

# CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA SERRA DA JIBOIA - BAHIA

Manuel Júlio Cassamo;  
Oldair Del'Arco Vinhas Costa;  
Thomas Vicent Gloaguen;  
Everton Luís Poelking;  
Emmanuel Reinan Santana Pinheiro

*Universidade Federal do Recôncavo da Bahia*

## Resumo

A Serra da Jiboia é um importante maciço serrano que apresenta áreas significativas recobertas por remanescente de Mata Atlântica na região do Recôncavo da Bahia. O objetivo do trabalho é caracterizar o meio físico da área e identificar os domínios pedológicos, visando correlacioná-los à capacidade de uso atual das terras, subsidiando o planejamento de uso e ocupação. Os resultados demonstram que o ambiente apresenta fortes limitações à prática de atividades agropecuárias e/ou ocupação humana. Com base na interpretação da capacidade de uso das terras, restou demonstrado que, na Serra da Jiboia, as terras são mais apropriadas à manutenção da vegetação nativa, à proteção da flora e fauna silvestre, bem como para a recarga de aquíferos que abastecem a região.

*Palavras-chave:* atributos de solos, domínios pedológicos, conservação ambiental.

## Abstract

The Serra da Jiboia is a low altitude mountain range covered by Atlantic forest, located in the southern Recôncavo Baiano. The objective of this work was to characterize the physical environment of the area and to identify the pedological domains, to use correlated them to the current capacity of land use, to subsidize the planning of use and occupation. The results show that the environment has strong limitations for the practice of agricultural activities and/or human occupation. Based on the interpretation of land use capacity, restore what is shown in Serra da Jiboia as the most appropriate land use in Serra da Jiboia is for maintaining native vegetation, protecting flora and fauna, and recharging aquifers that supply a the region.

*Key words:* soil attributes, pedological domains, environmental conservation.

**A** Serra da Jiboia é um maciço serrano coberto pelo último remanescente setentrional de floresta atlântica, situado na porção sudoeste do Recôncavo Baiano. Este maciço possui grande diversidade biológica (Freitas; Moraes, 2009) e de suas vertentes brotam várias nascentes dos rios dos municípios circundantes da serra. A vegetação que se encontra na Serra da Jiboia é considerada um remanescente de diversidade biológica, que guarda muitas espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, e que são peculiares de algumas regiões do Brasil (Queiroz et al., 1996). O clima semiárido no entorno da referida Serra (que se constitui em uma barreira orográfica regional) levou as atividades agropecuárias a pressionar fortemente o uso do seu solo frágil (quimicamente pobre, suscetível à erosão, raso, dentre outras limitações) de forma mal planejada, o que causou a degradação do ambiente em diferentes ecossistemas locais.

A pressão sobre os recursos naturais, incluindo o solo, requer ações planejadas para permitir o uso racional dos recursos, visando melhor compreender a interação solo - planta - atmosfera, seu comportamento, suas potencialidades e suas limitações.

A exploração dos recursos naturais é fundamental para a manutenção da flora, da fauna e da espécie humana. A utilização do sistema de capacidade de uso das terras visa identificar limitações e possibilidades de uso, para definir a sua máxima capacidade, sem o risco de degradação do solo (Lepsch et al., 2015). Nesse sentido, o sistema de capacidade de uso das terras propõe a classificação do uso máximo permitido para terras de uma propriedade rural ou sub-bacia hidrográfica, buscando elaborar planos de uso e manejo sustentáveis de seus recursos naturais. Em relação ao uso atual das terras, o sistema indica os locais em que existe um conflito do uso em relação a sua capacidade de uso. (Cunha & Pinton, 2012; Servidoni et al., 2016). O objetivo deste trabalho é analisar determinados parâmetros do meio físico dos diferentes ambientes da Serra da Jiboia, visando classificá-lo quanto à capacidade de uso atual das terras e, assim, subsidiar estudos técnicos para a conservação dos recursos naturais na região.

## *Material e métodos*

### **Caracterização física da área**

O estudo foi realizado na Serra da Jiboia, Bahia (39°25.9/39°32.4; 12°45.6/12°58.1), situada nos limites entre cinco municípios que, de acordo com IBGE (2017), pertencem às microrregiões geográficas de Feira de Santana (Elísio Medrado e Santa Teresinha), de Jequié (São Miguel das Matas) e de Santo Antônio de Jesus (Varzedo)<sup>1</sup>.

A Serra da Jiboia está inserida no Cráton de São Francisco e as rochas são na grande maioria metamórficas. A litologia encontra-se composta por terrenos granulíticos com rochas plutônicas metamorfizadas na face granulito (ortognaisse) e retrometamorfizada na face anfíbolito (Barbosa, 1997; Sampaio, et al. 2017).

A Serra da Jiboia pertence ao domínio morfoestrutural do Cráton de São Francisco, domínio morfoescultural dos planaltos pré-litorâneos, numa unidade de padrões de planaltos, morros e serras. O relevo ao longo da referida Serra é bastante diverso, apresentando diferentes classes de declividades e altitudes.

O clima na área varia de tropical semiárido BSh (classificação de Köppen) ao norte (Santa Teresinha), a tropical úmido Aw ao sul (São Miguel das Matas), com um gradiente nesses extremos ao longo da Serra. A precipitação média anual é de 1.066 mm (concentrado entre abril e julho), e a temperatura média anual é de 23°C.

---

<sup>1</sup> Nota do editor: Os municípios mencionados no texto estão inseridos nas Regiões Geográficas Imediatas de Santo Antônio de Jesus (São Miguel das Matas, Elísio Medrado e Varzedo), Cruz das Almas (Santa Teresinha) e Feira de Santana (Santo Estevão). O IBGE lançou, em 2017, novo recorte das Regiões Geográficas Brasileiras, que foram denominadas Regiões Imediatas e Regiões Intermediárias. Haverá uma transição, até o final da divulgação dos resultados do Censo 2020 (adiado para 2021), em que os dois recortes atualmente vigentes – micro e mesorregiões geográficas, regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias – terão validade. O recorte lançado em 2017 está disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/apps/regioes\\_geograficas/](https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/)>.

A Serra da Jiboia é um dos principais divisores de água da região e corresponde às cabeceiras de quatro rios importantes: rio da Dona, rio Jaguaripe, rio Jiquiriçá, e rio Paraguaçu. Esses rios percorrem 31 municípios distribuídos em cinco territórios da Bahia: Baixo Sul, Vale do Jiquiriçá, Piemonte do Paraguaçu, Portal do Sertão e Recôncavo.

De acordo com Freiras e Moraes (2009), há variações nos noveis vegetacionais da serra, sendo a vegetação predominante a de Mata Atlântica, e à medida que se avança no sentido noroeste torna-se evidente o traço florístico típico de Caatinga. Nas partes mais altas ocorrem Formações Rupestres.

O levantamento semidetalhado do solo (escala 1:100.000) realizado na Serra da Jiboia por Poelking et al., (2015), observou que os solos predominantes, com base no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos – SiBCS (Embrapa, 2018), são: Latossolo Amarelo Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico argissólico; Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico; Cambissolo Húmico Distrófico típico e Neossolo Litólico Hístico típico.

### **Classificação da capacidade de uso das terras**

Com base no mapa de solos gerado por Poelking et al., (2015), a Serra da Jiboia foi subdividida nos cinco domínios pedológicos, anteriormente citados. Para cada domínio, procedeu-se a avaliação das características ambientais e dos atributos diagnósticos dos solos, tendo por base riscos de degradação pela erosão ou eventuais limitações para uso agrícola.

As análises do relevo foram iniciadas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), originado da missão Shuttle Radar Topography Mission – (SRTM) com resolução espacial de 30 m. A partir do MDE, gerou-se o mapa de declividade de acordo com as classes descritas por Santos et al. (2015): plana (0-3%), suave-ondulada (3-8%), ondulada (8-20%), forte-ondulada (20-45%), montanhosa (45-75%) e escarpada (>75%).

Os dados sobre o uso atual das terras (floresta, formação rupestre e agropecuária) e tipos de terreno (afloramento rochoso, solo exposto e área urbana) em cada domínio foram gerados pela classificação supervisionada a partir de acervo de imagens do satélite RapidEye, cedido pelo MMA, com resolução espacial de 5 x 5 metros (Poelking et al., 2015).

Na primeira etapa do trabalho, visando avaliar alguns parâmetros morfológicos, químicos e físicos da principal classe de solo em cada domínio, a região foi percorrida para identificação dos locais para abertura das trincheiras e coleta das amostras por horizonte de solo para análises posteriores, conforme Santos et al. (2015).

A análise granulométrica dos solos foi realizada conforme método descrito por Donagemma et al. (2017). O objetivo dessa análise é desagregar e individualizar as partículas de cada horizonte ou amostra de solo, para a sua posterior classificação em função do diâmetro. No entanto, em solos com alto teor de matéria orgânica a agregação das partículas é mais estável (Horizonte A ou Hístico de Neossolos), o que exige que antes da análise granulométrica, se proceda a eliminação da matéria orgânica.

As análises químicas realizadas foram: pH em H<sub>2</sub>O (Teixeira et al., 2017a), P disponível (Teixeira et al., 2017b), teores de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> trocáveis (Teixeira et al., 2017c), aci-

dez potencial -  $H+Al$  e  $H^+$  (Campos et al., 2017 a e b) . Com base nos resultados dessas análises, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) (Teixeira et al., 2017d), a saturação por alumínio (m%) e o índice de saturação por sódio (ISNa%) (Campos et al., 2017 c e d).

Nos Cambissolos Húmicos e Háplicos, assim como nos Latossolos Amarelos e Vermelhos, o teor de carbono orgânico foi determinado pela oxidação do carbono contido no solo, conforme método proposto por Walkley-Black e modificado por Yeomans e Bremner (1988); a matéria orgânica por sua vez foi estimada com base nos teores de carbono orgânico. Devido aos elevados teores de matéria orgânica, a determinação de carbono orgânico nos Neossolos foi realizada por combustão em mufla a 600°C/6h, conforme EMBRAPA (2018).

Após a análise dos atributos predominantes no meio físico da Serra da Jiboia, procedeu-se a classificação das terras no sistema de capacidade de uso, conforme critérios adotados por Lepesch et al. (2015).

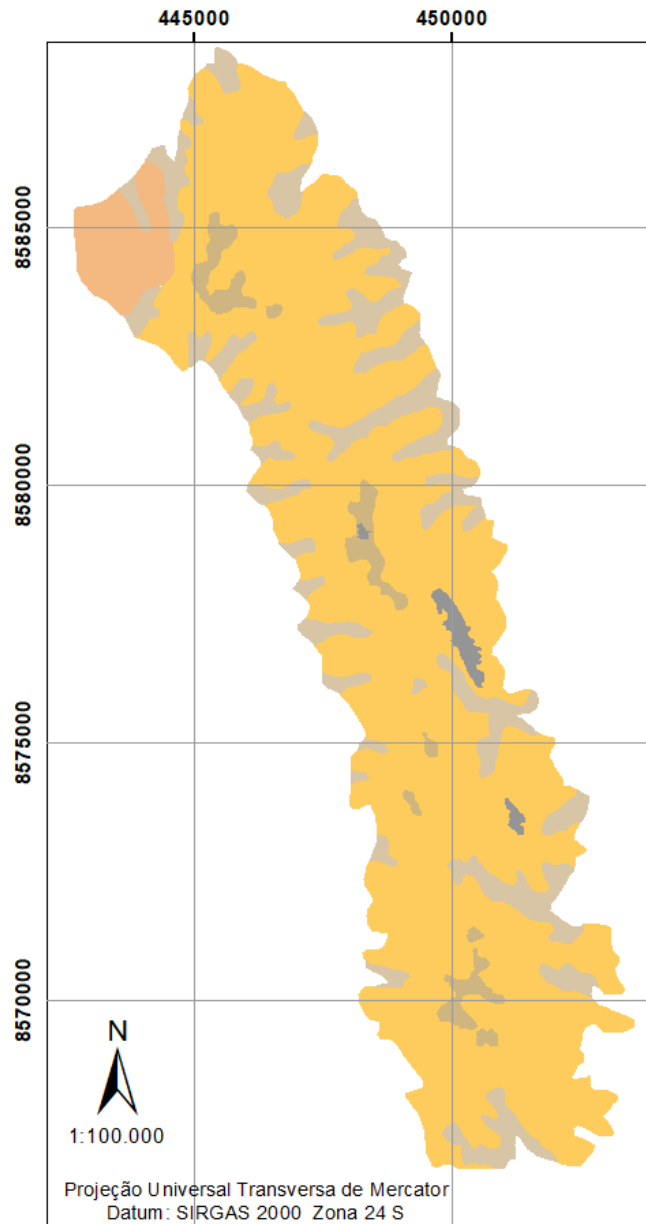
Com base em critérios sugeridos por Mendonça et al. (2006), Lepesch et al. (2015) e Santos et al. (2015), foram determinadas as características dos solos que podem constituir atributos limitantes ao uso das terras: Relevo (baseado em altitude e declividade do terreno); Erosão (baseado na declividade do solo e na perda do horizonte superficial); Pedregosidade; Rochosidade; Hidromorfismo (baseada na drenagem do perfil e cor do solo); Profundidade efetiva; Textura do solo; Deficiência de fertilidade (baseada nos valores de capacidade de troca de cátions, soma de bases, saturação por bases e toxicidade por alumínio); Sodificação (baseado no índice de saturação por sódio).

## *Resultados e discussão*

### **Domínios pedológicos da Serra da Jiboia e suas características**

A análise dos dados contidos na Figura 1 revela que, do total da área da Serra da Jiboia (8.611,46 ha), a maior porção é representada pelo domínio do Latossolo Amarelo Distrófico típico, associado ao Latossolo Amarelo Distrófico argissólico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Argissolo Amarelo Eutrófico típico, que juntos representam 77,3 % da área, seguido do complexo de Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico, Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico e Neossolo Litólico Húmico típico (14,8 %), dos Latossolos Vermelhos (4,2 %), da associação dos Cambissolo Húmico Distrófico típico, Cambissolo Húmico Distrófico latossólico e Neossolo Litólico Húmico típico (3,0 %) e, em menor proporção, da associação do Neossolo Litólico Húmico típico com o afloramento rochoso (0,7 %).

**Figura 1.** Mapa de classes de solos representativos da Serra da Jiboia, Bahia.



#### Classes de Solos

- Associação CAMBISSOLO HUMICO Distrófico típico +  
 CAMBISSOLO HUMICO Distrófico latossólico +  
 NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico (Topo + TS)
- Associação LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico +  
 LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico +  
 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico +  
 ARGISSOLO AMARELO Eutrófico típico (TM e Ti convexos)
- Associação NEOSSOLO LITÓLICO Hístico típico +  
 Afloramento de Rocha (Topo + TS)
- Complexo de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico léptico +  
 CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico +  
 NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico + Afloramento de Rocha
- LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico

### **Neossolos Litólicos Hísticos típicos (0,7% da área da Serra da Jiboia)**

Este domínio refere-se a associação do Neossolo Litólico com extensas áreas de afloramentos rochosos, que juntos ocupam uma área de 62,15 ha e representa ambientes de topo e terço superior de encostas íngremes, em cotas altimétricas entre 800 e 823 m. A maior parte da área apresenta formas de relevo que variam de forte ondulado (23,9%) a escarpado (20,5%), com predomínio da forma montanhosa (51,9 %). Neste domínio não foram detectadas áreas com relevo plano.

Nesse ambiente predomina vegetação específica rupestre que, segundo Carvalho-Sobrinho e Queiroz (2005), se desenvolve em ilhas e é, predominantemente, herbáceo-arbustiva, o que incrementa as taxas de carbono no solo.

Nesses Neossolos há sinais de hidromorfismo, que se manifestam principalmente pela cor do solo (Gley 1 2,5/N). Tal característica certamente leva à anaerobiose em períodos mais úmidos, o que também limita a atividade microbiana e a consequente degradação da matéria orgânica do solo.

Os Neossolos Litólicos Hísticos típicos encontrados nesse ambiente constituem solos com baixo grau de intemperismo e ocorrem em manchas bem delimitadas, protegidos por ilhas de vegetação rupestre, rodeados por afloramentos rochosos, onde o processo erosivo, tanto eólico quanto hídrico, foi intenso. Estes solos são muito rasos ou rasos (espessura entre 11 e 34 cm), pedregosos e extremamente rochosos e apresentam sequência de horizontes H-R e O-C-R (Tabela 1).

Tabela 1

**Tabela 1.** Atributos físicos e morfológicos dos solos representativos da Serra da Jiboia, Bahia.

Hz.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila	Silte/ Argila	Classe Textural	Cor
		g kg <sup>-1</sup>					
Neossolo Litólico Hístico típico							
H	0-11	646	221	133	1,7	Franco arenoso	Gley1 2,5/N
Cambissolo Húmico Distrófico típico							
A	0-50	580	90	330	0,3	Franco argilo arenoso	10YR 2/1
BA	50-65	560	120	320	0,4	Franco argilo arenoso	7,5YR 4/4
Bi	65-80	670	110	220	0,5	Franco argilo arenoso	5YR 4/6
Cr	80-140	740	150	110	1,4	Franco arenoso	10YR 8/6
Cambissolo Háptico Distrófico latossólico							
A	0-21	436	241	323	0,7	Franco argiloso	10YR 3/2
AB	21-35	445	131	430	0,3	Argiloso	10YR 3/3
BA	35-70	322	168	511	0,3	Argiloso	7,5YR 5/8
Bi	70-118	301	191	508	0,4	Argiloso	7,5YR 5/8
BC	118-198 <sup>+</sup>	350	250	400	0,6	Argiloso	5YR 5,5/8 - 7,5YR 5/8
Latossolo Amarelo Distrófico típico							
A	0-13	355	145	450	0,3	Argiloso	7,5YR 3/3
AB	13-28	302	240	458	0,5	Argiloso	7,5YR 4/4
BA	28-49	350	100	550	0,2	Argiloso	7,5YR 5/8
Bw <sub>1</sub>	49-112	300	100	600	0,2	Argiloso	7,5YR 5/8
Bw <sub>2</sub>	112-186 <sup>+</sup>	320	120	560	0,2	Argiloso	7,5YR 5/8
Latossolo Vermelho Distrófico argissólico							
A	0-9	609	123	269	0,5	Franco argilo arenoso	5YR 4/4
AB	9-16	620	86	294	0,3	Franco argilo arenoso	2,5YR 4/6
BA	16-38	515	130	355	0,4	Argilo arenoso	2,5YR 4/6
Bw <sub>1</sub>	38-78	461	70	469	0,1	Argilo arenoso	2,5YR 4/8
Bw <sub>2</sub>	78-108	410	130	460	0,3	Argiloso	2,5YR 4/8
Bw <sub>3</sub>	108-138	420	135	446	0,3	Argiloso	2,5YR 5/8
Bw <sub>4</sub>	138-188 <sup>+</sup>	415	180	406	0,4	Argiloso	2,5YR 4,5/8

Hz. = Horizontes; Prof. = Profundidade.

Observações realizadas em campo evidenciaram que os solos rasos do topo da Serra da Jiboia são formados pela mistura de material cascalhento e areia, ricos em quartzo, provenientes dos processos de alteração do granulito, rocha predominante na região. Tal material foi erodido pela forte ação do vento e acumulado junto às estruturas da vegetação rupestre, contribuindo, assim, com adição da matéria orgânica.

A análise granulométrica para o perfil de Neossolo avaliado evidenciou maior presença da fração areia total, o que leva a classificar o solo como franco-arenoso. A relação silte/argila desse solo apresentou valor de 1,7, indicando solos pouco evoluídos (Tabela 1).

Dentre os atributos químicos do Neossolo Litólico Hístico característico da área, destacam-se elevado teor de carbono orgânico e a baixa fertilidade natural. Em geral esse solo é ácido (pH = 4,30) e apresentam baixas concentrações dos cátions básicos trocáveis, SB e CTC, o que leva a classificá-lo como solo distrófico, segundo Embrapa (2018). O predomínio do baixo teor de cátions no solo dificulta a sustentabilidade da maioria das plantas, no entanto, o baixo teor de Na é um fator positivo, pois diminui a sodificação (Tabela 2). Ressalta-se que os teores de alumínio trocável, acidez potencial e saturação por alumínio, do solo estudado, são considerados elevados, conforme Embrapa (2018).

**Tabela 2.** Atributos químicos dos solos representativos da Serra da Jiboia, Bahia

Horizonte	pH	C.O	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )													
			Hz.	Prof. (cm)	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	SB	CTC	V	M
Neossolo Litólico Hístico típico																
H	0-11	4,30	517,4	0,30	0,20	0,05	0,03	2,83	16,06	0,58	16,6	3,5	83	0,3		
Cambissolo Húmico Distrófico típico																
A	0-50	4,76	43,20	0,30	0,75	0,06	0,07	1,91	14,31	1,18	15,5	7,6	62	0,4		
BA	50-65	4,89	32,20	0,30	0,25	0,07	0,03	0,70	10,03	0,65	10,7	6,1	52	0,7		
Bi	65-80	5,45	21,10	0,40	0,20	0,06	0,02	0,79	5,92	0,68	6,6	10,3	54	0,9		
Cr	80-140	5,50	2,90	0,20	0,30	0,11	0,04	0,79	2,47	0,65	3,1	20,8	55	3,5		
Cambissolo Hápico Distrófico latossólico																
A	0-21	5,33	13,30	2,33	1,30	0,14	0,50	0,00	2,75	4,27	7,3	60,8	0	1,9		
AB	21-35	5,27	12,40	1,07	0,70	0,10	0,36	0,10	2,92	2,23	5,4	43,3	4	1,9		
BA	35-70	5,40	5,60	0,93	0,37	0,08	0,37	0,10	1,73	1,75	3,9	50,3	5	2,3		
Bi	70-118	5,50	3,50	0,90	0,50	0,08	0,36	0,00	2,20	1,84	4,1	45,5	0	1,9		
BC	118-198 <sup>+</sup>	5,47	3,30	0,80	0,53	0,08	0,21	0,00	1,21	1,62	2,8	57,3	0	2,8		
Latosso Amarelo Distrófico típico																
A	0-13	5,50	24,40	0,40	0,40	0,03	0,08	1,00	8,25	0,91	9,2	9,9	52	0,3		
AB	13-28	5,43	17,20	0,37	0,17	0,03	0,04	0,77	6,16	0,61	6,8	9,2	56	0,4		
BA	28-49	5,53	10,80	0,20	0,07	0,02	0,02	0,40	4,84	0,31	5,2	6,2	56	0,4		
Bw <sub>1</sub>	49-112	4,77	9,50	0,27	0,13	0,01	0,05	0,23	2,92	0,46	3,4	9,6	33	0,3		
Bw <sub>2</sub>	112-186 <sup>+</sup>	4,63	8,40	0,27	0,00	0,01	0,01	0,53	3,58	0,29	3,9	7,5	65	0,3		
Latosso Vermelho Distrófico argissólico																
A	0-9	5,93	18,80	1,68	1,38	0,14	0,65	0,08	3,25	3,85	7,1	54,2	2	1,9		
AB	9-16	5,73	11,20	0,35	0,95	0,11	0,39	0,35	4,51	1,80	6,3	28,5	16	1,7		
BA	16-38	5,70	7,70	0,32	0,88	0,15	0,23	0,31	2,97	1,58	4,6	34,7	16	3,3		
Bw <sub>1</sub>	38-78	5,43	5,90	0,40	0,78	0,17	0,12	0,53	3,19	1,47	4,7	31,6	26	3,7		
Bw <sub>2</sub>	78-108	5,50	2,70	0,30	0,73	0,20	0,08	0,21	2,37	1,31	3,7	35,6	14	5,4		
Bw <sub>3</sub>	108-138	5,43	3,80	0,30	0,90	0,17	0,07	0,25	2,81	1,44	4,3	33,9	15	4,0		
Bw <sub>4</sub>	138-188 <sup>+</sup>	5,40	3,40	0,27	0,95	0,23	0,09	0,11	2,26	1,54	3,8	40,5	7	6,1		

Hz. = Horizontes; Prof. = Profundidade; CO=Carbono orgânico; SB=Soma de bases; CTC=Capacidade de troca catiônica; V=Saturação por base; m=Saturação por alumínio; ISNa=Índice de Saturação por Sódio.



A situação descrita no parágrafo anterior pode ser causada ou justificada pela pobreza mineralógica e química do material parental (Barbosa, 1997; Sampaio, et al. 2017), pela intensidade dos processos de intemperismo local e perda de nutrientes, influenciada por elevado fluxo lateral, como consequência do contato do solo com a rocha, muito próximo da superfície, em relevo ondulado e alto, bem como pela ação da matéria orgânica pouco decomposta.

Segundo Benites et al. (2001) a presença de elevados teores de carbono nos solos de ambientes altomontanos indica baixa taxa de decomposição da matéria orgânica, provavelmente devido às mais baixas temperaturas registradas localmente, associadas à baixa disponibilidade de nutrientes no solo, que condicionam metabolismo microbiano mais reduzido e, por conseguinte, retarda a decomposição dos resíduos vegetais. Além disso, a toxidez por alumínio pode ser um importante fator de limitação da atividade microbiana.

Portanto, as características deste domínio levam a um ambiente frágil, hostil a muitas espécies de plantas, levando à ocorrência de uma vegetação local extremamente especializada e endêmica.

### **Cambissolos Húmicos Distróficos típicos (3,0% da área da Serra da Jiboia)**

A associação dos Cambissolo Húmico Distrófico típico com Cambissolo Húmico Distrófico latossólico e Neossolo Litólico Húmico típico ocorre em áreas próximas ao topo e início do terço superior da serra e ocupam mais de 80% da superfície em rampas convexa-divergentes. O relevo dominante varia de ondulado (35,5%) a forte-ondulado (47,8%), com cotas altimétricas que vão até 815 m no final do terço superior. Neste ambiente, as áreas planas (1,4%) e com relevo suave ondulado (6,8%) são pouco representativas.

Neste domínio a vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Densa, devido à influência das chuvas orográficas na porção oriental; na parte ocidental, por ser menos úmida, prevalecem formações de Floresta Semidecidual e Floresta Estacional Decidual.

Devido ao clima local predominante ser quente e úmido e ao relevo movimentado, a ação das chuvas é intensa, contribuindo para processos erosivos mais acelerados. No entanto, diferentemente do ambiente de topo, neste domínio o elevado aporte da vegetação minimiza a ação dos processos erosivos (Carvalho, 2014), favorecendo maior desenvolvimento e estabilidade desses solos se comparado aos Neossolos Litólicos.

Mesmo estando em encostas íngremes e apresentando ligeiras pedregosidade e rochosi-dade, o Cambissolo Húmico avaliado é mais evoluído que os descritos anteriormente, pois apresentam profundidade efetiva que vai até 80 cm (moderadamente profundo), não sendo incomum a ocorrência de solos mais rasos associados ao mesmo. Por se encontrar em ambiente de melhor drenagem (bem drenado) houve a formação de horizonte A húmico, com coloração preta (10YR 2/1) (Tabela 1), indicando elevados teores de carbono orgânico (Tabela 2).

De acordo com Scheer et al. (2011), os horizontes húmicos minerais de solos em situação de rampas convexa-divergentes e em encostas íngremes, com uma elevada vegetação florestal,

promovem maior agregação mecânica, resultando em maior capacidade de sustentação das árvores de que as manchas de solos anteriores descritas.

A granulometria deste solo mostra que predomina fragmentos de rocha pouco alterada, que aumentam em profundidade. A fração areia predomina sobre as outras mais finas e aumenta com a profundidade em proporção inversa ao teor de argila.

A relação silte/argila (Tabela 1) nos horizontes superficiais apresentou valores não superiores a 0,52, evidenciando um estágio avançado de intemperismo. Este fato pode ser explicado pela intensidade dos processos intempéricos na região, os quais são provocados pela atuação marcante do clima quente e úmido, bem como pela drenagem eficiente, ocasionada principalmente pelo relevo íngreme, atuando em especial na parte superficial do solo.

Os teores de carbono destes solos são baixos, caracterizando um solo essencialmente mineral. Os teores encontrados no horizonte A associados à espessura de 50 cm, com valor e croma (cor do solo úmido) igual ou inferior a 4 e saturação por bases muito baixa ( $V=7,60\%$ ), caracteriza a formação de horizonte húmico, conforme EMBRAPA (2018).

Os atributos químicos deste Cambissolo, assim como nos Neossolos avaliados, evidenciam alta acidez ( $pH < 5,50$ ,  $[Al^{3+}]$ ,  $[H+Al]$  e  $m\%$  elevados); com baixa concentração dos cátions básicos trocáveis e baixas SB, CTC e V, o que os classifica, conforme Embrapa (2018) como distróficos (Tabela 2).

Neste ambiente, as mais baixas temperaturas locais, os baixos teores de nutrientes e a abundância de chuvas observadas no topo da serra diminui a atividade dos microrganismos e, conseqüentemente, reduz a taxa de decomposição da matéria orgânica nos horizontes superficiais propiciando elevada acidez.

### **Cambissolos Háplicos Distróficos latossólicos (14,8% da área da Serra da Jiboia).**

Este domínio apresenta um complexo composto por Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico, Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico e Neossolo Litólico Húmico típico. Destaca-se na paisagem com áreas que vão do início do terço superior (782 m), por vezes, próximo ao topo da serra, até o final do terço inferior (384 m) abrangendo mais de 75% da superfície em rampas cônica-convergentes. O relevo é, predominantemente, forte ondulado (69%), seguido de relevo ondulado (19%) e montanhoso (10%).

Os solos observados nessa paisagem estão sob a floresta tropical subperenifólia, predominante nesse ambiente, o que favorece o incremento de materiais vegetais nos horizontes superficiais.

A classe do Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico avaliada é considerada de maior fragilidade devido à forma dos terrenos locais, que favorecem os processos erosivos. A erosão hídrica é laminar moderada, o que leva à formação de solos pouco intemperizados, em geral, moderadamente profundos a rasos, apresentando profundidade de até 118 cm, desenvolvimento incipiente e uma sequência de horizontes A, AB, BA, Bi e BC sobre o contato lítico (Tabela 1). São solos endopedregosos e ligeiramente rochosos a rochosos.

A fração areia predomina nos horizontes A e AB, enquanto nos demais horizontes, predomina a argila que aumenta com a profundidade até Bi; sendo os horizontes de AB a BC classificados como de textura argila (Tabela 1). A relação silte/argila apresentou valores inferiores a 0,38 no horizonte Bi, o que evidencia um estágio avançado de intemperismo. Vale ressaltar que essas manchas de solos localizadas em encostas íngremes podem ter sido, no pretérito, unidades de Latossolos que sofreram intensos processos erosivos.

Este Cambissolo apresenta características semelhantes às dos Latossolos da região, tais como, baixa CTC da fração argila (menor que  $17\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), textura argilosa nos horizontes sub-superficiais; teores baixos de silte e relação silte/argila menor que 0,7, diferindo dos Latossolos por apresentar espessura do horizonte Bi menor que 50 cm, conforme preconiza o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA (2018).

Os atributos químicos do solo avaliado evidenciam baixos teores de carbono orgânico e uma fertilidade natural mediana, apresentando baixa acidez, pH em torno de 5,50, e teor de  $\text{Al}^{3+}$ , acidez potencial (H+Al) e saturação por alumínio baixas (Tabela 2). Apesar de a saturação por bases apresentar valores próximos ao limite de 50%, este solo é ainda classificado como distrófico ( $V < 50\%$ ), segundo Embrapa (2018), por esta característica predominar no horizonte B, inclusive BA.

Apesar de o Cambissolo Háptico Distrófico latossólico apresentar saturação por bases e pH mais altos e baixo teor de  $\text{Al}^{3+}$ , em relação aos demais solos desse ambiente, apresenta limitações físicas tais como baixa profundidade efetiva e rochiosidade, além de estarem associados a relevos com declives acentuados. Estes fatores dificultam a prática de uma agricultura mecanizada, devido aos elevados custos de instalação, manutenção e viabilidade desse sistema de produção, sob persistentes riscos de erosão.

### **Latossolos Amarelos Distróficos típicos (77,3% da área da Serra da Jiboia) e Latossolos Vermelhos Distróficos argissólicos (4,2% da área da Serra da Jiboia)**

Estes dois domínios representam áreas com associação de Latossolo Amarelo Distrófico típico, associado ao Latossolo Amarelo Distrófico argissólico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Argissolo Amarelo Eutrófico típico e área de Latossolo Vermelho Distrófico argissólico. Eles foram identificados em áreas que vão desde o terço superior até, muitas vezes, o terço inferior das encostas, em rampas convexas que predominam ao longo de toda da serra e em cotas altimétricas que vão de 332 a 782 m. O relevo local observado é, predominantemente, forte-ondulado (65 e 54%, respectivamente).

Em cada um dos domínios foi analisado o solo predominante, sendo uma das características diferenciais entre os Latossolos a cor dos horizontes B. O Latossolo Amarelo apresenta coloração 7,5YR, possivelmente por estar em ambiente de clima mais úmido, com ocorrência de Goethita na fração argila, enquanto que o Latossolo Vermelho apresenta coloração 2,5YR, por se encontrar a noroeste da serra, em clima mais seco, que possivelmente levou à formação também de hematita na fração argila, e, conseqüentemente, de um solo com cores mais avermelhadas.

As características morfológicas observadas nos dois solos são comuns de Latossolos brasileiros formados em topos planos com relevo pouco movimentado (Schaefer et al., 2004; Ferreira

et al., 2010). Isso sugere que os solos da Serra da Jiboia, que atualmente ocorrem em relevo forte ondulado, podem ter sido formados em ambientes com rampas mais suaves, que se tornaram mais íngremes com os processos de dissecação do relevo local, levando à formação de solos mais jovens, como os Cambissolos latossólicos, comumente encontrados na região.

O clima úmido na parte oriental e central da Serra da Jiboia propicia a evolução dos solos (elevado intemperismo), sendo muito profundos, de textura argila e bem drenados; apresentam ausência de pedregosidade e rochiosidade e elevada infiltração de água.

Esses Latossolos possuem baixa CTC na fração argila (menor que  $9,16\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), teores baixos de silte e relação silte/argila menor que 0,7, conforme preconiza o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

O Latossolo Vermelho apresenta melhores atributos químicos (Tabela 2), como maior valor para pH, SB, CTC, saturação por bases e menor índice de saturação por sódio. Parâmetros químicos que podem estar relacionados a menores perdas de nutrientes por lixiviação, devido ao clima mais seco encontrado no ambiente em que este solo predomina.

### Uso atual e capacidade de uso das terras nos domínios pedológicos da Serra da Jiboia

A análise do uso atual das terras na Serra da Jiboia, por domínio pedológico, evidenciou que o domínio dos Cambissolos húmicos apresentou percentual de cobertura vegetal nativa mais elevada, com, aproximadamente, 90%, seguindo-se dos domínios do Latossolo Amarelo, Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico (Tabela 3).

**Tabela 3** Uso atual das terras por domínios pedológicos (%) na Serra da Jiboia, Bahia

Classes de uso atual das terras	RLd	CHd	CXbd	LAd	LVd
Floresta/Formações rupestres	8,6	91,2	59,9	74,7	15,1
Agropecuária	0,0	6,9	38,7	24,4	75,8
Afloramentos rochosos	90,3	0,9	1,4	0,5	0,0
Área Urbana/Solo Exposto	1,1	1,0	0,0	0,5	9,1

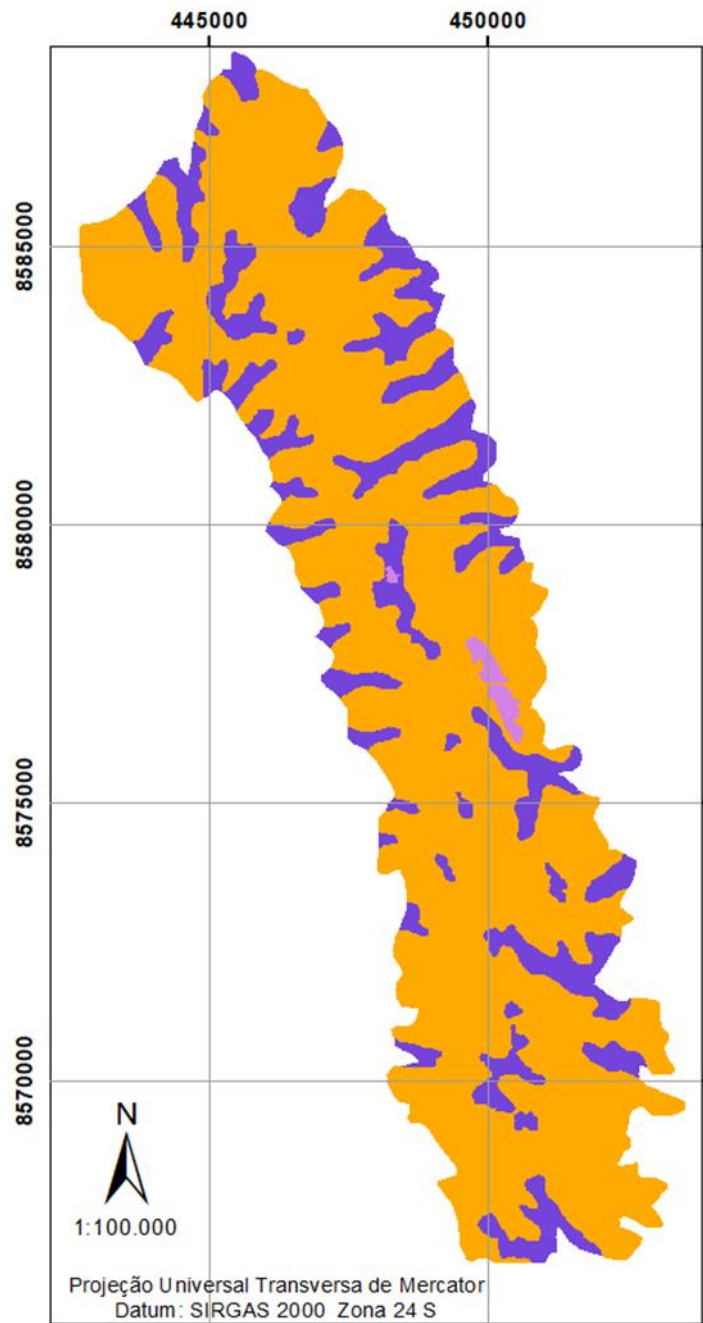
Nota: RLd - Neossolos Litólicos Hísticos típicos, CHd - Cambissolos Húmicos Distróficos típico, CXbd - Cambissolos Hápticos Distróficos latossólicos, LAd - Latossolos Amarelos Distróficos típicos e LVd - Latossolos Vermelhos Distróficos argissólico.

A preservação da vegetação nativa nesses ambientes possivelmente está associada ao relevo acentuado (forte-ondulado a escarpado), o que dificulta o acesso para o uso com culturas agrícolas. Ao contrário, os Latossolos Vermelhos, encontrados em relevo menos movimentado, são muito utilizados para atividade agropecuária (75,8% da superfície).

Por apresentar sérias limitações referentes ao relevo ondulado e forte ondulado, com declividade acentuada (e1); e declive longo (e2), que leva à elevada suscetibilidade à erosão laminar

ligeira (e3); ao solo com pouca profundidade (s1), pedregosidade (s2) e distrófico (s3), os domínios do Cambissolos Húmicos e Cambissolos Hápicos foram classificados na classe e subclasses VIIIe-s (Figura 2). Conforme Lepsch et al. (2015), relevos excessivamente movimentados, com declives muito acentuados e deflúvios muito rápidos que possibilitam processos erosivos de forte intensidade, e solos muito rasos, comumente pedregosos e com rochas expostas impossibilitam qualquer uso. Neste caso, a vegetação natural presente deve ser mantida com extremo rigor conservacionista.

**Figura 2.** Mapa de classificação da capacidade de uso atual das terras da Serra da Jiboia, Bahia



#### Capacidade de Uso Agrícola das Terras

Classe	Limitação
VI	Erosão (e) - declive acentuado (1) e longo (2), laminar (3) Solo (s) - distrófico (3)
VIII	Erosão (e) - declive acentuado (1) e longo (2), laminar (3) e eólica (4) Solo (s) - raso (1), pedregoso (2) e distrófico (3) Água (a) - hidromórfico (1)
VIII	Erosão (e) - declive acentuado (1) e longo (2), laminar (3) Solo (s) - raso (1), pedregoso (2) e distrófico (3)

As modificações antrópicas no ambiente do domínio pedológico dos Neossolos Litólicos ocorrem por corte e queima da vegetação para abertura de trilhas para a prática de esportes de aventura, bem como para ter o acesso ao topo da serra, onde são instaladas antenas para serviços de telecomunicações. Tais práticas, além de suprimir a vegetação nativa, intensificam a perda de solos por erosão e, conseqüentemente, a degradação do ambiente.

Assim sendo, com base nas características do meio físico, conclui-se que o domínio dos Neossolos apresenta limitações relacionadas a níveis elevados de rochiosidade; à elevada suscetibilidade à erosão, decorrente de declive acentuado (e1) e longo (e2), assim como, de erosão laminar (e3) e eólica (e4); às características do solo por apresentar pouca profundidade (s1), pedregosidade (s2), além de baixa fertilidade (distrófico – s3) e ao excesso de água por apresentar característica de hidromorfismo, manifesta pela cor (a1) (Figura 2).

Desta forma, com base em Lepsch et al. (2015), o domínio foi enquadrado na classe e subclasses VIIIe-s (Figura 2), uma vez que as limitações tornam estas terras impróprias para o cultivo agrícola ou para o uso como pastagem, restringindo-a à proteção da flora e fauna silvestres e ao armazenamento de águas.

Conforme Scheer et al. (2011), durante períodos chuvosos os solos altomontanos são encharcados, sendo gradualmente drenados ao longo do tempo, regulando os fluxos hídricos das cabeceiras, das bacias hidrográficas e, juntamente com a vegetação, minimizando riscos de erosão.

Em períodos menos chuvosos, é comum, nestes ambientes, que a água presente nas nuvens, após a queda, seja retida nos solos e encaminhada lentamente às nascentes dos rios, logo a jusante, evitando-se maiores perdas. Vale salientar que o domínio dos Neossolos Litólicos foi considerado como o ambiente mais frágil dos cinco encontrados na Serra da Jiboia.

No domínio dos Latossolos Amarelos e Vermelhos predominam solos com alta suscetibilidade à erosão laminar (e3), devido à sua associação com relevo ondulado e forte-ondulado, levando à declividade acentuada (e1) e à declive longo (e2). Estes solos também são ácidos e com baixa fertilidade natural (s3). Por conta destas características, essas terras enquadram-se na classe e subclasses VIe-s (Figura 2).

De acordo com Lepsch et al. (2015) são terras com limitações severas, geralmente inadequadas para cultivos e com uso limitado a pastagens, florestas cultivadas ou nativas, assim como, para refúgio de flora e fauna silvestre.

Apesar da possibilidade de uso limitado com pastagens e florestas cultivadas, o fato da vegetação florestal nativa atualmente predominar no domínio do Latossolo Amarelo e estar presente em proporção considerável no domínio do Latossolo Vermelho justifica a recomendação de uso de toda a Serra da Jiboia para fins de preservação ambiental.

De acordo com as disposições da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, o corte e a supressão de vegetação primária ou em estágios avançados e médios de regeneração do Bioma Mata Atlântica ficam vedados quando a vegetação abrigar espécies de flora e da fauna silvestre ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, e exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle à erosão.

## Conclusões

1. Os solos na Serra da Jiboia estão associados a pequena profundidade efetiva, relevos com declives acentuados, baixo teor de nutrientes, acidez elevada e, ou alta saturação por alumínio, que limitam ou impedem o uso das terras para a prática de atividades agropecuárias.
2. Os cinco domínios pedológicos foram reagrupados em três classes de capacidade de uso das terras nas unidades VIII e VI, que são consideradas impróprias para uso com atividades de cultivos e pastagens, restringindo-a a proteção da flora e fauna silvestres e armazenamento de águas.

---

### *Agradecimentos*

*Ao Grupo Ambientalista da Bahia (GAMBA), ao Tropical Forest Conservation Act (TFCA), ao Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FBB) e à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), pelo apoio técnico e financeiro para a realização e materialização desse trabalho.*

*Submetido em 02 de novembro de 2019.*

*Aceito para publicação em 01 de abril de 2020.*



## Referências

- Barbosa, J. S. F. Síntese do conhecimento sobre a evolução geotectônica das rochas metamórficas arqueanas e paleoproterozóicas do embasamento do Cráton do São Francisco na Bahia. **Rev. Bras. Geociências**, v.27, n.3, p.241-256, 1997.
- Benites, V. M., Schaefer, C. E. G. R.; Mendonça E. S.; Martin Neto L. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob campos de altitude no parque estadual da Serra do Brigadeiro. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v.25, n.3, p.661-674, 2001.
- Campos, D.V.B. de; Teixeira, P.C.; Bianchi, S.R.; Pérez, D.V.; Saldanha, M.F.C. Acidez potencial do Solo. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo. 3.ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 233-237.a
- Campos, D.V.B. de; Teixeira, P.C.; Bianchi, S.R.; Pérez, D.V.; Saldanha, M.F.C. Hidrogênio extraível. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo. 3.ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 238-239.b
- Campos, D.V.B. de; Teixeira, P.C.; Bianchi, S.R.; Saldanha, M.F.C.; Pérez, D.V. Percentagem de saturação por alumínio. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo. 3.ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 245-246.c
- Campos, D.V.B. de; Teixeira, P.C.; Bianchi, S.R.; Pérez, D.V.; Saldanha, M.F.C. Percentagem de saturação por sódio. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo. 3.ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 247-248.d
- Carvalho, A. W. Estrutura de variabilidade geotécnica através de análise integrada em ambiente SIG. **Rev. Bras. Geografia Física**, v. 01, p.001- 014, 2014.
- Carvalho-Sobrinho, J. G.; Queiroz, L. P. Composição florística de um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, Santa Teresinha. Bahia-Brasil. **Sitientibus**, v. 5, n.1, p.20-28, 2005.
- Cunha, C.M.L., Pinton, L.G. Avaliação da capacidade de uso das terras na bacia hidrográfica do córrego do cavaleiro – Analândia, SP. **Rev. Geociências** v.31, n.3, 459-471, 2012.
- Donagema, G. K.; Viana, J.H.M.; Almeida, B.G. de; Ruiz, H.A.; Klein, V.A.; Dechen, S.C.F.; Fernandes, R.B.A. Análise Granulométrica. In: Teixeira, P.C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo. 3.ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 95-116.
- EMBRAPA - **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 5ª ed. rev. ampl. Brasília-DF, Embrapa Solos, 2018. E-book.
- Ferreira, C. A.; Silva, A. C.; Vidal-Torrado, P.; Rocha, W. W. Genesis and classification of oxisols in highland toposequence of the upper jequitinhonha valley. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v.34, n.1, p.195-209, 2010.
- Freitas, M.A. & E.P.F. Moraes. Levantamento da avifauna da Fazenda Jequitibá (Serra da Jiboia), município de Elísio Medrado, Bahia. **Atualidades Ornitológicas On-line**, n.147, p.73-76, 2009.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Banco de dados agregados-Sidra. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/default.asp?z=-t&o=4&i=P>>. 10 Set 2017.
- Lepsch, I.F.; Espindola, C. R.; Vischi Filho, O. J.; Hernani, L. C.; Siqueira, D. S. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**: 1.ed. Viçosa: SBCS, 2015. 170p.
- Mendonça, I. F. C.; Lombardi-Neto, F.; Viegas, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da microbacia do Rio Una, Sapé, PB, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n.4, p.888-895, 2006.
- Poelking, E. L.; Costa, O. V.; Gloaguen, T. V. **Caracterização do meio físico: Geologia, geomorfologia, hidrografia e pedologia**. In: BLENGINI, I. A. D.; & CAIAFA, A. N. (Org.) Proposta de unidade de conservação da Serra da Jiboia. Grupo Ambientalista da Bahia-Gamba, Salvador-Bahia 2015. 115p.
- Queiroz, L.P., Sena, T.S.N. & Costa, M.J.S.L. 1996. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Teresinha - Bahia. I: o campo rupestre. **Sitientibus** v.15, n.15, p.27-40, 1996.
- Sampaio, E.E.S.; Barbosa, J.S.F.; Correa-Gomes, L.C. New insight on the paleoproterozoic evolution of the São Francisco Craton: Reinterpretation of the geology, the suture zones and the thicknesses of the crustal blocks using geophysical and geological data. **Journal of South American Earth Sciences**, v.76, p. 290-305, 2017.
- Santos, R. D.; Ker, J.C.; Santos, H. G.; Anjos, L.H.C.; Shimizu, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**, 7.ed. Viçosa: SBCS, 2015, 102p.
- Schaefer, C.E.G. R.; Gilkes, R. J., Fernandes, R. B.A. Study on microaggregates of brazilian latosols in relation to P adsorption and clay fraction attributes. **Geoderma**, v.123, p.69-81, 2004.
- Scheer, M. B.; Curcio, G. R.; Roderjan, C. V. Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na serra da Igreja, Paraná: Comissão de levantamento e classificação de solos. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v.35, n.4, p.1113-1126, 2011.
- Servidoni, L.E.; Ayer, J. E. B.; Silva, M. L. N.; Spalevic, V.; Mincato, R. L. Land use capacity and environment services. **Rer. Brás. Geografia Física**. v.09, n.6, p. 1712-1724, 2016.
- Teixeira, P.C.; Campos, D.V.B. de; Saldanha, M.F.C. pH do solo. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 199-202.a
- Teixeira, P.C.; Campos, D.V.B. de; Saldanha, M.F.C. Fósforo disponível. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 203-208.b
- Teixeira, P.C.; Campos, D.V.B. de; Bianchi, S.R.; Pérez, D.V.; Saldanha, M.F.C. Cátions trocáveis:  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$   $K^+$  e  $Na^+$  trocáveis. In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 209-232.c
- Teixeira, P.C.; Campos, D.V.B. de; Bianchi, Saldanha, M.F.C.; S.R.; Pérez, D.V. Complexo sortivo do solo (Soma de Bases Trocáveis, CTC Efetiva, CTC Total, Percentagem de Saturação por

Bases). In: Teixeira, W. G.; (Eds.) **Manual de métodos de análise do solo. 3.ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. p. 240-244.d

Yeomans, J. C.; Bremner, J. M. A. Rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Commun Soil Science Plant Anal.** v.19, p.1467-1476, 1988.