



Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Leonardo Tullio
(Organizador)

Leonardo Tullio
(Organizador)

Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
F723	Formação, classificação e cartografia dos solos [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-634-8 DOI 10.22533/at.ed.348192309 1. Cartografia. 2. Ciência do solo. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. CDD 625.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Conhecer os processos envolvidos, bem como sua natureza faz-se necessário para entender a formação do solo e suas características. A pedogênese é o processo de formação do solo e revela fatores inerentes ao tempo.

Nesta obra vários artigos abordam esses fatores e contribuem para o conhecimento.

O processo de formação do solo envolve o tempo bem como a atuação de agentes externo e suas características são definidas de acordo com o ambiente existente no local. Isso reflete nas características físicas e químicas do solo, importantes no desenvolvimento das plantas.

A contribuição dos processos de formação do solo é sem dúvida primordial para o desenvolvimento sustentável. Ao passo que as pesquisas avançam e correlacionam os fatores, o entendimento sobre a formação do solo e suas interações são de extrema importância para a máxima eficiência das plantas.

Novas tecnologias são utilizadas para estudar os solos, sendo a cartografia uma delas, e contribui significativamente para o planejamento e análise do solo.

A classificação do solo envolve várias metodologias e parâmetros que são muitas vezes detalhados e requerem tempo e conhecimento específico sobre o tema, assim a utilização de técnicas cartográficas avançam e ganham novos rumos nestes estudos.

Desejo a todos uma boa leitura deste material.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
FORMAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS	
Marcos Gervasio Pereira Lúcia Helena Cunha dos Anjos Carlos Roberto Pinheiro Junior Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana	
DOI 10.22533/at.ed.3481923091	
CAPÍTULO 2	21
MODELOS ESPECTRAIS DE PREDIÇÃO DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS	
Jean Michel Moura-Bueno Ricardo Simão Diniz Dalmolin Taciara Zborowski Horst-Heinen Nicolas Augusto Rosin Daniely Vaz da Silva Sangoi Luciano Campos Cancian Diego José Gris João Pedro Moro Flores	
DOI 10.22533/at.ed.3481923092	
CAPÍTULO 3	34
EFICIÊNCIA DE MÉTODOS MULTIVARIADOS NA PREDIÇÃO ESPACIAL DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO	
Taciara Zborowski Horst-Heinen Ricardo Simão Diniz Dalmolin Nicolas Augusto Rosin Daniely Vaz da Silva-Sangoi Jean Michel Moura-Bueno Luciano Campos Cancian Jordano Pereira Maffini João Pedro Moro Flores Diego José Gris	
DOI 10.22533/at.ed.3481923093	
CAPÍTULO 4	48
ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DE SOLO OCUPADO POR ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO NOROESTE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	
Willian Fernando de Borba José Luiz Silvério da Silva Pedro Daniel da Cunha Kemerich Éricklis Edson Boito de Souza Gabriel D'Avila Fernandes Bruno Acosta Flores Jacson Rodrigues França Carlos Eduardo Balestrin Flores	
DOI 10.22533/at.ed.3481923094	
CAPÍTULO 5	58
UMIDADE, DENSIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB EXTRAÇÃO DE ARGILA, USO	

CAPÍTULO 6 66

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE AGREGADOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO-RJ

Marcos Gervasio Pereira
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto
Sandra de Santana Lima
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Igor de Sousa Morais
Robert Ferreira
Wanderson Farias da Silva Junior
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Hugo de Souza Fagundes
Yan Vidal de Figueiredo Gomes Diniz

DOI 10.22533/at.ed.3481923096

CAPÍTULO 7 78

FÓSFORO LÁBIL E PH EM LATOSSOLOS REPRESENTATIVOS COM DIFERENTES USOS E MANEJO NO SEMIÁRIDO BAIANO

Fátima de Souza Gomes
Rafael Alves dos Santos
Caio Henrique Castro Martins
Eliton Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3481923097

CAPÍTULO 8 90

COBRE NO SOLO E O CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO

Alex Negrini
Rodrigo Ferreira da Silva
Clovis Orlando Da Ros
Alexandre Couto Rodrigues
Andrea da Rocha Giovenardi
Hilda Hildebrand Soriani
Daniel Boeno

DOI 10.22533/at.ed.3481923098

CAPÍTULO 9 99

TEORES DE NITROGÊNIO NO SOLO E NA ÁGUA EM PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE BRAÇO DO NORTE/SC

Eliana Aparecida Cadoná
Cledimar Rogério Lourenzi
Eduardo Lorensi de Souza
Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares
Arcângelo Loss
Paula Beatriz Sete

DOI 10.22533/at.ed.3481923099

CAPÍTULO 10 107

ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA SOJA APÓS APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO

COM E SEM REVOLVIMENTO DO SOLO

Valmor José Tomelero

Fabiana Schmidt

Fabiano Daniel de Bona

DOI 10.22533/at.ed.34819230910

SOBRE O ORGANIZADOR..... 115

ÍNDICE REMISSIVO 116

ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DE SOLO OCUPADO POR ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO NOROESTE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Willian Fernando de Borba

Universidade Federal de Santa Maria, Prof. Dr. do Departamento de Tecnologia e Engenharia Ambiental. Frederico Westphalen
Rio Grande do Sul

José Luiz Silvério da Silva

Universidade Federal de Santa Maria, Prof. Dr. do Departamento de Geociências
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Pedro Daniel da Cunha Kemerich

Universidade Federal do Pampa, Prof. Dr. do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul

Éricklis Edson Boito de Souza

Universidade Federal de Santa Maria, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Gabriel D’Avila Fernandes

Universidade Federal de Santa Maria, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Bruno Acosta Flores

Grupo Dagoberto Barcellos, MSc. Engenheiro Ambiental e Sanitarista
Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul

Jacson Rodrigues França

Faculdade Santo Ângelo, Prof. MSc. do Curso de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária

Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

Carlos Eduardo Balestrin Flores

Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos, MSc, Diretor técnico
Seberi – Rio Grande do Sul

RESUMO: O desenvolvimento de estudos que visam analisar o suporte do meio ao desenvolvimento de atividades com potencial de contaminação, é de suma importância no meio científico. Essa pesquisa tem por objetivo analisar os parâmetros geotécnicos de um LATOSSOLO VERMELHO, localizado na área de um aterro sanitário, no Estado do Rio Grande do Sul. Para isso, foram coletadas amostras de três perfis de solo sem disposição de resíduos sólidos. Os resultados indicaram que a textura do solo é muito argilosa, com a presença de argila de baixa atividade. Já com base nos ensaios geotécnicos, esse solo foi classificado como altamente plástico, onde os valores estiveram de acordo com a bibliografia consultada. Assim, conclui-se que a área apresenta uma condição favorável a operação do aterro sanitário, com base nos resultados obtidos. Isso se deve principalmente pela composição argilosa do solo, além da geologia e hidrogeologia presente.

PALAVRAS-CHAVE: Argila, Contaminação,

ANALYSIS OF GEOTECHNICAL PARAMETERS OF SOIL EMPLOYED BY SANITARY LAND IN THE NORTHWEST REGION IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT: The development of studies that aim to analyze the environment support to the development of activities with potential of contamination, is of extreme importance in the scientific environment. This research aims to evaluate the geotechnical parameters of an Oxisol, located in the area of a landfill, in the State of Rio Grande do Sul. For this, samples of three soil profiles were collected without solid waste disposal. The results indicated that the soil texture is very clayey, with the presence of low activity clay. Based on the geotechnical tests, this soil was classified as highly plastic and the values were according to the bibliography consulted. Thus, it is concluded that the area presents a favourable condition for the operation of the landfill, based on the results obtained. This is mainly due to the clay composition of the soil, besides the geology and hydrogeology present.

KEYWORDS: Clay, contamination, Particle size distribution, Atterberg limits, Serra Geral.

1 | INTRODUÇÃO

Problemas relacionados com a contaminação de solos e águas subterrâneas são situações que assolam a humanidade. Essa contaminação pode ser oriunda de diversas atividades desenvolvidas pela sociedade no meio ambiente. Dentre as muitas, aquelas que envolvem áreas de disposição de resíduos sólidos urbanas merecem destaque no cenário atual.

No Brasil, essa questão começou a ganhar repercussão no ano de 2010, com a implementação da Política Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos, através da Lei Federal 12.305/2010 (Brasil, 2010). Assim, diversos estudos são desenvolvidos, principalmente em áreas de aterros sanitários, buscando analisar o suporte do meio à operação da atividade.

Nesse sentido, Tressoldi e Consoni (1998) dizem que a proteção do meio em relação a disposição de resíduos envolve duas questões, sendo a primeira relacionada a análise da migração dos contaminantes, já a segunda envolve a garantia da estabilidade do local utilizado para a disposição dos resíduos. Sendo que, estudos que avaliem as condições geotécnicas do solo são amplamente utilizados.

Souza et al. (2000) dizem que a consistência de um solo é uma das características mais importantes para a engenharia, pois determina o seu comportamento, relacionando-se, entre outros fatores, com a percolação de água pelo solo. Essa relação é de suma importância, principalmente em áreas de disposição de resíduos sólidos, pois pode indicar a percolação de contaminantes no perfil, ocasionando a contaminação deste ou do aquífero, por exemplo.

Diante desses fatos, esse estudo tem por objetivo analisar os parâmetros geotécnicos do solo de um aterro sanitário, localizado na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Essa área está inserida nas Rochas vulcânicas do Planalto, na Região da Bacia Sedimentar do Paraná.

2 | METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de Seberi (Figura 1), situado no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, na latitude $27^{\circ} 28' 4''$ S e longitude $53^{\circ} 24' 09''$, oeste de Greenwich (IBGE, 2010). Situa-se em uma altitude média de 546 m acima do nível médio do mar, e abrange uma área de 301 km², com uma população de 11.098 habitantes (IBGE, 2010).

O município pertence a região Hidrográfica do Rio Uruguai (U), Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea - U100 (SEMA, 2004). Segundo a classificação de Köppen, apresenta um clima cfa2, subtropical úmido (MORENO, 1961), com um total de chuvas anuais médias de 1.900 mm (SOTÉRIO et al., 2005), sendo que as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano.

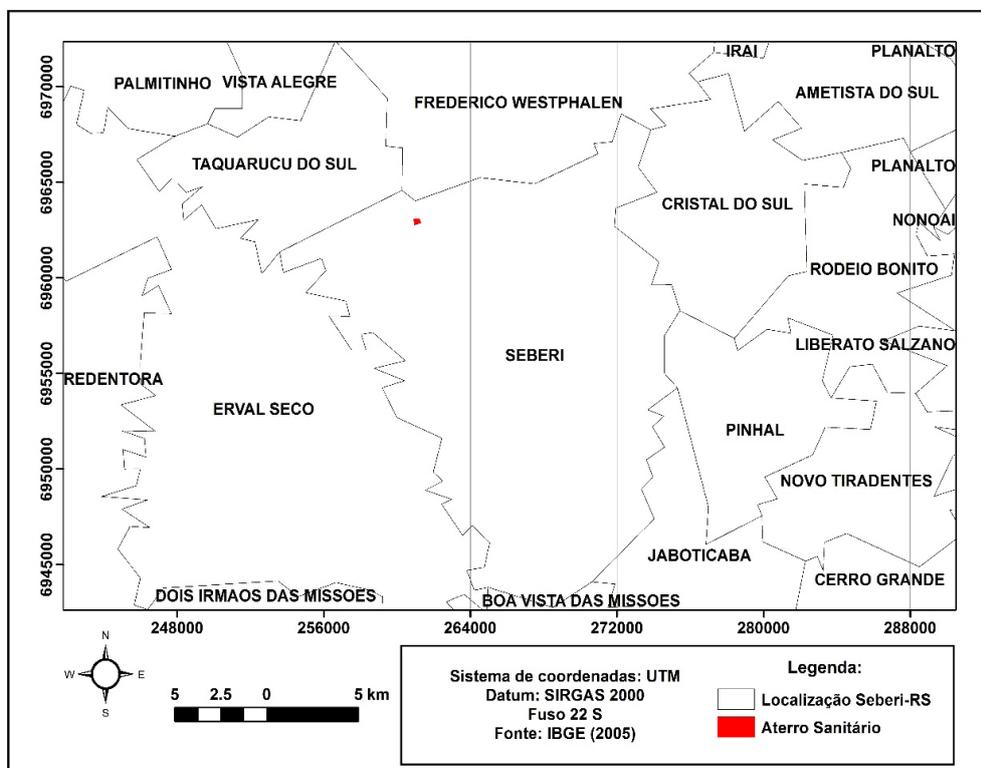


Figura 1 – Localização da área do aterro sanitário.

O município está situado em área de afloramento da Formação Serra Geral,

Fácies Paranapanema, constituída por derrames basálticos granulares finos, melanocráticos, contendo horizontes vesiculares, espessos preenchidos com quartzo (ametista), zeólitas, carbonatos, seladonita, cobre nativo e barita (CPRM, 2006). Portanto, os solos são originários do intemperismo de rochas vulcânicas da Província das Rochas Vulcânicas do Planalto (FEPAM, 2014).

Em relação a hidrogeologia, na área de estudo ocorre o Sistema Aquífero Serra Geral I (sg1). Segundo Machado e Freitas (2005) a unidade hidroestratigráfica sg1 delimita-se pelos municípios de Soledade, Tupanciretã, Santo Antônio das Missões, Santa Rosa, Tenente Portela, Nonoai, Erechim e Passo Fundo, onde constitui-se principalmente, de litologias basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado.

O aterro sanitário, está localizado as margens da rodovia BR 386/158, no distrito de Osvaldo Cruz, distante cerca de 5 km do perímetro urbano do município de Seberi - RS. Está situado na porção rural do município, onde localizam-se basicamente cultivos agrícolas para subsistência (soja, milho, trigo e feijão) além de pastagens. Sua área é de 7,7 há, sendo um dos pontos de amarração da área, tem coordenadas 27° 26'06,34" S de latitude e 53° 25'07,33" W de longitude.

A unidade é um consórcio público 30 municípios, atendendo cerca de 160 mil habitantes, sendo que destes, segundo IBGE (2010), 83.383 habitantes residem na zona urbana e 69.258 na zona rural. O empreendimento é responsável pelo processo de triagem, compostagem e destino final dos resíduos sólidos urbanos (RSUs). A unidade recebe entorno de 1.200 toneladas de resíduos sólidos urbanos mensalmente (KEMERICH et al., 2013).

2.2 Informações de Solo, Coleta de Amostras e Identificação dos Argilominerais

No local o solo foi classificado, conforme EMBRAPA (2013), como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Segundo Streck et al. (2008), os Latossolos são solos bem drenados, profundos, apresentando perfis bem homogêneos, além disso, são solos bem intemperizados. Esses solos, segundo EMBRAPA (2013), possuem uma evolução muito grande, resultante de uma intemperização intensa dos constituintes minerais primários, como os feldspatos (plagioclásios) e mesmo secundários menos resistentes, por exemplo as hematitas. Além disso, sua textura foi classificada como muito argilosa (LEMOS; SANTOS, 1986). Para a determinação da granulometria, seguiu-se a metodologia descrita pela NBR 7181/1984 (ABNT, 1984c).

Em relação aos parâmetros geotécnicos (limite de liquidez, limite de plasticidade e limite de contração), esses foram realizados nas amostras indeformadas coletadas nos perfis P1, P2 e P3. Esses situavam-se em locais ainda não utilizados para células de disposição de RSUs, e podem ser observados na Figura 8. Foram utilizadas as etapas descritas pela NBR 6459/1984 (ABNT, 1984a), NBR 7180/1984 (ABNT, 1984b) e NBR 7183/1982 (ABNT, 1982), respectivamente. Assim foi possível ter conhecimento dos parâmetros de estabilidade do Latossolo ocupado pelo aterro

sanitário.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a granulometria nos três perfis de solo analisados. Como pode ser observado, os valores obtidos nos ensaios granulométricos foram semelhantes nos três perfis, e mostram que o substrato rochoso, formado a partir do intemperismo de rochas vulcânicas é bastante homogêneo. Essa é uma característica dos Latossolos (STRECK et al. 2008; EMBRAPA, 2013).

A ascensão capilar é maior em solos argilosos (HEATH, 1982). Assim, acredita-se que nesse meio predominantemente argiloso não haja a formação de um lençol freático típico, como ocorre em arenitos de aquíferos livres (não confinados). Nas rochas vulcânicas existem anisotropias no meio subterrâneo (REGINATO et al., 2007), como fissuras amigdaladas, entre a zona intemperizada e rocha sã, onde não há um lençol freático típico.

Ponto/Horizonte	%		
	Areia	Silte	Argila
P1/HzA	4,80	7,30	87,90
P1/HzB	6,25	8,09	85,66
P2/HzA	6,55	7,01	86,44
P2/HzB	6,29	7,96	85,75
P3/HzA	5,10	8,75	86,15
P3/HzB	5,32	7,21	87,47
MÉDIA	5,78	7,63	86,29

Tabela 1 - Valores granulométricos nos perfis de solo analisados.

Esses solos argilosos intemperizados, tendem a apresentar menor dispersão de água (DENARDIN et al., 2001). Sendo assim, considera-se que a dispersão seria menor nas camadas superficiais, porém não muito desigual das camadas inferiores, não ocorrendo grande mudança nos valores relativos de argila entre os horizontes.

Em relação aos parâmetros de consistência do solo, a Tabela 2 ilustra os valores encontrados para Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP), Limite de Contração (LC) e IP (Índice de Plasticidade) em três perfis e nos seis horizontes de solos analisados.

Ponto/Horizonte	Limites médios (%)			Índice de plasticidade
	Liquidez	Plasticidade	Contração	
P1/HzA	70,00	35,05	28,71	34,95
P1/HzB	67,00	42,00	31,53	25,00
P2/HzA	74,00	42,00	30,00	32,00
P2/HzB	78,00	46,93	30,19	31,07
P3/HzA	64,00	39,46	25,31	24,54
P3/HzB	64,00	44,94	27,89	19,06
MÉDIA	68,83	41,73	28,94	27,10

Tabela 2 - Limites de consistência em três perfis e horizontes de solo analisados.

Notou-se que tanto o LP como o LC apresentaram o mesmo comportamento nos três perfis de solos, esses cresceram acompanhando a profundidade do terreno. Porém, IP apresentou comportamento distinto, com valores mais elevados na superfície do terreno, no P1. Como os solos argilosos tendem a apresentar maior capacidade de retenção de água (SERRAT et al., 2002) e, conforme a Tabela 1, os horizontes superficiais do solo apresentaram maiores valores de argila, justificase os valores superiores de IP nessa camada. Além disso, presume-se que nas camadas superiores de solo ocorrerá uma maior retenção de água em períodos de precipitação.

Chernicharo et al. (2008), dizem que os solos de aterros sanitários devem apresentar valores de LL e IP superiores a 30 e 15 %, respectivamente. Todas essas condições foram encontradas na área de estudo, conforme a Tabela 2. Analisando-se os valores obtidos, e comparando-se aos encontrados na literatura, pode-se considerar que esses parâmetros estão estritamente relacionados com os teores de argila do meio, além da atividade dessa fração. Com base na Tabela 2, esse solo pode ser classificado, segundo a classificação de Jenkins (CAPUTO, 1987), como altamente plástico, pois apresenta valores de IP superiores a 15 %. Já a Atividade Coloidal (AC), obtida entre a razão do IP e a porcentagem de argila, segundo classificação de Skempton (1953 apud CAPUTO, 1987, p. 23), essa fração seria considerada de baixa atividade (valores de AC menores do que 0,75).

Assim, a Tabela 3 ilustra a comparação entre os resultados obtidos neste estudo e algumas pesquisas que realizaram esses testes em áreas de aterros sanitários, solos usados como camada impermeabilizante e/ou de cobertura nas áreas de disposição de resíduos sólidos

Referência	Estado	Argila (%)	Limites médios (%)		Índice de plasticidade
			Liquidez	Plasticidade	
Almeida et al. (2010)	Ceará- CE	17,00	26,00	16,00	10,00
Bastos et al. (2008)	Rio Grande - RS	26,00	32,00	16,00	16,00
Belinassi et al. (2010)	Campinas - SP	54,00	45,30	-	17,10
	Campinas - SP	53,00	62,90	-	-
Borba (2006)	Nova Iguaçu - RJ	23,30	54,30	41,50	28,30
		13,30	41,50	23,80	17,70
Costa (2002)	Saipe - BA	18,00	23,00	15,00	8,00
		51,00	65,00	29,00	36,00
Franceschet et al. (2005)	Santa Catarina - SC	25,60	76,00	-	22,00
		7,80	67,00	-	14,00
		22,30	56,00	-	11,00
		64,20	71,80	-	6,80
Leme e Miguel (2014)	Campinas - SP	37,70	49,00	24,00	25,00
Lukiantchuki e Esquivel (2006)	São Paulo - SP	21,00	26,00	17,00	9,00

Tabela 3 – Valores encontrados em pesquisas para os Limites de Atterberg em diversas regiões climáticas do Brasil.

Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado na Tabela 3, os valores de argila variaram de 7,80 a 54,00 %, de LL 23,00 a 76,00 % e de IP 8,00 a 36,00 %, respectivamente. Verifica-se a amplitude dos resultados obtidos, destacando-se aqueles de Franceschet et al. (2005), no qual os valores de argila e LL encontrados pelos autores foram de 7,8 e 67,0 %, respectivamente. Embora o baixo teor de argila, o valor de LL foi semelhante ao encontrado nessa pesquisa (média de 68,0 %). Esse fato pode estar relacionado com a Atividade A_c , segundo Skempton (1953 *apud* CAPUTO, 1987, p. 23), que relaciona o Índice de Plasticidade e a quantidade de fração argila, se classifica como de alta atividade, no estudo realizado por Franceschet et al. (2005). Assim, esse comportamento pode estar relacionado com a atividade dessa fração, e não necessariamente somente com os teores de argila do meio.

4 | CONCLUSÃO

Na área estudada, o solo foi classificado como muito argiloso, o qual apresentou valores médios de argila na ordem de 86 %. Além disso, por ser um solo com altos valores dessa fração, tende a apresentar uma menor dispersão de água pelo perfil, reduzindo possíveis percolações de contaminação pelo perfil.

No que se refere aos parâmetros geotécnicos, esse foi classificado como altamente plástico, e sua atividade coloidal como de baixa atividade. Os parâmetros estiveram de acordo com os valores propostos pela bibliografia. Sendo assim,

os resultados indicam que o solo possui condições para suporte da atividade, desempenhando sua função filtro.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 6459: **Solo – Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 6p.a
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 7180: **Solo – Determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 6p.b
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 7181: **Solo – Análise granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13p.c
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 7183: **Determinação do limite e relação de contração de solos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982. 3p.
- ALMEIDA, F. T. R.; SANTOS, G. O.; SILVA, R. A. C.; GOMES, C. C. Caracterização física do solo utilizado em camada de cobertura no aterro sanitário de Caucaia - Ceará. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, 2010, Maceió. **Anais...** IFRN: CONNEPI, Maceió, 2010.
- BASTOS, C. A. B.; SCHMITT, L. A.; VASCONCELOS, S. M. de; RABASSA, C. M.; SOUZA, E. W. Propriedades geotécnicas de um solo arenoso fino laterítico de barreira litorânea na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul. **Teoria e Prática na Engenharia Civil (Online)**, Rio Grande, v. 12, p. 59-67, 2008.
- BORBA, S. M. P. **Análise de modelos de geração de gases em aterros sanitários: estudo de caso**. 2006. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- BELINASSI, L.; MIGUEL, M. G.; DOMINGUES, L. M.; FAGNANI, E.; NOUR, E. A. A. Caracterização física e química de lixiviado de aterro sanitário (chorume) antes e após a percolação em solo argiloso laterítico da região de Campinas/SP. In: XV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2010, Gramado. **Anais...** Gramado: ABMS, 2010.
- BRASIL. Lei Federal nº 12305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 agos. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 fev. 2015.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1987. 219p.
- CHERNICHARO, C. A. de L.; RUTKOWSKI, E. W.; VOLSCHAN JUNIOR, I.; CASSINI, S. T. A. **Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento – nível 2**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 120p.
- COSTA, P. O. da S. **Avaliação em laboratório, do transporte de contaminantes no solo do aterro sanitário de Sauípe/BA**. 2002. 188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Mapa geológico do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000. CPRM: Brasília, 2006.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, N. D. Calagem compacta o solo? Fatos e hipóteses. In: II Simpósio Rotação Soja/Milho No Plantio Direto, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 2001.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Brasília: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.

FRANCESCHET, M.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de.; MACCARINI, M.; PRIM, E. C. C.; FUNARI, C. Estudo dos solos utilizados para a impermeabilização da camada de base e de cobertura de aterros sanitários de Santa Catarina. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, , 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande/MS: ABES, 2005.

HEATH, R. C. **Basic ground-water hidrology**. Denver: Water supply paper 2240 USGS, 1982. 86p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

KEMERICH, P. D. C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; FLORES, B. A.; PRETO, P. R. P.; DESCOVI FILHO, L. L. V.; BARROS, G.; RODRIGUES, A. C. Variação espacial das concentrações de cádmio e manganês em solo ocupado por aterro sanitário. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 17, n. 17, p. 3336-3345, Dez. 2013a.

LEME, M. A. G.; MIGUEL, M. G. Estudo geotécnico de uma mistura de solos utilizada em liner de aterros sanitários. In: XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2014, Goiânia/GO. **Anais...** São Paulo: ABMS, 2014.

LEMOS, R. C. de.; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBCS/CNPS, 1996. 84p.

LUKIANCHUKI, J. A.; ESQUIVEL, E. R. Estudo do emprego de solo-bentonita como barreira impermeabilizante em aterros sanitários. In: II Simpósio Brasileiro de Jovens Geotécnicos - Geo-Jovem e Mesa Redonda: Estabilização de Encostas na Região Serrana do Rio de Janeiro, 2006, Nova Friburgo. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS, 2006.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. Projeto mapa hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul: escala 1:750.000, relatório final. Porto Alegre: CPRM, 2005.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Seção de Geografia. Secretaria da Agricultura. Porto Alegre, 1961. 42p.

REGINATO, P. A. R.; FINOTTI, A. R.; MICHELON, C. Comportamento hidrogeológico de poços tubulares associados a estruturas primárias das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. In: XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: ABAS, 2007.

SANTOS, A. P. G. dos. **Poluição dos solos: contaminação, remediação e prevenção**. 2004. 72f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004.

SEMA. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa das bacias hidrográficas e municípios do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEMA, 2004.

SOTÉRIO, P. W.; PEDROLLO, M. C. R.; ANDRIOTTI, J. L. Mapa de isoietas do Rio Grande do Sul. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005.

SOUZA, C. M. A. de; RAFULL, L. Z. L.; VIEIRA, L. B. Determinação do limite de liquidez em dois tipos de solo, utilizando-se diferentes metodologias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n.3, p. 460-464, 2000.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS – ASCAR, 2008. 222p

TRESSOLDI, M; CONSONI, A. J. **Disposição de resíduos**. In: OLIVEIRA, A. M. dos S; BRITO, S. N. A de. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. 587p. Cap. 21.

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amônio 99, 101

Argila 6, 9, 10, 12, 13, 16, 18, 38, 39, 40, 42, 46, 48, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 72, 92

C

Calagem 56, 85, 86, 88, 107, 108, 109, 112, 114

Contaminação 48, 49, 54, 56, 90, 91, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Coprólitos de minhocas 66, 67, 69, 74, 75, 76

D

Diagnóstico 17, 114

Disponibilidade 19, 63, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 109, 112

E

Espécies exóticas 90

Espectroscopia 22, 23, 32

F

Fertilidade 3, 17, 18, 35, 78, 86, 114

Fitorremediação 90

G

Gessagem 107

Glycine max 60, 107, 108

Granulometria 32, 34, 38, 39, 49, 51, 52, 87

L

Limites de Aterberg 49

M

Manejo do solo 10, 59, 60, 67, 75, 79, 80, 83, 111

Mapeamento 21, 22, 23, 24, 32, 36, 39, 45, 46, 109

Metais pesados 90, 92, 100, 105

Modelagem espacial 34, 36

Morfologia de solos 1

N

Nitrato 99, 101

Nodulação 107, 112, 113

Nutrientes 4, 19, 59, 73, 75, 84, 85, 89, 97, 99, 100, 101, 103, 105, 107, 108, 111,

112, 114

O

Organossolos 3, 66, 67, 69, 76

P

Pedogênese 1, 4, 5, 19

Pedologia 1, 2, 19, 34

Pedometria 22, 34

Perfil de solo 1, 7, 9, 10, 70, 108

Propriedades do solo 22, 23, 24, 59

Q

Qualidade 22, 28, 31, 34, 35, 58, 59, 60, 63, 64, 66, 67, 72, 75, 79, 80, 86, 88, 89, 99, 101, 104, 105, 109

R

Respiração basal do solo 58, 61, 62, 63

S

Serra Geral 37, 49, 50, 51, 56, 81

Sistemas de preparo 107, 109, 111, 112, 113

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-634-8



9 788572 476348