

## AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DA ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES METODOLOGIAS

**Paulo Henrique de SOUSA FILHO<sup>(1)\*</sup>; Flávia DONATO<sup>(1)</sup>; Leirian Paloma dos Santos SILVA<sup>(1)</sup>; Marco Tulio Cardoso CARMINATI<sup>(1)</sup>; Stephânia Martins TRINDADE<sup>(1)</sup>; Thálysso Matheus SILVA<sup>(1)</sup>; Adelar José FABIAN<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

<sup>(2)</sup> Professor, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

<sup>(3)</sup> \* Autor Correspondente: E-mail: [paulo\\_henriquefilho@hotmail.com](mailto:paulo_henriquefilho@hotmail.com)

**RESUMO:** As modificações provocadas pelo revolvimento na estrutura, distribuição do tamanho dos poros e teor de carbono orgânico, causadas pela mobilização mecânica, tráfego de máquinas e implementos agrícolas, alteram as forças de retenção de água no solo e sua disponibilidade, os quais são fatores determinantes para o desenvolvimento das plantas. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento da água no solo sob diferentes metodologias em uma área com cobertura vegetal permanente de soja perene, localizada entre terraços, situada no Instituto Federal do Triângulo Mineiro - *Campus* Uberaba MG. O solo local é um Latossolo Vermelho-escuro distrófico. Os atributos avaliados foram: Densidade do solo, Volume Total de Poros, Macroporos, Microporos, Resistência a Penetração, Umidade Gravimétrica e Volumétrica, Porosidade Total, Velocidade de Infiltração Básica e Condutividade Hidráulica Saturada. Após a coleta e análise dos dados obtidos, chegou-se à conclusão de que o solo analisado é de ótimo potencial agrícola, possui baixo nível de compactação e predominância de macroporos e microporos em sua composição, grande porosidade e alta taxa de infiltração. Essas características favorecem a retenção de água no solo e o crescimento radicular de futuras culturas que possam ser implantadas no local. Considerando esses aspectos pode-se afirmar que este solo é fisicamente ideal para cultivos.

**Palavras-Chave:** Umidade; infiltração; métodos; porosidade; saturação.

### INTRODUÇÃO

O solo do cerrado brasileiro vem sendo castigado por técnicas de manejo e preparo de solo utilizados atualmente. Apesar da crescente introdução de técnicas conservacionistas, ainda é necessária uma grande evolução para que o solo seja cultivado de maneira mais sustentável pelos agricultores.

A mobilização mecânica e o tráfego de máquinas e implementos agrícolas interferem na estrutura e no grau de cobertura do solo, o que pode ocasionar alterações em seus atributos físicos e hídricos (UNGER & CASSEL, 1991). Entre os aspectos negativos do preparo intensivo, pode-se destacar a redução da estabilidade de agregados, formação de camadas compactadas subsuperficiais, aumento da taxa de decomposição de matéria orgânica e exposição do solo à chuva, intensificando a erosão hídrica (ALEGRE et al., 1991).

As modificações provocadas pelo revolvimento na estrutura, distribuição do tamanho dos poros e teor de carbono orgânico, alteram as forças de retenção de água no solo e sua disponibilidade, os quais são fatores determinantes para o desenvolvimento de plantas em sistemas não irrigados. O

preparo modifica também a rugosidade superficial, com a incorporação de resíduos vegetais, ocasionando diminuição da infiltração e aumento da evaporação de água. Além do manejo, a granulometria e constituição do solo influenciam a retenção de água, pois as forças de adsorção dependem, basicamente, da espessura do filme de água que recobre as partículas, a qual varia de acordo com sua superfície específica.

A análise e avaliação das alterações e danos causados pelos efeitos externos ao solo e o entendimento da interação água, solo e planta são necessários para a adoção de técnicas para a recuperação dos atributos físicos do solo e melhor aproveitamento da água.

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento da água no solo sob diferentes metodologias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área com cobertura vegetal permanente de soja perene, localizada entre terraços, situada no Instituto Federal do Triângulo Mineiro - *Campus* Uberaba MG. O solo local é um Latossolo Vermelho-escuro distrófico. Os atributos avaliados foram: Densidade do solo, Volume Total de Poros, Macroporos, Microporos, Resistência a Penetração, Umidade Gravimétrica e Volumétrica, Porosidade Total, Velocidade de Infiltração Básica e Condutividade Hidráulica Saturada.

Foram utilizados cinco métodos para caracterizar essa área quanto ao comportamento da água no solo, isto é, a percolação.

Para a obtenção dos dados foram utilizadas as seguintes metodologias:

**Infiltrômetro de duplo anel:** o infiltrômetro de duplo anel foi cravado a 15cm de profundidade, inundando uma superfície de solo com cilindros concêntricos de 25 e 50cm. Foi mantida uma lâmina d'água de 4 cm de altura dentro dos anéis, seguindo metodologia de BERNARDO et al., (2006).

**Trincheira:** Foi aberta uma trincheira de 60 cm de profundidade para a observação do desenvolvimento do sistema radicular, principalmente das raízes pivotantes. Foi utilizada uma lâmina para se determinar a textura das camadas do solo e perceber a resistência à penetração. Esse é um método visual e tátil, qualitativo e subjetivo, dependendo diretamente da umidade atual do solo. Foram utilizados seis anéis volumétricos para coleta das amostras em profundidades de 0-60 cm, coletadas em intervalos de 10 cm cada. Após a identificação dos anéis, os mesmos foram levados ao laboratório e pesados. Após isso, eles foram saturados por 24 horas com o objetivo de eliminar todo ar existente nos poros, e posteriormente eles foram pesados novamente. Em seguida, os anéis foram acoplados ao funil de Haines, para que ocorra a drenagem da água presente nos macroporos, e, em seguida, foram pesados novamente. Após a drenagem das amostras, as mesmas foram encaminhadas

a estufa, para poder se obter o peso seco das mesmas. A partir dos pesos obtidos, foi possível calcular o volume total de poros presente naquelas amostras coletadas, além de identificar a quantidade de macro e microporos presente, calculando assim a média da porosidade do local.

**Densidade do solo:** Foi utilizado o anel de Kopect, de bordas cortantes e capacidade interna conhecida, de 98,72 cm<sup>3</sup>, seguindo metodologia de EMBRAPA (1997).

**Condutividade hidráulica:** Foi avaliada para as condições de solo saturado (K<sub>sat</sub>), conforme o método adotado, a partir de um sistema ajustável de parâmetros com lâmina d'água constante. As amostras de solo foram submetidas a uma saturação, durante 24 horas, com o propósito de eliminar o ar existente nos seus espaços vazios. Após esse período, foram feitas leituras durante 30 minutos consecutivos, recolhendo a água percolada com ajuda de potes de plástico, e medindo o volume coletado com a ajuda de uma proveta. Avaliou-se a condutividade hidráulica utilizando-se a equação de Darcy.

**Penetrometria:** Para essa operação, foi utilizado o penetrômetro de impacto. Os procedimentos seguiram recomendações de seu manual de instruções, sendo que a quantidade de impacto limite foi até a haste atingir uma profundidade de 60 cm.

**Simulador de erosão:** O simulador de chuva foi cravado na área com profundidade de 15 cm, ligado a um trator de 45hp e um tanque pulverizador de 2000 litros de capacidade, baseado na metodologia de SOUZA (2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram:

No teste de Velocidade de Infiltração Básica (VIB), que consiste em observar a velocidade que a água se infiltra no solo, chegou-se aos dados expressos na Figura 1. Observou-se que a velocidade de infiltração diminuiu com o tempo, pois houve anteriormente a saturação da área, e com o passar do tempo, os poros daquele local foram se enchendo, onde a água ficou retida por força de adesão. Isso explica a diminuição da velocidade de infiltração e o aumento da lâmina de água retida no anel interno, isto é, a infiltração acumulada. Verifica-se o acúmulo de água em milímetros na Figura 2.

No cálculo de porosidade, demonstra-se a o volume de macro e microporos presente naquele local, dados presentes na Figura 3.

O observado foi que existe um grande volume de poros no local avaliado. Ao comparar os resultados obtidos com testes em uma área de canteiro na mandala do IFTM, observou-se que na região de soja perene, local que foram realizadas estas avaliações, os valores de infiltração foram maiores, isso se deve à menor compactação do solo, expressa através dos dados de densidade, e também pela quantidade maior de macroporos na área de soja perene, o que facilita o escoamento da

água. Isso se deve ao trato cultural que a área da mandala recebeu no momento da produção dos canteiros e também com o a irrigação constante que a área sofre, o que pode ter contribuído para a maior compactação do solo, fator este que não está presente na área de soja perene, cuja vegetação natural está intacta, aumentando a quantidade de bioporos, e também a área está livre do trânsito de máquinas e animais, sem receber irrigação constante e protegida do impacto da chuva.

Para verificar se os valores de infiltrações estavam condizentes com volumes de poros, foi realizado o teste de condutividade hidráulica, dados presentes na Tabela 3, onde foi observado que a média de água drenada após o tempo de 30 minutos, foi de 62 mm/h. O que confirma os dados obtidos nos testes anteriores.

Após a conclusão de que a região avaliada possui grande porosidade, avaliou-se a resistência do solo à penetração, analisando a taxa de compactação da área em seis faixas de 10 cm cada, totalizando 60cm. A partir dos dados coletados, foi gerado a Figura 4, onde conclui-se que nas camadas mais profundas há maior compactação.

Com a confirmação dos dados de infiltração e porosidade, soube-se a taxa de compactação, além de possibilitar o cálculo da quantidade de água que aquele solo armazenou e a umidade retida na área depois de ser saturada, após o período de 120 horas, onde foram feitos os cálculos durante intervalos de 24 horas, para se obter o valor armazenado e retido após a sua estabilização e quando não houve mais a percolação da água dos macroporos e nem evapotranspiração. Esses dados de armazenamento de água e umidade estão apresentados nas tabelas 2 e 4. Com os dados coletados, também foi possível montar a curva e a capacidade de drenagem do solo na área avaliada.

Para a montagem do gráfico de drenagem, usaram-se dados em faixas de camada de 10 cm, totalizando 0-60 cm, mostrando, conforme na Figura 5, a drenagem de cada camada na umidade nos intervalos de 24 horas.

Para a montagem da curva de drenagem, foi utilizado o mesmo critério de faixas de camadas, e onde a coleta de dados ocorreu três horas antes da saturação da área. Os dados analisados para o gráfico 6 foram a umidade de cada camada, em fator do tempo.

## CONCLUSÃO

A cobertura vegetal permanente do solo associada ao fato de que a área não é exposta ao trânsito de máquinas agrícolas ou animais, resultou em uma grande porosidade do solo, favorecendo uma elevada taxa de infiltração e grande capacidade de retenção da água no solo. Essas conclusões são fruto dos testes realizados com diferentes metodologias avaliando diversas características que influenciam direta ou indiretamente o comportamento da água no solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Adelar José Fabian pela orientação, confiança, ensinamentos, dedicação e, sobretudo, pela amizade e companheirismo; agradecem também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberaba pelos recursos concedidos, tornando possível a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALEGRE, J.C. et al. **Tillage systems and soil properties in Latin America. Soil Tillage Research**, v.20, p.147-163, 1991.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GOMES M. A. F.; PEREIRA, L. C. **Avaliação da condutividade hidráulica em áreas de recargas do aquífero guarani-microbacia hidrográfica do córrego espraiado (SP)**. In: Pesticidas: r. ecotoxicol e meio ambiente, Curitiba, v. 19, p. 65-72, jan./dez. 2009. Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/657765/avaliacao-da-condutividade-hidraulica-em-areas-de-recarga-do-aquifero-guarani-microbacia-hidrografica-do-corrego-espraiado-sp>> Acesso em: 04 jun. 2018.
- 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**. *Ciência Rural*, v.35, n.3, P.544-552, mai-jun, 2005.
- SOUZA, M. D. de. **Desenvolvimento e utilização de um simulador de chuvas para estudos de atributos físicos e químicos do solo relacionados a impactos ambientais** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.
- UNGER, P.W.; CASSEL, D.K. **Tillage implement disturbance effects on soil properties related to soil and water conservation: a literature review**. *Soil Tillage Research*, v.19, p.363-382, 1991.

**Tabela 1.** Tabela de Velocidade de Infiltração Básica.

VIB						
Tempo			Intervalo			Vel. Inf.
h:min	intervalo (min)	acumulado (min)	leitura (mm)	intervalo (mm)	acumulado (mm)	mm/h
14:11	*****	*****	311,0	*****	*****	*****
14:12	1	1	308,6	2,4	2,4	144,0
14:14	2	3	307,3	1,3	3,7	39,0
14:16	2	5	306,0	1,3	5,0	39,0
14:21	5	10	303,2	2,8	7,8	33,6
14:31	10	20	300,4	2,8	10,6	16,8
14:41	10	30	297,1	3,3	13,9	19,8
14:56	15	45	293,9	3,2	17,1	12,8
15:11	15	60	289,8	4,1	21,2	16,4
15:26	15	75	286,1	3,7	24,9	14,8
15:41	15	90	282,5	3,6	28,5	14,4

**Tabela 2.** Tabela de Densidade e Porosidade.

Volume anel = 98,72																
Prof (cm)	n° anel	P. Umi.	P. Sat.	P. Dren.	P. Seco	Tara	Massa seca	Ds	Porosidade Total%	Macrop%	Microp%	Umidade v/v	Sólidos %	Volume de partículas	Dp	Ug
0 - 10	238	231,3	261,24	239,14	209,43	65,74	143,69	1,456	52,48	22,39	30,10	0,52	47,52	46,91	3,06	0,36
10 - 20	512	237,15	271,56	247,08	217,24	79,40	137,84	1,396	55,02	24,80	30,23	0,55	44,98	44,40	3,10	0,39
20 - 30	553	228,88	257,39	239,84	210,32	77,71	132,61	1,343	47,68	17,78	29,90	0,48	52,32	51,65	2,57	0,35
30 - 40	109	226,5	254,36	236,06	200,80	65,45	135,35	1,371	54,25	18,54	35,72	0,54	45,75	45,16	3,00	0,40
40 - 50	203	217,42	245,77	227,58	195,07	66,43	128,64	1,303	51,36	18,43	32,93	0,51	48,64	48,02	2,68	0,39
50 - 60	615	217,72	249,68	228,96	198,53	80,81	117,72	1,192	51,81	20,99	30,82	0,52	48,19	47,57	2,47	0,43
Média								1,344	52,10	20,49	31,62	0,52	47,90	47,29	2,81	0,39

**Tabela 3.** Tabela de Média de Resistência à Penetração

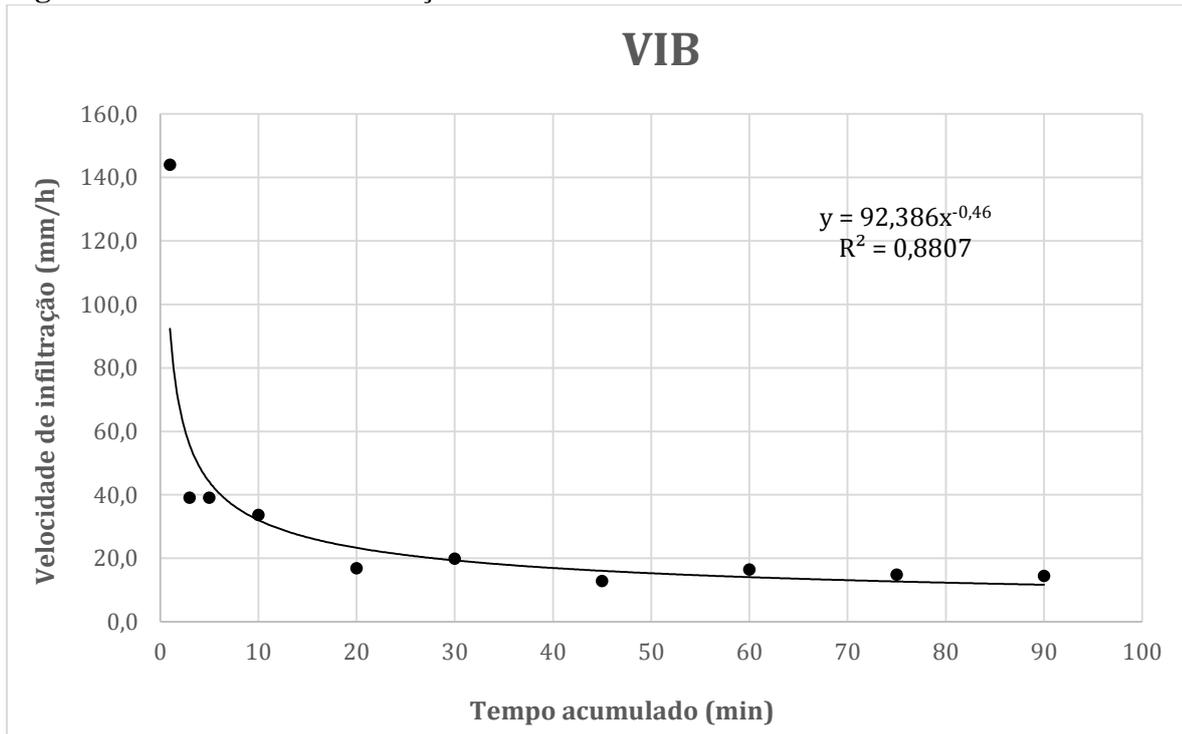
Profundidade (cm)	Resistência à penetração (Mpa)*
0-10	0,76
10-20	1,75
20-30	2,20
30-40	2,02
40-50	2,16
50-60	2,88
<b>Média</b>	<b>1,96</b>

\*Valores de resistência obtidos pela média dos valores dos perfis

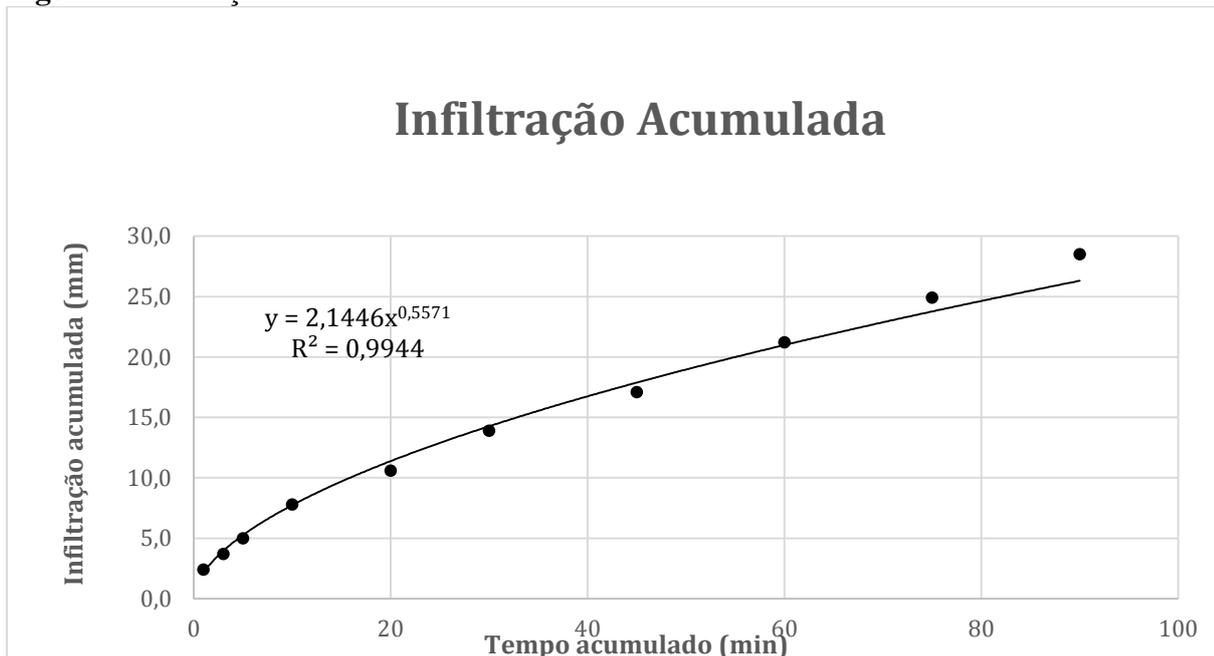
**Tabela 4.** Tabela de Umidade.

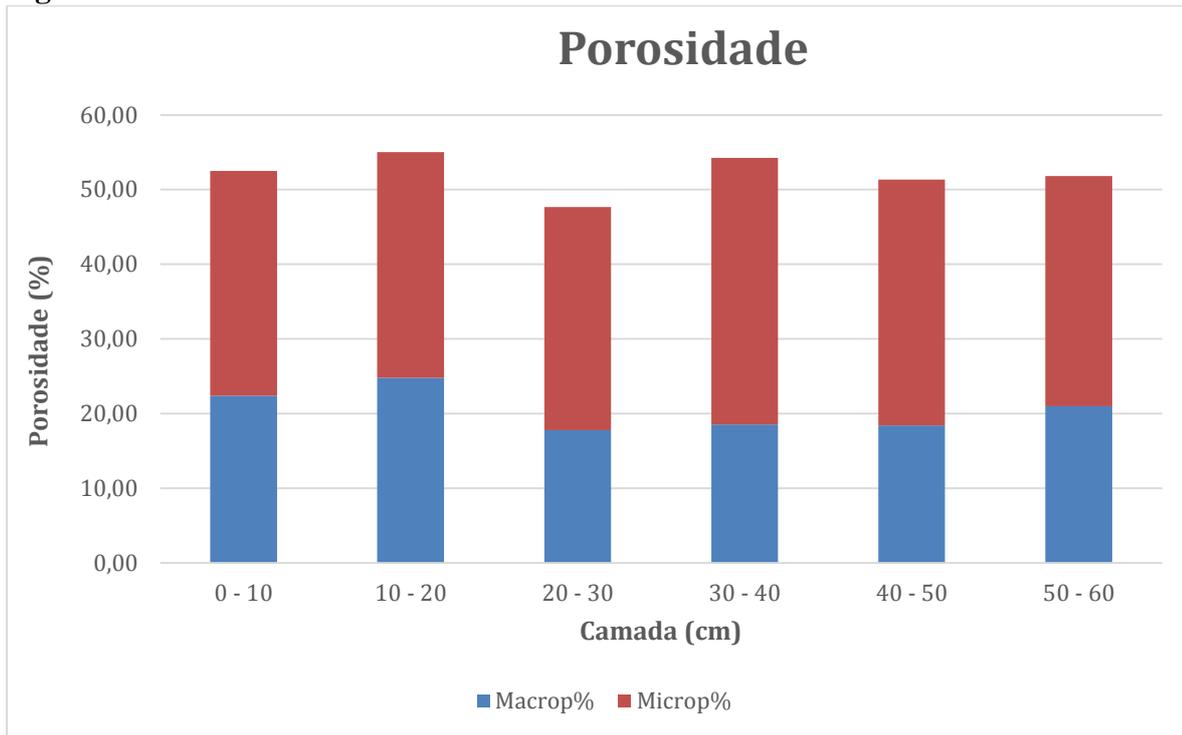
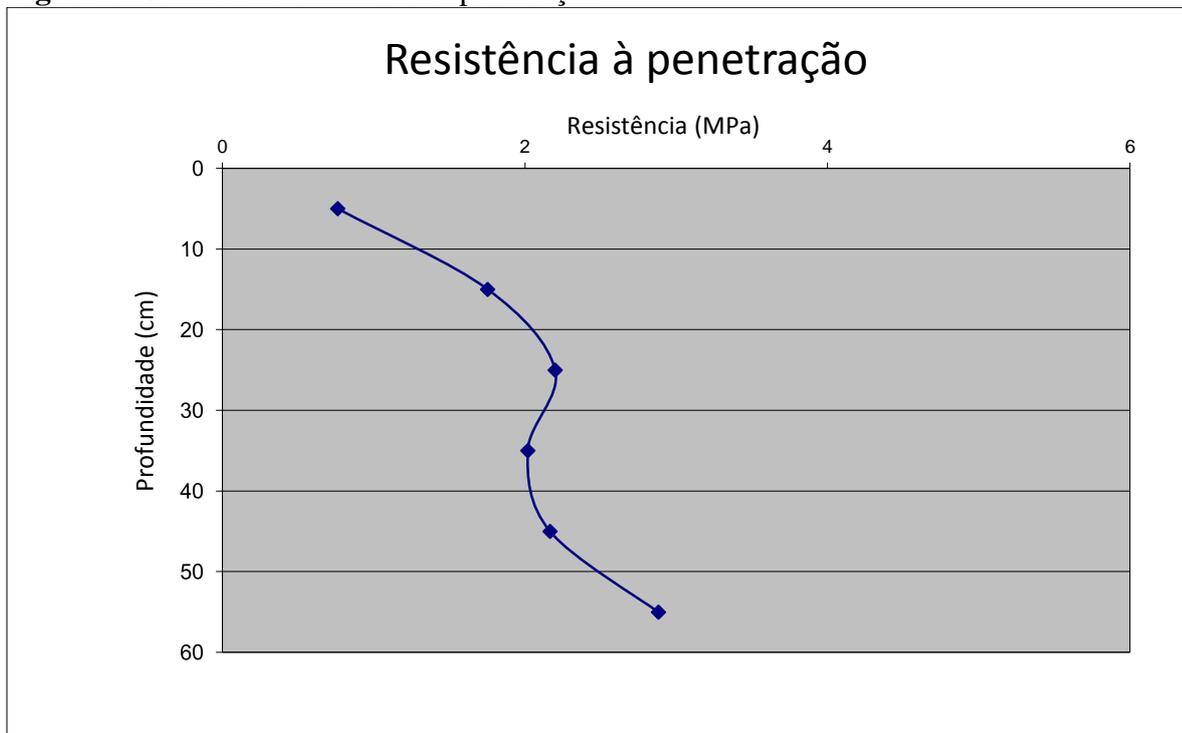
		Tempo (h)						
		-3	0	24	48	72	96	120
Profundidade (cm)	DS	$\theta$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )						
5	1,48	0,1900	0,5352	0,2730	0,2489	0,2366	0,2617	0,2277
15	1,42	0,1651	0,5611	0,2466	0,2290	0,2254	0,2350	0,2124
25	1,37	0,1620	0,5572	0,2328	0,2172	0,2096	0,2124	0,2088
35	1,40	0,1697	0,5532	0,2298	0,2321	0,2197	0,2342	0,2086
45	1,33	0,1602	0,5237	0,2256	0,2335	0,2116	0,2243	0,2068
55	1,22	0,1443	0,5284	0,2087	0,2235	0,2072	0,1996	0,1921
<b>Média</b>		<b>0,1652</b>	<b>0,5431</b>	<b>0,2361</b>	<b>0,2307</b>	<b>0,2183</b>	<b>0,2279</b>	<b>0,2094</b>

**Figura 1.** Velocidade de Infiltração Instantânea.

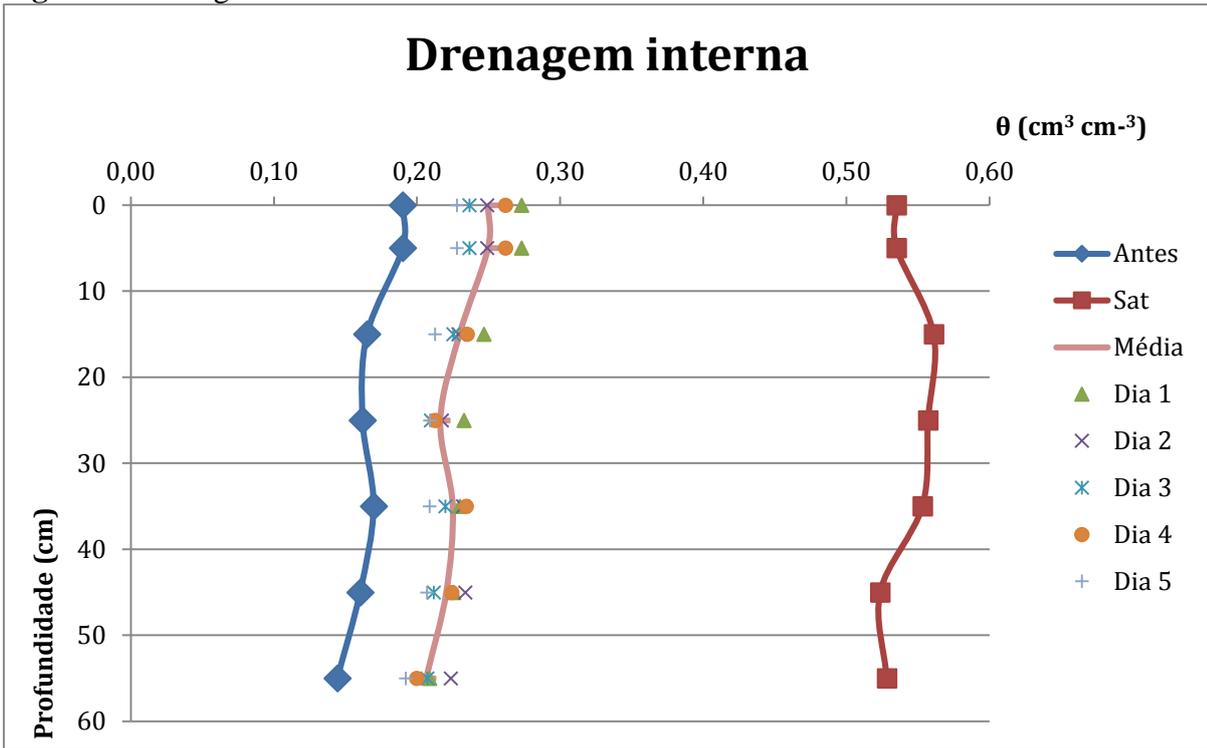


**Figura 2.** Infiltração Acumulada.



**Figura 3.** Porosidade do solo.**Figura 4.** Gráfico de Resistência à penetração.

**Figura 5.** Drenagem Interna.



**Figura 6.** Curva da Drenagem Interna.

