

CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DE SOLOS BRASILEIROS UTILIZANDO CRITÉRIOS DO MÉTODO DO SERVIÇO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Thaís Fernandes Juste¹
Marcelo de Miranda Reis²
Igor da Silva Rocha Paz³

Resumo: Na determinação indireta do escoamento superficial para o dimensionamento de estruturas de drenagem é muito utilizado no Brasil o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos (SCS, 1972). O Serviço de Conservação dos Recursos Naturais (NRCS, 2007) atualizou os critérios de classificação hidrológica de solos utilizando dados de condutividade hidráulica e permeabilidade de solos. O uso adequado no Brasil continuou complicado, devido à falta de dados de condutividade. Buscando contornar esse problema, este artigo discute os critérios de classificações propostas pelo SCS e sua atualização, além de aplicá-los a 93 perfis de solos brasileiros, gerando uma base de dados consolidada que permitirá o emprego do método em todo território nacional.

Palavras-chave: Método SCS. Classificação hidrológica de solos. Escoamento superficial.

HYDROLOGICAL CLASSIFICATION OF BRAZILIAN SOILS USING SOIL CONSERVATION SERVICE METHOD CRITERIA

Abstract: In the indirect determination of surface runoff for the design of drainage structures, the method of the United States Soil Conservation Service (SCS, 1972) is widely used in Brazil. The Natural Resources Conservation Service (NRCS, 2007) updated the criteria for the hydrological classification of soils using data on hydraulic conductivity and soil permeability. Proper use in Brazil remained complicated due to the lack of conductivity data. Seeking to cope this problem, this article discusses the classification proposed by the SCS and its update, in addition to applying them to 93 Brazilian soil profiles, generating a consolidated database that will allow the method to be used throughout the country.

Keywords: SCS Method. Hydrological classification of soils. Surface Runoff.

CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LOS SUELOS BRASILEÑOS UTILIZANDO CRITERIOS DEL MÉTODO DEL SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Resumen: En la determinación indirecta de la escorrentía superficial para el diseño de estructuras de drenaje, el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS, 1972) es ampliamente utilizado en Brasil. El Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, 2007) actualizó los criterios para la clasificación hidrológica de suelos utilizando datos sobre conductividad hidráulica y permeabilidad del suelo. El uso adecuado en Brasil siguió siendo complicado debido

¹ Instituto Militar de Engenharia, Seção de Ensino de Engenharia de Defesa, Rio de Janeiro, Brasil, thaisjuste@ime.eb.br, <https://orcid.org/0000-0002-2259-5151>

² Instituto Militar de Engenharia, Seção de Ensino de Engenharia de Defesa, Rio de Janeiro, Brasil, marceloreis@ime.eb.br, <https://orcid.org/0000-0003-3875-9189>

³ Instituto Militar de Engenharia, Seção de Ensino de Engenharia de Defesa, Rio de Janeiro, Brasil, igorpaz@ime.eb.br, <https://orcid.org/0000-0001-7233-3515>

a la falta de datos de conductividad. Buscando sortear este problema, este artículo discute los criterios de clasificación propuestos por el SCS y su actualización, además de aplicarlos a 93 perfiles de suelos brasileños, generando una base de datos consolidada que permitirá que el método sea utilizado en todo el país.

Palabras clave: Método del SCS. Clasificación hidrológica de los suelos. Escorrentía Superficial.

Introdução

Um dos grandes trabalhos da área de Recursos Hídricos da Engenharia Civil é o dimensionamento de dispositivos de drenagem em edificações, estradas, portos, aeroportos e outros bens a proteger. Para essa tarefa é necessário conhecer valores extremos do escoamento superficial. Quando se tem acesso a séries históricas de dados de escoamento na seção transversal onde se pretende construir o dispositivo hidráulico de proteção esse cálculo pode ser realizado de forma direta. Quando esses dados não estão consolidados, os extremos de escoamento são determinados de forma indireta através de modelos chuva-vazão que utilizam vários parâmetros, como: tipo e cobertura do solo; topografia; distribuição espaço-temporal; regime e intensidade das chuvas (Santos, 2020).

Atualmente existem muitos modelos de chuva-vazão. Um exemplo de modelo simples e de fácil aplicação muito utilizado no Brasil considera o tipo de solo e sua cobertura na determinação da precipitação efetiva e do escoamento superficial direto é o método do Serviço de Conservação do Solo (SCS, 1972) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA), atualmente chamado de Serviço de Conservação dos Recursos Naturais (NRCS).

Esse modelo, inicialmente desenvolvido para uso em áreas agrícolas, vem sendo cada vez mais assunto de estudos, desenvolvimentos e aplicações em áreas urbanas (Cirilo, 2020; Nunes, 2022; Silveira Neto, 2021). Sua metodologia divide os solos em quatro grandes grupos, de acordo com sua produção de escoamento e capacidade de infiltração, apresentando a diminuição da taxa de infiltração e consequentemente o aumento do escoamento superficial, atribuídas a cada letra, A, B, C e D. O grupo A possui o menor potencial de escoamento e o grupo D o maior potencial de escoamento.

A classificação hidrológica desenvolvida pelo SCS (1972) proposta para solos americanos ainda é usada no Brasil, acarretando distorções na aplicação do modelo em solos brasileiros. Para contornar esse problema, o NRCS (2007) atualizou os critérios de classificação, tomando como base dados de condutividade hidráulica na camada mais impermeável do solo. Porém, essa nova forma de classificação não facilitou o uso adequado em solos brasileiros, devido à falta de dados de medições de condutividade e à dificuldade de se fazer ensaios nos solos em campo.

Diante desse cenário, alguns autores se preocuparam em adaptar a classificação hidrológica à realidade do país. Os pioneiros foram Setzer e Porto (1979) propondo cinco classes hidrológicas com base em solos do Estado de São Paulo. Em seguida, utilizando um estudo sobre cálculo de espaçamento entre terraços, uma nova abordagem para a classificação hidrológica dos solos foi desenvolvida por Lombardi Neto et al. (1989). Já Kurtner et al. (2001) utilizaram a bacia do Alto Tietê para classificar os solos de acordo com os diferentes litotipos da região. Mais recentemente, Sartori (2004) analisa e compara em sua dissertação a classificação do SCS (1972) com a proposta por Lombardi et al. (1989); e em sua tese Sartori (2010) utiliza a revisão do NRCS (2007) e propõe uma classificação hidrológica para diminuir a dificuldade de classificar os solos sem os dados de condutividade hidráulica saturada.

Neste artigo são apresentadas e discutidas as classificações hidrológicas propostas inicialmente pelo SCS (1972) e sua atualização (NRCS, 2007), assim como seus critérios de uso. Em seguida aplica essas classificações atualizadas em noventa e três perfis de solos nacionais, gerando uma base de dados consolidada que permitirá o emprego do método em todos os Estados brasileiros. Logo, objetiva colaborar no entendimento e aplicação da classificação atualizada do NRCS, visando complementar e servir de auxílio no seu uso em território nacional.

Desenvolvimento

A permeabilidade do solo influencia na retenção da água, sendo esse um fator que interfere na classificação do solo. A retenção superficial é a capacidade de reter

momentaneamente água na superfície, em ocasiões de precipitação intensa, até que essa água evapore ou percole para camadas inferiores do solo. Em um solo de estrutura granular, quanto maior a porosidade, maior será sua permeabilidade e, conseqüentemente, maior será a capacidade de retenção (Zhao et al., 2016).

Para realizar uma classificação é fundamental agrupar itens de acordo com as similaridades de suas características para um dado objetivo ou propósito. Portanto, os solos são classificados em conformidade com a dimensão dos grãos em areia, silte e argila. A granulometria, isto é, a dimensão dos grãos interfere no tamanho dos poros e esse altera a tensão superficial (ou sucção) presente, além de outras condições do solo como: a condutividade hidráulica, a textura e a estrutura. Esses parâmetros quando alterados geram variações na capacidade de infiltração. Além disso, em um perfil de solo, a heterogeneidade das camadas provocará variações da capacidade de infiltração do todo, assim como, um solo seco mostrará infiltração maior do que um solo úmido (Koiter et al., 2017).

No histórico de classificação hidrológica de solos, Musgrave (1955) regulou o comportamento dos solos para cálculo da infiltração através da análise de diversas medições em campo de testes com infiltrômetros. Os solos foram separados em grupos (A, B, C, D) com diferentes características e valores de infiltração mínima.

Em 1972, essa classificação foi incorporada ao método CN (Curve Number) e adaptada pelo SCS através do uso de características que não estavam originalmente presentes nas análises de Musgrave. Porém, uma vez que a taxa de infiltração mínima é o critério chave de cada faixa de classificação, quando não se tem medições de infiltração, o emprego do método fica complicado. Os solos foram classificados segundo suas propriedades hidrológicas, sem levar em consideração a declividade da bacia e a cobertura vegetal (Ogrosky e Mockus, 1964). De acordo com USBR (1977), os grupos hidrológicos foram divididos fundamentando-se no princípio de que os perfis de solo com características parecidas de textura, espessura, estrutura, conteúdo de matéria orgânica e grau de expansão, responderão de forma parecida a uma chuva com considerável intensidade e maior duração. Os grupos hidrológicos foram separados com base em estudos em pequenas bacias hidrográficas, onde estavam presentes os principais solos dos Estados Unidos

Na descrição dos grupos hidrológicos indicados pelo SCS, percebe-se que o maior foco está na textura do solo (Mockus, 1972). Os limites de profundidade nos grupos A e B não são apresentados, apesar de ser mencionado que se trata de camadas profundas e moderadamente profundas. O grupo C é formado pelos solos de textura moderadamente fina, ou seja, solos constituídos por silte e argila. Já no grupo D estão os solos expansivos, basicamente com argilas. Por consequência, a maioria dos usuários do método no Brasil utiliza apenas a textura superficial do solo para classificá-lo, devido à falta de outros parâmetros importantes que influenciam o fenômeno da infiltração, saturação e formação do escoamento superficial, que não estão incluídos nessa classificação.

Outro critério de classificação sugerido por McCuen (1989) utiliza a taxa de infiltração mínima determinada pelo SCS (Mockus, 1972) para identificar os grupos hidrológicos. Estudos são escassos sobre a taxa de infiltração no Brasil, porém dois estudos mostram a diferença de comportamento entre os solos brasileiros e os solos para onde a classificação original foi criada. Estudos realizados no Brasil (Bertolani e Vieira, 2001; Pott, 2001) mostram que as taxas de infiltração médias encontradas são superiores às taxas mínimas de infiltração do SCS, inviabilizando o uso da taxa de infiltração como critério de classificação no Brasil.

O NRCS fez em 2007 correções na classificação hidrológica, empregando novos parâmetros e descrições gerais das propriedades de cada grupo hidrológico, tornando a classificação mais replicável a outros países, sem interpretações subjetivas (NRCS, 2007). A metodologia de classificação se embasa na condutividade hidráulica saturada da camada mais impermeável, na altura dessa camada e na altura do lençol d'água subterrâneo. Na carência de informações sobre a condutividade hidráulica saturada (K_s) dos solos, utiliza como referência porcentagens de argila e areia existentes. As principais características de cada grupo estão descritas na Tabela 1. Já na Tabela 2 estão descritos os critérios de classificação hidrológica.

Tabela 1 – Atualização dos grupos hidrológicos e suas características.

Grupo	Características
A	Consiste em solos com baixo potencial de escoamento quando completamente saturados. A água é transmitida livremente através do solo, ou seja, possui permeabilidade elevada. Sua composição típica é de menos

	de 10% de argila e mais que 90% de areia ou cascalho. As classes texturais desse grupo são: areia franca, franco arenoso, franco ou franco siltoso. É possível a inclusão neste grupo de solos bem agregados, de baixa densidade ou se tiverem mais do que 35% de fragmentos rochosos.
B	Consiste em solos com potencial moderadamente baixo de escoamento quando completamente saturados. A transmissão de água através do solo não é impedida, ou seja, possui permeabilidade moderadamente alta. Sua composição típica é de 10% a 20% de argila e 50% a 90% de areia. As classes texturais desse grupo são: franco, franco siltoso, silte ou franco argilo arenoso. É possível a inclusão neste grupo de solos bem agregados, de baixa densidade ou se tiverem mais do que 35% de fragmentos rochosos.
C	Consiste em solos com potencial moderadamente elevado de escoamento superficial quando completamente saturados. A transmissão de água através do solo é de forma pouco restrita, ou seja, possui permeabilidade moderadamente baixa. Sua composição típica é de 20% a 40% de argila e menos que 50% de areia. As classes texturais desse grupo são: argila, argila siltosa ou argila arenosa. É possível a inclusão neste grupo de solos bem agregados, de baixa densidade ou se tiverem mais do que 35% de fragmentos rochosos.
D	Consiste em solos com potencial elevado de escoamento superficial quando completamente saturados. A transmissão de água através do solo é de forma restrita ou muito restrita, ou seja, possui permeabilidade baixa ou muito baixa. Sua composição típica é de 40% de argila e menos que 50% de areia. Em algumas regiões, podem ter potencial elevado de contração-expansão. Compõem esse grupo todos os solos com lençol subterrâneo dentro dos primeiros 60 cm de profundidade e todos os solos com uma camada restritiva menor do que 50 cm.
Duplo	Consiste nos solos do grupo hidrológico D baseado somente na presença de lençol d'água subterrâneo dentro de 60 cm de profundidade. São atribuídos aos solos saturados que podem ser adequadamente drenados. Possui a nomenclatura: A/D, B/D e C/D, onde a primeira letra corresponde às condições do solo após drenado.

Fonte: Adaptado, NRCS (2007).

Tabela 2 - Critérios para classificação hidrológica de solos.

Prof. camada impermeável (cm)	Condição	Prof. lençol subterrâneo (cm)	Condição	Ks camada menos permeável (µm/s)	GHS
< 50 cm	-----	-----	-----	-----	D
50 a 100 cm	E	< 60	E	>40,0 >10,0 a ≤40,0 >1,0 a ≤10,0 ≤1,0	A/D B/D C/D D
>100 cm	E	< 60	E	>10,0	A/D

				>4,0 a ≤10,0 >0,4 a ≤4,0 ≤4,0	B/D C/D D
50 a 100 cm	OU	60 a 100	E	>40,0 >10,0 a ≤40,0 >1,0 a ≤10,0 ≤1,0	A B C D
>100 cm	OU	>100	E	>10,0 >4,0 a ≤10,0 >0,4 a ≤4,0 ≤0,4	A B C D

Fonte: NRCS (2007).

As melhorias mais relevantes da classificação hidrológica de solos da atualização para a versão anterior (SCS, 1972) estão relacionadas a: determinação das porcentagens de areia e argila nos grupos; determinação, em razão da profundidade da camada menos permeável, da amplitude da condutividade hidráulica saturada; alternativa de indicar para um grupo hidrológico com potencial de escoamento menor um solo de textura mais fina, contanto que comparando com um solo distinto de mesma textura ou textura mais grossa, possua atributos que permitam melhor condição de drenagem.

O atual SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) (EMBRAPA, 2018) estabelece 13 classes de solos: Argissolos; Cambissolos; Chernossolos; Espodossolos; Gleissolos; Latossolos; Luvisolos; Neossolos; Nitossolos; Organossolos; Planossolos; Plintossolos; e Vertissolos. Sendo as classes dos Argissolos, dos Latossolos e dos Neossolos as mais comuns, representando mais de 70% do território nacional. As informações das classes de solos por Unidade Federativa foram obtidas através do GeoPortal Digital da Embrapa: Projeto de Levantamento de Solos 1:5.000.000 (2006) – Brasil, baixado em formato. shp e exportado para o QGIS 3.14, gerando um relatório de 3.428 tipos de solos. A partir do relatório os solos foram organizados em classes e distribuídos por Unidade Federativa, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo da distribuição das classes de solos pelo território brasileiro.

Classes	Unidade Federativa
Argissolos	AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PB, PR, PE, PI, RJ, RN, RS, RO, RR, SC, SP, SE, TO

Cambissolos	AC, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MT, PB, PR, PE, RJ, RN, RS, RO, SC, SP, SE, TO
Chernossolos	BA, CE, GO, MT, MS, PE, PI, RN, RS, TO
Espodossolos	AC, AL, AM, BA, MS, PB, PR, PE, RJ, RO, RR, SC, SP, SE
Gleissolos	AC, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, PA, PB, PR, PE, PI, RJ, RN, RS, RO, RR, SC, SP, TO
Latosolos	AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PB, PR, PE, PI, RJ, RN, RS, RO, RR, SC, SP, TO
Luvissolos	AC, AL, AM, BA, CE, MA, MG, MT, MS, PB, PE, PI, RN, RS, RO, SE, TO
Neossolos	AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, PA, PB, PR, PE, PI, RJ, RN, RS, RO, RR, SC, SE, SP, TO
Nitossolos	AP, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PE, PR, RS, RO, RR, SC, SP, TO
Organossolos	MS, PR, SC, SP
Planossolos	AL, BA, CE, MT, MS, PB, PE, RJ, RN, RS, RR, SE
Plintossolos	AC, AP, AM, DF, GO, MA, MT, MS, PA, PE, PI, RS, RO, RR, TO
Vertissolos	BA, CE, MA, MT, MS, PB, PE, PI, RS

Fonte: Adaptado, Embrapa (2006).

Para exemplificar a atualização da classificação hidrológica do NRCS (2007) foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bibliotecas de Universidades do Brasil, na base de dados Scielo e no portal da Embrapa Solos. Com base na pesquisa foram selecionados noventa e três perfis de solos, pertencentes a diferentes classes de solos brasileiros, com dados de condutividade hidráulica saturada em todo o perfil. Os perfis escolhidos estão agrupados em sete das treze classes determinadas pela Embrapa, como segue: Argissolos (Perfis 1 ao 8, do 20 ao 22, 28, do 36 ao 41, 43, 57, do 68 ao 71, do 74 ao 77), Cambissolos (Perfis 58, 59, 60, 72, 58, 59, 60, 72), Latossolos (Perfis 9 ao 14, do 23 ao 27, do 29 ao 35, 42, do 44 ao 53, do 82 ao 93), Luvissolos (61, 62, 63, 78), Neossolos (Perfis 17, 18, 19, 54, 55, 56, 64, 73, 79, 80), Planossolos (Perfis 65, 66, 67, 81), Plintossolos (Perfis 15, 16).

As características mais relevantes das sete classes utilizadas no trabalho, as quais foram retiradas do SiBCS (2018), foram resumidas e descritas na Tabela 4:

Tabela 4 – Principais características das classes de solos associadas aos noventa e três perfis de solos utilizados no estudo.

Solo	Características
Argissolos	Em geral, possuem textura arenosa ou média na superfície, condutividade hidráulica baixa no topo do horizonte Bt, promovendo hidromorfia temporária, alta erodibilidade e alto escoamento superficial.

Cambissolos	Solos minerais, não hidromórficos. Em geral possuem erodibilidade alta e grande potencial de escoamento superficial
Latossolos	São solos com porosidade total alta, mesmo nos mais argilosos, contribuindo boa drenagem interna. Como consequência, apresentam erodibilidade e escoamento superficial baixos.
Luvissolos	Solos minerais não hidromórficos. O horizonte A+E é arenoso, com permeabilidade alta. Possui permeabilidade baixa do horizonte B o que contribui para o escoamento superficial e os índices altos de erodibilidade.
Neossolos	Os Quartzarênicos são solos de textura areno-quartzosa nos dois horizontes, profundos e com alta permeabilidade, expansividade nula e baixa compressibilidade. O lençol freático encontra-se abaixo do horizonte C. Os Litólicos são solos rasos. Possui grande potencial para o escoamento superficial. Os Flúvicos são solos não hidromórficos. Predominam em média os solos profundos, tendo como limitação a presença do lençol freático.
Planossolos	Normalmente, possuem argila de alta atividade e Ta e relação textural abrupta, ocasionando em grande expansibilidade. Apresentam textura argilosa a muito argilosa. O horizonte B têm porosidade total em geral baixa, pequena permeabilidade e densidade do solo relativamente elevada, o que resulta em valores elevados de escoamento superficial.
Plintossolos	Formados por material mineral, não hidromórficos. Podem mostrar profundidade efetiva pequena, uma vez que é rotineira a presença de horizonte F a menos de 80 cm de profundidade. Podem ser encontrados em relevos ondulados e planos (relevos de várzea), a expectativa é que tenham potencial de escoamento superficial de moderado a elevado.

Fonte: Adaptado de SiBCS, 2018.

São apresentadas na Tabela 5 as classes de solos encontrados na revisão bibliográfica. Para cada classe de solo, foram obtidos através de revisão bibliográfica os dados de: horizontes (coluna 2), profundidades de cada horizonte (coluna 3), suas respectivas texturas (coluna 4) e os valores de condutividade hidráulica (coluna 5). A coluna 6 corresponde à aplicação dos critérios da atualização do NRCS (ver Tabelas 1 e 2) e ao respectivo grupo hidrológico de solo (GHS) (A, B, C e D). Na coluna 1 estão numerados os perfis e na coluna 7 estão suas localidades.

Tabela 5 – Dados físicos de solos brasileiros usados para a aplicação da atualização da classificação hidrológica de solos do NRCS (2007).

N	Horiz.	Prof.	Textura (USDA)	Ks	GHS (NRCS, 2007)	UF
---	--------	-------	----------------	----	---------------------	----

	cm	(SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993)	mm h ⁻¹		
1 Argissolo Vermelho distrófico					
A	0-5	Franco-arenoso	1050	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm profundidade; Ks= 28,6 µm/s	AC
AB	5-18	Franco-arenoso	786		
BA	18-60	Franco-argilo-arenoso	186		
Bt1	60-140	Franco-argilo-arenoso	156		
Bt2	140-170	Franco-argilo-arenoso	168		
Bt3	170-200	Franco-argilo-arenoso	102		
2 Argissolo Vermelho distrófico					
A	0-15	Franco-arenoso	1602	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 25 µm/s	AC
E	15-45	Franco-arenoso	786		
Bt1	45-80	Franco-argilo-arenoso	198		
Bt2	80-140	Argila	90		
Bt3	140-200	Argila	90		
3 Argissolo Vermelho distrófico					
A	0-3	Franco-arenoso	576	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 23,3 µm/s	AC
AB	3-10	Franco-arenoso	1632		
Bt1	10-50	Franco-arenoso	138		
Bt2	50-120	Argila	96		
Bt3	120-200	Argila	84		
4 Argissolo Vermelho distrófico					
A	0-3	Franco-arenoso	654	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 21,7 µm/s	AC
AB	3-15	Franco-arenoso	720		
BA	15-60	Argilo-arenosa	138		
Bt1	60-120	Argila	102		
Bt2	120-160	Argila	96		
Bt3	160-190	Argila	78		
5 Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico					
A	0-12	Franco-arenoso	816	GHS B Camada impermeável entre 50 a 100 cm; Ks= 26,7 µm/s	AC
AB	12-27	Franco-argilo-arenoso	258		
Bt1	27-51	Franco-argiloso	138		
Bt2	51-77	Argila	96		
Btf	77-106	Franco-argiloso	120		
BCf	106-146	Franco-argiloso	126		
6 Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico					
A	0-13	Franco-arenoso	1206	GHS A Camada impermeável inferior a 100 cm ; Ks= 33,3 µm/s	AC
AB	13-22	Franco-arenoso	936		
BA	22-45	Franco-arenoso	582		
Bt1	45-70	Franco-argilo-arenoso	168		
Bt2	70-107	Franco-argiloso	138		
Btf1	107-136	Franco-argiloso	120		
7 Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico					
A	0-3	Franco	528	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 30,0 µm/s	AC
AB	3-10	Franco	432		
BA	10-30	Franco-argiloso	276		
Bt1	30-60	Argila	126		
Bt2	60-130	Argila	120		
Btf	130-160	Argila	108		
8 Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico					
A	0-3	Franco-arenoso	558	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 23,3 µm/s	AC
AB	3-10	Franco-argilo-arenoso	390		
BA	10-60	Argilo-arenosa	126		

Bt1	60-140	Argila	102		
Bt2	140-190	Argila	84		
9 Latossolo Vermelho distrófico					
A	0-11	Argila	90	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 21,7 µm/s	AC
AB	11-27	Argila	78		
BA	27-60	Argila	78		
Bw1	60-99	Argila	78		
Bw2	99-162	Argila	84		
Bw3	162-255	Argila	84		
10 Latossolo Vermelho distrófico					
A	0-10	Franco-argilo-arenoso	162	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 21,7 µm/s	AC
AB	10-28	Argila	84		
BA	28-59	Argila	78		
Bw1	59-91	Argila	84		
Bw2	91-141	Argila	84		
Bw3	141-190	Argila	84		
11 Latossolo Vermelho distrófico					
A	0-10	Franco-argilo-arenoso	252	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 25,0 µm/s	AC
AB	10-30	Argilo-arenosa	120		
BA	30-80	Argila	96		
Bw1	80-130	Argila	90		
Bw2	130-180	Argila	90		
Bw3	180-200	Argila	102		
12 Latossolo Vermelho distrófico					
A	0-14	Franco-argilo-arenoso	234	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 21,7 µm/s	AC
AB	14-32	Argilo-arenosa	114		
BA	32-50	Argila	90		
Bw1	50-88	Argila	84		
Bw2	88-133	Argila	84		
Bw3	133-200	Argila	78		
13 Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico					
A	0-9	Franco-argilo-arenoso	192	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 23,3 µm/s	AC
AB	9-25	Argilo-arenosa	102		
BA	25-60	Argila	90		
Bw1	60-113	Argila	84		
Bw2	113-160	Argila	84		
Bw3	160-250	Argila	90		
14 Latossolo Vermelho-Amarelo epidistrófico					
A	0-5	Franco-argiloso	162	GHS B Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 28,3 µm/s	AC
A2	5-20	Argila	132		
BA	20-70	Argila	102		
Bw1	70-140	Argila	126		
Bw2	140-170	Argila	126		
15 Plintossolo Háptico Alítico					
A	0-10	Franco siltoso	384	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 40,0 µm/s	AC
AB	10-25	Franco-argilo-siltosa	234		
BA	25-49	Argila	144		
Btf1	49-78	Argila	144		
Btf2	78-120	Argila	138		
Btf3	120-190	Argila	144		
16 Plintossolo Háptico distrófico					
A	0-10	Franco-arenoso	1584	GHS A	AC
AB	10-26	Franco	1248		

BA	26-50	Franco	630	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 40,0 µm/s	
Btf1	50-80	Franco	588		
Btf2	80-180	Franco	144		
17	Neossolo Flúvico Ta eutrófico				GHS C
A	0-10	Franco-arenoso	7,3	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 1,69 µm/s	AC
3C ₃	40-70	Franco-arenoso	6,1		
18	Neossolo Flúvico Ta eutrófico				GHS C
A	0-10	Franco	17	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 1,56 µm/s	AC
2C ₂	35-90	Franco siltoso	5,6		
19	Neossolo Flúvico Ta eutrófico				GHS C
A	0-8	Franco-arenoso	17,1	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 2,11 µm/s	AC
C	8-65	Franco-arenoso	7,6		
20	Argissolo Amarelo abrupto fragipânico, A moderado, textura média/argilosa				GHS A
A	0-16	Areia franca	558	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 60,8 µm/s	AL
AB	16-34	Franco-arenoso	224		
Bt	34-75	Argilo-arenosa	219		
21	Argissolo Amarelo abrupto fragipânico, A moderado, textura média/argilosa				GHS B
A	0-18	Areia franca	239	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 32,2 µm/s	AL
AB	18-35	Franco-arenoso	197		
Bt	35-73	Argilo-arenosa	116		
22	Argissolo Amarelo abrupto fragipânico, A moderado, textura média/argilosa				GHS B
A	0-18	Franco-arenoso	170	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 16,7 µm/s	AL
AB	18-30	Franco-arenoso	116		
Bt1	30-59	Argilo-arenosa	60		
23	Latossolo Amarelo coeso, A moderado, textura argilosa				GHS B
A	0-15	Franco-argilo-arenoso	878	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 17,5 µm/s	AL
AB	15-35	Franco-argilo-arenoso	471		
BA	35-80	Argilo-arenosa	63		
24	Latossolo Amarelo coeso, A moderado, textura argilosa				GHS B
A	0-17	Franco-argilo-arenoso	372	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 11,1 µm/s	AL
AB	17-35	Franco-argilo-arenoso	142		
BA	35-70	Argilo-arenosa	40		
25	Latossolo Amarelo coeso, A moderado, textura argilosa				GHS B
A	0-20	Franco-argilo-arenoso	596	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 15,0 µm/s	AL
AB	20-40	Argilo-arenosa	165		
BA	40-80	Argila	54		
26	Latossolo Amarelo coeso, A moderado, textura argilosa				GHS C
A	0-17	Franco-argilo-arenoso	585	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 7,22 µm/s	AL
AB	17-35	Argilo-arenosa	263		
BA	35-70	Argila	26		
27	Latossolo Amarelo Distrófico				GHS A
AB	0-12	Argila	244,5	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 66,1 µm/s	AM
BA	12-45	Muito argilosa	316,4		
Bw1	45-75	Muito argilosa	920		
Bw2	75-100	Muito argilosa	237,8		
28	Argissolo Amarelo distrocoeso latossólico				GHS D
Ap	0-20	Areia	84	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 23,3 µm/s	AP
Bt2	40-60	Franco arenoso	96		

29 Latossolo Amarelo distrocoeso argissólico				GHS D	
Ap	0-20	Franco-argilo-arenoso	12	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	AP
Bw2	40-60	Franco-argilo-arenoso	108	Ks= 3,3 µm/s	
30 Latossolo Amarelo distrocoeso "pálido"				GHS D	
A1	0-15	Muito argilosa	48	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	AP
BA	37-63	Muito argilosa	72	Ks= 13,3 µm/s	
31 Latossolo Amarelo distrocoeso típico				GHS C	
Ap	0-20	Argilo-arenosa	66	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade;	AP
Bw2	40-60	Argila	12	Ks= 3,3 µm/s	
32 Latossolo Amarelo distrófico psamítico				GHS D	
Ap	0-20	Areia franca	96	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	AP
Bw2	40-60	Franco arenoso	204	Ks= 26,7 µm/s	
33 Latossolo Amarelo distrocoeso típico				GHS D	
Ap	0-13	Muito argilosa	3	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	AP
Bw2	42-71	Muito argilosa	144	Ks= 0,83 µm/s	
34 Latossolo Amarelo distrocoeso típico				GHS D	
Ap	0-12	Argila	84	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	AP
Bw2	41-85	Muito argilosa	126	Ks= 23,3 µm/s	
35 Latossolo Amarelo distrocoeso típico				GHS D	
Ap	0-20	Muito argilosa	24	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	AP
Bw2	49-88	Muito argilosa	36	Ks= 6,67 µm/s	
36 Argissolo Amarelo coeso, textura média				GHS D	
-	0-20	Franco argiloso arenosa	407,2	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,11 µm/s	ES
-	20-40	Argilo arenosa	144,9		
-	40-60	Argilo arenosa	4,5		
-	60-80	Argilo arenosa	0,4		
37 Argissolo Amarelo coeso, textura média				GHS D	
-	0-20	Franco argiloso arenosa	124,5	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,08 µm/s	ES
-	20-40	Argilo arenosa	2,8		
-	40-60	Argilo arenosa	0,7		
-	60-80	Argilo arenosa	0,3		
38 Argissolo Amarelo coeso, textura média				GHS D	
-	0-20	Franco argiloso arenosa	373,2	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,14 µm/s	ES
-	20-40	Franco argiloso arenosa	149,8		
-	40-60	Argilo arenosa	4,9		
-	60-80	Argilo arenosa	0,5		
39 Argissolo Amarelo coeso, textura média				GHS D	
-	0-20	Franco argiloso arenosa	163,3	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,08 µm/s	ES
-	20-40	Argilo arenosa	3,3		
-	40-60	Argilo arenosa	0,9		
-	60-80	Argilo arenosa	0,3		
40 Argissolo Amarelo coeso, textura média				GHS D	
-	0-20	Franco argiloso arenosa	395,2	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,17 µm/s	ES
-	20-40	Argilo arenosa	161		
-	40-60	Argilo arenosa	5,6		
-	60-80	Argilo arenosa	0,6		
41 Argissolo Amarelo coeso, textura média				GHS D	
-	0-20	Franco argiloso arenosa	153,6	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,08 µm/s	ES
-	20-40	Franco argiloso arenosa	4,6		
-	40-60	Argilo arenosa	0,9		

-	60-80	Argilo arenosa	0,3		
42 Latossolo					
Ap	0-20	Argila	234	GHS A	ES
Bw1	20-60	Muito argilosa	252	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks=	
Bw2	60-180	Argila	120	66,7 µm/s	
C	180-280	Argila	24		
43 Argissolo Vermelho distroférico					
A1	0-10	Argilo-siltosa	76	GHS C	PA
AB	10-23	Muito argilosa	73	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 2,2	
BA	23-58	Muito argilosa	16	µm/s	
Bt1	58-100	Muito argilosa	28		
Bt2	100-148	Muito argilosa	30		
Bt3	148-180	Muito argilosa	8		
44 Latossolo Amarelo, textura muito argilosa					
A1 /				GHS D	PA
AB	0-13	Muito argilosa	14	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,6	
BA	13-27	Muito argilosa	14	µm/s	
Bw1	27-54	Muito argilosa	2		
45 Latossolo Amarelo, textura média					
A1	0-9	Franco arenoso	39	GHS D	PA
A2	9-19	Franco arenoso	11	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 0,3	
AB	19-33	Franco arenoso	5	µm/s	
BA	33-61	Franco argiloso arenosa	1		
Bw1	61-113	Franco argiloso arenosa	5		
Bw2	113-167	Franco argiloso arenosa	18		
Bw3	167-220	Franco argiloso arenosa	18		
46 Latossolo Amarelo					
-	0-30	Franco arenoso	203	GHS A	PA
-	30-60	Franco-argilo-arenoso	154	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 42,8 µm/s	
47 Latossolo Coeso					
-	0-30	Franco arenoso	28	GHS D	PA
-	30-60	Franco-argilo-arenoso	33	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 7,8 µm/s	
48 Latossolo Vermelho distroférico					
A1	0-11	Muito argilosa	250	GHS A	PA
AB	11-24	Muito argilosa	84	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks=	
BA	24-49	Muito argilosa	110	13,9 µm/s	
Bw1	49-65	Muito argilosa	95		
Bw2	65-132	Muito argilosa	51		
Bw3	132-190	Muito argilosa	50		
49 Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa					
A	0-20	Muito argilosa	80	GHS A	PA
AB	20-39	Muito argilosa	130	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks=	
BA	39-73	Muito argilosa	200	12,5 µm/s	
Bw1	73-130	Muito argilosa	45		
50 Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa					
A	0-11	Argila	250	GHS A	PA
AB	11-31	Argila	250	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks=	
BA	31-53	Muito argilosa	200	26,4 µm/s	
Bw1	53-85	Muito argilosa	144		
Bw2	85-146	Muito argilosa	95		
51 Latossolo Vermelho-Amarelo distroférico, textura argilosa					
A	0-10	Argila	250	GHS D	PA

AB	10-24	Argila	77	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 21,4 µm/s	
BA	24-38	Argila	250		
Bw1	38-73	Argila	221		
52 Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa					
A1 /				GHS D	PA
AB	0-16	Franco argiloso arenosa	90	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 0,6 µm/s	
BA	16-35	Argilo arenosa	2		
Bw4	137-167	Muito argilosa	2		
53 Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa					
AB	0-18	Argila	250	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 28,9 µm/s	PA
BA	18-38	Muito argilosa	104		
54 Neossolo Quartzarênico órtico					
A1	0-15	Areia	250	GHS A Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; 69,4 µm/s	PA
A2	15-45	Areia	250		
A3	45-66	Areia	250		
C1	66-95	Areia	250		
C2	95-134	Areia	250		
55 Neossolo Quartzarênico órtico					
A1	0-20	Areia	155	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 43,1 µm/s	PA
C1	20-44	Areia	250		
C2	44-71	Areia franca	208		
C3	71-114	Areia franca	182		
C4	114-190	Areia franca	184		
56 Neossolo Quartzarênico					
-	0-30	Areia	584	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 162,2 µm/s	PA
-	30-60	Areia	772		
57 Podzólico Amarelo, textura média/argilosa					
A1	0-10	Franco arenoso	140	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 11,1 µm/s	PA
BA	28-55	Argilo-arenosa	40		
Bt1	55-94	Argilo-arenosa	120		
Bt2	94-148	Argilo-arenosa	310		
Bt3	148-220	Argilo-arenosa	150		
58 Cambissolo Háptico sódico					
A	0-11	Argila	110	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 30,6 µm/s	PE
Bi	11-43	Muito argilosa	153		
59 Cambissolo Háptico tb distrófico					
A	0-15	Argila	22	GHS C Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 1,69 µm/s	PE
BA	15-40	Franco-argiloso	9,2		
Bin1	40-90	Franco-argiloso	6,1		
Bin2	90-130	Franco-argiloso	8		
60 Cambissolo Háptico eutroférico					
Ap	0-21	Muito argilosa	16,8	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 1,86 µm/s	PE
BA	21-46	Muito argilosa	6,7		
Bi	46-82	Muito argilosa	9,7		
B/C	82-130	Franco-argiloso	8,6		
Cn1	130-200	Franco-argiloso	7		
61 Luvisso					
-	0-10	Franco-argilo-arenoso	40,8	GHS D Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 9,6 µm/s	PE
-	10-20	Argilo-arenosa	34,5		
62 Luvisso					
-	0-10	Franco arenoso	45,2	GHS D	PE

-	10-20	Franco-argilo-arenoso	71,1	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 12,6 $\mu\text{m/s}$	
63	Luvissolo			GHS D	
-	0-10	Franco arenoso	11,1	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 3,1 $\mu\text{m/s}$	PE
-	10-20	Franco-argilo-arenoso	34,2		
64	Neossolo Regolítico			GHS D	
Ak	0-20	Areia franca	396	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 110 $\mu\text{m/s}$	PE
Ckn1	20-50	Areia	705		
Ckn2	50-150	Areia	401		
65	Planossolo			GHS D	
-	0-10	Franco-argilo-arenoso	146,4	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 40,7 $\mu\text{m/s}$	PE
-	10-20	Franco-argilo-arenoso	150,4		
66	Planossolo			GHS D	
-	0-10	Franco arenoso	10,9	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 3,0 $\mu\text{m/s}$	PE
-	10-20	Franco arenoso	29,4		
67	Planossolo			GHS D	
-	0-10	Franco arenoso	18	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 4,8 $\mu\text{m/s}$	PE
-	10-20	Franco-argilo-arenoso	17,3		
68	Argissolo Amarelo Distrófico fragipânico latossólico				RJ
Ap	0-10	Argilo-arenosa	5,4		
A31	10-20	Argilo-arenosa	20,5		
A32	20-35	Argilo-arenosa	99,6	GHS D	
Bt1	35-80	Argila	96,7	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 1,5 $\mu\text{m/s}$	
Bt2	80-120	Argila	222,9		
Bw	120-150	Argila	250,2		
69	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico			GHS D	
Ap	0-18	Argilo-arenosa	300	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 27,4 $\mu\text{m/s}$	RJ
BA	18-29	Argila	225,1		
Bt1	29-51	Argila	98,6		
70	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico			GHS D	
Ap	0-18	Argila	165,4	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 3,4 $\mu\text{m/s}$	RJ
BA	18-29	Argila	83,3		
Bt1	29-51	Argila	12,2		
71	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico			GHS D	
Ap	0-18	Argila	229,5	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 6,8 $\mu\text{m/s}$	RJ
BA	18-29	Argila	192,7		
Bt1	29-51	Argila	24,6		
72	Cambissolo Háptico Tb Distrófico gleico				RJ
Ap	0-10	Argilo-siltosa	471,1		
A/Bi	10-22	Argilo-siltosa	450,5	GHS A	
B1l	22-70	Argila	396,3	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks= 37,3 $\mu\text{m/s}$	
B2ig	70-114	Argilo-siltosa	353,1		
B3ig	114-125	Muito argilosa	508,7		
IICx	125-150	Franco-argilo-arenoso	134,2		
73	Neossolo Quartarênico Órtico gleico				RJ
Ap	0-16	Areia franca	188,1		
A31	16-30	Areia franca	217,9	GHS D	
A32	30-50	Areia	386,9	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 52,2 $\mu\text{m/s}$	
AC	50-66	Areia	346,8		
C1	66-84	Areia	239,7		
C2	84-104	Areia	374,1		

C3	104-150	Areia	376,1		
74	Argissolo Vermelho				
-	0-3	Franco arenoso	866	GHS D	RS
-	3-8	Franco argiloso arenosa	297	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	
-	8-13	Franco argiloso arenosa	161	Ks= 44,7 µm/s	
-	13-18	Franco argiloso arenosa	273		
75	Argissolo Vermelho				
-	0-3	Franco argiloso arenosa	109	GHS D	RS
-	3-8	Franco arenoso	325	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	
-	8-13	Franco argiloso arenosa	27	Ks= 7,5 µm/s	
-	13-18	Franco argiloso arenosa	595		
76	Argissolo Vermelho				
-	0-3	Franco arenoso	330	GHS D	RS
-	3-8	Franco argiloso arenosa	8	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	
-	8-13	Franco argiloso arenosa	2	Ks= 0,6 µm/s	
-	13-18	Franco argiloso arenosa	28		
77	Argissolo Vermelho				
-	0-3	Franco arenoso	512	GHS D	RS
-	3-8	Franco argiloso arenosa	29	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	
-	8-13	Franco argiloso arenosa	15	Ks= 4,2 µm/s	
-	13-18	Franco argiloso arenosa	43		
78	LuvissoLo Crômico órtico sálico				
Apn	0-7	Franco-argiloso	3,6	GHS D	SE
Btn	7-40	Argila	3,6	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade;	
BCnz	40-69	Argila	0,7	Ks= 0,2 µm/s	
Cnz	69-95	Franco siltoso	0,7		
79	Neossolo Regolítico eutrófico				
Ap	0-11	Areia franca	1836	GHS B	SE
C1	11-32	Areia franca	1836	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade;	
C2	32-80	Areia franca	108	Ks= 30,0 µm/s	
Cn	80-135	Franco arenoso	108		
Cxn	135-160	Franco arenoso	108		
80	Neossolo Regolítico eutrófico				
Apn	0-13	Areia franca	3,4	GHS D	SE
Cn1	13-42	Areia franca	3,4	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	
Cn2	42-57	Areia franca	3,4	Ks= 0,9 µm/s	
81	Planossolo Nátrico órtico				
Ap	0-10	Franco arenoso	96	GHS D	SE
E	10-27	Franco-argilo-arenoso	96	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 26,7 µm/s	
Latossolo Roxo ácrico, A moderado, textura					
82	argilosa				
A1	0-25	Argila	1297	GHS A	SP
AB	25-45	Argila	1249	Camada impermeável superior a 100 cm de profundidade; Ks=	
Bw1	45-77	Argila	963	224 µm/s	
Bw2	77-165	Argila	807		
Latossolo Roxo ácrico, A moderado, textura					
83	argilosa				
Ap	5-20	Muito argilosa	297	GHS D	SP
AB	20-50	Muito argilosa	894	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade;	
Bw1	50-70	Muito argilosa	660	Ks= 82,5 µm/s	
Bw2	70-110	Muito argilosa	912		
Latossolo Roxo ácrico, A moderado, textura					
84	argilosa			GHS D	

Ap	0-24	Franco-argiloso	133	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 36,9 µm/s	SP
AB	24-60	Argila	474		
Bw1	60-95	Argila	586		
Bw2	95-200	Argila	854		
85 Latossolo Roxo eutrófico, A moderado, textura argilosa					
A1	0-20	Franco-argiloso	1333	GHS D	SP
AB	20-40	Franco-argiloso	829	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 230 µm/s	
Bw1	40-70	Argila	999		
Bw2	70-130	Argila	870		
86 Latossolo Roxo eutrófico, A moderado, textura argilosa					
Ap	0-18	Franco-argiloso	143	GHS D	SP
AB	18-45	Argila	165	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 39,7 µm/s	
Bw1	45-70	Argila	258		
Bw2	70-180	Argila	395		
87 Latossolo Roxo eutrófico, A moderado, textura argilosa					
Ap	0-10	Argila	80	GHS D	SP
AB	10-45	Argila	232	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 22,2 µm/s	
Bw1	45-85	Argila	465		
Bw2	85-125	Argila	491		
88 Latossolo Roxo ácrico					
-	0-20	Muito argilosa	963,9	GHS A	SP
-	20-30	Muito argilosa	877,9	Camada impermeável entre 50 e 100 cm de profundidade; Ks= 186 µm/s	
-	30-40	Muito argilosa	722,2		
-	40-50	Muito argilosa	697,5		
-	50-60	Muito argilosa	670,2		
89 Latossolo Roxo ácrico					
-	0-20	Argila	275,5	GHS D	SP
-	20-30	Muito argilosa	378,8	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 76,5 µm/s	
-	30-40	Muito argilosa	407,3		
-	40-50	Muito argilosa	393,1		
-	50-60	Muito argilosa	549,6		
90 Latossolo Roxo ácrico					
-	0-20	Argila	100,7	GHS D	SP
-	20-30	Muito argilosa	118,2	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 27,9 µm/s	
-	30-40	Muito argilosa	185,7		
-	40-50	Muito argilosa	335,3		
-	50-60	Muito argilosa	329,3		
91 Latossolo Roxo ácrico					
-	0-20	Muito argilosa	145,9	GHS D	SP
-	20-30	Muito argilosa	479,6	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 40,5 µm/s	
-	30-40	Muito argilosa	156,2		
-	40-50	Muito argilosa	384,4		
-	50-60	Muito argilosa	284,2		
92 Latossolo Roxo ácrico					
-	0-20	Argila	21,1	GHS D	SP
-	20-30	Muito argilosa	59,2	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 5,9 µm/s	
-	30-40	Muito argilosa	259,3		
-	40-50	Muito argilosa	200,4		
-	50-60	Muito argilosa	497,9		
93 Latossolo Roxo ácrico					
-	0-20	Argila	11,2	GHS D	SP
-	20-30	Muito argilosa	9,6	Camada impermeável inferior a 50 cm de profundidade; Ks= 2,7 µm/s	
-	30-40	Muito argilosa	30		

-	40-50	Muito argilosa	112,8
-	50-60	Muito argilosa	135,2

Fonte: Perfis 1 ao 16 (GOMES, 2009); Perfis 17 ao 19 (PORTUGAL, 2009); Perfis 20 ao 22 (MAIA e RIBEIRO, 2004); Perfis 23 ao 26 (SILVA e RIBEIRO, 1997); Perfil 27 (MARQUES et al., 2004); Perfis 28 ao 35 (SENA, 2016); Perfis 36 ao 41 (SOUZA et al., 2013); Perfil 42 (BARRETO, 2016); Perfis 43 e 48 (OLIVEIRA JR., 1998); Perfis 44, 45, 52, 53 e 57 (OLIVEIRA JR., 1997); Perfis 46, 47 e 56 (CORREIA et al., 2008); Perfis 49 ao 51, 54 e 55 (OLIVEIRA JR., 1999); Perfis 58 ao 60 e 64 (MARQUES, 2004); Perfis 61 ao 63 e 65 ao 67 (NETO, 2016); Perfis 68, 72 e 73 (BERNARDES, 2005); Perfis 69 ao 71 (BHERING, 2007); Perfis 74 ao 77 (SILVA et al., 2004); Perfis 78 ao 81 (FERNANDES et al., 2010); Perfis 82 ao 87 (TOGNON, 1991); Perfis 88 ao 93 (KLEIN, 1998).

Seguindo a classificação do SCS (1972), os solos de textura argilosa ou muito argilosa são classificados no grupo hidrológico D, pois representam solos expansivos, moderadamente finos ou finos, com baixa permeabilidade, o que dificulta a infiltração de água em suas camadas. Já a atualização do NRCS (2007) possibilita a classificação desses solos no grupo hidrológico A, quando a profundidade da camada impermeável está entre 50 e 100 cm e a condutividade hidráulica superior a 40 $\mu\text{m/s}$ (Perfis 27 e 88) ou quando a profundidade da camada impermeável é superior a 100 cm e o valor da condutividade hidráulica maior que 10 $\mu\text{m/s}$ (Perfis 42, 48, 49, 50, 72 e 82).

O mesmo ocorre na classificação dos solos de textura arenosa, que, segundo o SCS (1972), são solos com alta capacidade de absorção de água, e por isso enquadrados no grupo hidrológico A. Com a atualização do NRCS (2007), alguns solos são classificados no grupo hidrológico D, pois possuem camada impermeável inferior a 50 cm (Perfis 32, 47, 55, 56, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 73, 80 e 81).

Outro exemplo da mudança de classificação devido a permeabilidade do solo são os perfis 23, 24, 25 e 26 que possuem textura argilosa e são melhor classificados do que os perfis 44 e 45, todos pertencentes à classe dos Latossolos. Isso é possível devido à profundidade da camada impermeável e os valores de condutividade hidráulica dessas camadas, comprovando que a classe de solos não pode ser usada, por si só, como critério de classificação.

As melhorias nos critérios de classificação atualizados comparados às versões anteriores (SCS, 1972; Brekensiek e Rawls, 1983) permitem identificar o grupo hidrológico através da profundidade da camada menos permeável do perfil do solo, ou seja, o grupo hidrológico não tem valores de condutividade hidráulica limitados.

Além disso, pode-se identificar as porcentagens de argila e areia para cada grupo. Se um solo com textura mais fina possuir características melhores de drenagem interna quando comparado com outro solo de mesma textura ou de textura mais grossa, esses aprimoramentos possibilitam classificá-lo em um grupo com menor potencial de escoamento.

Considerações Finais

Neste trabalho fez-se um breve histórico sobre o desenvolvimento da classificação hidrológica de solos do Método CN e uma revisão bibliográfica, reunindo dados de solos que pudessem ser aplicados os critérios de classificação atual do NRCS, a fim de exemplificar seu uso com dados locais.

Embora o presente artigo não classifique os solos de todas as Unidades Federativas do país, foram obtidas 7 das 13 classes de solos estabelecidas pela Embrapa com um número significativo de perfis referentes às classes com maior ocorrência no país (Argissolos, Latossolos e Neossolos), contribuindo para uma variabilidade e distribuição das diferentes texturas analisadas nas classificações. Diante disso, e através da revisão bibliográfica realizada, observa-se que é possível o uso do mesmo grupo hidrológico quando o solo a ser classificado possuir características de profundidade da camada impermeável e valor de condutividade hidráulica semelhantes, independentemente da sua classe. Apesar dos novos critérios propostos serem mais objetivos e consistentes, uma desvantagem da atualização é o uso da condutividade hidráulica na classificação, uma vez que, esses dados são escassos no país.

Para finalidades de aplicações práticas se faz necessário uma padronização dos critérios de classificação, pois a condutividade hidráulica possui elevada variabilidade, além do uso de diferentes métodos para sua medição. Portanto, as melhorias estabelecidas pelo NRCS só serão viabilizadas nacionalmente quando as informações essenciais estiverem disponíveis nas classificações dos solos e levantamentos pedológicos, ou através de propostas de adaptações na classificação hidrológica.

Para amenizar problemas na aplicação, este artigo reúne dados de diversas classes de solos brasileiros, obtidos através de revisão bibliográfica, e aplica a atualização de classificação do NRCS, gerando uma base de dados consolidada que permitirá a consulta e o emprego do método em todo território nacional. Por fim, sugere-se, para trabalhos futuros, a inclusão de mais solos, construindo uma base de dados completa.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, N. R. Modelo de Mecanismo de Ruptura da Vertente Pelas Descontinuidades Hidráulicas em Latossolo no Sítio Urbano de Santa Teresa/ES. Orientador: Dr. Antonio Celso de Oliveira Goulart. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - ES, 2016.
- BERNARDES, R. S. Condutividade hidráulica de três solos da região norte fluminense. Dissertação em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 80p, 2005.
- BERTOLANI, F. C.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial da taxa de infiltração de água e espessura do horizonte A, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n. 25, p. 987-995, 2001.
- BHERING, S. B. 2007. Influência do manejo do solo e da dinâmica da água no sistema de produção do tomate de mesa: Subsídios a sustentabilidade agrícola do Noroeste Fluminense. Ph.D. dissertação. Univ. Fed. Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- CIRILO, J. A. et al. Desenvolvimento e aplicação de modelo chuva-vazão para regiões semiáridas. **RBRH**, v. 25, 2020.
- CORREIA, G. G. et al. Caracterização da capacidade de retenção e disponibilidade de água em solos de tabuleiro costeiro paraibanos. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 156-162, 2008.
- EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5.^a Ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 356p.
- FERNANDES, L. A. C.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; FERREIRA, R. F. A. L. Caracterização e classificação de solos de uma litotoposequência do Projeto Xingó-SE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.2, p.192-201, 2010. GENOVEZ, A. M. O Hidrograma Unitário. Campinas, 1982. 25p. Notas de Aula. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP).
- GOMES, M. A. 2009. Avaliação ambiental na implementação do Empreendimento Sucroalcooleiro na Região de Capixaba, Acre. Doctoral thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 133p.

- KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo Roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo. Piracicaba, SP, 1998. 130p. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - ESALQ, Universidade de São Paulo, 1998.
- KOITER, Alexander J. et al. The role of soil surface properties on the particle size and carbon selectivity of interrill erosion in agricultural landscapes. *Catena*, v. 153, p. 194- 206, 2017.
- KUTNER, A. S.; CONTE, A. E.; NITTA, T. *Análise Geológica e Caracterização dos Solos para avaliação do coeficiente de escoamento superficial na bacia do Alto Tietê*. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracajú - SE, 25 - 29/11/2001, ABRH. CD ROM.
- LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZI JÚNIOR, R.; GALETI, P. A.; BERTOLINI, D.; LEPCH, I. F.; OLIVEIRA, J.B. “*Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços*”. In: Simpósio sobre terraceamento agrícola, 1989, Campinas-SP. Fundação Cargill, 1989. p.99-124.
- MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, M. R. Propriedades de um Argissolo Amarelo fragipânico de Alagoas sob cultivo contínuo da cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.79-87, 2004.
- MARQUES, F. A. Caracterização de solos da ilha de Fernando de Noronha. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004. 101p. (Dissertação de Mestrado).
- MARQUES, J. D.; LIBARDI, P.L.; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M. 2004. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica. *Acta Amazônica*, 34(2):145-154.
- McCUEN, R. H. *Hydrologic Analysis and Design*. New Jersey: Prentice Hall, 1989. 867p.
- MOCKUS, V. *Hydrologic Soil Groups*. In: USDA-SCS. *National Engineering Handbook: Section 4, Chapter 7, Hydrology*. 1972.
- MUSGRAVE, G. W. How much of the rain enters the soil? In: USDA. **Water: The yearbook of agriculture**. 1955. p. 151-159.
- NETO, M. V. B. Qualidade do Solo Em Área Vulnerável À Desertificação No Semiárido Pernambucano. Orientador: Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo. 141 f. Tese (Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, RecifePE, 2016.
- NRCS - Natural Resources Conservation Service. “*Chapter 7: Hydrologic Soil Groups*”. In: *National Engineering Handbook: Part 630, Hydrology*. 2007. Disponível em: <<http://directives.sc.egov.usda.gov/>>. Acesso em: 25 de setembro de 2020.
- NUNES, F. M. **Determinação da vazão de projeto por abordagens estatística direta e indireta com modelo determinístico HBV**. Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental – Universidade Federal do Paraná, 2022.
- OGROSKY, H. O.; MOCKUS, V. **Hydrology of Agricultural Lands**. In: Chow, V. T. *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill, 1964. Cap. 21, p. 1-97.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C. DE; RODRIGUES, T. E.; M. A.; SILVA, J. M. L. DA; VALENTE, M. A. Caracterização Físico-Hídrica dos Principais solos da região de Marabá/Carajás, Estado do Pará. Belém: Embrapa-CPATU, 1998b. 43p. (Embrapa-CPATU, Boletim de Pesquisa, 205).

OLIVEIRA JUNIOR, R. C. DE; VALENTE, M. A.; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. DA. Caracterização Físico-Hídrica de Cinco Perfis de solos do Nordeste Paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 27p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 177).

OLIVEIRA JUNIOR, R. C. DE; VALENTE, M. A.; RODRIGUES, T. E. Caracterização Físico-Hídrica de Solos do Sudeste Paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 35p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 20).

PORTUGAL, A. F. Geoambientes de Terra Firme e Várzea da Região do Juruá, Noroeste do Acre. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição em Plantas), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

POTT, A. C. Determinação da velocidade de infiltração básica de água no solo por meio de infiltrômetros de aspersão, de pressão e de tensão, em três solos do Estado de São Paulo. Campinas, 2001. 65p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agrônomo/Pós-Graduação.

SANTOS, R. C. de V. Spatial variability of the hydraulic conductivity of saturated soil and implications for direct runoff on a watershed scale. 2020. 128p. Tese (Doctor in Water Resources) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

SARTORI, A. *Avaliação da Classificação Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos*. Campinas, 2004. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas.

SARTORI, A. **Desenvolvimento de Critérios para Classificação Hidrológica de Solos e Determinação de Valores de Referência para o Parâmetro CN**. 2010. 237p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2010.

SENA, N. C. Solos Coesos Desenvolvidos Sobre Sedimentos da Formação Barreiras no Estado do Amapá. Orientador: João Carlos Ker. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2016.

SETZER, J; PORTO, R. L. L. Tentativa de avaliação do escoamento superficial de acordo com o solo e seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de São Paulo. São Paulo, 1979. *Boletim Técnico DAEE*. v.2, n.2, p. 81-104.

SILVA, A. J. N. & RIBEIRO, M. R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. R. Bras. Ci. Solo, 21:677-684, 1997.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. *Ci. Rural*, 35:544-552, 2005.

SILVEIRA NETO, J. P. Determinação dos efeitos da escolha do modelo chuva-vazão e da discretização em sub-bacias nos resultados da vazão máxima de hidrogramas e volumes de armazenamento de bacias de retenção. 229f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, 2021.

SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS). *National Engineering Handbook: Section 4, Hydrology*. 1972.

SOUZA, J. M.; BONOMO, R.; PIRES, F. R.; BONOMO, D. Z. Curva de retenção de água e condutividade hidráulica do solo em lavoura de café conilon submetida à subsolagem. *Coffee Science*, Lavras, v. 9, n. 2, p. 226-236, abr./jun. 2014.

TECHINAL RELEASE 55 (TR-55). *Urban Hydrology of Small Watersheds*. USDA, NRCS, 1986.

TOGNON, A. A. Propriedades físico-hídricas do Latossolo Roxo da região de Guairá-SP sob diferentes sistemas de cultivo. 1991. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

USBR U.S. Bureau of Reclamation - United States Department of the interior. Design of Small Dams. Companhia Editorial S.A. México, D. F. 1977. 639p

ZHAO, C. et al. Using pedotransfer functions to estimate soil hydraulic conductivity in the Loess Plateau of China. *Catena*, v. 143, p. 1-6, 2016.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Thaís Fernandes Juste - Concepção. Coleta de dados. Análise de dados. Elaboração do manuscrito. Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

Marcelo de Miranda Reis - Concepção. Coleta de dados. Análise de dados. Participação ativa da discussão dos resultados. Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

Igor da Silva Rocha Paz - Concepção. Coleta de dados. Análise de dados. Participação ativa da discussão dos resultados. Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 22-03-2022

Aprovado em: 30-10-2024

