

Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil: Potencialidade Agrícola Natural das Terras

Nota metodológica n. 01

Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras:

Abordagem metodológica

Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministra do Planejamento e Orçamento

Simone Nassar Tebet

**INSTITUTO BRASILEIRO
DE GEOGRAFIA E
ESTATÍSTICA - IBGE**

Presidente

Marcio Pochmann

Diretor-Executivo

Flavia Vinhaes Santos

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas

Cimar Azeredo Pereira

Diretoria de Geociências

Claudio Stenner

Diretoria de Tecnologia da Informação

Marcos Vinicius Ferreira Mazoni

Centro de Documentação e Disseminação de Informações

José Daniel Castro da Silva

Escola Nacional de Ciências Estatísticas

Paulo de Martino Jannuzzi

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências

Coordenação de Meio Ambiente

Therence Paoliello de Sarti

Ministério do Planejamento e Orçamento
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Meio Ambiente

Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil: Potencialidade Agrícola Natural das Terras

Nota metodológica n. 01

Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras:

Abordagem metodológica



Rio de Janeiro
2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

© IBGE. 2023

Sumário

Apresentação	4
Introdução	5
Escala e utilização das informações	6
Atlas Nacional do Brasil Milton Santos (2010)	6
Análise das classes de solos e relevo	7
Ordenação taxonômica das classes de solos	7
Ordem	7
Subordem.....	8
Grande grupo	8
Subgrupo.....	9
5º (Família) e 6º (Séries).....	9
Classes de relevo	9
Principais atributos utilizados na planilha do Mapa de Potencialidade	10
Horizonte superficial.....	12
Textura	13
Profundidade	13
Fertilidade natural.....	13
Atividade das argilas	13
Hidromorfismo	13
Transição textural abrupta	14
Saturação por sódio	14
Salinidade.....	14
Tiomorfismo.....	14
Presença de plintita.....	14
Presença de concreções.....	15
Caráter vértico	15
Erosão	15
Pedregosidade	15
Rochosidade	15
Relevo	15

Aspectos metodológicos para avaliação da potencialidade	17
Valoração dos atributos	18
Classes de potencialidade	20
Classe A1	20
Classe A2	20
Classe B	20
Classe C	20
Classe D	21
Considerações legais	22
Referências	23

Apresentação

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE apresenta a Nota Metodológica correspondente a publicação Potencialidade Agrícola Natural das Terras, como documentação complementar ao produto lançado pelo IBGE em 2022.

Esta Nota Metodológica apresenta um aprofundamento metodológico e os processos adotados para a construção do Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras, descreve os insumos e os atributos considerados, os conceitos neles representados, os critérios de limitações e potencialidades contidos nos conceitos dos atributos avaliados e os critérios de estruturação dos dados, essas informações foram separadas por classes de potencialidade.

O propósito deste documento é fornecer ao usuário uma compreensão dos parâmetros e conceitos envolvidos no processo de construção Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras, o que permitirá um melhor (entendimento/aproveitamento) do seu conteúdo. Além disso, será útil para usuários aplicarem a metodologia como orientação para a produção de documentos e mapas de Potencialidade Agrícola Natural das Terras de outros recortes ou até com adição de insumos para serem utilizados em outras escalas.

Claudio Stenner
Diretor de Geociências

Introdução

Na data da comemoração do Dia Internacional do Solo, foi lançado o documento Potencialidade Agrícola Natural das Terras com o seu respectivo Mapa. Embora conste na referida publicação os aspectos metodológicos utilizados, optou-se por detalhar a metodologia da sua construção.

Portanto, esta Nota Metodológica vem complementar a documentação que acompanha o Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras, visando oferecer uma orientação mais clara aos usuários em relação ao seu conteúdo e à forma mais adequada de utilizá-lo para atender às suas necessidades.

O Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras foi construído a partir das informações contidas em tabela e planilha de dados referentes às classes de solos e seus atributos e do relevo, contidos na unidade de mapeamento pedológico do Mapa de Solos do Território Nacional do Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA), do tema Pedologia (IBGE, 2021).

As classes estabelecidas para indicar as potencialidades e limitações ao uso agrícola, foram agrupadas por níveis, de acordo a interpretação e generalização permitido pela escala, mostrando mosaicos homogêneos segundo determinados aspectos pedológicos e topográficos contidos nas unidades de mapeamento de solos.

Nesse sentido, é imperativo destacar que a utilização dos dados e informações contidos nesse produto respeitam o grau de generalização da escala. Dessa forma, o Mapa final constitui uma importante ferramenta orientativa como insumo complementar para usuários que venham utilizar o Mapa para fins de planejamento de uso da terra com outras finalidades, em escala generalizada.

O Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras analisa de forma simples e objetiva a real potencialidade natural das terras brasileiras, importante para direcionar o conhecimento para planejadores, contribuindo para o desenvolvimento da agricultura brasileira.

O principal insumo utilizado foi o Mapa de Solos do Território Nacional disponível no BDiA, do tema Pedologia (IBGE, 2021), em escala 1:250 000. Os dados vetoriais apresentam em sua planilha de atributos informações referentes a cada polígono que representa uma unidade de mapeamento, seja ela: simples, composta somente por uma classe de solo ou; combinada, composta por mais de uma classe de solo, sendo a classe dominante (presente em maior proporção) a que nomina a unidade da legenda.

Unidades de mapeamento relativas as águas continentais (rios, lagos e lagoas) e áreas urbanas, classificadas como tipos de terreno nos mapeamentos de solos do IBGE, não foram avaliadas.

No total, foram analisados aproximadamente 117.000 polígonos correspondentes a cerca de aproximadamente 5.000 unidades de mapeamento e 564 classes de solos diferentes até o 4º nível categórico, incluindo família e série.

Escala e utilização das informações

A escala utilizada de 1:250 000 nos levantamentos do meio físico do IBGE e, conseqüentemente, no Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil, teve como documento principal de análise as informações do mapeamento pedológico e a sua utilização, tendo como objetivo o conhecimento e as análises a nível regional.

Essa escala permite que as potencialidades e limitações sejam avaliadas em nível regional, possibilitando e auxiliando na contextualização do espaço e a qualidade de informações compatíveis com o nível de levantamento em questão.

Observado esse entendimento e identificação da classe de potencialidade em uma determinada área nesta escala e caso haja necessidade de se fazer um profundo conhecimento dela, será necessário ter também um maior detalhamento de informações, fazendo-se necessário promover levantamentos pedológicos em escalas maiores. Com isso, se aumenta a qualidade e quantidade de informação dos atributos, contribuindo de forma significativa ao analisar as potencialidades e limitações.

Assim, a escala dos levantamentos de solos se reflete diretamente no maior ou menor conhecimento dos seus atributos, influenciando na compreensão da avaliação de suas limitações e potencialidades, e conseqüentemente na qualidade do entendimento para utilização das terras.

Atlas Nacional do Brasil Milton Santos (2010)

A análise apresentada na publicação segue os princípios básicos e conceitos já expostos no Mapa de Potencialidade Agrícola presente no Atlas Nacional do Brasil Milton Santos (2010), publicado pelo IBGE. Porém, utiliza dados atualizados em maior escala de análise, oriundos do tema Pedologia disponíveis no BDIA, com o objetivo do aprimoramento e maior detalhamento da análise, incluindo também a utilização de novas ferramentas para sua elaboração.

Análise das classes de solos e relevo

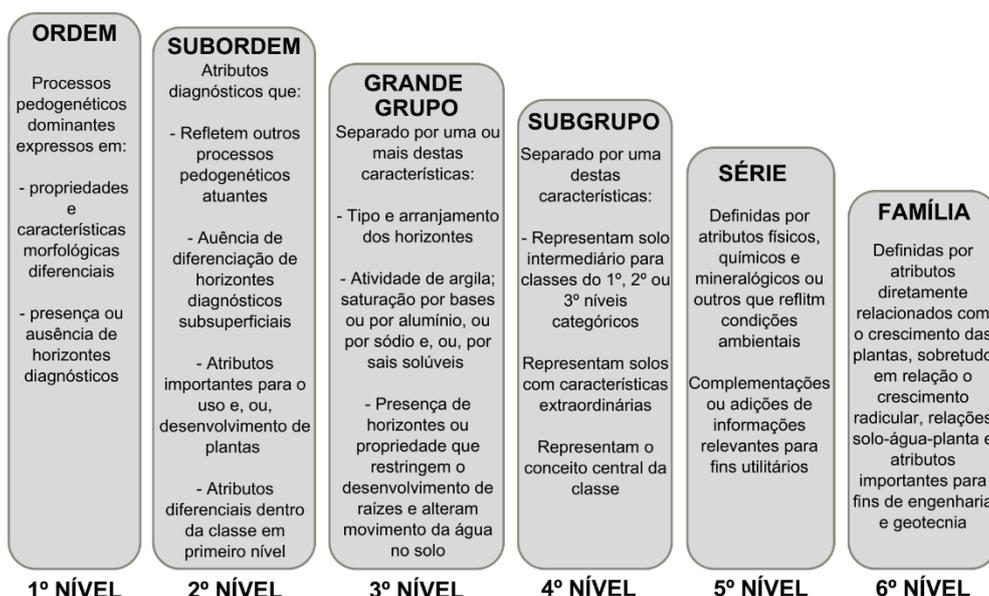
As características e informações dos solos e relevo foram extraídas dos dados analíticos, morfológicos e gráficos do primeiro componente (solo dominante) das unidades do Mapa de Solos do Território Nacional do BDIA, do tema Pedologia (IBGE, 2021), nominadas no documento como atributos. Logo, na maioria das unidades de mapeamento, o primeiro componente não representa o total de área de associações de solos.

Cada atributo do solo traz em seu conceito propriedades e características intrínsecas passíveis de interpretação, as quais originaram categorias de peculiaridades que expressam potencialidades e limitações, que, quando combinadas com relevo, proporciona a elaboração das classes de potencialidade, descritas mais à frente. As avaliações dos atributos estão apresentadas a seguir, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Ordenação taxonômica das classes de solos

A seguir é apresentada a organização taxonômica e hierárquica das classes de solos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018; ANJOS *et al.*, 2012).

Figura 1. Hierarquia do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente.

Ordem

No mapeamento pedológico do IBGE (BDIA, 2021) constam 13 ordens de solos e as definições de cada ordem pode ser consultada em EMBRAPA (2018). De maneira geral as classes nesse 1º nível categórico são separadas pela presença ou ausência de determinados atributos, horizontes diagnósticos ou propriedades que são passíveis de

serem identificadas no campo mostrando diferenças no tipo e grau de desenvolvimento dos processos que atuaram na formação do solo. Sendo assim a separação das classes no 1º nível categórico teve como base os sinais deixados no solo pela atuação de um conjunto de processos que foram considerados os dominantes no seu desenvolvimento.

Os conceitos e definições das ordens, sozinhas ou combinadas com outros atributos, podem indicar a profundidade do solo, a fertilidade natural, a atividade das argilas, hidromorfismo, entre outros.

Subordem

No 2º nível categórico, as classes foram separadas por propriedades ou características distintivas que são individualizadas por atributos diagnósticos resultantes da gênese do solo, evidenciam outros diferenciais que refletem a atuação de outros processos de formação de solo que agiram conjuntamente ou afetaram os processos dominantes cujos atributos diagnósticos utilizados para separar os solos em nível de Ordem.

Ressalta aqui, as características responsáveis pela ausência de diferenciação de horizontes diagnósticos; ou -envolvem propriedades resultantes da gênese do solo e que são extremamente importantes para o desenvolvimento das plantas e/ou para outros usos não agrícolas e que tenham grande número de propriedades acessórias; ou - ressaltam propriedades ou características diferenciais que representam variações importantes dentro das classes do 1º nível categórico.

Tais características desse atributo, combinadas ou não com outros atributos, podem indicar a profundidade do solo, a fertilidade natural, a presença de elementos prejudiciais quanto à acidez, à salinidade e à sodicidade, à presença de concreções e ao hidromorfismo.

Grande grupo

No 3º Nível Categórico, as classes foram separadas por uma ou mais das seguintes características:

- a) Tipo e arranjo dos horizontes;
- b) Atividade da fração argila, condição de saturação do complexo sortivo por bases, por alumínio ou por sódio e/ou presença de sais solúveis;
- c) Presença de horizontes ou propriedades que restringem o desenvolvimento das raízes e afetam o livre movimento da água no solo.

Os grandes grupos sozinhos ou combinados com algum outro atributo podem indicar a fertilidade natural, a profundidade, a presença de elementos prejudiciais quanto à acidez, a salinidade e sodicidade, a presença de concreções e o hidromorfismo.

Subgrupo

No 4º Nível Categórico, as classes foram separadas por uma ou mais características particulares, agrupadas e compartimentadas em 47 classes, conforme (EMBRAPA, 2018):

- a) Típicos - representam o conceito central da classe (é o exemplar típico);
- b) Intermediários ou transicionais - representam os intermediários para o 1º, 2º ou 3º níveis categóricos;
- c) Extraordinários - representam os solos com características extraordinárias.

Os subgrupos sozinhos ou combinados com algum outro atributo podem indicar a fertilidade natural, a profundidade, a presença de elementos prejudiciais quanto a acidez, a salinidade, a sodicidade e presença de sulfatos, a presença de concreções, a transição textural abrupta, a presença de plintita, a atividade das argilas e o hidromorfismo.

5º (Família) e 6º (Séries)

É importante ressaltar que foram analisados alguns atributos do 5º (família) e 6º (séries) níveis categóricos. Elas se baseiam em funções pragmáticas que evidenciam características/propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas importantes para uso e manejo dos solos, verificando metodologias apropriadas e respostas em termos de importâncias agronômica.

Esses dois níveis fazem parte das descrições que integram e compõem as unidades de mapeamento juntamente com as classes de solos, compondo assim a legenda de solos.

Classes de relevo

As classes de relevo fazem parte das unidades de mapeamento juntamente com as classes de solos e seus atributos, sendo ele analisado e estando intimamente correlacionado com a paisagem da unidade, e expressam as características topográficas da localização da unidade de mapeamento, portanto a análise é conjuntural, não expressando somente as características da classe de solo e seus atributos.

As classes de solos juntamente com seus atributos tendem a ocorrer em variados relevos, motivo pelo qual a análise combinada foi essencial para se obter uma avaliação adequada da real potencialidade e limitação. As classes de relevo estão discriminadas no próximo tópico.

Principais atributos utilizados na planilha do Mapa de Potencialidade

A seguir estão listados os principais atributos juntamente aos conceitos e definições inseridos nas classes de solos (item anterior) utilizados para elaboração do mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil. Esses atributos foram analisados e utilizados de forma simples ou combinadas para se obter as respostas para avaliação das classes de potencialidades, juntamente com o relevo, podendo, então, mensurar potencialidades e limitações. Como dito anteriormente foi avaliado o primeiro componente (solo dominante) das unidades do Mapa de Solos do Território Nacional do BDIA, do tema Pedologia (IBGE, 2021). Os atributos das unidades de mapeamento utilizados estão apresentados no Quadro 1. Os dados completos da tabela de atributos estão disponíveis no Quadro 2.

Quadro 1 - Quadros de descrição de alguns atributos/insumos (dados tabulares) utilizados do Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil

Dado geoespacial: pedo_area_[recorte]		Formato: shp	Geometria: Polígono
Nome do campo	Descrição do campo		
ordem	Denominação do primeiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
subordem	Denominação do segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
grande_grupo	Denominação do terceiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
subgrupos	Denominação do quarto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
textura (família/série)	Representa a classe de textural, mostrando os valores de granulometria da areia, silte e argila, registrado na forma de notação simples, binária ou ternária		
horizonte (família/série)	Identifica os horizontes ou camada distinta sequencial dentro de um perfil de solo		
erosão (família/série)	Identifica a intensidade dos processos erosivos dos solos através das fases de erosão		
pedregosidade (família/série)	Identifica a intensidade de pedregosidade no solo através das fases de pedregosidade		
rochosidade (família/série)	Identifica a intensidade de rochosidade no solo através das fases de rochosidade		
relevo	Qualifica e qualifica as condições de declividade superficial dos terrenos através das classes de relevo local		
ar_poli_km	Área do polígono em km ²		

Quadro 2 - Descrição de atributos gerais das unidades de mapeamento do BDIA

Dado geoespacial: pedo_area_[recorte]		Formato: shp	Geometria: Polígono
Nome do campo	Descrição do campo		
id1	Identificador único da feição *		
cd_fcim	Código da Folha CIM (Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo)		
nom_unidad	Símbolo da classe de solo dominante que identifica a unidade pedológica acrescido do número de ordenação da legenda		
cod_simbol	Símbolo da classe de solo dominante que identifica a unidade pedológica		
val_ncompo	Número de componentes (dominante, subdominantes e inclusões) presentes na unidade pedológica		
legenda	Símbolo e nome da classe de solo que identifica a unidade pedológica até terceiro nível categórico		
ordem	Denominação do primeiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
subordem	Denominação do segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
grande_gru	Denominação do terceiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
subgrupos	Denominação do quarto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		
textura	Representa a classe de textural, mostrando os valores de granulometria da areia, silte e argila, registrado na forma de notação simples, binária ou ternária		
horizonte	Identifica os horizontes ou camada distinta sequencial dentro de um perfil de solo		
erosao	Identifica a intensidade dos processos erosivos dos solos através das fases de erosão		
pedregosid	Identifica a intensidade de pedregosidade no solo através das fases de pedregosidade		
rochosidad	Identifica a intensidade de rochosidade no solo através das fases de rochosidade		
relevo	Qualifica as condições de declividade superficial dos terrenos através das classes de relevo local		
componente	Descrição das classes de solos dominantes e subdominantes que formam as unidades de mapeamento que compõem a legenda de solos		
component1	Continuação da descrição das classes de solos dominantes e subdominantes que formam as unidades de mapeamento que compõem a legenda de solos		
component2	Continuação da descrição das classes de solos dominantes e subdominantes que formam as unidades de mapeamento que compõem a legenda de solos		
component3	Continuação da descrição das classes de solos dominantes e subdominantes que formam as unidades de mapeamento que compõem a legenda de solos		
inclu_p1	Descrição das classes de solos caracterizadas como inclusões que compõem a legenda da unidade		
inclu_p2	Continuação da descrição das classes de solos caracterizadas como inclusões que compõem a legenda da unidade		
inclu_p3	Continuação da descrição das classes de solos caracterizadas como inclusões que compõem a legenda da unidade		
leg_ordem	Classe de solo no nível ordem / tipo de terreno dominante		
legenda_2	Ordem e subordem do solo ou tipo de terreno que dá nome a unidade de mapeamento		
cd_ord_id	Código numérico do campo leg_ordem utilizado para discretização em grade		
cd_leg2_id	Código numérico do campo legenda_2 utilizado para discretização em grade		
ar_poli_km	Área do polígono em km ²		

A análise dos atributos separadamente e em conjunto permitiu inferir as potencialidades e limitações das características e propriedades de cada classe de solo em suas unidades de mapeamento.

Fez-se uma abordagem interpretativa dos conceitos das classes de solos de suas características e propriedades, como: profundidade, textura, fertilidade e pedregosidade, entre tantas outras, inserindo valores empíricos (conforme Quadro 3) a cada uma delas, abaixo descreveremos algumas delas.

Quadro 3 – Exemplos de alguns atributos utilizados, classes de fatores e valores empíricos dos atributos

Fatores limitantes	Classe de Fatores	Atributos	Valores
Fertilidade natural	Férteis	Eutróficos, Chernossólicos e carbonáticos	5,0
	Mod. Férteis	Distroféricos	4,5
	Mod. Férteis	Distróficos	4,0
	Ácricos	Ácricos	3,0
	Mod. Problemáticos	Salinos e solódicos	2,0
	Fort. Problemáticos	Sálicos, sódicos, tiomórficos	1,0
Profundidade	Muito profundo	Latossolo, latossólico	5,0
	Profundo	leptofragmentário	4,0
	Pouco Profundo	léptico, êndico	3,0
	Raso	Neossolo Litólico, lítico	1,0
Relevo	Plano	plano, plano e suave ondulado	5,0
	Varzea Terraço Fluvial	Neossolo Flúvico, neofluvíssólico	4,0
	Suave Ondulado	suave ondulado, suave ondulado e plano	4,0
	Ondulado	ondulado, ondulado e suave ondulado	3,0
	Forte Ondulado	forte ondulado, forte ondulado e montanhoso	2,0
	Montanhoso/ Escarpado	montanhoso, escarpado	1,0
Textura	Média permeabilidade e elevada retenção	média/argilosa, argilosa/muito argilosa, média/muito argilosa	5,0
	Média permeabilidade e média/elevada retenção	siltosa, média, argilosa, muito argilosa	4,0
	Alta permeabilidade e média retenção	argilosa/média, arenosa/média	3,0
	Alta permeabilidade e baixa retenção	orgânica/média	2,0
	Alta permeabilidade e muito baixa retenção	arenosa, média/arenosa	1,0
Horizonte superficial	Fértil e espesso	A chernozêmico, chernossólico	5,0
	Espesso e/ou moderadamente fértil	A húmico, A antrópico	4,0
	Moderadamente fértil	A proeminente	3,5
	Moderadamente espesso e pouco fértil	A moderado	3,0
	Orgânico	Hístico, Sáprico, Hêmico, Fólico	2,0
	Pouco espesso e pouco fértil	A fraco	1,0
Atividade das argilas	Tb/Tb	Latossolo, latossólico, Nitossolo, Tb Eutrófico, Tb Alumínico, Tb Distrófico, Tb Distroférico, Tb Eutrófico, Tb Eutroférico	5,0
	Ta/Tb	Neossolo Flúvico Ta Eutrófico	3,0
	Tb/Ta	Ta Alumínico, Ta Distrófico, Ta Distroférico, Ta Eutrófico, Ta Eutroférico, vertissólico	2,0
	Areia ou areia franca	Neossolo Quartzarênico	1,0
	Ta/Ta	Vertissolo, Chernossolo,	1,0
Hidromorfismo	Forte	Espodossolo	2,0
	Muito forte	Gleissolo, Organossolo	1,0
Pedregosidade	Endopedregosa	Endopedregosa	5,0
	Seixosa	Seixosa	4,0
	Pedregosa	Pedregosa	3,0
	Epipedregosa	Epipedregosa	2,0
	Muito pedregosa	Muito pedregosa	2,0
	Extremamente pedregosa	Extremamente pedregosa	1,0
Rochosidade	Rochosa	Rochosa	2,0
	Muito rochosa	Muito rochosa	1,0
	Extremamente rochosa	Extremamente rochosa	1,0
Outros atributos	Plintita	Plintossolo Háptico, Plintossolo Argilúvico, plintossólico	3,0
	Caráter vértico	vertissólico	3,0
	Mudança textural abrupta	abrupto	2,0
	Concreções e petroplintita	concrecionário, petroplintico	2,0
	Dureza e coesão	dúrico, Distrocoeso, Eutrocoeso	2,0
	Erosão	erodida	2,0
	Salinidade forte	solódico, salino	2,0
	Salinidade extremamente forte	Sálico, Nátrico, Sódico	1,0
Tiomorfismo	Tiomórfico, tiônico	1,0	

Horizonte superficial

Este atributo pode indicar fertilidade natural, profundidade e a presença de hidromorfismo. Os tipos de horizontes superficiais conforme (EMBRAPA, 2018) estão listados e avaliados no Quadro 3.

Textura

Este atributo sozinho ou combinado pode indicar capacidade de infiltração e de retenção de água no solo. As classes texturais conforme (EMBRAPA, 2018) estão listados e avaliados no Quadro 3.

Profundidade

A profundidade do solo foi avaliada em função de conceitos de algumas classes de solos que, por definição trazem a informação de profundidade de forma implícita, podendo alguns dos atributos (subgrupos) ser também avaliados de forma implícita (léptico e lítico). Pode ser citado como exemplo o caso da ordem Latossolo, que indica um solo muito profundo ou profundo, outro exemplo a ordem e subordem Neossolo Litólico, que implica em um solo raso.

Fertilidade natural

É a capacidade do solo em suprir elementos essenciais às plantas sendo esse um dos recursos naturais mais importantes na produção agrícola. Desta forma foram analisadas as características das classes de solos com o objetivo de avaliar o seu potencial edáfico, ou seja, a variação do potencial de recurso natural do solo analisado para o aproveitamento agrícola.

Atividade das argilas

Refere-se à capacidade de troca de cátions correspondente à fração argila, para tanto foram feitas análises no sentido de avaliar o que atividade de argila poderia influenciar em relação ao potencial ou limitação quando da utilização dos solos. Em algumas foram feitas combinações nas relações Ta e Tb poderia influenciar na potencialidade.

Hidromorfismo

O hidromorfismo é um processo que ocorre em solos saturados com água por um período prolongado. Esse processo pode influenciar na evolução do solo de várias maneiras, proporcionando outros processos que irão formar características específicas que podem interferir na potencialidade dos solos, como, por exemplo a gleização, formação de plintitas, entre outros. Eles reduzem a possibilidade de aproveitamento

agrícola natural desses solos. Além disso, o hidromorfismo pode influenciar na distribuição de nutrientes no solo e na atividade biológica.

Transição textural abrupta

Consiste em um considerável aumento no teor de argila em pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B. Essa mudança abrupta pode deixar o solo (ocorre em algumas classes de solos) mais vulnerável aos processos erosivos, pois essa característica proporciona a mudança na velocidade de percolação (fluxo) da água no solo, por isso seu conhecimento e identificação são importantes para mensurar sua potencialidade ou limitação ao manejo agrícola.

Saturação por sódio

É usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por sódio ($100 \text{ Na}^+ / \text{T} \geq 15\%$ (caráter sódico) e ($100 \text{ Na}^+ / \text{T}$) variando de 6% a $< 15\%$ (caráter solódico) em alguma parte da seção de controle que defina a classe de solo em que ele ocorra. Se faz muito importante seu conhecimento pois atua normalmente como limitador ao desenvolvimento das plantas.

Salinidade

É expressa pelo caráter sálico que é a propriedade referente à presença de sais mais solúveis indicada pela condutividade elétrica igual ou maior que 7 dS m^{-1} (a $25 \text{ }^\circ\text{C}$) e o caráter salino indicado pela condutividade elétrica igual ou maior que 4 dS m^{-1} e menor que 7 dS m^{-1} (a $25 \text{ }^\circ\text{C}$), em alguma época do ano, quantidades tóxicas à maioria das culturas.

Tiomorfismo

Atributo que caracteriza solos com materiais sulfídricos em um ou mais horizontes ou camadas, ou horizonte sulfúrico, ambos dentro de 100 cm a partir da superfície do solo.

Presença de plintita

Caracteriza-se pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% (por volume) e espessura de pelo menos 15 cm, ocorre em terrenos com lençol freático alto ou que pelo menos apresentem restrição temporária à percolação da água e em relevo aplainado em áreas baixas como depressões e baixadas, ambientes que favorecem o desenvolvimento de horizonte plíntico e sujeitos a flutuações do lençol freático. Ocorrem em várias classes de solos e os ambientes em que ocorrem podem influenciar fortemente para o uso agrícola, limitando de forma significativa seu manejo.

Presença de concreções

A presença de concreções em quantidades que caracterizam o caráter concrecionário pode ocorrer em várias classes de solos na forma de petroplintita dentro da seção de controle, com quantidade e/ou espessura insuficientes para caracterizar horizonte concrecionário. Sua ocorrência normalmente é um fator limitante para agricultura que consequentemente influenciaria na avaliação da classe de potencialidade com restrições.

Caráter vértico

O caráter vértico é um atributo do solo que se caracteriza pela presença de superfícies de fricção (slickensides), fendas ou estruturas cuneiformes e/ou paralelepípedica, podendo afetar e ser um fator limitante, no desempenho dos implementos agrícolas, mas não apresenta restrição ao desenvolvimento de plantas. Sua ocorrência normalmente é um fator limitante para agricultura que consequentemente influenciaria na avaliação da classe de potencialidade com restrições.

Erosão

Este atributo pode indicar limitações e intensidade quanto ao uso. Quando ocorrem processos erosivos severos identificados na unidade de mapeamento de solos as classes de erosão serão identificadas como fase erodida, seus efeitos no ambiente em que ocorrem podem impor limitações significativas para utilização na agricultura, portanto irão influenciar no julgamento das classes de potencialidades pelas restrições pertinentes.

Pedregosidade

Quando ocorre quantidade significativas de pedras (calhaus - 2 cm a 20 cm e/ou matacões - 20 cm a 100 cm de diâmetro) em superfície e subsuperfície do solo, é identificada na unidade de mapeamento de solos a fase pedregosa. Entende-se que essa fase pode interferir no uso das terras, sobretudo no que se refere ao emprego de máquinas e equipamentos agrícolas.

Rochosidade

Quando ocorre quantidade significativas de rochas em superfície e subsuperfície do solo, é identificada na unidade de mapeamento de solos a fase rochosa. Entende-se que essa fase pode interferir até tornar-se impraticável o uso dessas terras, sobretudo no que refere-se ao emprego de máquinas e equipamentos agrícolas.

Relevo

Foram utilizadas as classes de relevo presentes na literatura para fins de levantamento de solos (EMBRAPA, 2018), sendo elas: plano, suave ondulado, ondulado,

forte ondulado, montanhoso e escarpado, possuem intervalos de declividade para cada classe. Entretanto em algumas situações foi necessário a utilização da análise combinada de classes de relevo por exemplo plano/suave ondulado e forte ondulado/montanhoso, entre outras.

Aspectos metodológicos para avaliação da potencialidade

Para a construção da classificação qualitativa ora proposta para a análise da Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil foram elaboradas tabelas e planilhas de análise a partir dos atributos dos solos e das classes de relevo que ocupam posição de predominância, ou seja, em maior proporção de ocorrência nas unidades de mapeamento de solos do IBGE.

Após a avaliação e valoração empírica de cada um dos atributos de solos e relevo, fez-se um somatório e média aritmética de cada linha correspondente à unidade de mapeamento, valorando cada uma delas com sua respectiva classe de solo dominante (Quadro 3).

Com o resultado dessas médias, utilizaram-se os valores extremos encontrados na planilha para agrupá-los em intervalos de cinco classes de potencialidades propostas. Para tanto, selecionaram-se os valores mínimos e máximos obtidos através das médias aritméticas dos atributos de cada classe de solo dominante na unidade de mapeamento e se efetivaram os cálculos dos intervalos de classes, subtraindo-se os valores mínimos e máximos. O valor encontrado foi dividido pelo número de cinco classes desejadas.

Esse valor foi utilizado para efetuar a subtração do valor máximo até coincidir com o valor mínimo, obtendo-se assim os valores dos intervalos das cinco classes definidas de Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil.

Para adequação e validação das cinco classes foram realizados pequenos ajustes nas planilhas de análise em cada um dos biomas brasileiros, com o objetivo de contemplar particularidades das classes de solos em seus macroambientes, melhorando assim as classificações automáticas das planilhas. Houve a necessidade dessas revisões “ad hoc” (REGUANT-ÁLVAREZ, 2016), para melhor adequação e validação final das Classes de Potencialidade.

Valoração dos atributos

Os valores dos atributos refletem a maior ou menor potencialidade agrícola, de modo que suas avaliações sejam um reflexo de tais características, de forma escalonada e equivalente, culminando nas potencialidades e limitações que o ambiente analisado pode proporcionar.

Os valores são uma consequência de interpretação realizada de forma empírica, onde as características dos solos e dos relevos juntamente com o ambiente em que ocorrem, representem uma realidade mais próxima do ambiente analisado sob o ponto de vista de suas potencialidades e limitações. O Quadro 3 mostra um exemplo da montagem e organização dos atributos utilizados, suas interpretações resultantes em classes de fatores, e atribuição de valores.

Para cada polígono, representado por uma linha da tabela de atributos foi realizada a valoração dos mesmos considerados como fatores limitantes ou potenciais sob a ótica da potencialidade agrícola, conforme exemplo apresentado no Quadro 4. Esse procedimento foi realizado para cada uma das mais de cinco mil unidades de mapeamento, em mais de 117.000 polígonos (linhas da tabela), portanto ela não será apresentada em seu formato final pela magnitude de seu tamanho.

Quadro 4 - Exemplos de linhas da tabela de atributos que representam polígonos do mapeamento de solos, os atributos presentes no BDIA e a valoração com uma nota final e a classe de potencialidade atribuída

unidade	ordem	subordem	grande_gru	subgrupos	textura	horizonte	erosao	pedr	roch	relevo	Valores										Nota	CLASSE		
											pro	fer	rel	gra	hoz	atv	ped	roc	hidro	Sod			Sal	erod
LVe3	LATOSSOLO	VERMELHO	Eutrófico	típico	muito argilosa	A moderado				plano	5	5	5	4	3	5	0	0	0			4,5	A1	
GZn	GLEISSOLO	SÁLICO	Sódico	típico	indiscriminada	A moderado				plano	4	1	5	1	3	2,5	0	0	1	1	1		2,17	D
CXbe5	CAMBISSOLO	HÁPLICO	Tb Eutrófico	típico	argilosa cascalhenta	A moderado		pedregosa		forte ondulado	4	5	2	4	3	3	2	0	0			3,29	C	
PVA7	ARGISSOLO	VERMELHO-AMARELO	Distrófico	típico	média/argilosa	A moderado		pedregosa		ondulado	4	4	3	5	3	5	2	0	0			3,71	B	
LVdf13	LATOSSOLO	VERMELHO	Distroférrico	típico	muito argilosa	A moderado				suave ondulado	5	4,5	4	4	3	5	0	0	0			4,25	A2	

Abreviações: pro: profundidade; fer: fertilidade; rel: relevo; gra: gradiente textural; hoz: horizonte superficial; atv: atividade da argila; ped: pedregosidade; roc: rochosidade; hidro: hidromorfismo; sod: saturação por sódio; sal: salinidade; erod: erodibilidade.

Classes de potencialidade

O Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil buscou trazer uma classificação interpretativa de fácil entendimento e fácil visualização espacial do potencial natural dos solos do Brasil em cinco classes hierarquizadas de acordo com suas potencialidades e limitações.

O Mapa de Potencialidade Agrícola Natural das Terras do Brasil foi elaborado a partir do solo dominante nas unidades do mapeamento de solos do IBGE, através da avaliação e interpretação de características intrínsecas ao solo (físicas, químicas e morfológicas), acrescidas de um parâmetro extrínseco, que é o relevo predominante nas unidades de mapeamento.

Portanto, trata-se de uma análise técnico-interpretativa que visa retratar a realidade de forma simplificada através de cinco classes de potencialidade, a saber: muito boa (A1), boa (A2), regular (B), restrita (C) e fortemente restrita (D). Cabe ressaltar que essa é uma avaliação do potencial de uso agrícola e não uma avaliação de recomendação de uso. A saber:

Classe A1

Compreende terras com muito boa potencialidade ao desenvolvimento agrícola em solos com muito boas condições para o desenvolvimento da agricultura, situados em relevo aplainado, com boa fertilidade, profundidade e permeabilidade.

Classe A2

Compreende terras com boa potencialidade ao desenvolvimento agrícola em solos com condições propícias para o desenvolvimento da agricultura, em sua maioria localizados em relevo aplainado, podendo ocorrer pequenas restrições quanto à presença de íons indesejáveis/prejudiciais, mas facilmente corrigíveis e, por vezes, com leves limitações pela pouca profundidade.

Classe B

Compreende solos com condições moderadas para o uso agrícola, presentes predominantemente em relevos ligeiramente acidentados, que podem precisar de ações de manejo adequadas para desenvolvimento da agricultura, podendo ocorrer moderadas restrições quanto à fertilidade, argilas expansíveis, e presença de íons indesejáveis/prejudiciais, mas relativamente fáceis de serem corrigidas.

Classe C

Reúne terras com restrições fortes ao desenvolvimento agrícola, localizadas predominantemente em relevos mais acidentados, que precisam de ações relativamente mais complexas de manejo para o desenvolvimento da agricultura, pela presença de íons indesejáveis/prejudiciais, argilas expansíveis e restrições importantes quanto à

profundidade. Esta classe também pode ocorrer em áreas aplainadas com restrições pela presença de hidromorfismo, devido às oscilações ou elevações significativas do lençol freático. Para seu uso agrícola necessitaria de ações de manejo significativas e intensivas e sua utilização se daria por uma agricultura especializada adaptada a esses tipos de ambiente.

Classe D

Reúne terras que apresentam restrições muito fortes ao uso agrícola, principalmente em superfícies com declividade muito acentuada, presença de sais solúveis indesejáveis e restrições importantes quanto à profundidade. Podem ocorrer em áreas aplainadas com restrições pela forte presença de hidromorfismo e significativa elevação ou oscilação do lençol freático. Para uso agrícola necessitariam de ações de manejo significativas e intensivas e sua utilização se daria por uma agricultura especializada adaptada a esses tipos de ambiente. Em alguns locais essas terras seriam indicadas como áreas de preservação ambiental, ora pela fragilidade do ambiente e ora pela legislação a qual estão submetidas.

Destaca-se a importância de observar a generalização permitida pela escala utilizada, a qual não se aconselha para planejamento de uso em nível de propriedade agrícola ou mesmo de microrregiões. Como dito anteriormente, trata-se de um estudo em escala nacional, constituindo principalmente um trabalho orientativo.

Considerações legais

A publicação buscou trazer à sociedade, em uma linguagem de fácil entendimento para atender diferentes usuários, um produto elaborado a partir de informações e dados oficiais que retratasse a relação entre os fatores intrínsecos da classe de solo com a topografia, objetivando demonstrar as potencialidades e limitações dos ambientes, com características similares de solo e de relevo do território nacional, expressos na forma de classes de potencialidade.

Cabe ressaltar que as áreas especiais de proteção estabelecidas pela legislação ambiental brasileira foram analisadas nesta publicação. Contudo, é importante informar que apesar dessas áreas terem tido sua potencialidade agrícola natural classificada no Mapa com as suas referidas classes de potencialidade agrícola, não faz parte dos objetivos desta publicação abordar a sua utilização efetiva, pois esta está ligada aos requisitos estabelecidos por leis que regulam seus possíveis usos.

Referências

ANJOS, L.H.C. dos; JACOMINE, P.K.T.; SANTOS, H.G. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.). Pedologia: fundamentos. Viçosa: SBCS, 2012. p.303-343.

ATLAS nacional do Brasil Milton Santos. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 1 atlas (307 p.). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/atlas/nacional/16360-atlas-nacional-do-brasil.html?edicao=16368&t=acessoao-produto>. Acesso em: set. 2023.

EMBRAPA SOLOS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: ago. 2023.

IBGE. Base de dados espacial do Brasil, escala 1:250 000: pedologia, unidades de mapeamento do solo: vetores. Versão 2021. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2021/. Acesso em: jun. 2023.

IBGE. BDIA: Banco De Dados de Informações Ambientais. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em: ago. 2023.

IBGE. Manual técnico de pedologia. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 428p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 4). Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoesambientais/pedologia/15826-manual-tecnico-em-geociencias.html?edicao=15929&t=publicacoes>. Acesso em: set. 2023.

REGUANT-ÁLVAREZ, M.; TORRADO-FONSECA, M. El método Delphi. REIRE: revista d'innovació i recerca en educació, Barcelona: Universitat de Barcelona, Institut de Ciències del'Educació, v. 9, n. 1, p. 87-102, enero 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916>. Acesso em: set. 2022.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Meio Ambiente

Therence Paoliello de Sarti

Maria Luisa da Fonseca Pimenta

Gerência de Mapeamento de Recursos Naturais

Luciana Mara Temponi de Oliveira

Setor de Meio Físico

Rosangela Garrido Machado Botelho

Coordenação técnica

Daniel Ramos Pontoni

Equipe técnica

Daniel Ramos Pontoni

Glailson Barreto Silva

José Marcos Moser

Paula Suélen Corrêa de Medeiros

Sergio Hideiti Shimizu