



Atualização do mapa de solos do Estado da Paraíba utilizando geotecnologias *Update of the soil map of the State of Paraíba using geotechnologies*

Paulo Roberto Megna Francisco¹, Djail Santos², Flávio Pereira de Oliveira², George do Nascimento Ribeiro¹, Viviane Farias Silva¹, Guttemberg da Silva Silvino²

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil

² Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil

Contato: paulomegna@gmail.com

Palavras-Chave

SRTM
mapeamento
legenda

RESUMO

O conhecimento sobre a distribuição geográfica dos solos é fundamental para o planejamento ambiental. Objetivou-se atualizar o mapa de solos do Estado da Paraíba através do uso de geotecnologias. Utilizando o software QGIS[®] 3.28 e imagens SRTM foi elaborado a declividade sendo levada em consideração onde o mapa de solos foi ajustado e reclassificados a nomenclatura e cores da legenda, conforme recomenda o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. A declividade da área de estudo apresentou-se em sua maioria na classe Nula de declividade em 44,81% da área. As unidades de mapeamento de solos e de afloramento de rochas sofreram modificações de áreas devido aos ajustes, seguido das áreas limítrofes do Estado. As áreas de solos de maior ocorrência foram os Neossolos, seguido pelos Argissolos e Luvisolos.

Keywords

SRTM
mapping
legend

ABSTRACT

Knowledge about the geographical distribution of soils is fundamental for environmental planning. The objective was to update the soil map of the State of Paraíba through the use of geotechnologies. Using the QGIS[®] 3.28 software and SRTM images, the slope was prepared taking into account where the soil map was adjusted and the nomenclature and legend colors were reclassified, as recommended by the Brazilian Soil Classification System. The slope of the study area was mostly in the Null class of slope in 44.81% of the area. The soil and rock outcrop mapping units underwent changes in areas due to the adjustments, followed by the neighboring areas of the State. The soil areas with the highest occurrence were Neossols, followed by Argissols and Luvisols.

Informações do artigo

Recebido: 16 de janeiro, 2023

Aceito: 12 de junho, 2023

Publicado: 23 de agosto, 2023

Introdução

O conhecimento sobre a distribuição geográfica dos solos é fundamental para o planejamento ambiental, e é importante por subsidiar a criação de políticas públicas de gestão do uso e preservação, visto que é um recurso natural de lenta renovação (DALMOLIN et al., 2004).

Ainda conforme os autores, os levantamentos de solos constituem um inventário das características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas dos solos, bem como apresentar uma classificação taxonômica e interpretativa e a distribuição geográfica dos mesmos na área abrangida pelo estudo. A distribuição geográfica dos solos é representada em mapas, enquanto as demais informações são descritas nos relatórios dos levantamentos (DALMOLIN et al., 2004).

Historicamente a classificação pedológica brasileira teve por base o sistema americano, formulado por Baldwin et al. (1938), e modificado por Thorp e Smith (1949). Os conceitos centrais da antiga classificação americana de solos constituem a base da classificação brasileira. O enfoque principal sempre esteve dirigido ao nível hierárquico de grandes grupos de solos. A partir do final da década de 1950, com o amplo uso de princípios que foram sendo recomendados, em paralelismo com as aproximações do novo Sistema Americano de Classificação de Solos, deu origem ao Soil Taxonomy, muitas concepções surgidas com a produção deste novo Sistema vieram a ser absorvidos pela classificação em desenvolvimento no Brasil. Do mesmo modo, alguns conceitos e critérios formulados no esquema referencial do mapa mundial de solos (FAO, 1974) foram também assimilados no desenvolvimento da classificação nacional (JACOMINE, 2009).

Durante a década de setenta, através de esforços governamentais e dos pesquisadores na área de Pedologia, foram verificados a campo e classificadas diversas classes de solos além das anteriormente descritas em levantamentos mais antigos. Constituindo uma série de dados relativos aos solos de cada Estado, a Paraíba teve também o seu Boletim (BRASIL, 1972), em que reunia, além da identificação morfológica dos solos localizados no estado, as potencialidades locais de uso e manejo (CAVALCANTE et al., 2005). No ano de 1978, um convênio entre órgãos estaduais e federais realizou o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) com a descrição de 132 perfis.

De acordo com Resende et al. (2002), a classificação de solos permite que sejam designados nomes, classes de solos, que expressam sinteticamente o que se conhece sobre eles, facilitando a avaliação do seu potencial para exploração agrícola ou não. Pois a classificação baseia-se nas características morfogenéticas dos solos e utiliza os horizontes diagnósticos para designá-los. Uma vez classificados os solos podem ser mapeados, portanto constituindo uma das etapas dos levantamentos pedológicos, daí a sua grande importância (PRADO, 1996; DALMOLIN et al., 2004).

A partir da publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS pela EMBRAPA (2013), novos critérios e definições também foram concebidos pelo Comitê Executivo de Classificação de Solos do Brasil, que após testes de validação, foram incorporados a

Nova Classificação Brasileira de Solos, os nomes das classes de solos empregados até então sofreram mudanças, tornando-se necessária a atualização através de um processo de reclassificação e correlação com o sistema atualmente usado. Entretanto, como este é um sistema aberto, permite a incorporação de novos níveis categóricos venham a ser conhecido, o que resulta em ajustamentos ou reformulações conceituais sobre os solos (JACOMINE, 2001; 2009; CAMPOS e QUEIROZ, 2006).

No entanto, é desejável que as novas denominações comecem também a serem utilizadas fazendo-se necessário, pois, correlacionar-se a nomenclatura anteriormente empregada à nomenclatura atual (CAMPOS e QUEIROZ, 2006).

De acordo com EMBRAPA (2018), o SiBCS é um sistema taxonômico de solos, hierárquico, multicategórico e aberto, com a finalidade de classificar todos os solos existentes no Brasil. O sistema descreve os símbolos e as cores das classes de solos existentes a fim de padronizar as legendas utilizadas nos mapas de solos em todo o País onde define os símbolos e propõe sua utilização até o 3º nível, uniformizando a notação de classes de solos para todos os usuários do sistema.

Valeriano e Abdon (2007), afirmam que é um fator importante favorecer a inclusão do relevo na identificação e na análise de sistemas terrestres que advém de recentes coletas de dados topográficos por técnicas de sensoriamento remoto. A utilização de bases topográficas digitais obtidas por sensores orbitais representa uma alternativa de grande interesse para suprir a carência de mapeamentos, sobretudo na África, Oceania e América do Sul.

Na atualidade, com o desenvolvimento das tecnologias de sensoriamento remoto e da geoinformática, as ferramentas para a realização de inventários e diagnósticos ambientais são facilmente disponíveis e de baixo custo permitindo auxiliar com agilidade, o monitoramento e a gestão de amplos territórios (FLORENZANO, 2002; NOVO, 2008).

Portanto, o objetivo deste trabalho é atualizar o mapa dos solos do Estado da Paraíba utilizando geotecnologias.

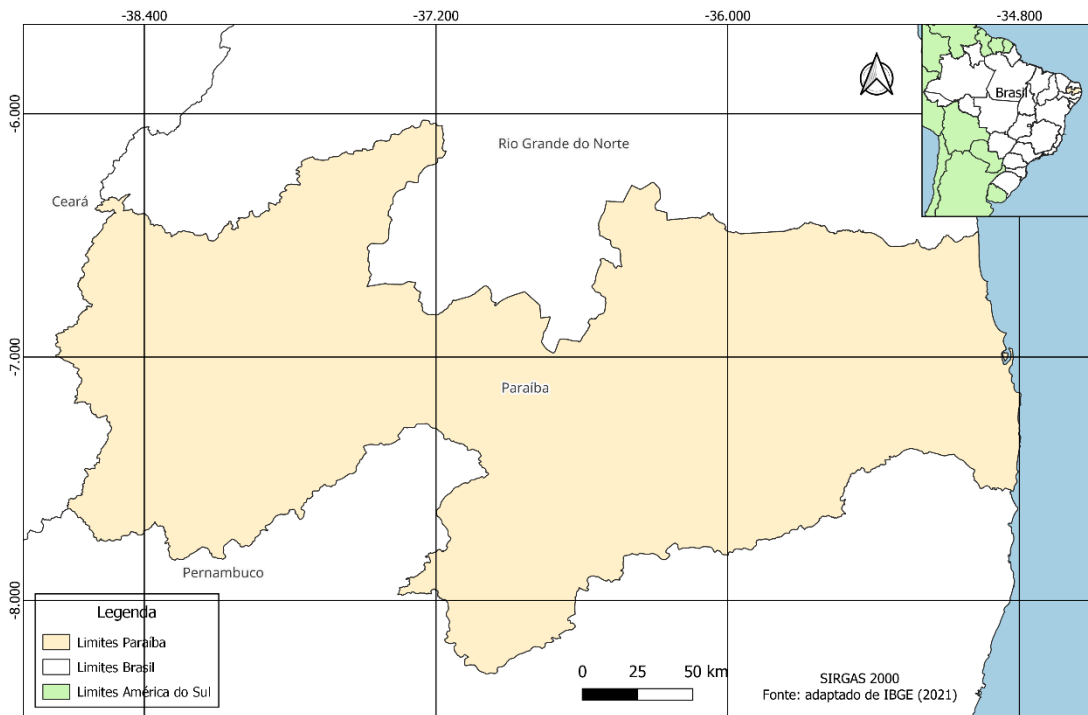
Material e Métodos

O Estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma área de 56.467,24 km² (IBGE, 2021). Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W (Figura 1).

Ao Norte, limita-se com o Estado do Rio Grande do Norte; ao Leste, com o Oceano Atlântico; a Oeste, com o Estado do Ceará; e ao Sul, com o Estado de Pernambuco (FRANCISCO, 2010).

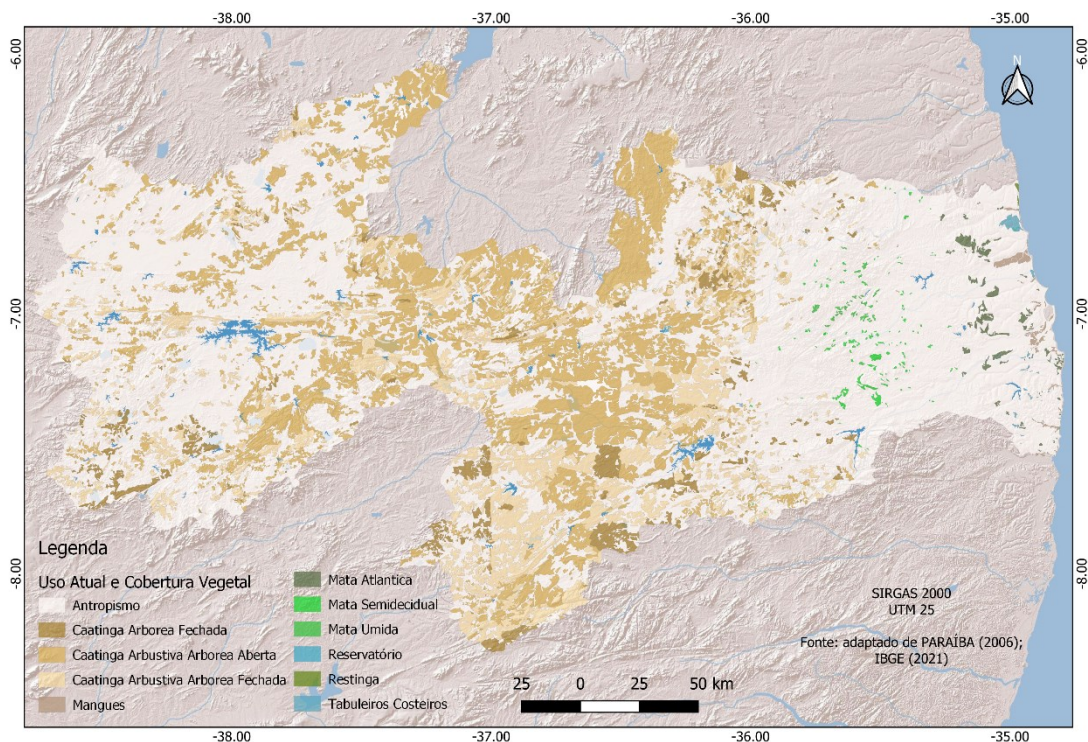
O relevo apresenta-se de forma geral bastante diversificado, atuando sob climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia, existem dois grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos do Estado: úmido, subúmido e semiárido.

Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Adaptado de IBGE (2021)



Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); IBGE (2021); ESRI (2022)

Figura 2. Uso atual e cobertura vegetal da área de estudo. Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); IBGE (2021); ESRI (2022)



Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); IBGE (2021); ESRI (2022)

O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas, como Caatinga Arbustiva Arborea Aberta, Caatinga Arbustiva Arborea Fechada, Caatinga Arborea Fechada, Tabuleiro Costeiro, Mangues, Mata-úmida, Mata semidecidual, Mata Atlântica e Restinga (PARAÍBA, 2006) (Figura 2).

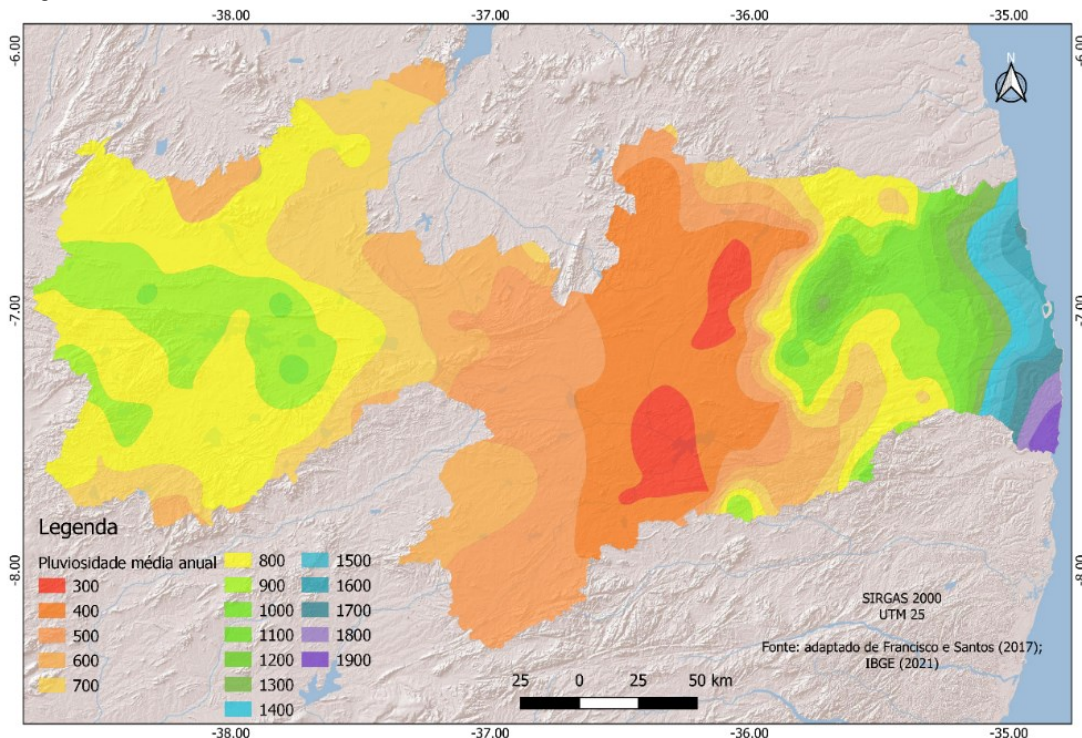
O clima caracteriza-se por temperaturas médias elevadas (22 a 30°C) com baixa amplitude térmica anual, em função da baixa latitude e elevações (<700 m).

A precipitação varia de 400 a 800 mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral, mais úmido, pode ultrapassar os 1.600mm (VAREJÃO-SILVA et al., 1984) (Figura 3).

Conforme Francisco et al. (2015), o Estado da Paraíba apresenta, de acordo com a classificação climática de Köppen, quatro tipos diferentes de clima. O clima Aw, que caracteriza a região do Litoral norte como Tropical com estação seca no inverno, o clima Am no Litoral norte

e Sul do Estado, o tipo climático As que dominam em sua maioria nas regiões de parte do Litoral, Brejo, Agreste e em pequena faixa da região do Sertão e em toda área do Alto Sertão. O tipo climático Bsh é predominante na área do Cariri/Curimataú, e boa parte da área do Sertão.

Figura 3. Pluviosidade média anual da área de estudo



Fonte: Adaptado de Francisco e Santos (2017); IBGE (2021); ESRI (2022)

Conforme Francisco et al. (2013), as classes predominantes de solos área de estudo estão descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), e estas diferem pela diversidade geológica, pedológica e geomorfológica; atendendo também a uma diversidade de características de solo, relacionadas à morfologia, cor, textura, estrutura, declividade e pedregosidade e outras características. De uma forma geral, os solos predominantes são os Luvisolos crômicos, Neossolos Litólicos, Planossolos Solódicos, Neossolos Regolíticos Distróficos e Eutróficos distribuídos pela região do Sertão e nos Cariris, os Vertissolos na região de Souza, e os Argissolos Vermelho Amarelo e os Neossolos Quartzarênicos no Litoral do Estado (FRANCISCO, 2010).

Para elaboração deste trabalho foi adquirido um mosaico digital SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), elaborado pela NASA (Agência Espacial Americana) e obtido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no programa TOPODATA (INPE, 2011) dos quadrantes SB24ZA, SB24ZB, SB24ZC, SB24ZD, SB25YA, SB25YC, SC24XB, com dados de altimetria, para pontos espaçados numa malha quadrada de 30 metros de distância. Além do arquivo de malha digital dos limites do Estado da Paraíba elaborado pela Coordenação de Cartografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

Após foi utilizado o software QGIS® 3.28 para importação dos dados e elaboração da declividade utilizando o plugin *raster* em análise e classificação conforme Francisco et al. (2013) (Tabela 1), e realizado o recorte dos limites utilizando arquivo do IBGE (2021).

Tabela 1. Classes de declividade

Limites de Classe (%)	Classes de Declividade
0 - 3	Plano
3 - 6	Suave Ondulado
6 - 12	Moderadamente Ondulado
12 - 20	Ondulado
20 - 40	Forte Ondulado
> 40	Montanhoso

Fonte: adaptado de Francisco et al. (2013).

Após utilizando o software QGIS® foi importado arquivo digital em formato shape dos solos da área de estudo na escala de 1:200.000 fornecido pela AESA (PARAÍBA, 2006), representando a área de estudo e a ocorrência e distribuição das classes de solos predominantes no Estado. Em seguida, o mapa de solos foi ajustado seus polígonos interiores levando em consideração a declividade local e realizado o recorte da área de estudo utilizando os limites de IBGE (2021).

Utilizando a tabela de atributos, os polígonos dos solos foram reclassificados a nomenclatura e cores da legenda, conforme recomenda o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

De forma auxiliar foram também utilizadas as informações do Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), e o trabalho de Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da

Paraíba realizado por Campos e Queiroz (2006) (Tabela 2).

Foram elaborados os respectivos mapas e utilizando o plugin *r.report* do QGIS® foi realizado o cálculo das áreas das classes.

Tabela 2. Classes dos polígonos de solos

Perfil	Local	Símbolo (PARAÍBA, 1978)	Classificação/Símbolo (EMBRAPA, 1999)	Classificação/Símbolo (EMBRAPA, 2018)	Cor (html)	
1	Bananeiras	LVd1	Latossolo Amarelo Distrófico típico	LAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
2	Conde	LVd2	Argissolo Amarelo Distrófico latossólico	PAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
3	Alhandra	LVd3	Latossolo Amarelo Distrófico argissólico	LAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
4	Cuité	LVe1	Latossolo Amarelo Distrófico argissólico	LAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
5	Araruna	LVe2	Latossolo Amarelo Distrófico argissólico	LAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
6	Natuba	PV1	Argissolo Amarelo Distrófico latossólico	PAd	Argissolos Amarelos	PA #f1ccc8
7	Mamanguape	PV3	Argissolo Acinzentado Distrófico fragipânico	PACd	Argissolos Acinzentados	PAC #fdf1f0
8	Pitumbu	PV2	Argissolo Amarelo Distrófico latossólico	PAd	Argissolos Amarelos	PA #f1ccc8
9	Rio Tinto	PV4	Argissolo Amarelo Distrófico arenico fragipânico	PAd	Argissolos Amarelos	PA #f1ccc8
10	Sapé	PV5	Argissolo Amarelo Distrófico abrupto fragipânico	PAd	Argissolos Amarelos	PA #f1ccc8
11	Pedras de Fogo	PV6	Argissolo Amarelo Distrófico abrupto fragipânico	PAd	Argissolos Amarelos	PA #f1ccc8
12	Princesa Izabel	PE2	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto	PVAe	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
13	Bonito de Santa Fé	PE3	Argissolo Vermelho Eutrófico típico	PVe	Argissolos Vermelhos	PV #f0717f
14	Teixeira	LVe3	Plintossolo Pétrico Concrecionário típico	Pfce	Plintossolos Pétricos	FF #ecacb
15	Souza	PE5	Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto	PVe	Argissolos Vermelhos	PV #f0717f
16	Tavares	PE6	Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico	Cxbe	Cambissolos Hápticos	CX #d7c5a5
17	Itabiana	PE9	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico fragipânico	PVAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
18	Sapé	PE8	Argissolo Amarelo Distrófico típico	PAd	Argissolos Amarelos	PA #f1ccc8
19	Jacará	PE10	Plintossolo Argilúvico Eutrófico espessarenico	Fte	Plintossolos Argilúvicos	FT #ec87cb
20	Areia	PE11	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto	PVAd	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA #ffa77f
21	Guarabira	PE14	Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto	PVe	Argissolos Vermelhos	PV #f0717f
22	Lagoa Seca	PE13	Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto	PVe	Argissolos Vermelhos	PV #f0717f
23	Alagoa Grande	TRe1	Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto	PVe	Argissolos Vermelhos	PV #f0717f
24	Pombal	NC1	Luvissolo Crômico Órtico típico	Tco	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
25	Monteiro	NC2	Luvissolo Crômico Órtico típico	Tco	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
26	Patos	NC3	Luvissolo Crômico Órtico típico	Tco	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
27	Solânea	NC3	Luvissolo Hipocrômico Crômico Órtico típico	Tpo	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
28	Sapé	NC4	Luvissolo Hipocrômico Crômico Órtico típico	Tpo	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
29	Ingá	NC4	Luvissolo Hipocrômico Crômico Órtico típico	Tpo	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
30	São Miguel de Taipu	NC4	Luvissolo Hipocrômico Crômico Órtico típico	Tpo	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
31	São Mamede	NC8	Luvissolo Crômico Órtico típico	TCo	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
32	Barra de Santa Rosa	NC6	Planossolo Háptico Eutrófico típico	SXe	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
33	Cuité	NC6	Planossolo Háptico Eutrófico típico	SXe	Luvissolos Crômicos	TC #d49616
34	Gurinhem	PL	Planossolo Háptico Eutrófico solódico	SXe	Planossolos Hápticos	SX #b5d6ae
35	Tacima	PL	Planossolo Háptico Eutrófico solódico	SXe	Planossolos Hápticos	SX #b5d6ae
36	Princesa Izabel	Ce1	Cambissolo Háptico Tb Eutrófico latossólico	CXbe	Cambissolos Hápticos	CX #d7c5a5
37	Taperoá	Ce3	Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico	CXve	Cambissolos Hápticos	CX #d7c5a5
38	Campina Grande	V1	Vertissolo Cromado Órtico típico	Vco	Vertissolos Hápticos	VX #c0c091
39	Queimadas	V2	Vertissolo Ebânico Órtico típico	Veo	Vertissolos Ebânicos	VE #868f72
40	Souza	V4	Vertissolo Cromado Órtico solódico	VCo	Vertissolos Hápticos	VX #c0c091
41	Sumé	V3	Vertissolo Cromado Órtico típico	VCo	Vertissolos Hápticos	VX #c0c091
42	Boqueirão	V3	Vertissolo Cromado Órtico típico	VCo	Vertissolos Hápticos	VX #c0c091
43	Cubati	SS2	Planossolo Nátrico Órtico típico	SNo	Planossolos Nátricos	SN #89cac7
44	Campina Grande	SS1	Planossolo Nátrico Órtico típico	SNo	Planossolos Nátricos	SN #89cac7
45	Uiraúna	SS4	Planossolo Nátrico Órtico típico	SNo	Planossolos Nátricos	SN #89cac7
46	Conde	HP	Espodosolo Ferrocárbico Órtico típico	Eso	Espodosolos Ferri-humilúvicos	ESK #b6bec5
47	Santa Rita	Ae	Neossolo Flúvico Ta Eutrófico solódico	Ruve	Neossolos Flúvicos	RY #eeebdc
48	São José de Piranhas	Re1	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
49	Santana dos Garrotes	Re2	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
50	Picuí	Re3	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
51	Umbuzeiro	Re8	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
52	Araruna	Re8	Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	RRe	Neossolos Regolíticos	RR #cfcece
53	Soledade	Re11	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
54	Souza	Re11	Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	RRe	Neossolos Regolíticos	RR #cfcece
55	Conceição	Re5	Cambissolo Háptico Ta Eutrófico léptico	CXve	Neossolos Litólicos	RL #969595
56	Piancó	Re20	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
57	Junco do Seridó	Re6	Neossolo Litólico Psamítico típico	RLq	Neossolos Regolíticos	RR #cfcece
58	Fagundes	Re7	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Regolíticos	RR #cfcece
59	Alagoinhas	Re11	Neossolo Litólico Eutrófico típico	RLe	Neossolos Litólicos	RL #969595
60	Solânea	REe1	Neossolo Regolítico Psamítico solódico	RRq	Neossolos Regolíticos	RR #cfcece
61	Teixeira	REe3	Neossolo Quartzarênico Órtico fragipânico	Rqo	Neossolos Quartzarênicos	RQ #ffe73
62	Livramento	REe2	Neossolo Regolítico Psamítico típico	RRq	Neossolos Regolíticos	RR #cfcece
63	Campina Grande	REd	Neossolo Quartzarênico Órtico típico	RQo	Neossolos Quartzarênicos	RQ #cfcece
64	Cabedelo	AMd	Neossolo Quartzarênico Órtico solódico	RQo	Neossolos Quartzarênicos	RQ #ffe73
		HG	Solos Gley Distróficos Indiscriminados		Gleissolos Tiomórficos Órticos sálicos	GJ #6ca3cd
		SM	Solos de Mangue		Gleissolos Tiomórficos	G #6ca3cd
		AR	Afloramento de Rocha	AR	Afloramento de Rocha	AR #000000

Fonte: Adaptado de Campos e Queiroz (2006); PARAÍBA (1978); EMBRAPA (1999; 2018)

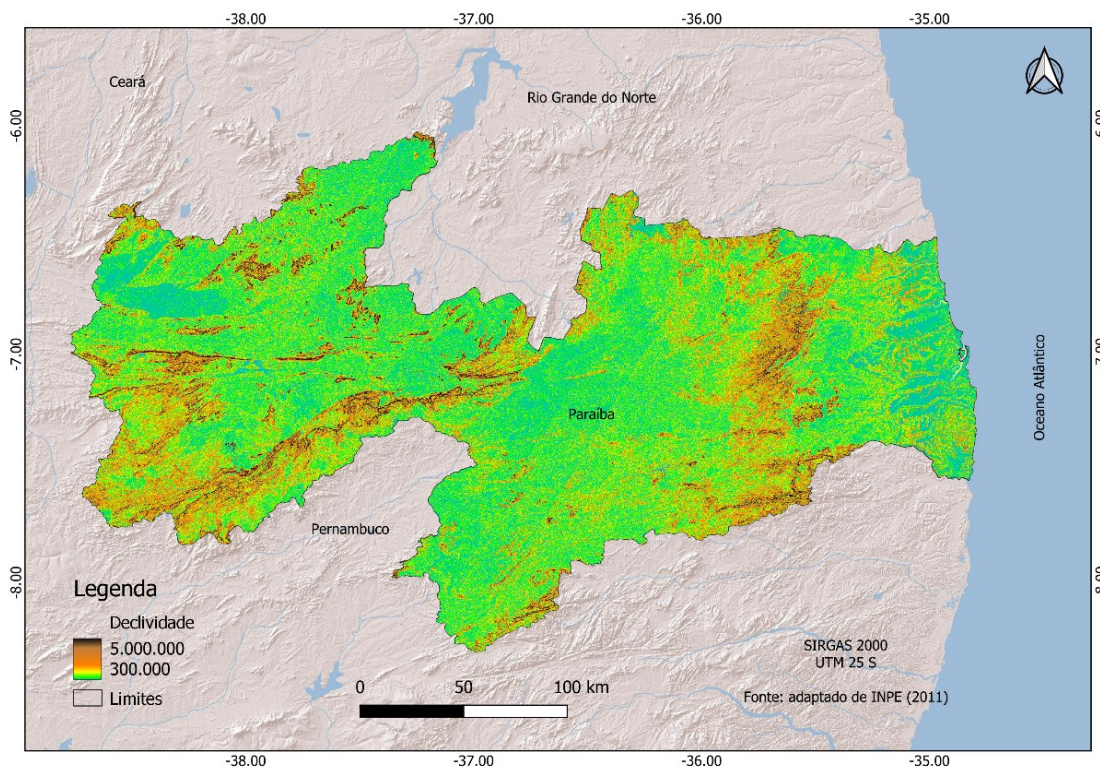
Resultados e Discussão

Pelos resultados obtidos, observa-se pela Figura 4 que, a declividade da área de estudo apresenta-se em sua maioria na classe Nula de declividade com 25.301,35 km² (44,81%) (Tabela 3) distribuída nas regiões do litoral até os limites do Planalto da Borborema e sob o planalto e após na região do Sertão com altitudes mais baixas (300

m) e em diversos tipos de solos de todo o Estado em áreas mais baixas e de drenagem.

De acordo com Francisco (2010), a região do Litoral apresenta declividade plana a suave ondulada em que é formada pelas Várzeas e Tabuleiros onde os solos são originados de sedimentos argilosos da era Terciária; o Planalto da Borborema é uma área aberta, sobre o planalto, com relevo suave ondulado, altitude variando em grande parte entre 400 a 600 m; no Sertão ocorre relevo plano localizado em bacia sedimentar.

Figura 4. Declividade do Estado da Paraíba



Fonte: Adaptado de INPE (2011); IBGE (2021); ESRI (2022)

Tabela 3. Distribuição da declividade

Classes	Área (km ²)	%
Nula	25.301,35	44,81
Ligeira	12.837,95	22,74
Moderada	9.802,82	17,36
Forte	4.502,26	7,97
Muito Forte	3.297,24	5,84
Extremamente Forte	725,62	1,29
Total	56.467,24	100,00

Pela Tabela 3 pode-se observar que, a classe Ligeira de declividade se apresenta em 22,74% (12.837,95 km²) da área de estudo seguida pela classe Moderada com 9.802,82 km² (17,36%). As classes Forte, Muito Forte e Extremamente Forte representam 15,1% da área de estudo localizadas nos contrafortes do Planalto da Borborema, na Depressão Sertaneja e na divisa com Pernambuco. De acordo com Francisco (2010), são áreas mais elevadas com relevo forte ondulado onde ocorrem os Neossolos Litólicos fase pedregosa e rochosa.

Francisco (2010) utilizando imagem SRTM de 90 metros, obteve valores próximos a este trabalho, mesmo devido ter utilizado uma simplificação da área para o mapeamento à mecanização. Observa-se que, o uso de

imagens SRTM de 30 metros por este trabalho, proporciona resultados mais fidedignos quanto a declividade e ao relevo próximo ao real.

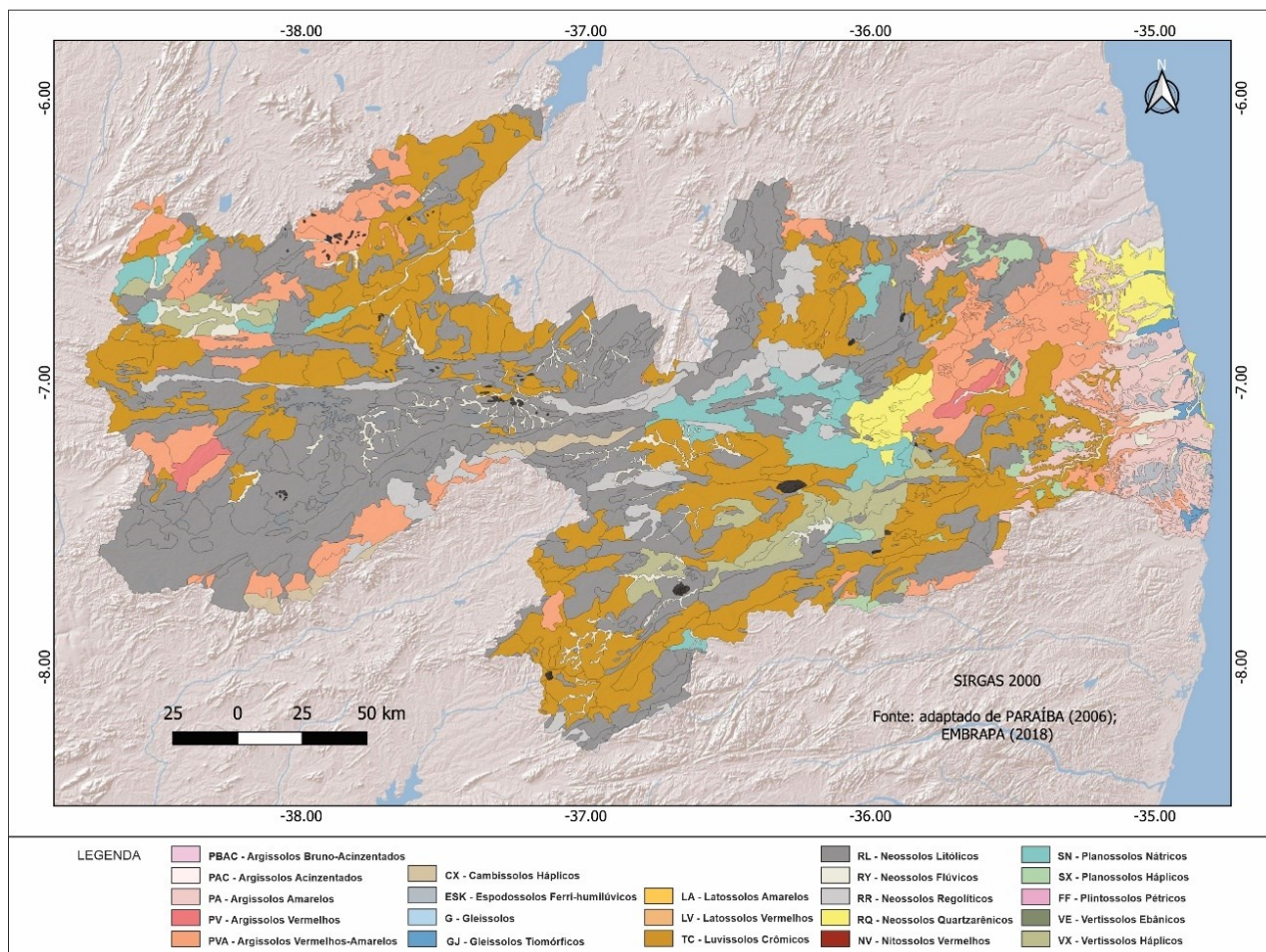
Valladares et al. (2007), utilizando dados de declividade de superfície gerados pelo SRTM observaram que permitiu um melhor detalhamento da aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão. Bardales et al. (2007), utilizando imagens SRTM na elaboração de mapas de solos na região do Vale do Baixo Rio Iaco, no Estado do Acre, observaram que as interpretações do relevo associados às cotas altimétricas foram determinadas com maior facilidade e agilidade os diferentes tipos de solos. Outros autores como Valeriano e Abdon (2007) utilizaram SRTM em estudo do Pantanal; Santos et al. (2006) na

Amazônia; no continente Africano, Gonçalves (2008) em Angola e Moçambique.

Na Figura 5 pode-se observar a distribuição das classes dos solos da área de estudo atualizada em seus

limites pela declividade gerada pelas imagens SRTM, e a legenda atualizada pelo SiBCS.

Figura 5. Solos do Estado da Paraíba



Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); EMBRAPA (2018); IBGE (2021); ESRI (2022)

Na Tabela 4, observam-se os dados do mapeamento, os valores em área e porcentagem de ocupação das classes de solos e sua variação espacial na área de estudo.

Observa-se que vários polígonos de solos se apresentam deslocados, ou não correspondem exatamente, em forma e tamanho às descrições do relevo das unidades de mapeamento. De acordo com Medeiros (2018), que realizou trabalho similar, relata que, tal fato pode estar relacionado às distorções e ajustes da fotointerpretação e representação cartográfica utilizados na elaboração do mapa de solos pela Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 2006) que utilizou o mapa de solos de PARAÍBA (1978).

Outro fator que causou modificação nas unidades de mapeamento dos solos é a atualização dos limites do Estado, com base no mapa digital do IBGE (2021), principalmente as áreas das unidades de solos contíguas aos Estados vizinhos.

Pelos resultados obtidos pode-se observar que, a classe dos Neossolos (Litólicos, Flúvicos, Regolíticos e Quartzarênicos) apresentam-se distribuídas em 47,53% da

área do Estado, principalmente na região semiárida, seguido pelos Argissolos (Acinzentados, Amarelos, Vermelhos, Vermelho-Amarelos) em 15,70% distribuídos em sua maioria na região do Litoral, e pelos Luvisolos (Crômicos) em 26,66% também distribuídos em sua maioria na região do Sertão e sob o Planalto da Borborema.

De acordo com Cavalcante et al. (2005), os Neossolos Flúvicos são solos de grande importância, no que diz respeito à exploração agrícola e pecuária da região semiárida.

Para Cunha et al. (2010), são considerados de grande potencialidade agrícola, mesmo aqueles com baixa saturação por bases, em função da posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzea.

Francisco et al. (2013), afirmam que em grande parte, a ocorrência destes solos se dá nas regiões semiáridas do Estado, sendo representadas pelos solos Neossolos Litólicos, Luvisolos Crômicos e Argissolos Vermelho Amarelo, normalmente, compreendendo suas fases rasas, declivosas e/ou pedregosas. E também, solos com horizontes B argilosos, com caráter nátrico ou vértico, dentro dos 40 cm de profundidade, a exemplo dos Planossolos Solódicos, Luvisolos Vérticos e Vertissolos.

Tabela 4. Distribuição das classes de solos

Classificação 1º nível	Classificação 2º nível	Área (km ²)	%
Argissolos – P	Argissolos Acinzentados – PAC	8,53	0,02
	Argissolos Amarelos – PA	2.647,28	4,69
	Argissolos Vermelhos – PV	5.675,59	10,05
	Argissolos Vermelho-Amarelos – PVA	531,07	0,94
Cambissolos – C	Cambissolos Háplicos – CX	406,86	0,72
Espodosolos – E	Espodosolos Ferri-humilúvicos – ESK	278,73	0,49
Gleissolos – G	Gleissolos - GJ	150,96	0,27
	Gleissolos Tiomórficos – GJ	49,48	0,09
Latosolos – L	Latosolos Amarelos – LA	26,47	0,05
	Latosolos Vermelhos – LV	28,58	0,05
Luvissolos – T	Luvissolos Crômicos – TC	15.052,26	26,66
Neossolos – R	Neossolos Litólicos – RL	21.182,31	37,51
	Neossolos Flúvicos – RY	1.648,66	2,92
	Neossolos Regolíticos – RR	2.231,15	3,95
	Neossolos Quartzarênicos – RQ	1.780,92	3,15
Planossolos – S	Planossolos Nátricos – SN	2.167,00	3,84
	Planossolos Háplicos – SX	520,28	0,92
Plintossolos – F	Plintossolos Argilúvicos – FT	36,64	0,06
	Plintossolos Pétricos – FF	49,93	0,09
Vertissolos – V	Vertissolos Ebânicos – VE	203,24	0,36
	Vertissolos Háplicos – VX	1.633,59	2,89
Afloramento de Rocha - AR	Afloramento de Rocha - AR	157,71	0,28
Total		56.467,24	100,00

Os Planossolos (Nátricos e Háplicos) representam 4,76% da área de estudo seguido pelas demais classes com menores áreas distribuídas pelo Estado. Os Afloramento de Rochas representam 0,28% da área, no entanto Francisco et al. (2014) ajustando estes polígonos no mapa de solos obteve a mesma proporção, que se distribuem na região do Sertão e sob o Planalto da Borborema.

Os Afloramento de Rochas que em grande parte descrevem linhas de serras, ou serras isoladas comuns em toda a área e principalmente na região semiárida devido o contraste com as áreas de relevo mais suaves do entorno, fato observado também por Medeiros (2018).

A classe dos Gleissolos, caracterizados anteriormente como solos de mangue indiscriminados, que por este trabalho apresenta 0,35% da área de estudo, apresentou por Francisco et al. (2013) 0,49%, resultados próximos, mas que de acordo com Medeiros (2018) foram discriminados por Nunes e Beirigo (2017) e Souza e Beirigo, (2017) na região do Litoral como associação de Gleissolos Tiomórficos Órticos sálicos e Organossolos Tiomórficos Sápricos, e por Coelho et al. (2017) no município de Cabedelo, como Gleissolos Tiomórficos Órticos sálicos e Gleissolos Sálicos Sódicos neofluviussólidos.

Espera-se que os ajustes realizados por este trabalho, a depender do nível de detalhamento do mapeamento de solos, possa dar suporte técnico ao planejamento, manejo e a conservação dos solos.

Conclusão

A declividade da área de estudo apresentou-se em sua maioria na classe Nula de declividade em 44,81% da área.

As unidades de mapeamento de solos e de afloramento de rochas sofreram modificações de áreas devido aos ajustes, seguido das áreas limítrofes do Estado.

As áreas de solos de maior ocorrência foram os Neossolos, seguido pelos Argissolos e Luvissolos.

Agradecimentos

Ao apoio do CNPq e da Fapesq-PB.

Referências Bibliográficas

- BALDWIN, M.; KELLOGG, C. E.; THORP, J. **Soil classification**. In: USA. Department of Agriculture. Soil and Men. Washington, D.C., 1938. p.979–1001. (Agriculture Yearbook, n. 1938).
- BARDALES, N. G.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F. do; MELO, A. W. F. de; ARAÚJO, E. A.; ROSADO, J. F. Uso de imagens SRTM na elaboração de mapas de solos na região do Vale do Baixo Rio Iaco, Acre, Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 31, 2007, Gramado. Anais...Gramado, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro. (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia 8). Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972.
- CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, 2006.
- CAVALCANTE, F. DE S.; DANTAS, J. S.; SANTOS, D.; CAMPOS, M. C. C. Considerações sobre a utilização dos principais solos no estado da Paraíba. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 8, p. 45-50, 2005.
- COELHO, M. R.; D'ANDREA, A. F.; SILVA, O. A. DA; VASQUES, G. DE M.; OLIVEIRA, A. P. DE. **Levantamento pedológico detalhado (escala 1:5.000) e estoque de carbono orgânico do solo da Floresta Nacional Restinga de Cabedelo, municípios Cabedelo e João Pessoa, PB**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 120p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos).
- CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MONTEIRO, A.; MENDES, S.; MELO, R. F. DE; OLIVEIRA NETO, M. B. DE; SILVA, M. S. L. DA; ALVAREZ, I. A. **Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo**. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**. p.49-88. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

- DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; PEDRON, F. DE A.; AZEVEDO, A. C. DE. Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1479-1486, 2004.
- EMBRAPA. CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 412p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Santos et al. 5ª. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 359p.
- ESRI. **Mapa Topográfico Mundial**. Disponível em: <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=30e5fe3149c34df1ba922e6f5bbf808f>. Acesso em: novembro de 2022.
- FAO/UNESCO. **Soil map of the world. 1:5.000.000 legend**. v.1. Paris, UNESCO, 1974.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Oficina de Texto. São Paulo, 2002. 97p.
- FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. 122f. Dissertação (Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 28, n. 1, p. 30-35, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE; SANTOS, D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 29, n. 1, p. 45-51, 2014.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, D.; MATOS, R. M. DE. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015a.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das terras para mecanização agrícola Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, p. 233-249, 2012.
- GONÇALVES, J. A. Avaliação da potencialidade do MDT-SRTM para análise geográfica e produção cartográfica. In: **Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia**, 5, 2008, Maputo. Anais...Maputo, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas territoriais**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 10 de abril de 2022.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. TOPODATA. **Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: novembro de 2022.
- JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v. 5/6, p. 161-179, 2008-2009.
- JACOMINE, P. K. T. Justificativas para existência e a necessidade de complemento e aprimoramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, p. 13-15, 2001.
- NOVO, E. M. L. DE M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 3 ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2008. 308p.
- MEDEIROS, B. M. **Atualização da classificação do mapa de solos da Paraíba**. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2018.
- NUNES, J. A.; BEIRIGO, R. M. **Mapeamento dos solos dos manguezais da área de proteção ambiental da barra do rio Mamanguape-PB**. In: MEDEIROS, I. A.; BRAGA, C. F.; BAROSA, R. O. (Orgs.). Anais do XXV Encontro de Iniciação Científica da UFPB. João Pessoa: Editora da UFPB, 2017. 19p.
- PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA-PB. **Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba**. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda., 1978. 448p.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. **PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas**. Brasília, DF, 2006. 112p.
- PRADO, H. do. **Manual de Classificação de Solos do Brasil**. 3º ed. Jaboticabal, FUNEP, 1996, 196p.
- QGIS. Development Team. 2022. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B. de; CORREA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4º ed. Viçosa, NEPUT, 2002. 338p.
- SANTOS, P. R. A. DOS; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L. C. DE. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 1, p. 101-107, 2006.
- SOUZA, H. M.; BEIRIGO, R. M. **Caracterização e classificação dos solos dos manguezais da área de proteção ambiental da barra do rio Mamanguape-PB**. In: MEDEIROS, I. A.; BRAGA, C. F.; BAROSA, R. O. (Orgs.). Anais do XXV Encontro de Iniciação Científica da UFPB. João Pessoa: UFPB, 2017. 18p.
- THORP, J.; SMITH, G. D. higher categories for soil classification. **Soil Science**, v. 67, p. 117-126, 1949.
- VALERIANO, M. DE M.; ABDON, M. DE M. Aplicação de dados SRTM a estudos do Pantanal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 63-71, 2007.
- VALLADARES, G. S.; QUARTAROLI, C. F.; HOTT, M. C.; MIRANDA, E. E. DE; NUNES, R. DA S.; KLEPKER, D.; LIMA, G. P. **Mapeamento da Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Maranhão**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. 25p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6).
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE, M. H.; SILVA, B. B. **Atlas Climatológico do Estado da Paraíba**. UFPB, Campina Grande. 1984.