou plíntico. A vegetação nativa associada é a floresta ombrófila densa, em alguns trechos, destaca-se vegetação secundária e vegetação transicional de mata de cocais, babaçu. A Figura 9 (A, B, C, e D), mostra áreas de relevo plano a suave ondulado representativo da unidade pedoambiental I.

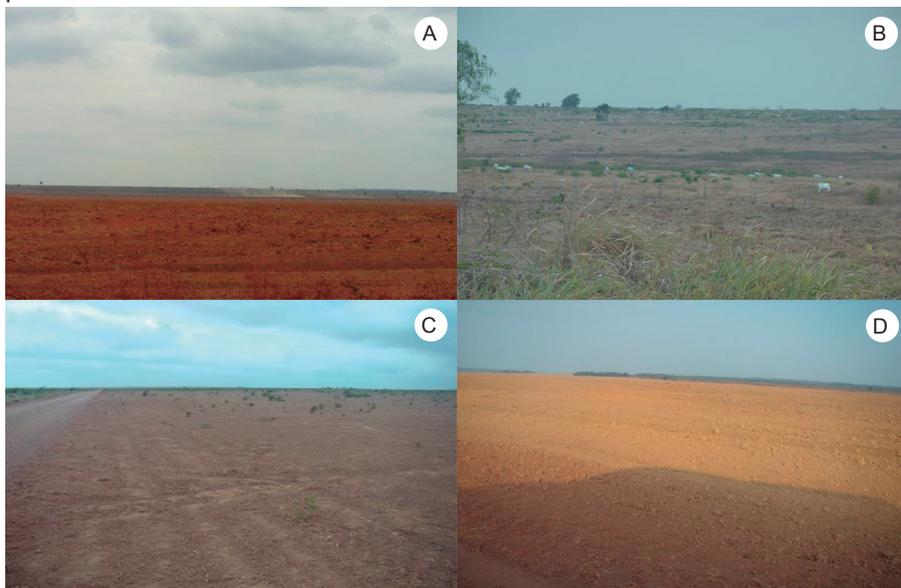


Figura 9. (A, B, C e D) áreas representativas da unidade pedoambiental I, (A e B) situadas no povoado Entrocamento do Arame e (C e D) situadas no povoado Faisa, município de Santa Luzia – MA.

Fotos: Antônio Carlos Reis de Freitas (2016).

As terras desta unidade pertencem à classe de aptidão agrícola 2(b)c e encaixam na classe de muito baixa vulnerabilidade e fragilidade ambiental, e na classe nula de suscetibilidade à erosão. Como representam terra com ele-

vado potencial agrícola para a agricultura, a vegetação nativa já se encontra praticamente substituída por lavouras anuais, com utilização de médio a alto nível tecnológico na agricultura.

Inclusos neste ambiente ocorrem pequenas áreas planas encaixadas no fundo dos vales dos rios e córregos, normalmente margeando a calha dos rios, onde ocorrem de forma restrita solos da classe dos Neossolos Flúvicos e pequenas inclusões de Gleissolos Háplicos. Nessas glebas a vegetação dominante são as florestas ciliares ou mata de galerias e formações pioneiras, com influência fluvial, destacando-se a floresta subperenifólia de várzea e campo higrófilo várzea. São áreas sujeitas à legislação específica, com limitações por excesso de água e deficiência de aeração, sendo prejudiciais ao desenvolvimento da maioria das culturas de ciclo longo. São ambientes inadequados para a construção de aterros sanitários, construções civis, lagoas de decantação e como local para recebimento de efluentes e outros usos correlatos, pela inexpressiva zona de aeração e facilidade de contaminação dos aquíferos.

Os riscos de inundação são as principais limitações. Essas áreas são indicadas para o uso com culturas de ciclo rápido ou adaptadas ao excesso de umidade.

Unidade pedoambiental II

Compreende áreas agricultáveis de relevo suave ondulado a ondulado, com declives de 8 a 14%, sem restrições quanto à legislação ambiental em sua grande maioria, onde se inclui encostas coluviais de relevo ondulado com trechos moderadamente ondulados e declives de 14 a 20%. Compõem-se de solos com boas condições de uso agrícola, muito profundos a profundos e bem a acentuadamente drenados, onde predominam Latossolo Amarelo distrófico de textura argilosa, seguidos Argissolo Vermelho - Amarelo distrófico ou plíntico, em menor proporção ocorrem Latossolo Vermelho - Amarelo eutrófico e inclusão de Plintossolos Argilúvicos ou Háplicos. A vegetação nativa associada é a floresta ombrófila densa e floresta ombrófila aberta, em alguns trechos, destacam-se a vegetação secundária e a floresta estacional semidecídua.

As terras desta unidade pertencem à classe de aptidão agrícola 2(bc) e encaixam na classe de moderada vulnerabilidade ambiental e suscetibilidade à erosão. Incluso neste segmento de paisagem, encontram-se áreas abaciadas que ocorrem nas depressões embutidas da superfície e fundos de vales dos rios principais, onde ocorrem solos hidromórficos. Nestas glebas a vegetação dominante são as florestas ciliares ou mata de galerias e formações pioneiras, com influência fluvial. Nos igapós, nascentes e às margens dos rios, riachos e córregos, há predominância de palmáceas, destacando-se a Juçara e o Buriti. Figura 10 (A e B) mostra áreas de relevo suave ondulado e ondulado representativas da unidade pedoambiental II.

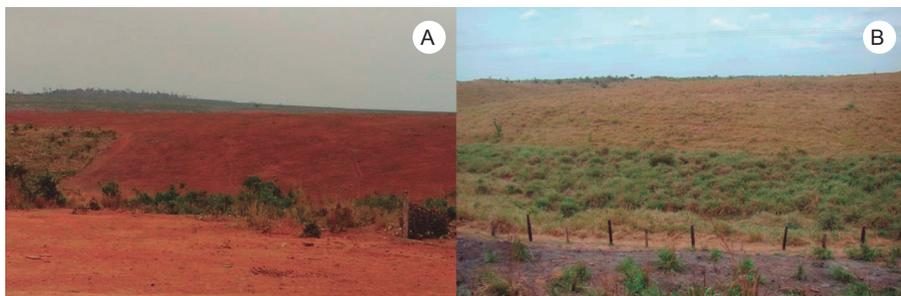


Figura 10. Áreas de relevo suave ondulado e ondulado representativas da unidade pedoambiental II situadas na Vila Eliete (A) e no povoado Parada do Gaveão (B), município de Santa Luzia - MA.

Fotos: Antônio Carlos Reis de Freitas (2016).

Esses terrenos adequados para pastagens, criações e cultivos nos terrenos menos íngremes e para urbanização nas vertentes mais suaves. As áreas são agricultáveis, sem restrições quanto a legislação ambiental específica, mas limitadas as atividades agrícolas intensivas, que exponham muito ou revolvam a camada superficial dos solos, indicadas para lavouras anuais, ciclo curto e fruticultura, preservação e recuperação de matas nas cabeceiras de drenagens. Os solos da classe dos plintossolos apresentam limitações de drenagem interna, o que dificulta o desempenho nas operações de manejo e limita o uso de algumas culturas.

Unidade pedoambiental III

As áreas representativas dessa unidade têm como características marcantes o relevo ondulado a forte ondulado, declives entre 16 a 45%, solos profundos a muito profundos, bem a moderadamente drenados e sem ocorrências de afloramentos de rochas, onde ocorrem Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico típicos, seguidos de Argissolo Vermelho eutrófico. Em menor proporção ocorrem Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico câmbico, além de pequenas inclusões de Cambissolo Háptico distrófico. Inclusos neste segmento de paisagem, encontram-se áreas sujeitas à legislação ambiental específica, devido ao relevo forte ondulado, onde a retirada da vegetação depende de autorização do IBAMA. A Figura 11 (A, B e C), mostra áreas de relevo ondulado a forte ondulado representativas da unidade pedoambiental III.

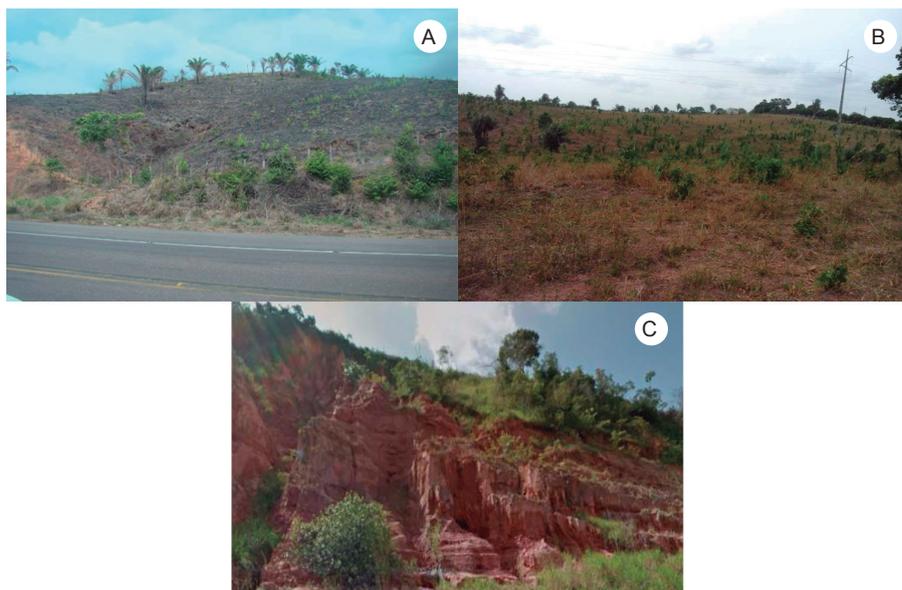


Figura 11. (A, B e C), áreas representativas da unidade pedoambiental III situadas no povoado Floresta, município de Santa Luzia – MA.

Fotos: Antônio Carlos Reis de Freitas (2016).

As terras desta unidade pertencem à classe de aptidão agrícola 4 (P) e encaixam na classe de alta a muito alta vulnerabilidade e fragilidade ambiental e moderada a forte suscetibilidade à erosão. A vegetação nativa associada é a floresta ombrófila densa, em alguns trechos, destaca- a vegetação transicional de mata de cocais, babaçu, principalmente nas imediações do município de Santa Luzia. Já nas imediações do município de Buriticupu a vegetação nativa associada é a Floresta ombrófila densa submontana, gradando para floresta estacional semidecídua, em direção a leste (IBGE, 2011b).

Os solos dessa unidade são mais vulneráveis à degradação, quando ocupados com atividades antrópicas, por outro lado, a mecanização é dificultada pelo declive acentuado, além de apresentar forte susceptibilidade à erosão. Apresenta potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes, não sendo recomendado o uso com culturas anuais, que exponham ou revolva a camada superficial dos solos.

Essas áreas adequadas para o cultivo de pastagens, criação de animais, implantação de sistemas agropastoril, agroflorestais e cultivos perenes (fruticultura) nos terrenos menos íngremes e sistemas agroflorestais e agropastoril nas partes mais íngremes, não sendo recomendado o uso com culturas anuais. Inclui terras de menor potencial agrícola, que requerem cuidados especiais e práticas conservacionistas a fim de evitar o aparecimento de sulcos e voçorocas, devendo ser preservadas ou reflorestadas, como as calhas e cabeceiras de drenos e as áreas forte onduladas.

Unidade pedoambiental IV

As áreas dessa unidade pedoambiental são as mais frágeis, com elevações de menor altitude do que as serras, com relevo forte ondulado e montanhoso, onde se inclui algumas vertentes escarpadas sem ocorrência de afloramentos rochosos, intercalados com fragmentos de floresta ombrófila densa e presença de vegetação mais rala nas áreas de relevo montanhoso. Os solos que aí ocorrem são de profundidades variadas desde solos profundos até mais rasos, bem a moderadamente drenados e predomínio de Argissolo Vermelho - Amarelo distrófico típico e Argissolo Vermelho eutrófico. Em menor proporção ocorrem Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico câmbi-

co, além de pequenas inclusões de Cambissolo Háplico distrófico que ocorrem associados a Neossolo Litólico. A Figura 12 (A, B, C, D, E e F), mostra áreas de relevo forte ondulado e montanhoso representativos da unidade pedoambiental IV.

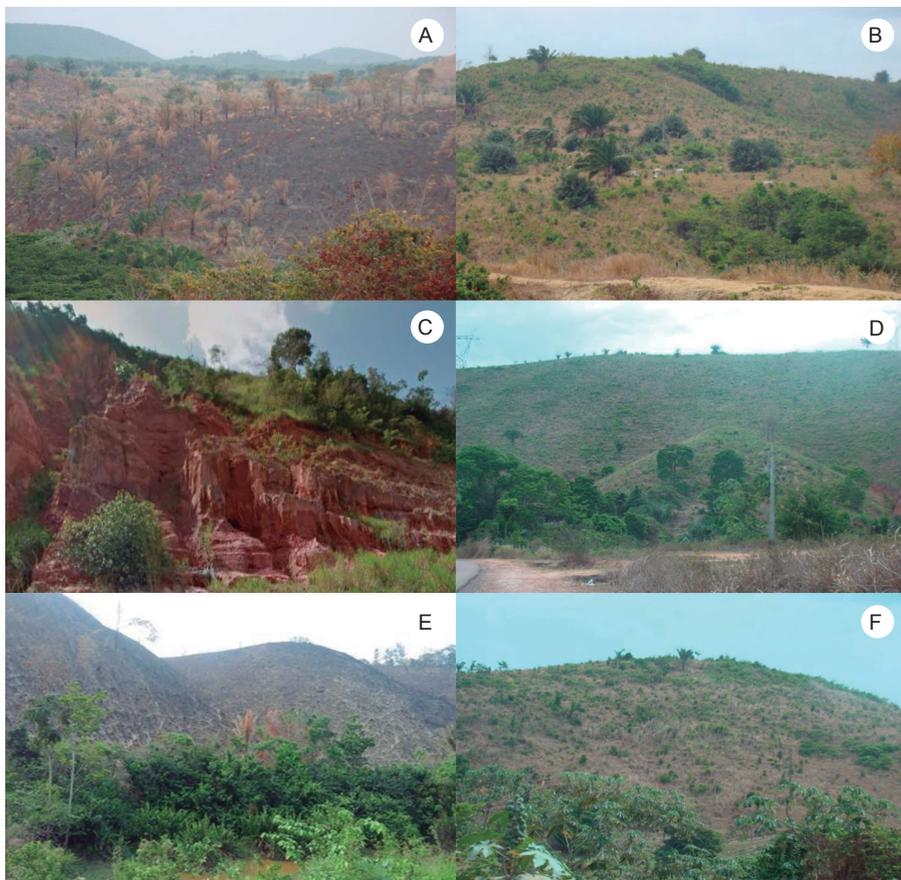


Figura 12. (A, B, C, D, E e F), áreas representativas da unidade pedoambiental IV situadas no povoado Araras, município de Santa Luzia – MA.

Fotos: : Jesus Fernando Mansilla Baca(A, B, C e D, 2016) Antônio Carlos Reis de Freitas (E e F, 2016).

As terras desta unidade pertencem às classes de aptidão agrícola 4 (P), 5(n) e 6, esta última nas áreas de ocorrência de Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos. Estas terras encaixam na classe de alta a muito alta vulnerabilidade e fragilidade ambiental e moderada a forte suscetibilidade à

erosão. A vegetação nativa associada é de floresta ombrófila densa e presença de vegetação mais rala nas áreas de relevo montanhoso.

Essas áreas inadequadas para a agricultura, podendo ser exploradas com sistemas agropastoril, agroflorestais e reflorestamento nos terrenos menos íngremes e recomposição de matas nas partes mais íngremes, cujas áreas são inaptas para qualquer tipo de atividade e destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação vigente.

Conclusões

Os procedimentos utilizados neste trabalho, através da combinação de técnicas de campo, geotecnologias e uso de geoprocessamento possibilitou caracterizar e efetuar a análise das unidades pedoambientais identificadas e sugerir alternativas de usos da terra por unidade delimitada. Os resultados contribuem para o conhecimento dos atributos geoambientais que compõem a paisagem local.

A avaliação conjunta dos aspectos pedológicos, ambientais e da qualidade das pastagens indica que as terras podem ser exploradas de forma diferenciada, tendo o seu potencial diminuindo no sentido das Unidades Pedoambientais I > II > III > IV.

As pastagens avaliadas visualmente apresentaram diferenças quanto às características e atributos do solo, bem como no desenvolvimento da parte vegetativa. O baixo potencial apresentado pelas pastagens poderia ser revertido com o manejo e adubação correta dos solos, o uso de práticas como o plantio de espécies leguminosas para repor nutrientes dos solos, adubação verde, eliminação de queimadas, eliminação de espécies invasoras, manutenção da cobertura do solo e combate ao início de erosão dos solos.

A caracterização das unidades pedoambientais realizadas neste trabalho teve como objetivo fornecer dados para o planejamento de uso e conservação das terras. O uso agropecuário destas unidades deve obedecer à legislação ambiental vigente, para a correta utilização dos recursos naturais, além das demais leis que dispõem o estado do Maranhão sobre o meio ambiente.

Referências

- ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, DF, 2013.
- ATLAS DO MARANHÃO. São Luís, MA: GEPLAN; UEMA, 2002.
- BANDEIRA, I. C. N. (Org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão**: programa geologia do Brasil levantamento da geodiversidade. Teresina, PI: CPRM, 2013. 294 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. ed. São Paulo, SP: Ícone, 1990.
- CALDERANO FILHO, B.; POLIVANOV, H.; CALDERANO, S. B.; BARROSO, E. V.; CHAGAS, C. S.; GUERRA, A. T.; CARVALHO JUNIOR, W.; DONAGEMMA, G. K. **Unidades geoambientais de paisagens montanhosas da região Serrana do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2013. 58 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento; Embrapa Solos, 232).
- CARVALHO FILHO, R. Solos do Estado do Maranhão. In: SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DO MARANHÃO, 2011. **Anais...** São Luís, MA: SAGRIMA, 2011.
- CORREIA FILHO, F. L.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea do Estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Santa Luzia. Teresina, PI: CPRM, 2011. 31p.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.
- DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; BANDEIRA, I. C. N.; SOUZA, L. V.; RENK J. F. C. Geomorfologia do estado do Maranhão. In: BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina, PI: CPRM, 2013. 294 p.
- DIAS, C. T. H.; FILHO FERNANDES, E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, L. E. F.; VENTORIM, L. B. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte, MG. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p. 777-786, 2002.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém, PA: MBDF, 2011. 215 p.
- EMBRAPA. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, RJ, 1988. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 11).
- _____. **Levantamento semidetalhado de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da microbacia Janela das Andorinhas no Município de Nova Friburgo, RJ**: relatório técnico convênio Secretária Estadual de Agricultura SEA-RJ/Emater-Rio/Embrapa. Rio de Janeiro, RJ, 1992. 106 p. .
- _____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos; Brasília, DF: Embrapa, 2006. 305 p.
- FEITOSA, A. C. Relevo do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA; REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: UGB, 2006. p. 1-11.

GOOGLE MAPS. **Distância Santa Inês – Santa Luzia**. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/dir/Santa+Inês,+MA/Santa+Luzia,+>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. Mapa exploratório de solos do estado do Maranhão. Rio de Janeiro, 2011a. Escala 1:400.000.

_____. **Mapa fitogeográfico do estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, 2011b. Escala 1:400.000.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Município de Pindaré, MA**. 2008. Disponível em: <<http://inpe.br>>. Acesso em: 20 out. 2018.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Perfil do Maranhão 2006/2007**. São Luís, MA, 2008. v.1.

_____. **Anuário Estatístico do Maranhão**. São Luís, MA, 2010. 791 p. v. 4.

JACOMINI, P. K. T. (Coord.). **Levantamento exploratório reconhecimento de solos do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1986. 522 p. v.1. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 35).

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas no Maranhão – PPCDMA**: produto 4: síntese do diagnóstico, matriz do plano e contribuição do processo de consulta pública para elaboração. Brasília, DF, 2011.120p.

MORAES, R. Z.; BALIEIRO, F. de C.; FONTANA, A.; DONAGEMMA, G. K.; CHAER, G. M.; FREITAS, A. C. R. de. Diâmetro médio ponderado dos agregados e água disponível separam pastagens com diferentes níveis de degradação no meio oeste maranhense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 36., 2017, Belém, PA. **Amazônia e seus solos**: peculiaridades e potencialidades. Belém, PA: UFRA, 2017. 1 p.

NOGUEIRA S. F.; MACEDO M. C. M.; CHAPUIS R. P.; DA SILVA G. B. S. **Protocolo de campo para validação de métodos de identificação de níveis de degradação de pastagens usando imagens multissensores**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Circular Técnica, 25).

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1995.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, v. 26, n.3, p. 261-269, 2002.

RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 105, p. 3-25, 1983.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. 322 p.

SANTANA, H. M. P.; LACERDA, M. P. C.; BARROS, M. A.; BARBOSA, I. O. Unidades pedoambientais da região de Santa Tereza, Estado do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.1, p. 8-19, jan./mar. 2010.

SILVA, F. B. R. e; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido; Recife, PE: Embrapa Solos, 1993. 89 p. v. 1. (Embrapa Solos. Documentos, 80).

WITTER, K. P.; CALDERANO FILHO, B.; AMARAL, F. C. S.; TAVARES, N. P.; CONCEIÇÃO, M. Zoneamento agroecológico dos municípios que compõem os Vales dos Rios Una, Macaé e São João, a Leste do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1991, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBCS, 1991, p. 265.

WITTERN, K. P.; MOTCHI, E. P.; CALDERANO FILHO, B; LEMOS, A. L. **Levantamento semidetalhado de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da usina Novo Horizonte no Município de Campos, RJ**: relatório técnico convênio Secretaria Estadual de Agricultura SEA-RJ/Emater-Rio/Embrapa. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1990. 86 p.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

