

Solos do estado do Pará

José Raimundo Natividade Ferreira Gama

Moacir Azevedo Valente

Raimundo Cosme de Oliveira Júnior

Manoel da Silva Cravo

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Tarcísio Ewerton Rodrigues (in memorian)

Introdução

O estado do Pará, segundo maior estado do País em superfície, apresenta uma área de 1.247.955,24 km² (IBGE, 2018), caracterizando-se pela grande variação das condições climáticas, geológicas, geomorfológicas e edáficas, além de uma exuberância diversificada de flora e fauna.

É importante assinalar que o estado do Pará situa-se precisamente dentro da faixa ecológica denominada de Trópico Úmido, na qual as atividades biológicas são mais intensas e, também, a produtividade primária dos ecossistemas alcança seus valores mais elevados. Isto decorre em virtude dos fatores que favorecem, principalmente, a fotossíntese e que são abundantes nessa região: radiação solar e água.

Apesar de grande parte da área do estado ser constituída por solos de baixa fertilidade química, o desenvolvimento agropecuário em grande escala tem sido acelerado nos últimos anos. Obviamente, os conhecimentos a respeito dos solos e das alternativas de manejo, associados com as necessárias condições de infraestrutura, são os meios pelos quais se pode explorá-los e, ao mesmo tempo, conservá-los.

Este trabalho objetiva reunir informações a respeito da caracterização e distribuição dos solos e suas aptidões agrícolas, ressaltando alguns tópicos contraditórios a seu respeito e fatores limitantes ao uso da terra.

Condições ambientais

O estado do Pará é representado, na realidade, por uma diversidade ambiental, na qual representam papel importante as variações climáticas dessa região. Para melhor compreensão, é necessário identificar as diferentes categorias existentes. A diversidade ambiental no estado é um elemento fundamental e que deve ser levado em conta especialmente na pesquisa, uma vez que essas características vão influir nas possibilidades de extrapolação de resultados, em áreas de influências climáticas e edáficas semelhantes.

Segundo Bastos (1972), o regime térmico na região é bastante diversificado, com temperaturas médias anuais entre 22 °C e 28 °C e média das máximas e mínimas anuais entre 29 °C e 34 °C e 16 °C e 24 °C, respectivamente. A umidade relativa do ar dessa região é normalmente superior a 64% e se aproxima de 91% no período chuvoso. A luminosidade varia de 1.500 a 3.000 horas de radiação solar por ano, o que representa 35% a 65% de energia potencial radiante. O regime pluviométrico na região permite verificar uma distribuição bastante ampla das classes de precipitação anual, em que a pluviosidade média anual varia entre 1.000 mm e 3.600 mm, distribuída de maneira a caracterizar duas épocas de chuvas bem definidas: a mais chuvosa iniciando entre dezembro e janeiro, podendo ter duração de 5 a 6 meses, e a menos chuvosa atingindo os demais meses do ano.

O balanço hídrico determinado segundo Thornthwaite e Matter (1955), citados por Bastos (1972), evidencia amplitudes bastante elevadas para excedentes e deficiências hídricas. Os excedentes hídricos podem atingir valores em torno de 100 mm a 2.400 mm, assim como podem ser nulos em alguns locais no estado.

O estado possui clima quente e úmido, podendo ser dividido em três áreas climáticas distintas, conforme os tipos climáticos Afi, Ami e Awí da classificação de Köppen, tendo por base a análise de parâmetros meteorológicos de superfície (Bastos, 1972; Nimer, 1972; Sudam, 1984), cujas características são: o tipo climático Afi apresenta abundância de chuvas durante todo o ano, com precipitação média anual acima de 2.500 mm e, no mês de menor precipitação, as chuvas alcançam mais de 60 mm; o Ami, intermediário entre Afi e Awí, possui regime pluviométrico anual que define uma estação relativamente seca, mas com precipitação total acima de 2.500 mm anuais; e o tipo climático Awí caracteriza-se por ter índice pluviométrico anual entre 1.000 mm e 2.500 mm, com nítida estação seca.

Com base nos estudos climáticos já realizados, a temperatura, a insolação e radiação solar durante o ano inteiro não causariam impedimento à agricultura. Enquanto a pluviosidade, pelo longo período de estiagem, no tipo Awí, pode ocasionar limitações severas a determinado grupo de culturas (perenes) não adaptadas a essas condições, em que o déficit hídrico é bastante acentuado, em torno de 5 meses.

A geologia é representada por litologias que têm origem no Arqueano até o Holoceno (Schobbenhaus et al., 1984), de onde são fornecidos os materiais de origem para formação das diversas classes de solos existentes nesta região.

Do ponto de vista geomorfológico, o estado do Pará está dividido nas seguintes unidades de relevo (Vieira; Santos, 1987): altos planaltos, planaltos rebaixados, depressões e planícies fluviais.

A vegetação que recobre a Amazônia é bastante diversificada, variando de Floresta Equatorial Perenifólia (úmida) até Cerrado e Campos. Grande parte da Floresta Amazônica (Hileia) apresenta aspecto exuberante, dando a impressão, à primeira vista, de que a fertilidade química dos solos é alta. No entanto, o que ocorre é um equilíbrio no sistema solo-planta, em que as plantas vivem praticamente da ciclagem de nutrientes. O ciclo de nutrientes entre a floresta e o

solo é quase fechado e contínuo, com a maior parte dos nutrientes localizada na própria biomassa (Falesi et al., 1980; Demattê, 1988).

No Pará, são reconhecidos os seguintes tipos de vegetação: Floresta Equatorial Perenifólia/Perúmida, Floresta Equatorial Subperenifólia, Floresta Equatorial/Tropical Subcaducifólia, Floresta Tropical Caducifólia, Floresta Equatorial Perenifólia de Várzea, Cerrados, Campos, Campinaranas, Vegetação de Restinga, Manguezal e Aluvial.

Solos

Os estudos de solos do Pará tiveram início, em caráter sistemático, no final da década de 1950, com trabalhos desenvolvidos por Day (1959), Sombroek (1966) e pela equipe de solos do Instituto Agrônômico do Norte (IAN). A partir dos anos 1970, tiveram um maior desenvolvimento com estudos realizados pela equipe de solos do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), vinculado à Embrapa, em áreas estrategicamente selecionadas por interesse econômico.

Com o advento do Projeto Radam, utilizando como base de estudo imagens de radar na escala de 1:250.000, além de outros produtos obtidos por sensores remotos, houve, num curto espaço de 10 anos, um avanço considerável na obtenção de informações, em nível exploratório, de solos, geologia, geomorfologia, clima, vegetação e uso potencial da terra, da Amazônia Brasileira, publicadas em mapas na escala de 1:1.000.000.

A multiplicidade dos levantamentos de solos, envolvendo critérios variáveis de mapeamento e classificação, torna sua compreensão complicada e sua correlação bastante difícil, o que dificulta sua plena utilização como base para recomendação agrícola.

Em 1981, com a publicação do mapa de solos do Brasil, na escala de 1:5.000.000, pela Embrapa-SNLCS (Embrapa, 1981), tornaram-se disponíveis informações abrangentes sobre os solos. No entanto, por causa da escala cartográfica empregada, as unidades mapeadas foram constituídas em associações de solos, nas quais apenas os componentes principais são indicados.

Principais classes de solos

A distribuição das principais classes de solos contidas em diferentes unidades de mapeamento de solos do estado do Pará, com base em resultados de levantamento de solos realizados pelo Projeto Radambrasil e pela Embrapa, são apresentadas na Figura 1, e suas quantificações, bem como a porcentagem da superfície do estado ocupada por essas classes, podem ser vistas na Tabela 1. Uma descrição sucinta de cada uma dessas classes será feita a seguir, destacando-se as principais características físico-químicas e morfológicas que proporcionaram suas classificações.

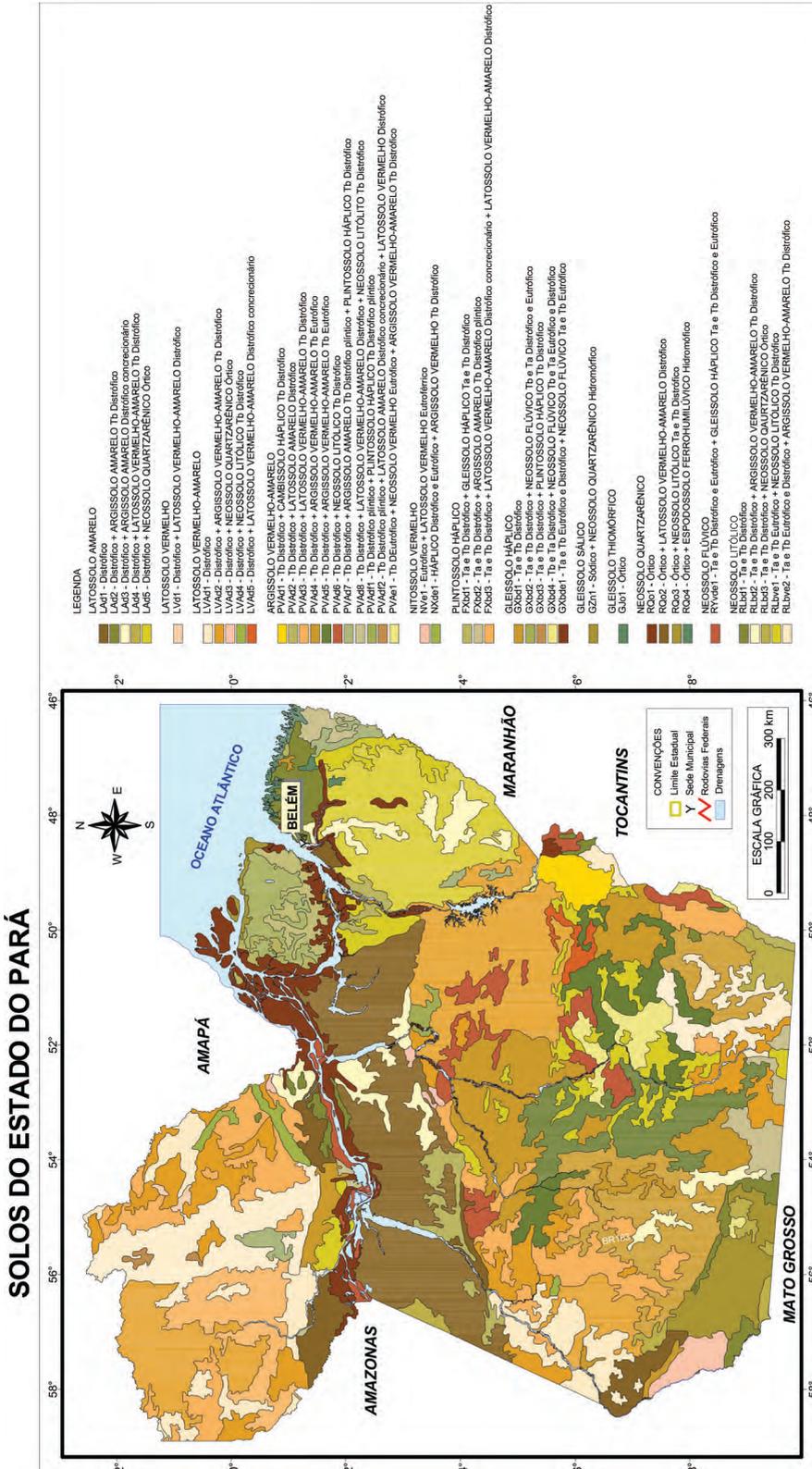


Figura 1. Distribuição das principais classes de solos mapeadas no estado do Pará. Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 1. Quantificação aproximada das áreas das principais classes de solos mapeadas no estado do Pará.

Classes de solos	Área	
	km ²	%
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO⁽¹⁾		
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média/argilosa (PVAd)	488.274	39,13
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura arenosa/média (PVAd)	8.470	0,68
ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO		
Espodossolo Ferri-Humilúvico Hidromórfico, textura arenosa (ESKg)	1.430	0,11
GLEISSOLO HÁPLICO		
Gleissolo Háplico Tb Distrófico, textura siltosa/argilosa (GXbd)	39.150	3,14
Gleissolo Háplico Ta Eutrófico, textura siltosa/argilosa (GXve)	32.858	2,63
GLEISSOLO SÁLICO		
Gleissolo Sílico Sódico, textura argilosa (GZn)	1.500	0,12
GLEISSOLO TIOMÓRFICO		
Gleissolo Tiomórfico Órtico, textura siltosa (GJo)	3.643	0,29
LATOSSOLO AMARELO		
Latossolo Amarelo Distrófico, textura muito argilosa (LAd)	32.351	2,59
Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa (LAd)	102.788	8,24
Latossolo Amarelo Distrófico, textura média (LAd)	126.636	10,15
Latossolo Amarelo Distrófico petroplíntico (LAd)	1.260	0,10
LATOSSOLO VERMELHO⁽²⁾		
Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa (LVd)	1.270	0,10
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO		
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura muito argilosa (LVAd)	33.140	2,66
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argilosa (LVAd)	144.928	11,61
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média (LVAd)	65.010	5,21
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico, textura argilosa (LVAd)	1.110	0,09
NEOSSOLO FLÚVICO		
Neossolo Flúvico Tb Distrófico, textura siltosa/argilosa (RYbd)	2.918	0,23
Neossolo Flúvico Ta Eutrófico, textura siltosa/argilosa (RYve)	2.921	0,23
NEOSSOLO LITÓLICO		
Neossolo Litólico Distrófico, textura argilosa (RLd)	61.531	4,93
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO		
Neossolo Quartzarênico Órtico, textura arenosa (RQo)	21.406	1,72
NITOSSOLO VERMELHO		
Nitossolo Vermelho Eutrófico, textura argilosa/muito argilosa (Nve)	11.100	0,89
PLINTOSSOLO HÁPLICO⁽³⁾		
Plintossolo Háplico Distrófico, textura média/argilosa (FXd)	16.237	1,30
ÁREA DAS CLASSES DE SOLOS	1.199.931	96,15
ÁGUAS INTERNAS	48.024	3,85
TOTAL	1.247.955	100,00

⁽¹⁾ Inclui os Argissolos Amarelo, Vermelho e Vermelho-Amarelo Distróficos e Eutróficos e petroplínticos.

⁽²⁾ Inclui os Latossolos Vermelhos Distróficos petroplínticos.

⁽³⁾ Inclui os Plintossolos Argilúvicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários.

Argissolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, que apresentam horizonte B textural não plíntico, com presença ou não de horizonte E, de argila de atividade baixa ou alta, com perfis bem desenvolvidos, profundos e medianamente profundos, bem a moderadamente drenados, apresentando uma sequência de horizontes do tipo A-Bt-C ou A-E-Bt-C. Possui acentuada diferenciação de textura, cores e estrutura, usualmente com transição clara ou abrupta do horizonte A ou E para o Bt. São solos de cores variáveis, exibindo, no horizonte Bt, coloração que varia de bruno-amarelado a vermelho-escuro. Os horizontes superficiais são mais arenosos do que os subsuperficiais, quase sempre de textura argilosa, evidenciando um gradiente textural B/A normalmente superior a 1,5, mostrando evidência de iluviação de argila, pela alta relação textural e/ou revestimento das unidades estruturais, com filmes de materiais coloidais translocados (cerosidade).

De um modo geral, os Argissolos que ocorrem no estado do Pará apresentam baixa fertilidade química natural, sendo, por isso, classificados como distróficos (Santos et al., 2013). Possuem elevada acidez, com elevados teores de alumínio trocável, elevada saturação por alumínio, baixa saturação por bases trocáveis, baixa capacidade de troca de cátions e baixíssimos teores de fósforo assimilável. Todavia, atualmente, existem referências de Argissolos Eutróficos que apresentam alta fertilidade química (Relatório..., 2010; Mapas..., 2016).

Dentro da ordem dos Argissolos, o grande grupo dominante no estado é o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Mapas..., 2016). Incluem-se, também, como subdominantes dessa ordem, os grandes grupos: Argissolo Amarelo Distrófico, Argissolo Amarelo Eutrófico, Argissolo Vermelho Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Tabela 1).

Independentemente da cor ou da condição química, é comum ocorrer, nesses solos, o caráter concrecionário, atributo diagnóstico que indica a presença no perfil de petroplintita, na forma de nódulos ou concreções. Nesse caso, os subgrupos são classificados como petroplínticos (Santos et al., 2013).

Cambissolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente ou câmbico, não plíntico, subjacente a um horizonte A; teores de silte e de argila superiores a 20% e 15%, respectivamente, na composição granulométrica; ausência de cerosidade na estrutura dos solos e presença de minerais primários menos resistentes ao intemperismo (<4%). Os Cambissolos apresentam estágio intermediário de formação, quando comparados com solos com horizonte B textural ou latossólico. São solos rasos a profundos, possuindo sequência de horizontes do tipo A-Bi-C, com diferenciação de horizontes variável.

Espodossolos

São solos minerais hidromórficos com horizonte B espódico, subjacente a um horizonte E alvíco ou raramente, em sequência ao A, nos quais o limite superior do horizonte espódico encontra-se, normalmente, a menos de 2 m. Em geral, são

solos profundos, que possuem sequência de horizontes do tipo A-E-Bh ou A-E-Bs-Bhs-C. É comum ocorrer, na base do horizonte, uma camada dura, compacta e pouco permeável, classificada como *ortstein* (Curi et al., 1993).

A classe dominante, dentro desta ordem, é classificada no terceiro nível categórico (grande grupo) como Espodossolo Ferri-Humilúvico Hidromórfico. Normalmente ocorre associada aos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ou Órticos.

Gleissolos

São solos minerais pouco desenvolvidos, hidromórficos com horizonte glei iniciando a menos de 60 cm da superfície e que apresentam tipos de horizontes superficiais de solos minerais, com teores de carbono inferiores ou superiores a 4%. São formados de sedimentos aluviais depositados em áreas de várzeas, depressões e planícies aluviais, sob influência do lençol freático próximo à superfície, durante parte do ano. A alternância entre período com excesso de água e período no qual é possível o arrançamento das camadas do solo faz com que, além da forte gleização, causada pela redução do ferro em condições anaeróbicas, possam ocorrer mosqueados de cores amarelas e avermelhados, indicando oxidação do ferro.

Dentro desta ordem, a classe dominante é Gleissolo Háptico Tb Distrófico. Estes solos ocorrem ao longo das margens dos rios e igarapés de água barrenta, em praticamente todo o estado. Normalmente estão associados à classe Neossolo Flúvico Tb Distrófico. Incluem-se, também, nesta ordem as classes Gleissolo Háptico Ta Eutrófico, Gleissolo Sáfico Sódico e Gleissolo Tiomórfico Órtico. Essas duas últimas classes ocorrem em ambientes sob influência de águas salinas, na região costeira do estado.

Os Gleissolos Sáficos Sódicos podem ou não ocorrer associados aos Vertissolos Hidromórficos Sáficos ou aos Planossolos Nátricos Sáficos. São solos que apresentam o caráter sódico em um ou mais horizontes, dentro de 100 cm a partir da superfície. Esse atributo diagnóstico é usado para distinguir horizontes ou camadas do solo que apresentem saturação por sódio ($100 \text{ Na}^+/\text{T} \geq 15\%$).

Os Gleissolos Tiomórficos Órticos são solos que apresentam horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos, dentro de 100 cm a partir da superfície (Santos et al., 2013). São mal drenados, gleizados e distribuem-se nas partes baixas da orla marítima, sob influência das marés e com vegetação dominante de mangue. As áreas abrangidas por esses solos não são utilizadas agricolamente, por causa das limitações fortes quanto ao excesso de água e sais solúveis prejudiciais ao desenvolvimento vegetativo da maioria das culturas.

Latossolos

São solos minerais profundos e muito profundos (normalmente superiores a 2 m), bem a excessivamente drenados, bastante porosos e permeáveis, com sequência de horizontes do tipo A-Bw-C pouco diferenciados. No horizonte B latossólico (Bw), os teores de argila aumentam gradativamente ao longo do perfil sem, contudo, chegar a evidenciar um horizonte do tipo B textural. Apresentam estágio avançado de intemperização e processo intenso de lixiviação, destituídos de

minerais primários facilmente intemperizáveis, formados por uma mistura em que predominam argilominerais do tipo 1:1 (caulinita), óxidos de ferro e/ou alumínio, além de quartzo e outros minerais silicatados resistente ao intemperismo.

Esses solos são desenvolvidos de material de origem retrabalhada, resultando normalmente em solos de baixa fertilidade química (distróficos). Em geral, possuem elevada acidez (com pH baixo), com elevados teores de alumínio trocável, elevada saturação por alumínio, baixa saturação por bases trocáveis, baixa capacidade de troca de cátions e baixíssimos teores de fósforo assimilável.

Dentro da ordem dos Latossolos, os grandes grupos dominantes são: Latossolo Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Diferenciam-se uns dos outros, basicamente, pelo matiz dominante no perfil: 10YR para os amarelos, 2,5 YR e 10R para os vermelhos e 5YR para os vermelho-amarelos, respectivamente. Igualmente aos Argissolos, os subgrupos dos Latossolos Amarelo, Vermelho ou Vermelho-Amarelo, quando apresentam o caráter concrecionário, são classificados como petroplínticos.

Inclui-se nesta ordem, como subdominante, o Latossolo Bruno, identificado na Região de Integração do Tapajós (Mapas..., 2016). Este solo se caracteriza por apresentar fendas verticais pronunciadas e estruturas prismáticas grandes, em decorrência da exposição do perfil ao calor do sol, causando retração acentuada da massa do solo. Outras características desses solos são a presença de horizonte diagnóstico superficial A húmico ou conteúdo de carbono orgânico superior a 10 g/kg até 70 cm de profundidade, e coloração brunada na parte superior do horizonte B, predominante no matiz 7,5 YR (Santos et al., 2013).

Neossolos

Nesta ordem ocorrem solos com características físico-químicas extremamente diferentes, como são os Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos.

Os Neossolos Flúvicos são desenvolvidos sob forte influência do lençol freático próximo à superfície. São oriundos da deposição de sedimentos aluviais de natureza muito variável, constituindo camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si. São hidromórficos, rasos ou pouco profundos, com textura variável, normalmente, com dominância da fração silte na granulometria e nível de fertilidade natural variando de baixo a alto. Ocorrem em relevo plano, margeando os cursos d'água sob vegetação de Floresta Hidrófila de Várzea, normalmente associados aos Gleissolos (Relatório..., 2010). Na subordem dos Neossolos Flúvicos são dominantes os grandes grupos: Neossolo Flúvico Tb Distrófico e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (Tabela 1).

Os Neossolos Litólicos normalmente ocorrem em áreas de relevo ondulado a forte ondulado. Apresentam horizonte A com menos de 40 cm de espessura, diretamente assentado sobre a rocha ou sobre material com 90%, ou mais, de sua massa constituída de fragmentos de rocha. Apresentam sequência de horizontes

do tipo A, C e R ou A e R. Quanto ao nível de fertilidade natural, podem ser Distróficos ou Eutróficos, dependendo da natureza das rochas das quais são originados. O grande grupo Neossolo Litólico Distrófico é a classe dominante no estado do Pará (Tabela 1).

Os Neossolos Quartzarênicos são solos minerais profundos, hidromórficos ou não hidromórficos, que apresentam classe de textura essencialmente arenosa, desenvolvidos de sedimentos areno-quartzosos, com sequência de horizontes do tipo A e C. O grande grupo Neossolo Quartzarênico Órtico é a classe dominante no estado. O Neossolo Quartzarênico Hidromórfico também ocorre com frequência.

Nitossolos

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural (Bt) de argila de atividade baixa, de coloração vermelha-escura a arroxeadas, com teores elevados de Fe_2O_3 (<150 g/kg de solos e TiO_2 <15 g/kg de solos), baixo gradiente textural e forte atração das partículas pelo ímã. A estrutura é moderada a fortemente desenvolvida, com presença de cerosidade moderada a forte, no Bt, às vezes ocorrendo a partir da base do horizonte A.

São desenvolvidos a partir de rochas básicas ou ultrabásicas e, por isso, apresentam alta fertilidade química natural com baixa acidez, com pH normalmente próximo de 6,5, baixos teores de alumínio trocável e elevada saturação por bases trocáveis, sendo, por isso, classificados como solos eutróficos ($V\% > 50$). No entanto, podem apresentar baixa fertilidade química natural, sendo classificados como solos distróficos ($V\% < 50$). Por vezes, apresentam horizonte diagnóstico superficial A chernozêmico, sendo classificados no quarto nível categórico (subgrupos) como chernossólicos. Ocorrem mais frequentemente em relevo ondulado e apresentam alta potencialidade agrícola, porém requerem cuidados no seu manejo para evitar erosão. O grande grupo dominante no estado do Pará pertence à classe Nitossolo Vermelho Eutrófico (Tabela 1).

Plintossolos

Compreendem solos minerais hidromórficos ou não hidromórficos, com horizonte diagnóstico plíntico dentro dos 40 cm superficiais ou a maiores profundidades, quando subjacente a horizontes E ou subsequente a horizonte(s) com mosqueados resultantes de oxirredução. A sequência de horizontes é do tipo A-Bf-C ou A-Bf-Cf, sujeitos ou não à saturação hídrica temporária. A tonalidade cinzenta é indicativa de redução; os horizontes, nos períodos secos, vão formar as plintitas. O horizonte plíntico normalmente tem espessura igual ou maior que 15 cm, com coloração variegada e 15% ou mais de plintita por volume do material constitutivo do solo. Predominantemente são solos de baixa fertilidade química, fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila também baixa.

Estão incluídos nesta classe solos que eram conhecidos anteriormente como Lateritas Hidromórficas, de modo geral. Atualmente outros solos classificados em trabalhos diversos como Concrecionários Indiscriminados, Concrecionários Lateríticos e Solos Concrecionários também são classificados como Plintossolos (Santos et al., 2013).

No estado do Pará, além da classe Plintossolo Háptico Distrófico (Gama et al., 2007), ocorre também, com muita frequência, as classes Plintossolo Argilúvico Distrófico e Plintossolo Pétrico Concrecionário (Mapas..., 2016).

Uso atual e potencialidade

A caracterização e a avaliação da potencialidade dos recursos naturais representam importantes ferramentas para orientar o planejamento de uso e ordenamento dos recursos da terra, pela previsão e determinação da aptidão desses recursos para diferentes aplicações de uso, que consistem nos ingredientes fundamentais para quaisquer definições de desenvolvimento sustentável.

Nas atividades agropecuárias e florestais, partes do ecossistema passam a funcionar como agroecossistemas que têm seus ciclos biogeoquímicos alterados pelo homem, com o objetivo de aumentar a produtividade de alguns organismos exógenos ou nativos, de forma que os agroecossistemas e o ambiente circundante estejam continuamente trocando matéria, energia, informação e vida, nas suas diversas formas. O balanço dessas trocas é o que determina a sustentabilidade dessas atividades.

Os critérios para avaliação da potencialidade produtiva das terras, a manutenção e o melhoramento desta somente apresentam resultados positivos se o solo for considerado como parte integrante do ecossistema, envolvendo, também, informações sobre as condições do clima e da vegetação.

As pesquisas sobre os solos e a caracterização ambiental, em maiores níveis de detalhes, além de permitirem a caracterização e a classificação dos solos, proporcionam a obtenção de parâmetros importantes para avaliar as propriedades, as qualidades e a distribuição das terras, assim como uma previsão do comportamento desses solos, quando em uso, e do manejo nas atividades agropecuárias e agroflorestais.

Observa-se (Tabelas 1 e 2) uma ampla dominância dos Latossolos e Argissolos, ocupando uma superfície de aproximadamente 1.005.237 km², correspondendo a 80,55% da área total (1.247.955 km²) do estado do Pará. Os Latossolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos Distróficos ocupam uma superfície de aproximadamente 508.493 km², correspondendo a 40,75% da área total do estado (Tabela 2), com boas condições físicas e baixa fertilidade química, englobando uma boa parte da área já ocupada com uso agrícola e pecuário.

Tabela 2. Demonstrativo da ocupação das classes de solos dominantes no estado do Pará.

Classe	Área	
	km ²	% da superfície total do estado
Latossolos	508.493	40,75
Argissolos	496.744	39,80
Latossolos + Argissolos	1.005.237	80,55
Outras + águas internas	242.718	19,45
Total	1.247.955	100,00

Os Argissolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos Distróficos abrangem uma superfície de, aproximadamente, 496.744 km², representando 39,80% da área total do estado (Tabela 2), com potencial de uso em atividades agrícolas um pouco restrito, em razão de a susceptibilidade à erosão ser maior em relação aos Latossolos, pela diferença textural em profundidade, e o relevo mais acentuado das áreas de sua ocorrência.

As demais classes, somadas às águas internas, abrangem uma superfície de aproximadamente 242.718 km², representando apenas 19,45% da área total do estado. Dessa forma, atenção especial deve ser dada às classes dos Latossolos e dos Argissolos, pois, quantitativamente, são os solos mais representativos do estado e neles são desenvolvidas as principais atividades do agronegócio paraense.

Considerações sobre uso e manejo das principais classes de solos

Argissolos

Sob o ponto de vista do uso, evidencia-se que suas propriedades físicas e as classes de relevo em que ocorrem devem ser levadas em consideração no momento de sua incorporação ao sistema produtivo.

Deve-se ainda considerar que torna-se imprescindível uma avaliação criteriosa quanto a algumas de suas características, a exemplo da profundidade do solo, presença de concreções ferruginosas e/ou plintita, a fim de minimizar ou impedir o uso inadequado e, ao mesmo tempo, evitar sua degradação e consequente desequilíbrio do meio ambiente.

Esta classe apresenta, quase sempre, como limitação ao uso agropecuário, baixa fertilidade química natural e elevada acidez, limitações essas que podem ser facilmente superadas com o uso adequado de corretivos e fertilizantes,

com base em resultados de análise do solo, tornando-a apta à introdução no processo produtivo.

Cambissolos

Com relação à sua fertilidade natural, os dados disponíveis evidenciam que esta classe de solo, especialmente os de natureza distrófica, necessita de emprego maciço de corretivos e fertilizantes na sua incorporação ao sistema produtivo. Já os solos de natureza eutrófica, apesar dos altos valores de saturação por bases trocáveis (V%), são destacados especialmente pela presença dominante dos cátions Ca^{++} e Mg^{++} , enquanto os valores de K^+ apresentam-se relativamente baixos, evidenciando um desbalanceamento nutricional.

Suas características físicas e morfológicas, inteiradas com a natureza do seu material de origem, condições de relevo e condições climáticas, evidenciam que esta classe de solo possui uma alta fragilidade com relação à erosão. Esse fato exige da pesquisa a determinação desses parâmetros, a fim de permitir a elaboração de práticas de manejo capazes de evitar sua degradação, bem como o desenvolvimento de sistemas de produção que, além de sua adaptabilidade, condicionem uma maior proteção ao solo e ao meio ambiente no qual essa classe se insere.

Gleissolos

De um modo geral, ainda que esta classe apresente uma grande potencialidade para utilização com culturas especiais, ecologicamente adaptadas, à exceção dos solos eutróficos, que apresentam dominância de cátions trocáveis constituídos por Ca^{++} e Mg^{++} , sua fertilidade natural apresenta, quase sempre, baixos valores de K^+ e P_2O_5 , necessitando de correções e adubações, de modo a buscar o equilíbrio dos nutrientes para serem utilizados. Ao mesmo tempo, devem ser utilizadas práticas de drenagem, a fim de eliminar o excesso de água a que estão condicionados, bem como o emprego de técnicas capazes de minimizar os riscos de inundações a que estão submetidos durante o período de maior queda pluviométrica na região.

A utilização racional desta classe de solo, portanto, está na dependência de estudos de ordem química e física, bem como estudos de drenagem capazes de permitir seu uso racional. Deve-se ainda salientar que estudos do comportamento do lençol freático, bem como a seleção de espécies ecologicamente adaptadas a esta classe de solo e seu monitoramento, se constituem em elementos indispensáveis à produção para sua incorporação ao sistema produtivo.

Latosolos

Do ponto de vista nutricional, os resultados demonstram que esta classe de solo apresenta como principal limitação sua baixa fertilidade química natural, cuja melhoria depende do emprego de corretivos e fertilizantes, bem como de

métodos de manejo capazes de permitir a manutenção e/ou aumento da matéria orgânica, de modo a aumentar o número de cargas negativas no complexo de troca de cátions e, ao mesmo tempo, evitar que elementos nutricionais sejam perdidos por lixiviação.

Suas características físicas, a exemplo da permeabilidade, profundidade, aeração e porosidade, permitem afirmar que esta classe de solo tem propriedades físicas muito favoráveis ao uso agropecuário. Contudo, suas classes texturais variando entre muito argilosa, argilosa e média exigem o desenvolvimento de métodos de preparo do solo e melhoria da sua fertilidade ajustados a essas variações, de modo a torná-las mais eficientes no sistema produtivo.

Em relação aos riscos de erosão, estudos recentes têm demonstrado que esta classe de solo, dependendo do manejo a que é submetida, possui uma erosão laminar bastante acentuada, exigindo que o desenvolvimento de métodos de preparo do solo e de sistemas de produção levem em consideração textura, relevo, permeabilidade e proteção do solo, visando minimizar o impacto das gotas d'água a que são submetidos, de modo a evitar a erosão laminar acelerada e a compactação, no momento da sua introdução ao sistema produtivo.

Superados esses problemas de ordem física e química, essa classe de solo torna-se de alto potencial de uso e uma das mais importantes, pois é sobre ela que se encontra implantada a grande maioria dos empreendimentos agropecuários e florestais do estado do Pará.

Neossolos

Em áreas mais planas, os Neossolos Flúvicos, principalmente os de maior fertilidade natural (eutróficos) e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Os solos de baixa fertilidade natural (distróficos) e mais ácidos são mais dependentes do uso de adubação e de calagem para correção da acidez.

Os Neossolos Quartzarênicos (areia) apresentam restrição causada pela baixa retenção de umidade (Santos; Zaroni, 2013). O uso desses solos deve ser restringido quando estiverem próximos aos cursos d'água, por serem áreas de preservação das matas ciliares e poderem ocasionar o assoreamento dos cursos d'água, em razão de sua suscetibilidade à erosão.

Em ambientes de relevos mais declivosos, os Neossolos Litólicos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola, relacionadas à restrição a mecanização e à forte suscetibilidade aos processos erosivos. Contudo, tem-se visto no município de Monte Alegre (Oliveira Junior et al., 1999) a utilização destes solos eutróficos com alta produtividade na cultura do milho, não se prestando para a agricultura mecanizada, mas sendo de grande importância para a agricultura familiar nas áreas de assentamento que ali ocorrem durante o período das chuvas.

O manejo adequado dos Neossolos de áreas mais planas, em geral, requer correção de acidez e de adubação, de acordo com a necessidade da cultura. Para os Neossolos de encostas, além destas, há necessidade do uso de práticas conservacionistas pela forte suscetibilidade aos processos erosivos (Santos; Zaroni, 2013).

Plintossolos

De uma maneira geral, as características intrínsecas desta classe de solo, ditadas por suas variações texturais, profundidade do horizonte plíntico, posição no relevo, fertilidade natural, relação silte/argila, drenagem interna do perfil do solo e riscos de inundação e/ou oscilação do lençol freático, se constituem nas principais limitações desta classe de solo.

Deve-se salientar que o uso indiscriminado desta classe de solo, sem um manejo adequado em relação à sua capacidade de uso, pode trazer grandes riscos de degradação, especialmente em relação à erosão laminar. Por isso, o uso agropecuário dessa classe de solo exige estudos dirigidos para a determinação dos parâmetros de física do solo, desenvolvimento de sistemas de produção com espécies ecologicamente adaptadas, bem como, maior cuidado quanto às suas limitações, visando evitar a degradação, especialmente nas áreas de relevo suave ondulado e/ou ondulado. Um bom exemplo do uso dessa classe de solo é o cultivo de arroz irrigado, no município de Cachoeira do Arari, na Ilha de Marajó, aproveitando sua excelente capacidade de retenção de água, que diminui os custos da irrigação.

Aptidão agrícola das terras

Embora o Pará já disponha de um mapa de solos (Figura 1) que proporciona uma visão panorâmica da diversidade e distribuição espacial das principais classes e manchas de solos que ocorrem no estado, em Mapas... (2016) foi elaborado um novo mapa (Figura 2), a partir das normas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Santos et al., 2013) e da fusão dos dados contidos no Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Influência da Rodovia BR-163 (Venturieri et al., 2010) e no Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará – Diagnóstico do Meio Físico-Biótico (Monteiro et al., 2010), com interpretação visual de imagens de radar do Projeto Topodata, com resolução espacial de 30 m e adição de resultados de análises de solos coletados em novos levantamentos de campo.

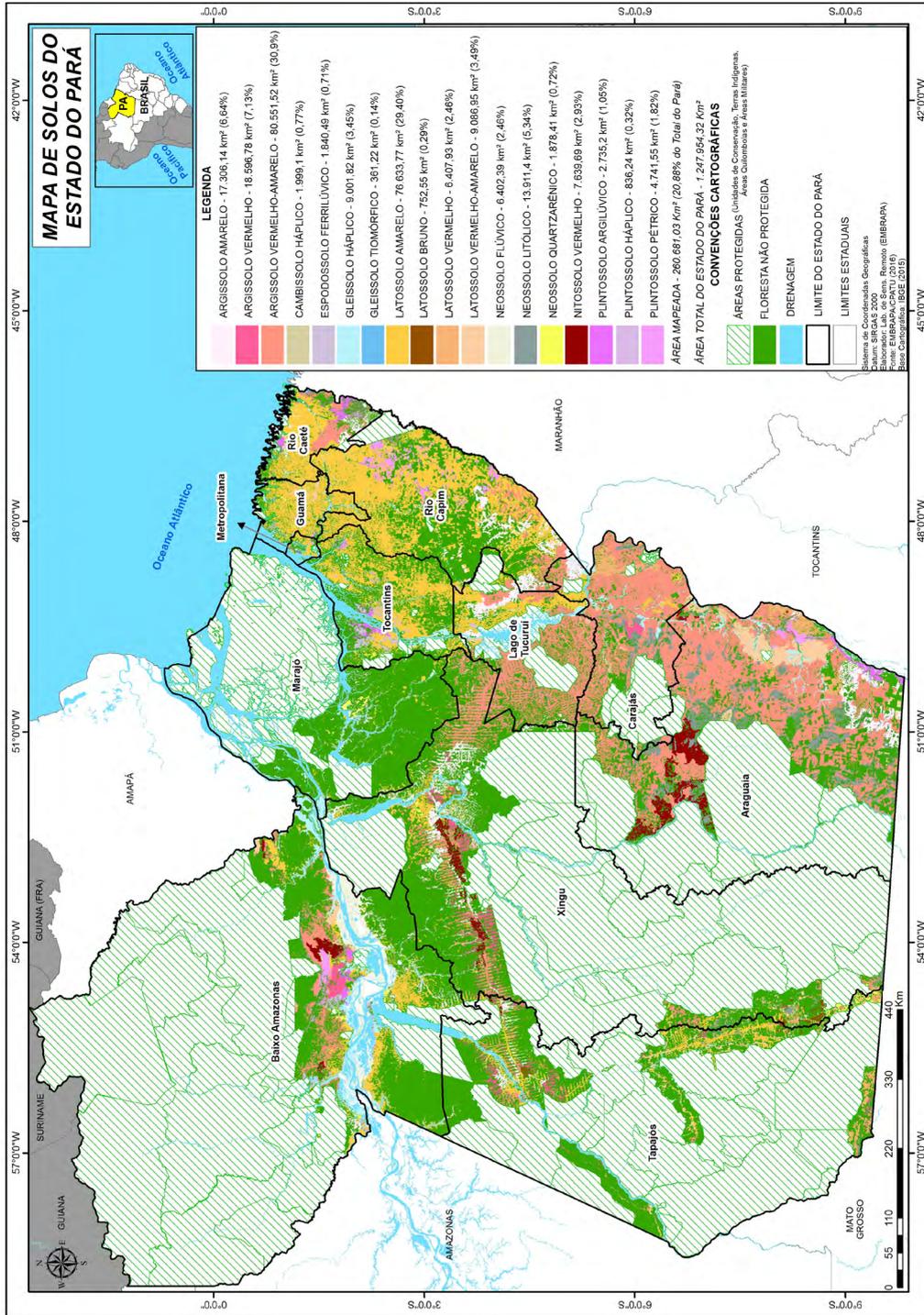


Figura 2. Distribuição dos solos das áreas alteradas nas diversas regiões de integração do estado do Pará.
Fonte: Mapas... (2016).

Esse novo mapa de solos contém informações estratégicas para a compreensão e avaliação do uso da terra, zoneamentos e planejamentos regionais, estaduais e municipais, além de planos setoriais, como uso e conservação dos recursos hídricos, corredores de desenvolvimento, sistemas viários, entre outros. Os autores, entretanto, buscaram realizar uma análise detalhada somente dos solos das partes que recobrem as áreas já alteradas do estado, com exceção das áreas vulneráveis de florestas e áreas protegidas, tais como Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Terras Quilombolas e Áreas Militares que, juntas, somam cerca de 70% de toda a superfície do estado.

Mapa de aptidão agrícola das áreas alteradas

Sobrepostas ao mapa de solos (Figura 2) foram alocadas as 12 regiões de integração em que se encontra dividido o estado (Pará, 2008, 2015), sendo feita uma avaliação da aptidão agrícola dos solos somente das áreas já alteradas de cada uma delas, criando-se, assim, o Mapa de Aptidão Agrícola do Estado do Pará (Figura 3). Esse mapa, elaborado com base no recorte de 20,89% (260.681,03 km²) da superfície do Pará, correspondente às áreas alteradas do estado (Mapas..., 2016), reúne informações objetivas aplicáveis tanto no planejamento agrícola como na avaliação da adequabilidade do uso das terras, permitindo apontar áreas que estão sub ou superutilizadas pelas atividades agropecuárias.

Objetivando otimizar o potencial produtivo do Pará, o mapa de aptidão agrícola das terras alteradas faz uma avaliação física da região, na qual analisa atributos dos solos relacionados à deficiência de fertilidade natural, à escassez e excesso de água, à facilidade de erosão e ao relevo acidentado (impedimento à mecanização), associados aos níveis de manejo para diferentes usos, que são: nível de manejo B (pouco desenvolvido), caracterizado pelo uso intermediário de tecnologia; e nível de manejo C (desenvolvido), que utiliza práticas agrícolas de alto nível tecnológico.

Adicionalmente, utilizando o artifício cartográfico, identificam-se os tipos de utilização mais intensivos das terras, ou seja, sua melhor aptidão para agricultura ou pecuária, consolidando com a definição das classes de aptidão, as quais correspondem ao grau de intensidade com que as limitações afetam as terras, classificando-as em: Boa para Agricultura (B/A), Regular para Agricultura (R/A), Boa Exclusivamente para Agricultura Familiar (B/EAF), Boa para Pecuária (B/P), Regular para Pecuária (R/P) e Não Recomendável para Atividades Agropecuárias (N/R). Por fim, resulta na avaliação da aptidão agrícola das terras de áreas alteradas do estado do Pará, cuja distribuição, por região de integração, encontra-se na Tabela 3.

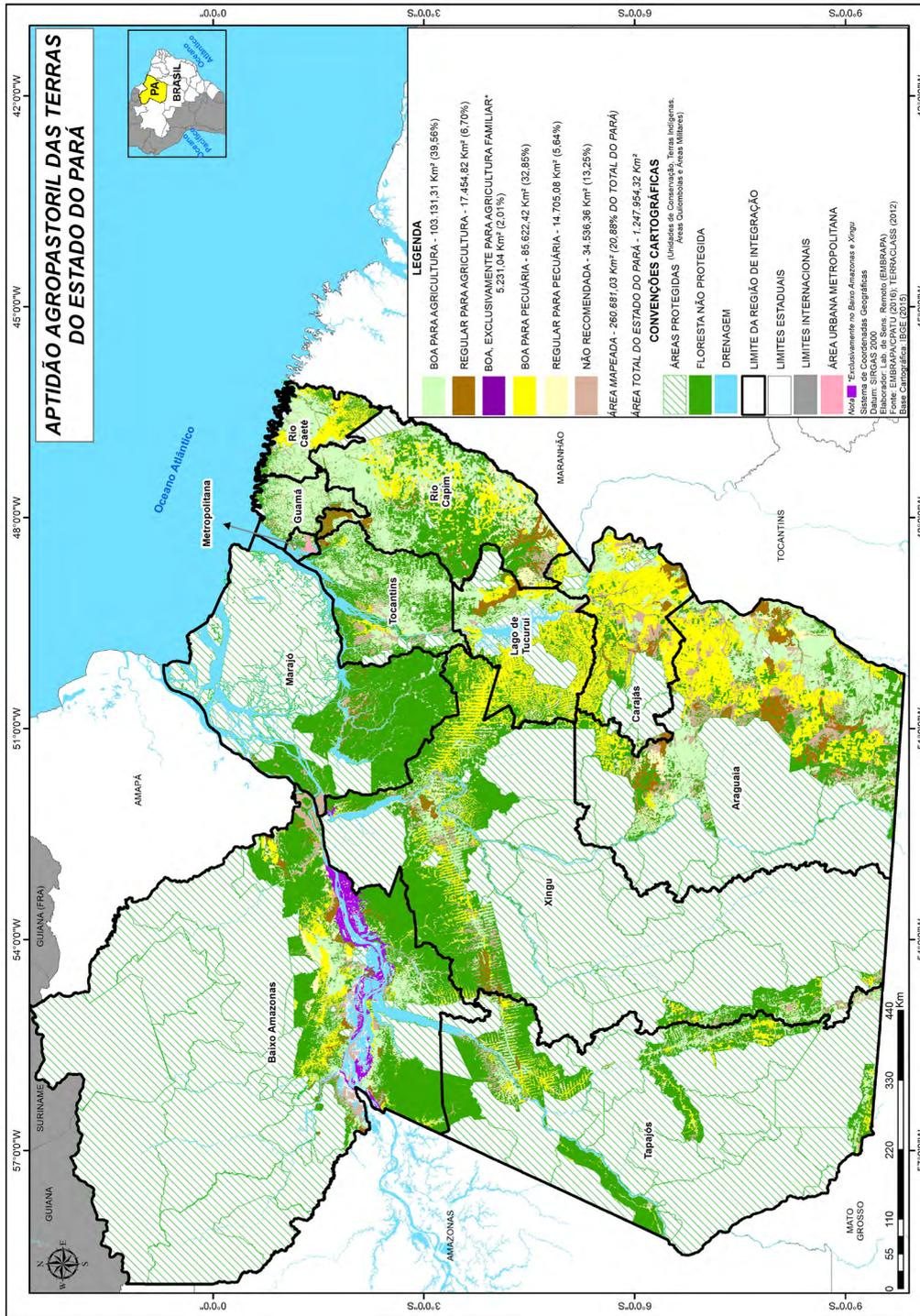


Figura 3. Mapa de aptidão agrícola dos solos das áreas alteradas nas diversas regiões de integração do estado do Pará.
Fonte: Mapas... (2016).

Tabela 3. Áreas alteradas (km²) de cada região de integração do estado do Pará e suas aptidões agrícolas⁽¹⁾.

Região de Integração	B/A	R/A	B/EAF	B/P	R/P	N/R	Área mapeada (km ²)
Araguaia	24.919,5	6.568,6	0,0	22.175,6	2.829,3	12.291,5	68.784,6
Baixo Amazonas	8.163,7	2.184,2	5.128,7	6.695,3	2.728,7	4.712,0	29.612,6
Carajás	4.062,7	1.795,8	0,0	16.880,0	631,0	3.537,2	26.906,6
Guajará	224,2	0,0	0,0	2,2	23,0	97,5	346,8
Guamá	7.122,4	122,4	0,0	0,0	31,3	783,1	8.059,1
Lago de Tucuruí	4.570,0	1.147,0	0,0	12.726,7	621,5	541,9	19.606,9
Marajó	1.123,1	643,2	0,0	160,1	0,0	1.475,4	3.401,7
Rio Caeté	6.776,9	49,1	0,0	3.800,7	54,3	581,0	11.262,0
Rio Capim	20.477,6	3.010,5	0,0	7.561,2	4.810,5	1.388,8	37.248,6
Tapajós	5.271,3	253,4	0,0	4.480,4	1.546,0	2.261,7	13.812,8
Tocantins	12.366,5	152,9	0,0	784,7	0,0	2.432,1	15.736,2
Xingu	8.053,4	1.527,9	102,3	10.355,8	1.429,6	4.434,3	25.903,2
Estado do Pará	103.131,3	17.454,8	5.231,0	85.622,4	14.705,1	34.536,4	260.681,0
Áreas alteradas(%)	39,56	6,70	2,01	32,85	5,64	13,25	100,00

⁽¹⁾ **B/A** = Boa para Agricultura; **R/A** = Regular para Agricultura; **B/EAF** = Boa Exclusivamente para Agricultura Familiar; **B/P** = Boa para Pecuária; **R/P** = Regular para Pecuária; **N/R** = Não Recomendada para Atividades Agropecuárias.

Descrição das classes de aptidão agrícola

Boa para agricultura (B/A)

Incluem-se nesta classe as terras que apresentam relevo predominantemente plano, solos profundos e bem drenados de textura média. Os solos que apresentam essas características somam 103.131,3 km² – o correspondente a 39,56% do total das áreas alteradas mapeadas no estado (Tabela 3).

Na avaliação do grau de intensidade dos fatores limitantes de uso da terra, constata-se que, apesar do baixo nível de fertilidade química natural, esses solos apresentam boas propriedades físicas – o que possibilita a sua utilização em atividades agrícolas. Não apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos agrícolas e têm baixa suscetibilidade à erosão. Apresentam potencialidades à produção econômica, com culturas de ciclo curto ou longo, adaptadas às condições climáticas da região. O uso sustentável dessas áreas requer a utilização de insumos agrícolas, especialmente de corretivos da acidez e fertilizantes e emprego de tecnologias adequadas para manejo e conservação, bem como sistemas de produção capazes de melhorar as condições físico-químicas do solo e aumentar a produtividade das culturas.

Regular para agricultura (R/A)

Incluem-se nesta classe de aptidão agrícola as terras que apresentam relevo plano e suave ondulado, solos profundos e bem drenados de textura média. Os solos que apresentam essas características somam 17.454,8 km² – o correspondente a 6,70% do total das áreas alteradas mapeadas no estado (Tabela 3).

As principais limitações decorrem do relevo ligeiramente acidentado onde esses solos ocorrem, podendo ser incluídas como áreas aptas ao cultivo agrícola, sem uso intensivo de máquinas ou utilizando técnicas de manejo que eliminem os riscos de erosão, como o cultivo mínimo, plantio direto com cobertura morta e plantios em curvas de nível.

Boa exclusivamente para agricultura familiar (B/EAF)

Incluem-se nesta classe de aptidão agrícola as terras que ocorrem nas margens dos rios de água barrenta da região, especialmente do Rio Amazonas e seus tributários, também de água barrenta. Os solos que apresentam essas características são classificados como Gleissolos Háplicos Distróficos e Eutróficos e Neossolos Flúvicos Distróficos e Eutróficos, somando uma área de 5.231,0 km² – o correspondente a 2,01% do total das áreas alteradas mapeadas no estado, ocorrendo principalmente na Região de Integração do Baixo Amazonas (5.128,7 km²) e em menor quantidade na Região do Xingu (Tabela 3).

Essas áreas apresentam relevo plano, solos mediamente profundos e imperfeitamente drenados, de textura variando de franco-argilosa a argilosa, com fertilidade química natural de média a alta, por receberem, frequentemente, fertilização natural pelo regime de inundação periódica, com águas barrentas ricas em sedimentos. Contudo, são ecossistemas relativamente frágeis apresentando limitações ao uso agropecuário devido, principalmente, ao excesso de água ou deficiência de oxigênio, bem como pela dificuldade de uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas e por apresentarem riscos de erosão.

Outras áreas submetidas a regime de marés, como nas margens do Rio Guamá e no Baixo Tocantins, apesar de não aparecerem no mapa (Figura 3), devido à escala de publicação, também apresentam aptidão agrícola para a agricultura familiar.

Boa para pecuária (B/P)

Incluem-se nesta classe de aptidão agrícola as terras que apresentam restrições à utilização com lavoura, principalmente com culturas de ciclo curto, para as quais o uso de máquinas e implementos agrícolas se faz necessário em praticamente todas as fases do processo produtivo. As limitações para uso agrícola dessas áreas referem-se ao relevo suave ondulado e ondulado dessas áreas, o que não se constitui em restrições muito severas para utilização em pecuária.

Os solos que apresentam essas características somam 85.622,4 km² – o correspondente a 32,85% do total das áreas alteradas mapeadas no estado, distribuídas em todas as Regiões de Integração, com exceção da Guamá (Tabela 3).

Regular para pecuária (R/P)

Incluem-se nesta classe de aptidão as áreas que apresentam fortes restrições à utilização com lavoura em razão do relevo muito acidentado, ocorrência de concreções ferruginosas e/ou má drenagem interna do solo. Os solos que apresentam esta classe de aptidão são os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos, Cambissolo Háptico Tb Distrófico e Plintossolo Pétrico Concrecionário, somando 14.705,1 km², correspondente a 5,64% do total das áreas alteradas mapeadas no estado (Tabela 3). Apresentam, adicionalmente, os fatores limitantes de uso da terra com grau forte ou muito forte, de tal maneira que a atividade mais adequada para essas áreas é a pecuária, ainda assim, com a utilização de técnicas de manejo.

Não recomendada para atividades agropecuárias (N/R)

Incluem-se nesta classe de aptidão agrícola as áreas que apresentam severas restrições a qualquer tipo de utilização agropecuária, em consequência do relevo muito acidentado e do excesso de água ou deficiência de oxigênio, o que dificulta ou impede a mecanização e as tornam suscetíveis à erosão. Ocupam uma área de 34.536,4 km² das áreas alteradas das Regiões de Integração, correspondente a 13,25% do total mapeado no Pará (Tabela 3). Essas limitações são consideradas determinantes para que essas áreas sejam destinadas à preservação ambiental e/ou áreas de conservação, em razão do alto grau de limitações que apresentam para praticamente todos os fatores analisados.

Considerações finais

Em termos quantitativos, as principais classes de solos que ocorrem no estado do Pará são os Latossolos e os Argissolos, cobrindo mais de 80% da superfície do estado, nas quais estão assentadas as principais atividades agropecuárias.

As principais limitações dessas duas classes de solos são de natureza química e referem-se à elevada acidez, alta saturação por alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes. Entretanto, já existem tecnologias suficientes no estado que permitem eliminar essas limitações, possibilitando a introdução desses solos no processo produtivo, dentro dos padrões de sustentabilidade (Cravo et al., 2010), a exemplo do que vem ocorrendo nos polos produtores de grãos na região de Santarém, sudeste do Pará (Paragominas, Ulianópolis, Dom Eliseu, etc.) e sul do Pará, bem como a produção de dendê e coco no Baixo Tocantins.

Deve-se salientar que a maior parte da atividade pecuária do estado também se assenta nessas duas classes de solos. As limitações de natureza física à exploração agrícola das terras do Pará são pouco representativas. Apenas 10% das terras do Pará apresentam declividade superior a 20%. As limitações de caráter químico, considerando todas as classes de solos do estado, são muito expressivas, de modo que 90% das terras apresentam deficiência de fósforo, 73% apresentam toxidez de alumínio, 50% têm baixa reserva de potássio, além de larga predominância de solos distróficos.

A ampliação da fronteira agrícola, apesar da grande oferta de terras com potencial para suportar essas atividades e das tecnologias já existentes, deverá ser acompanhada do aprimoramento desses conhecimentos, bem como da

transferência de tecnologias que permitam um manejo adequado dos solos, a fim de se obter elevada produtividade das culturas, dentro dos padrões de sustentabilidade. Tal fato viabilizará o desenvolvimento sustentável do estado, tornando-se perfeitamente possível conciliar a implantação de atividades agropecuárias na região com a preservação ambiental.

Fazendo-se uma análise dos dados da Tabela 3 e considerando-se as classes de aptidão boa e regular para agricultura e pecuária, bem como a boa exclusivamente para agricultura familiar, constata-se que somente nas áreas já alteradas, nas diversas Regiões de Integração, se dispõe de 120.586,1 km², 5.231,0 km² e 100.327,5 km², respectivamente, para agricultura, agricultura familiar e pecuária, somando 226.144,6 km² ou 22.614.460 ha. Essas áreas com uso de tecnologias já disponíveis, que visam a melhoria de suas características físico-químicas, aliadas a técnicas de manejo que previnam a erosão do solo, podem ser utilizadas para fins agropecuários, sem a necessidade da realização de novos desmatamentos.

Para se ter uma ideia da grandiosidade dessa área, ela se aproxima da superfície do estado de São Paulo (248.209 km²) e é maior que a do estado do Paraná (199.315 km²). Sabe-se, entretanto, que grande parte dela já vem sendo utilizada na agricultura familiar e no agronegócio do estado, mas outra parte representativa se encontra abandonada, apresentando diferentes graus de degradação, porém passíveis de recuperação da capacidade produtiva, para introdução às atividades do agronegócio do estado, representando uma alternativa para evitar novos desmatamentos. Assim sendo, é importante que seja feita uma reflexão sobre a utilização racional dessas áreas, não só pela sua importância para as atividades agropecuárias nas diversas escalas, mas, também, como uma medida de preservação do remanescente florestal do estado.

Referências

BASTOS, T. X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. In: ZONEAMENTO Agrícola da Amazônia. **Boletim Técnico. IPEAN**, n. 54, p. 68-122, 1972.

CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado Pará**. 1. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 262 p.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1993. 89 p.

DAY, T. H. **Guide to the classification of the Late Tertiary and Quaternary soil of Lovres Amazon Valley**. (5.1). [S.l.]: FAO: SPVEA, 1959. Mimeografado.

DEMATTÊ, J. L. I. **Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos: região amazônica**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 215 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 1981.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R.; DUTRA, S. **Consequências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos da microrregião do Nordeste Paraense**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1980. 14 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa, 14).

GAMA, J. R. N. F.; CARVALHO, E. J. M.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A. Solos do Estado do Pará. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 19-30.

IBGE. **Áreas dos municípios**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=destaques&c=15>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

MAPAS de solos e de aptidão agrícola das áreas alteradas do Estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147241/1/MapasSolosPara.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

MONTEIRO, M. A.; MENEZES, C. R. C.; GALVÃO, I. M. F. (Ed.). **Zoneamento ecológico-econômico da Zona Leste do Estado do Pará**. Belém, PA: Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, 2010. v. 2.

NIMER, E. Climatologia da região Norte. Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 124-153, 1972.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; RODRIGUES, T. E.; SANTOS, P. L. dos; VALENTE, M. A. **Zoneamento agroecológico do Município de Monte Alegre, Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 87 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 9).

PARÁ. Decreto Estadual nº 1.066, de 19 de junho de 2008. Dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, 20 jun. 2008. Executivo 1, p. 8. Disponível em: <http://www.ioepa.com.br/diarios/2008/06/20/2008.06.20.DOE_0.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2017

PARÁ. Decreto Estadual nº 1.346, de 24 de agosto de 2015. Altera o Anexo Único do Decreto Estadual nº 1.066, de 19 de junho de 2008, que dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, 25 ago. 2015. Executivo, p. 5. Disponível em: <http://www.ioepa.com.br/diarios/2015/08/25/2015.08.25.DOE_0.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2017.

RELATÓRIO do mapeamento de solos e aptidão agrosilvipastoril das terras da Calha Norte e Leste do Estado do Pará. In: MONTEIRO, M. A.; MENEZES, C. R. C.; GALVÃO, I. M. F. (Ed.). **ZEE: Zoneamento ecológico-econômico da zona leste e Calha Norte do Estado do Pará**. Belém, PA: Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos. Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, 2010. v. 2, p. 123-183.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. Neossolos. In: EMBRAPA. **Ageitec: Agência Embrapa de Informação Tecnológica: Solos Tropicais**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html>. Acesso em: 23 mar. 2018.

SCOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. C. **Geologia do Brasil e área oceânica incluindo depósitos minerais, Escala 1:2.500.000**. Brasília, DF: DNPM, 1984. 50 p.

SOMBROEK, W. G. **Amazon soil: a reconnaissance of the Brazilian Amazon region**. Wageningen: Center for Agricultural Publications and Documentations, 1966. 292 p.

SUDAM. Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. **Atlas climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém, PA, 1984. 125 p. (SUDAM. Publicação, 39).

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

VENTURIERI, A.; MONTEIRO, M. A.; MENEZES, C. R. C. (Ed.). **ZEE: Zoneamento ecológico-econômico da Zona Oeste do Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 2 v.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. dos. **Amazônia seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 416 p.