

AVALIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRAULICA SATURADA UTILIZANDO DOIS MÉTODOS DE LABORATÓRIO NUMA TOPOSSEQUÊNCIA DE SOLOS AMAZONICOS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS (1)

MARQUES, J.D.(2); TEIXEIRA, W.G.T.(3); REIS, A.M.(4); CRUZ-JUNIOR, O.(2); MARTINS, G.C(3).

1. Projeto Financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas . FAPeAM, processo no 811/04.
2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA;
3. Pós-graduando em Ecologia. e-mail: jdomarques@hotmail.com/Bolsista CNPq; Embrapa Amazônia Ocidental, e-mail: lau@cpaa.embrapa.br;
4. Universidade do Estado do Amazonas/UEA, areisreis@hotmail.com

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar dois métodos de laboratório para a determinação da condutividade hidráulica do solo saturada (K_o) conhecidos como Permeâmetro de carga constante (CC) e Permeâmetro de carga decrescente (CD), com o intuito de verificar sua aplicabilidade e variabilidade em solos amazônicos. Coletaram-se 125 amostras de solo com estrutura indeformada, através de amostrador tipo Uhland, com anéis volumétricos, de 0,072 m de altura e 0,069 m de diâmetro, devido à variabilidade apresentada pelas determinações de tal parâmetro. O método de CC foi o mais apropriado para a classe dos Latossolos estudados, apresentando os menores coeficientes de variação e desvio padrão ao longo da topossequência. A utilização de K_o como parâmetro de análise hídrica em solos porosos na superfície e muito argilosos em profundidade, como os amazônicos, necessita ser realizada com precaução, evitando a interrupção da continuidade dos poros e compactação da amostra.

Palavras-chave: Condutividade hidráulica saturada, carga constante, carga decrescente, solos amazônicos, topossequência

1. INTRODUÇÃO: A condutividade hidráulica saturada do solo (K_o) representa um parâmetro chave para análise da intensidade do deslocamento da água no solo. Para a sua determinação existe uma grande variedade de métodos, com diferentes níveis de precisão; alguns aplicáveis apenas em determinadas condições ou com certos objetivos, os quais, de modo geral, podem ser agrupados em métodos indiretos ou diretos. Os métodos indiretos relacionam a condutividade hidráulica com propriedades do solo (distribuição do tamanho dos poros, textura, porosidade drenável, densidade do solo, etc.). Nos métodos diretos, a K_o pode ser determinada em condições de laboratório e campo, ressaltando-se neste trabalho, os métodos de laboratório. KLUTE & DIRKSEN (1986), salientam como os métodos de laboratório mais utilizados os permeômetros de carga constante e carga decrescente, os quais fornecem resultados aproximados sendo recomendados quando os de campo são impraticáveis. Discute-se nesse trabalho a aplicação de dois métodos de laboratório e o pressuposto teórico quanto à recomendação para análise da K_o . Assim, o presente estudo compara dois métodos de laboratório para determinação da condutividade hidráulica saturada quanto à aplicabilidade para solos amazônicos e variabilidade dos valores obtidos em função de atributos do solo e sistema de uso da terra.

2. MATERIAL E MÉTODOS: O presente trabalho foi conduzido em uma topossequência de solos, situada no Município de Parintins, com coordenadas geográficas (P1 02°26'45"S e 56°26'53"W), (P2 02°26'57"S e 56°26'51"W), (P3 02°27'07"S e 56°26'54"W), (P4 02°27'07"S e 56°26'53"W) e (P5 02°27'05"S e 56°26'57"W) apresentando diferentes coberturas vegetais (floresta densa, capoeira com sete anos, capoeira com 1 ano e floresta aberta) e variações na textura, densidade, porosidade e na química do solo, em função da posição na paisagem. Abriu-se seis perfis de solo, ao longo da topossequência de solos, com dimensão de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m para a descrição morfológica (LEMOS & SANTOS, 1996), classificação de solos (EMBRAPA, 1999), caracterização física, química e hídrica do solo (K_o). Coletaram-se amostras com estrutura deformada ao longo dos horizontes pedogenéticos identificados; para as determinações físicas e químicas até 1,5 m de profundidade. A densidade do solo (ρ) foi determinada a partir de amostras indeformadas, utilizando anéis volumétricos. A condutividade hidráulica saturada (K_o) foi determinada a partir de permeômetros, com amostras indeformadas em anéis de 0,072 m de altura e 0,069 m de diâmetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabelas 2 apresenta os resultados de log K_o pelos métodos de carga constante (CC) e carga decrescente (CD), respectivamente. Analisando os valores médios obtidos de K_o ao longo da topossequência de solos, percebe-se que houve diferença significativa entre os métodos utilizados. Os valores de log K_o estiveram distribuídos entre P1(2,65 à 3,34 cm dia-1 CC; 1,86 à 2,89 cm dia-1 CD), P2(2,85 à 3,38 cm dia-1 CC; 2,13 à 2,91 cm dia-1 CD), P3(2,86 à 3,63 cm dia-1 CC; 2,03 à 2,93 cm dia-1 CD), P4(2,75 à 3,49 cm dia-1 CC; 1,78 à 2,95 cm dia-1 CD), P5(2,38 à 3,83 cm dia-1 CC; 1,82 à 3,02 cm dia-1 CD), P6 (2,47 à 3,52 cm dia-1 CC; 1,86 à 3,10 cm dia-1 CD). TEIXEIRA (2001) estudando os efeitos do uso da terra sobre as propriedades hidráulicas do solo, por métodos de campo, e em pontos de amostragens pertencentes à classe de Latossolos Amarelos na Amazônia encontrou valores da K_o na ordem de 6, 62 cm dia-1 a 8, 41 cm dia-1. MARQUES (2004) estudando parâmetros hídricos na mesma classe de solos sob sistema agroflorestal na Amazônia, encontrou valores com variações de 2,62 cm dia-1 à 3,20 cm dia-1 e variações de 1,93 à 3,22 cm dia-1 em Latossolo Vermelho. A ordem de grandeza dos dados de K_o pelos dois métodos foram diferentes, havendo contraste entre si (Tabela 2). O método de CC demonstrou ao longo das determinações valores de K_o maiores que o de CD, entretanto, em algumas comparações não significativo. (Tabela 2).

3.1. ESPAÇO POROSO NA DETERMINAÇÃO DE K_o EM SOLOS AMAZÔNICOS: Possíveis problemas quanto à relação da porosidade vs K_o é constatada nas Tabelas 1 e 2, observando-se que sensíveis variações na macroporosidade promove mudanças em K_o , havendo uma tendência para maiores valores de K_o na superfície, relacionando-se com maiores valores de macroporos (Tabela 1). Outros parâmetros físicos foram observados, evidenciando que nesses solos, a densidade e o teor de argila são inversamente proporcionais a K_o . A forma e a continuidade dos poros em superfície podem conduzir a erros de amostragem com cilindros pequenos nesses solos, já que os anéis podem ficar dispostos em pontos com alta, baixa ou sem a presença de poros com diâmetros grandes, influenciando nas variações de

Ko (Figura 1). Um outro fator que deve ser salientado no estudo de Ko em solos argilosos e porosos como os amazônicos, é o tamanho do cilindro volumétrico, de forma a apresentar um número representativo dos poros de cada horizonte. A situação de amostras na superfície com grande índice radicular surge como outro inconveniente, pois a continuidade vertical dos macroporos deve ser observada. Nessa profundidade ocorre um maior índice de raízes pequenas e finas que contribuem com a translocação da MO em profundidade e estruturação do solo (GONÇAVES & MELLO, 2000).

4. CONCLUSÕES: O método de CC foi o mais apropriado para a classe dos Latossolos estudados, apresentando os menores coeficientes de variação e desvio padrão ao longo da toposequência; A escolha de Ko como parâmetro hídrico de análise em solos porosos na superfície e muito argilosos necessita ser realizada com precaução, evitando a interrupção dos poros e compactação da amostra; Devido o desenvolvimento de maior incidência de macroporos na superfície em áreas de floresta, bem como a presença de raízes grandes e finas, recomenda-se a utilização de métodos de campo para determinação de Ko.

5. AGRADECIMENTOS: À FAPEAM, pelo financiamento do projeto 811/04. Aos Laboratórios de Análise de Solo da EMBRAPA, na pessoa do técnico Estevão Santos e Laboratório Temático de Solo e Planta do INPA, na pessoa da gestora Tânia Pimentel, pela oportunidade de realização das análises físicas, químicas e hídricas. Ao INPA pelo apoio na continuidade do projeto, na pessoa do Dr. Flávio Luizão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPq, 1999. 412 p.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das arvores. In: GONÇAVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF/FAPESP, 219-267, 2000.

KLUTE, A.; DIRKSEN, C. Hydraulic Conductivity and diffusivity: Laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis. I. physical and mineralogical methods**. Madison, American Society of Agronomy, 28: 687-734, 1986.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3a ed. Campinas, SP: SBCS/CNPq, 1996. 83p.

MARQUES, J.D.; LIBARDI, P.L. ; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica **Acta Amazônica**, 34(2):145-154, 2004.

TEIXEIRA, W.G. Land use effects on Soil Physical and Hydraulic Properties of a Clayey Ferralsol in the Central Amazon. University of Bayreuth. Bayreuth . Alemanha **Tese de Doutorado**. 2001. 255p.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 13: 319-344, 1980

Tabela 1. Distribuição granulométrica, densidade dos sólidos e do solo, porosidade nos horizontes dos perfis da toposequência, Serra de Parintins-AM.

Prof.(m)	Hor	Areia			Silte	Argila Total	r	rs	Porosidade			N	C	C/N
		Grossa	Fina	Total					Total	Ma	Mi			
		-----g kg-1-----			-----g kg-1-----		----kg m-3----		-----m3 m-3-----		%.....		
P1 - LAd - Latossolo Amarelo Distrófico . Floresta . Platô														
0,00 . 0,16	A1	10,8	8,68	19,48	149,53	831	670	2320	0,71	0,35	0,36	0,22	3,91	17,77
0,16 . 0,46	AB	8,24	9,22	17,46	129,53	853	900	2470	0,63	0,25	0,38	0,11	2,08	18,90
0,46 . 0,65	Bw1	7,84	7,84	15,68	97,33	887	1040	2470	0,58	0,18	0,40	0,21	2,83	13,47
0,65 . 1,50 +	Bw2	9,76	5,19	14,95	65,05	920	1130	2500	0,55	0,14	0,41	0,12	2,05	17,08
P2 - LAd - Latossolo Amarelo Distrófico . Capoeira velha 7 anos . Platô														
0,00-0,30	A1	126,40	12,48	138,88	116,12	745,00	782	2708	0,71	0,32	0,38	0,21	3,05	14,31
0,30 . 0,48	AB	17,91	9,41	27,32	232,18	740,50	1025	2601	0,60	0,21	0,39	0,11	1,95	17,59
0,48 . 1,10+	Bw1	21,16	10,07	31,23	58,77	910,00	1001	2587	0,61	0,24	0,36	0,06	0,85	12,72
P3 - LAd - Latossolo Amarelo Distrófico . Capoeira nova (3 anos) . Platô														
0,00-0,20	A1	64,98	73,84	138,82	258,69	602,50	800	2760	0,65	0,30	0,35	0,18	2,99	16,61
0,20 . 0,62	AB	18,10	7,20	25,30	314,70	660,00	1060	2500	0,60	0,20	0,40	0,10	1,76	17,60
0,62 . 1,20+	Bw1	12,00	16,45	28,45	101,55	870,00	1000	2480	0,50	0,20	0,30	0,07	0,70	10,00
P4 - LVd - Latossolo Vermelho Distrófico . Floresta aberta . Encosta														
0,00 . 0,25	A1	160,17	108,19	268,36	417,64	314,00	454	2577	0,82	0,48	0,33	0,67	7,80	11,54
0,25 . 0,60	A2	79,10	66,43	145,53	427,97	426,50	457	2730	0,83	0,47	0,36	0,56	7,71	13,74
0,60 . 1,02	BA	137,61	63,24	200,85	290,66	508,50	632	2700	0,76	0,43	0,33	0,26	4,55	17,49

1,02 . 1,52	Bw1	136,91	42,65	179,56	129,94	690,50	1051	2570	0,59	0,26	0,32	0,08	1,73	19,70
1,52 . 2,00+	Bw2	148,16	37,41	185,57	108,44	706,00	1170	2710	0,56	0,21	0,35	0,04	0,69	16,20
P5 - LVda - Latossolo Vermelho Distrófico argissólico . Floresta aberta . Encosta														
0,00 . 0,20	A1	128,63	81,67	210,30	491,20	298,50	457	2684	0,82	0,46	0,36	0,74	8,41	11,33
0,20 . 0,33	A2	162,65	122,24	284,89	410,11	305,00	485	2624	0,81	0,42	0,39	0,48	7,43	15,33
0,33 . 1,05	BA	122,08	83,39	205,46	350,54	444,00	691	2720	0,74	0,32	0,41	0,27	5,31	19,50
1,05 . 1,77	Bw1	170,00	41,42	211,42	126,58	662,00	880	2660	0,66	0,27	0,39	0,10	2,46	22,94
1,77 . 2,20+	Bw2	179,24	47,41	226,66	120,34	653,00	1392	2667	0,48	0,08	0,40	0,04	0,82	19,40
P6 - LVd - Latossolo Vermelho Distrófico . Floresta aberta . Encosta														
0,00 . 0,18	A1	377,72	131,25	508,97	149,03	342,00	1280	2668	0,52	0,17	0,35	0,21	2,82	13,44
0,18 . 0,28	BA	316,48	131,27	447,75	163,75	388,50	1390	2613	0,47	0,15	0,32	0,10	1,60	14,94
0,28 . 0,58	Bw1	306,97	113,75	420,72	146,28	433,00	1480	2667	0,53	0,20	0,34	0,08	1,04	12,88
0,58 . 0,96	Bw2	292,04	133,03	425,07	99,93	475,00	1510	2686	0,46	0,14	0,32	0,05	0,60	11,31
0,96 . 1,80+	Bw3	362,75	141,21	503,96	75,04	421,00	1590	2629	0,44	0,14	0,30	0,04	0,48	10,72

Ma = macroporosidade; Mi = microporosidade; ρ = densidade do solo; ρs = densidade das partículas

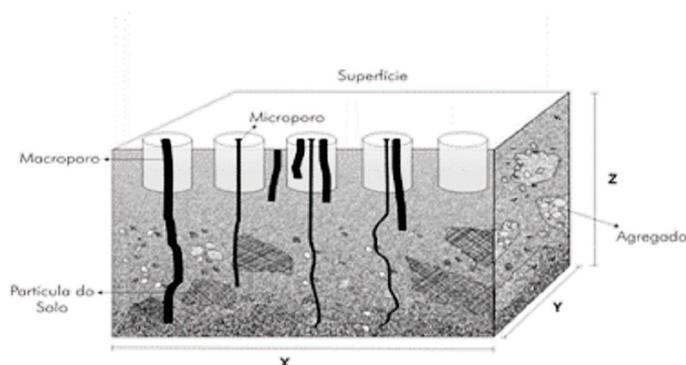


Figura 1. Desenho esquemático representativo de diferentes disposições dos macroporos nos solos amazônicos.

Tabela 2. Parâmetros estatísticos dos dados transformados ($\log_{10} \alpha/z^2$) de condutividade hidráulica (cm dia-1) utilizando o método do permeâmetro de carga constante e decrescente em amostras de uma toposequência no Município de Parintins-AM.

Permeâmetro de carga constante								Permeâmetro de carga decrescente					
Prof. (m)	Hor.	Mín.	Máx.	MD	Média	s	CV(%)	Mín.	Máx.	MD	Média	s	CV(%)
P1 - LAd - Latossolo Amarelo Distrófico . Floresta . Platô													
0,00 - 0,16	Ap	3,04	3,61	3,31	3,34a	0,19	5,96	3,06	3,23	2,93	2,89b	0,27	9,60
0,16 . 0,46	BA	2,93	3,01	2,93	2,89a	0,11	3,96	2,06	2,83	2,83	2,77a	0,49	17,98
0,46 . 0,65	Bw1	2,47	2,59	2,59	2,65a	0,24	9,32	1,98	2,53	2,23	2,34a	0,42	18,19
0,65 . 1,50	Bw2	2,84	2,92	2,83	2,80a	0,08	3,14	1,76	1,79	1,79	1,86b	0,11	6,32
P2 - LAd - Latossolo Amarelo Distrófico . Capoeira velha (7 anos) . Platô													
0,00 . 0,30	A1	3,33	3,44	3,35	3,38a	0,15	4,47	2,53	3,27	2,85	2,91b	0,29	10,21
0,30 . 0,48	AB	2,94	3,12	2,94	2,94a	0,14	5,08	2,06	2,23	2,36	2,48b	0,34	13,75
0,48 . 1,10	Bw1	2,43	2,71	2,71	2,85a	0,29	10,52	1,99	2,06	2,06	2,13b	0,22	10,49
P3 - LAd - Latossolo Amarelo Distrófico . Capoeira nova (3 anos) . Platô													
0,00-0,20	A1	3,41	3,70	3,67	3,63a	0,11	3,17	2,53	3,23	2,99	2,93b	0,28	9,85
0,20 . 0,62	AB	3,27	3,60	3,60	3,53a	0,16	4,76	2,36	2,66	2,53	2,49b	0,11	4,65
0,62 . 1,20+	Bw1	2,91	2,93	2,92	2,86a	0,13	4,79	1,88	2,23	1,99	2,03b	0,11	5,74
P4 - LVd Latossolo Vermelho Distrófico . Mata Ciliar . Encosta													
0,00 . 0,25	A1	3,58	3,69	3,58	3,45a	0,21	6,31	2,53	3,36	3,06	2,95b	0,30	10,38
0,25 . 0,60	A2	3,03	3,49	3,33	3,26a	0,16	5,06	2,34	2,95	2,49	2,61b	0,24	9,25
0,60 . 1,02	BA	3,43	3,43	3,43	3,49a	0,07	2,23	1,60	1,99	1,92	1,83b	0,20	10,90

1,02 . 1,52	Bw1	2,81	2,86	2,75	2,75a	0,08	3,18	1,58	1,76	1,76	1,80b	0,15	8,73
1,52 . 2,00+	Bw2	2,81	2,87	2,81	2,79a	0,06	2,40	1,58	1,76	1,76	1,78b	0,17	9,69
P5 - LVda - Latossolo Vermelho Distrófico argissolico . Mata Ciliar . Encosta													
0,00 . 0,20	A1	3,77	3,91	3,77	3,78a	0,08	2,36	2,44	3,36	2,99	3,02b	0,39	12,96
0,20 . 0,33	A2	3,80	4,03	3,80	3,83a	0,22	5,97	2,43	3,31	2,43	2,67b	0,37	14,08
0,33 . 1,05	BA	3,38	3,44	3,44	3,39a	0,14	4,13	2,32	3,36	3,23	2,84a	0,59	20,99
1,05 . 1,77	Bw1	2,67	2,78	2,70	2,70a	0,06	2,43	1,54	1,72	1,75	1,82b	0,20	11,19
1,77 . 2,20+	Bw2	1,97	2,89	2,08	2,38a	0,60	25,17	1,78	1,99	1,99	2,33a	0,76	32,56
P6 - LVd - Latossolo Vermelho Distrófico . Mata Ciliar . Encosta													
0,00 . 0,18	A1	3,28	4,06	3,28	3,52a	0,45	13,00	2,35	3,21	3,21	3,10a	0,43	14,03
0,18 . 0,28	BA	2,79	2,91	2,91	2,90a	0,39	13,70	2,45	3,51	2,47	2,72a	0,43	15,82
0,28 . 0,58	Bw1	3,16	3,42	3,42	3,29a	0,30	9,26	2,36	3,23	3,23	2,90a	0,61	21,31
0,58 . 0,96	Bw2	2,22	2,59	2,55	2,47a	0,14	5,76	1,52	1,68	1,90	1,86b	0,24	13,35
0,96 . 1,80+	Bw3	2,35	2,80	2,97	3,03a	0,53	17,46	1,78	2,06	2,19	2,22b	0,34	15,55

MD = mediana; S = desvio padrão; CV = coeficiente de variação. Os valores foram obtidos a partir de, no mínimo, 4 leituras em cada amostra, sendo cada horizonte, constituído por 5 repetições. Letras iguais representam similaridade quanto Ko e diferentes desigualdade quanto Ko considerando os dois métodos utilizados. Utilizou-se Tukey 5% de probabilidade