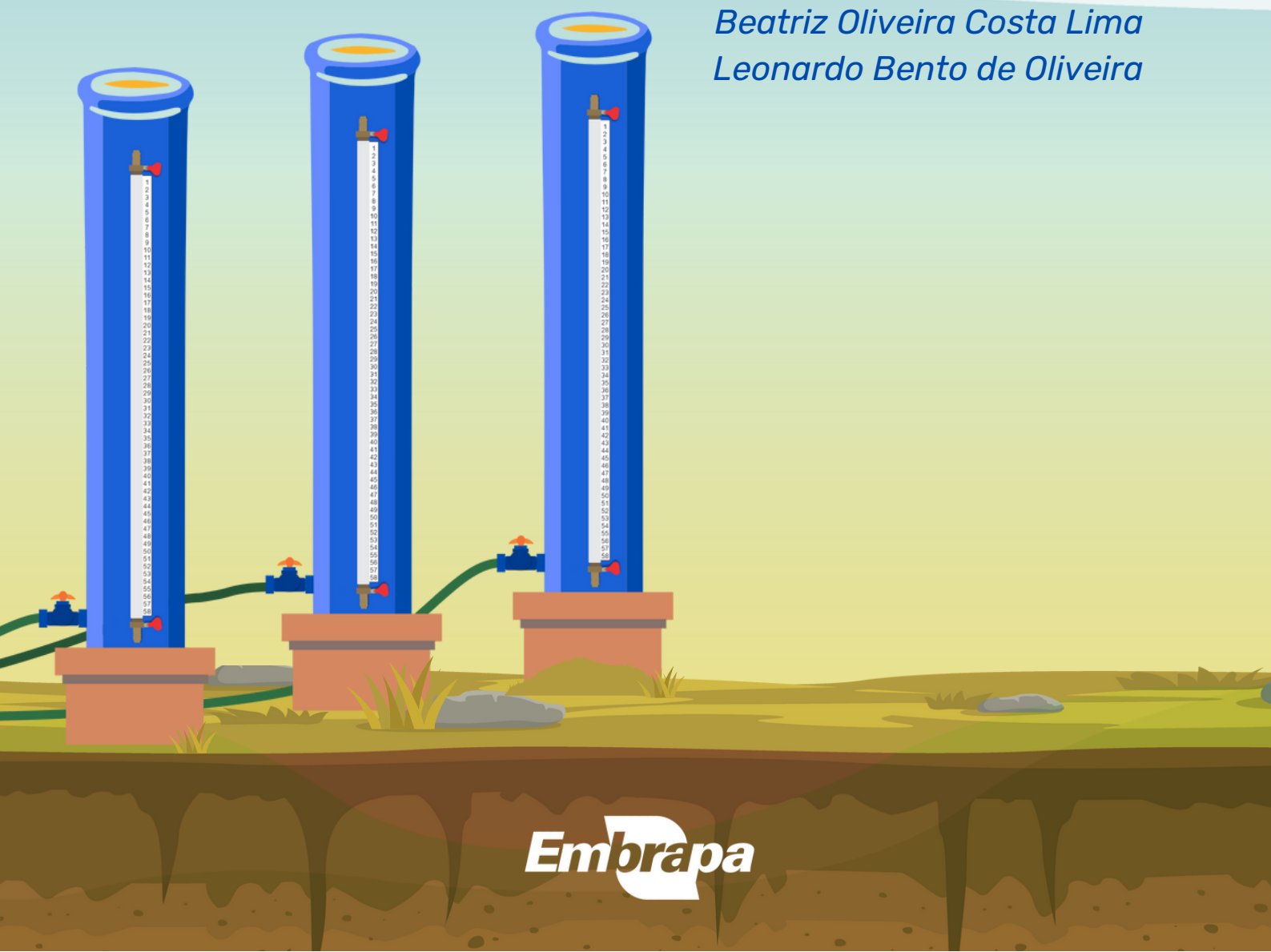


# Sistema de Tríplices Anéis Concêntricos Semiautomatizados (TACS) para a caracterização físico-hídrica dos solos

*Divonzil Gonçalves Cordeiro  
Deivison Santos  
Daniel Pettersen Custodio  
Beatriz Oliveira Costa Lima  
Leonardo Bento de Oliveira*





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Pesca e Aquicultura  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**Sistema de  
Tríplices Anéis Concêntricos  
Semiautomatizados (TACS) para  
a caracterização físico-hídrica  
dos solos**

*Divonzil Gonçalves Cordeiro  
Deivison Santos  
Daniel Pettersen Custodio  
Beatriz Oliveira Costa Lima  
Leonardo Bento de Oliveira*

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
2022

**Embrapa Pesca e Aquicultura**  
Avenida NS 10, Loteamento Água Fria, Palmas, TO  
Caixa Postal nº 90, CEP 77008-900, Palmas, TO  
Fone: (63) 3229-7800 [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição**  
Embrapa Pesca e Aquicultura

**Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável**

**Presidente**

*Roberto Manolio Valladão Flores*

**Secretário-Executivo**

*Diego Neves de Sousa*

**Membros**

*Alexandre Uhlmann, Clenio Araújo, Fabrício  
Pereira Rezende, Hellen Christina de Almeida  
Kato, Jefferson Cristiano Christofolletti, Luciana  
Cristine Vasques Villela, Luiz Eduardo Lima de  
Freitas*

**Supervisão editorial**

*Alexandre Uhlmann*

**Revisão de texto**

*Clenio Araujo*

**Normalização bibliográfica**

*Andréa Liliane Pereira da Silva*

**Tratamento das ilustrações**

*Jonatham Cleimes*

**Projeto gráfico**

*Jonatham Cleimes*

**Editoração eletrônica**

*Jonatham Cleimes*

**Foto da capa**

*Jonatham Cleimes*

**1ª edição**

Publicação Digital (2022): PDF

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa, Superintendência de Comunicação

---

Sistema de tríplexes anéis concêntricos semiautomatizados (TACS) para a caracterização físico-hídrica dos solos / Divonzil Gonçalves Cordeiro ... [et al.]. – Brasília, DF : Embrapa, 2022.

PDF (27 p.) : il. color.

ISBN 978-65-89957-28-7

1. Solo. 2. Perfil do solo. 3. Relação solo-água. 4. Equipamento rural. 5. Tecnologia. I. Santos, Deivison. II. Custodio, Daniel Pettersen. III. Lima, Beatriz Oliveira Costa. IV. Oliveira, Leonardo Bento de. V. Título. VI. Embrapa Pesca e Aquicultura.

---

CDD (21. ed.) 631.43

*Rejane Maria de Oliveira Cechinel Darós* (CRB-1/2913)

© Embrapa, 2022

## **Autores**

### **Divonzil Gonçalves Cordeiro**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

### **Deivison Santos**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

### **Daniel Pettersen Custodio**

Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

### **Beatriz Oliveira Costa Lima**

Graduanda em agronomia, estagiária da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

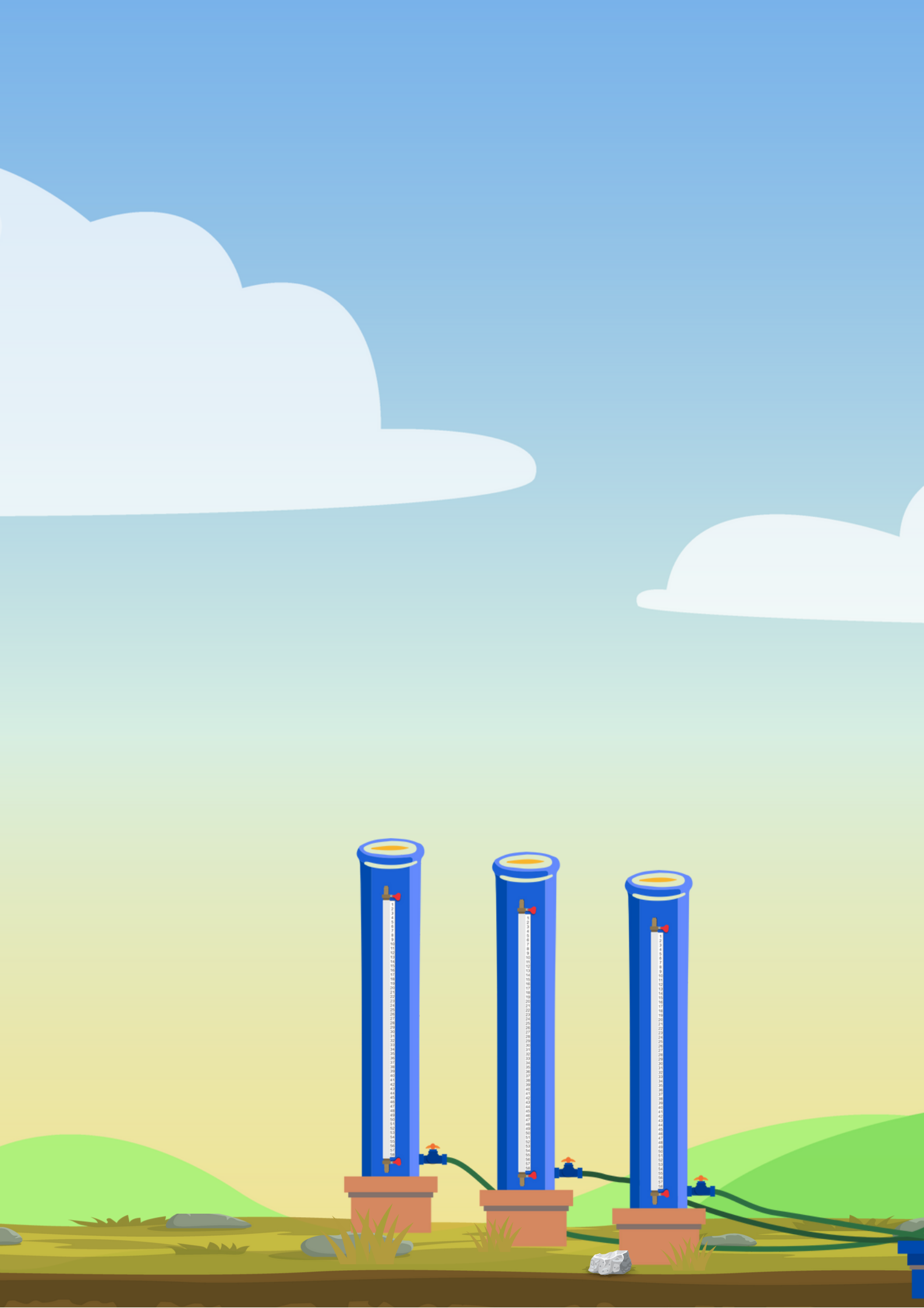
### **Leonardo Bento de Oliveira**

Graduando em agronomia, bolsista PIBIC/CNPq da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO



# Sumário

Apresentação .....	07
Introdução .....	09
Justificativas para seu desenvolvimento .....	10
Vantagens na sua utilização .....	11
Relação de materiais para sua construção .....	12
Tubos alimentadores de água fase de construção .....	14
Anéis concêntricos fase de construção e instalação .....	15
Ferramentas e materiais para instalação .....	17
Protocolo para utilização em campo do Sistema TACS.....	19
Cálculo da VIB com Método da regressão planilha excel .....	20
Cálculo da VIB - Método da regressão .....	21
Cálculo da VIB - Método gráfico .....	22
Dados finais obtidos após os cálculos .....	23
Considerações finais .....	24
Anexo 1 - Ficha de campo para registro de dados.....	25
Anexo 2 - Exemplo da aplicação das equações obtidas .....	26
Referências.....	29





# Apresentação

Prezados leitores,

Conhecer melhor o solo e suas interações com a água, com as plantas e com as demais atividades antrópicas que atuam sobre ele é muito importante para as tomadas de decisões sobre sua utilização. Trata-se, assim, de garantir os maiores índices de sustentabilidade possíveis, considerando serem estes, SOLO e ÁGUA, os mais importantes recursos que dispomos para nossa sobrevivência neste planeta.

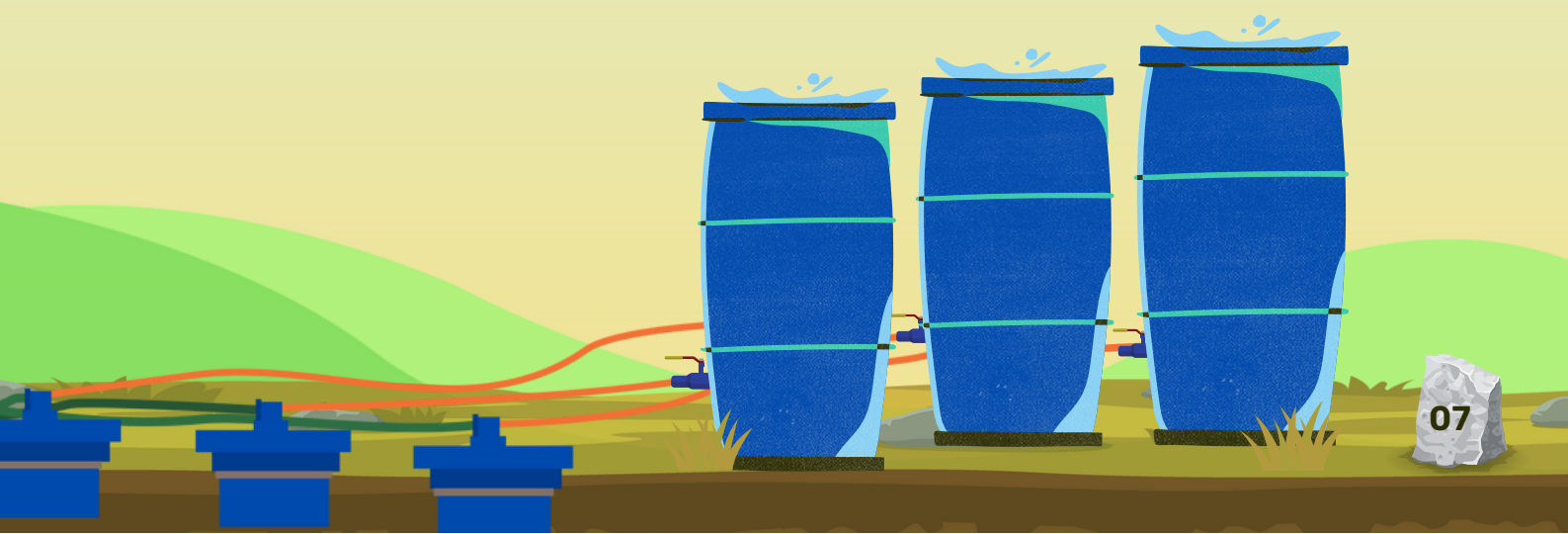
A qualidade de vida das gerações futuras vai depender das nossas decisões atuais. Por isso, há grande responsabilidade sobre todos aqueles que exploram hoje os recursos naturais nas mais diferentes atividades.

Considerando sermos nós, produtores e demais profissionais atuantes nas atividades agropecuárias, usuários dos maiores percentuais dos recursos solo e água, nos cabe uma maior responsabilidade para contribuir com esta sustentabilidade.

Com esta cartilha, gostaríamos de oferecer uma ferramenta simples, de fácil construção, que poderá nos ajudar a obter mais facilmente dados em campo, nos fornecendo um diagnóstico atual do solo em nossas atividades agropecuárias, avaliando o sistema de manejo utilizado e nos redirecionando para decisões futuras, caso necessárias.

Boa leitura!

Os autores





## Introdução

É comum ouvirmos falar que a Terra deveria ser chamada de Planeta Água, em função da vastidão dos oceanos que recobrem a superfície. Isto porque 70% da superfície está recoberta por água, enquanto apenas 30% por continentes. No entanto, ao avaliarmos o volume da Terra, constatamos que o ponto mais profundo dos oceanos atinge aproximadamente 11 km, enquanto a profundidade até o centro da Terra é estimada em 6.371 km. Desta maneira, podemos concluir que a quantidade deste recurso natural tão essencial para a vida no planeta é bastante menor do que aparentemente imaginamos. Outrossim, sabemos que, de toda a água disponível, apenas 2,7% é água doce e, deste percentual, apenas 0,1% está disponível para utilização (Pena, 2022).

Pode-se afirmar que a água é o mais crítico e importante elemento para a vida humana; tanto é que compõe aproximadamente 60% do peso corporal de um adulto e 80% de uma criança. Para esta manutenção, precisamos de 3 a 4 litros de água / dia, quantidade esta não disponível para inúmeras regiões do planeta (Santos, 2022).

Neste contexto, sabe-se que a atividade maior consumidora de água doce em todo o planeta é a agricultura, com um percentual que corresponde entre 70 e 75% do total disponível (Agência Nacional de águas e Saneamento Básico, 2022), o que indica a grande responsabilidade desta atividade quanto à utilização sustentável deste tão importante recurso natural. A produção de alimentos depende diretamente deste recurso natural, mas, para isso, o uso consciente é imprescindível, de modo que as interferências negativas resultantes de utilização inadequada não resultem em consequências para outros setores da população.

Com objetivo de disponibilizar mais uma ferramenta para a caracterização físico-hídrica dos solos para as atividades agrícolas, a Embrapa Pesca e Aquicultura apresenta uma proposta de equipamento de campo melhorado, desenvolvido com base no sistema de duplos anéis, que possibilita aos técnicos e produtores, de modo simples e bastante preciso, obter dados de qualidade que possam subsidiar os diferentes projetos de irrigação e drenagem, ajustando os sistemas de manejo utilizados e recomendados para diferentes regiões de produção. O equipamento foi denominado Sistema de Tríplexes Anéis Concêntricos Semiautomatizados (Sistema TACS) e o detalhamento sobre a sua construção e utilização está apresentado nas seções seguintes desta cartilha.

## Justificativas para seu desenvolvimento

As recomendações de uso e manejo do solo muitas vezes são realizadas sem que se tenha à disposição informações básicas de grande relevância, relacionadas às características intrínsecas do solo.

Muitos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos demonstrando a importância destas informações para o manejo sustentável do solo, embora a obtenção destes dados seja muitas vezes limitada pelas dificuldades operacionais em campo e até pelo desinteresse de muitos técnicos que desconhecem a sua importância.

Em consequência, muitos produtores procuram se ajustar a estas limitações de informação a partir de suas experiências em campo, que de alguma maneira podem compensar estas desinformações.

Metodologias e equipamentos os mais diversos são oferecidos no mercado para auxiliar na consecução destes dados, como demonstram os inúmeros trabalhos científicos disponíveis. O sistema de anéis concêntricos é sempre apresentado nas universidades como o de mais fácil operação para utilização em campo.

Assim, estamos propondo algumas melhorias a esta metodologia tão comum para estudantes universitários, de modo a facilitar as operações de campo, melhorar a qualidade dos dados obtidos e conseguir num menor espaço de tempo três conjuntos de dados resultados do sistema tríplice de coletas em campo.

Justifica também a apresentação desta proposta a possibilidade de fácil construção na modalidade artesanal, a um custo relativamente baixo, quando comparado aos valores propostos para outros equipamentos disponíveis no mercado.

Com isso, tem-se a proposta de desenvolver e apresentar o sistema aqui denominado Sistema TACS (Sistema de Tríplices Anéis Concêntricos Semiautomatizados), cujo desenvolvimento ainda prevê novas fases até sua total automatização, facilitando assim informações sobre a infiltração de água no solo.

## Vantagens na sua utilização

1

Possibilidade de construção artesanal.

2

Facilidade de construção do equipamento.

3

Baixo custo de construção.

4

Materiais necessários para construção facilmente disponíveis no mercado.

5

Facilidade de operação do equipamento em campo.

6

Otimização do tempo na coleta de dados de campo.

7

Redução das variáveis que interferem no processo.

8

Maior precisão nos dados coletados em campo.

9

Equações de recomendação mais ajustadas à característica dos solos estudados.

# Relação de materiais para sua construção



Tubos armazenadores em PVC rígido medindo 30cm de diâmetro interno

3  
Unid



Luva de redução 3/4(25mm) para 1/2 (20mm) PVC

6  
Unid



CAP em PVC - ajustado ao diâmetro do tubo alimentador utilizado

3  
Unid



Luva de redução 1 (32mm) para 1/2 (20mm) PVC

6  
Unid



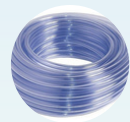
Conjunto de anéis concêntricos medindo 30 e 50cm de diâmetro

3  
Cjto



Luva 1/2 (20mm) PVC

8  
Unid



Mangueira transparente 1/2 (20mm)

9  
M



Luva 3/4 (25mm) PVC

6  
Unid



Mangueira traçada 3/4 (25mm)

120  
M



Engate rápido 3/4 (25mm)

12  
Unid



Mangueira cristal 1 (32mm)

10  
M



Engate rápido 1 (32mm)

2  
Unid

# Relação de materiais para sua construção



Nípel roscável  
PVC 1/2 (20mm)

12

Unid



Braçadeira 1/2  
(20mm)

6

Unid



Nípel roscável  
PVC 3/4 (25mm)

3

Unid



Braçadeira 3/4  
(25mm)

14

Unid



Boia rosqueável 1/2  
(20mm)

6

Cjto



Fita métrica  
costureira

3

Unid



"T" em latão 3/4  
(25mm)

6

Unid



Curva de redução  
90° PVC

12

Unid



Fita veda rosca

10

Unid



Registro 3/4  
(25mm)  
PVC

9

Unid



Tubo Cola para PVC

3

Unid



Registro 1 (32mm)  
PVC

2

Unid



Cruzeta galvanizado  
3/4 (25mm)

1

Unid



Suporte para tubos  
em cantoneiras  
de ferro

1

Unid



Nípel galvanizado  
3/4 (25mm)

9

Unid



# Tubos alimentadores de água: fase de construção

## Por que a escolha deste material?

- a) fácil disponibilidade em empresas de saneamento como material em descarte;
- b) sem custo (obtenção);
- c) diâmetro interno destes tubos é de aproximadamente 30 cm, medida mais comumente utilizada para os sistema de duplos anéis concêntricos.

## Passos para a preparação dos tubos alimentadores

**P1** Corte e ajustes nas bordas dos tubos.

**P2** Instalação do CAP sob pressão num dos lados do tubo.

**P3** Instalação dos "Ts" de latão – um 5 cm acima da borda superior do CAP e outro 5 cm abaixo da borda superior.

Obs: O "T" inferior deverá ter uma das saídas vedada.

**P4** Fixar a fita métrica de medição longitudinalmente no espaço entre os "Ts" de latão instalados. Pode-se utilizar cola adesiva ou miniparafusos.

**P5** Inserir mangueira transparente ¼" interligando a saída inferior do "T" superior à saída superior do "T" inferior, fixando-as com abraçadeiras.

**P6** No lado oposto à instalação dos itens acima, instalar um nível de ferro galvanizado de ¾" 5 cm acima da borda do CAP instalado (furadeira + serra copo ¾" + fita veda rosca e cola adesiva).

**P7** Conectar um registro ¾" com roscas internas ao nível do tubo.

**P8** Inserir nível de PVC ¾" na outra extremidade do registro.

**P9** Acoplar parte do engate rápido de PVC ¾" ao nível de PVC.

**Obs:** Poderão ser utilizados outros materiais, desde que seja ajustada a real lâmina infiltrada, além dos diâmetros do tubo alimentador e dos anéis internos conforme fórmula:

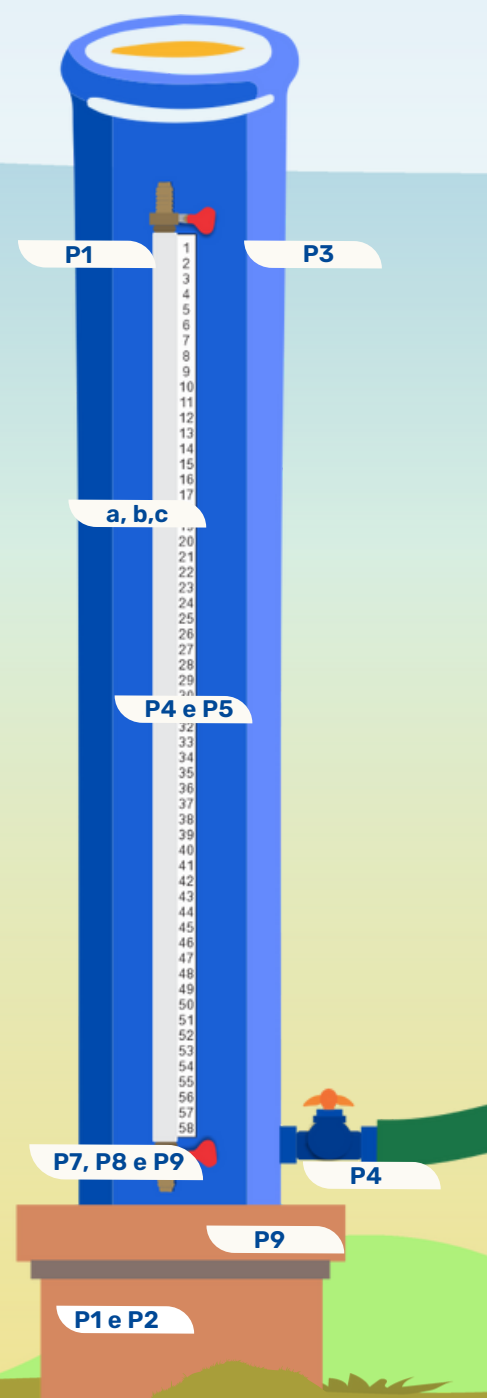
$h = D^2 / d^2$  , onde:

$h$  = lâmina infiltrada (cm)

$D^2$  = diâmetro do tubo alimentador (cm)

$d^2$  = diâmetro do anel interno (cm)

**Obs:** No caso destes ajustes, será necessário corrigir os valores na planilha de cálculos pelo Método da Regressão.





# Anéis concêntricos: fase de construção e instalação

## FASE I - CONSTRUÇÃO

- a) Material: chapa de ferro fundido com espessura de 3 mm.
- b) Medidas:
  - altura sugerida para ambos os anéis - 30cm;
  - diâmetro anel interno - 30 cm;
  - diâmetro anel externo - 50 cm (mínimo).
- c) Preparação e soldagem de alças duplas externas nos anéis.
- d) Soldagem dos nípeis de ferro galvanizado de  $\frac{3}{4}$ " 5 cm abaixo da borda superior de ambos os anéis, para as posteriores conexões hidráulicas.

## FASE II - INSERÇÃO DOS ANÉIS EM CAMPO

**P1** Cravar anel interno até a profundidade de 15 cm com o auxílio de vigote de madeira e marreta de 3 kg, evitando rachaduras no solo durante o procedimento.

**P2** Cravar anel externo da mesma maneira na profundidade de 20 cm. Obs: caso o solo esteja demasiadamente seco, recomenda-se umedecê-lo no dia anterior e posteriormente fazer a inserção.

## FASE III - INSTALAÇÃO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS

**P3** Anel interno / parte interna - sequência de instalação:

- a) nípel de ferro galvanizado no lado interno;
- b) Luva de Redução  $\frac{3}{4}$ " x  $\frac{1}{2}$ ";
- c) nípel  $\frac{1}{2}$ ";
- d) luva de  $\frac{1}{2}$ ";
- e) boia de  $\frac{1}{2}$ ".

**P4** Anel interno / parte externa - sequência de instalação:

- a) nípel de ferro galvanizado no lado externo;
- b) Luva de  $\frac{3}{4}$ ";
- c) curva 90°  $\frac{3}{4}$ ";
- d) registro  $\frac{3}{4}$ ";
- e) nípel  $\frac{3}{4}$ ";
- f) engate rápido PVC  $\frac{3}{4}$ ".

**P5** Anel externo / parte interna - sequência de instalação:

- a) nípel de ferro galvanizado no lado interno;
- b) Luva de Redução  $\frac{3}{4}$ " x  $\frac{1}{2}$ ";
- c) nípel  $\frac{1}{2}$ ";
- d) curva 90°  $\frac{1}{2}$ ";
- e) luva  $\frac{1}{2}$ ";
- f) boia de  $\frac{1}{2}$ ".

**P6** Anel externo / parte externa - sequência de instalação:

- a) nípel de ferro galvanizado no lado externo;
- b) Luva de  $\frac{3}{4}$ ";
- c) nípel  $\frac{3}{4}$ ";
- d) registro  $\frac{3}{4}$ ";
- e) nípel  $\frac{3}{4}$ ";
- f) engate rápido PVC  $\frac{3}{4}$ ".





### FASE IV - PREPARAÇÃO FINAL PARA INÍCIO DAS LEITURAS

**P7** Forrar o anel interno com uma manta plástica e conectar mangueiras.

**P8** Abrir o registro do anel interno até estabilização da boia instalada.

**P9** Para iniciar a leitura, retirar a manta instalada no anel interno e simultaneamente abastecer com água o anel externo.

## Ferramentas e materiais para instalação

- |   |  |   |    |   |   |
|---|--|---|----|---|---|
| 1 | Carreta tanque para abastecimento de água                        |    | 7  | Vigote de madeira                           |    |
| 2 | Bombonas 100 L (3 unidades) para abastecimento de anéis externos |    | 8  | Marreta de 3 kg                             |    |
| 3 | Balde 20 L 1º abastecimento inicia com os anéis externos         |    | 9  | Régua para medição de profundidade          |    |
| 4 | Prancheta  |  | 10 | Nível de pedreiro                           |  |
| 5 | Ficha de campo   |  | 11 | Veda rosca para conexões                    |  |
| 6 | Cronômetro   |  | 12 | Manta plástica para vedação de anel interno |  |

# Ferramentas e materiais para instalação

13 Extrator de amostras indeformadas



16 Trado holandês



14 Sacolas plásticas



17 Tubo de cola PVC



15 Etiquetas



18 Ferramentas



# Protocolo para utilização do Sistema TACS em campo

1. Preparar tubos armazenadores e posicioná-los em pontos estratégicos na área.
2. Esticar as mangueiras de alimentação dos anéis concêntricos objetivando as maiores distâncias possíveis entre os pontos de avaliação. Considerar sempre o nivelamento do terreno, lembrando que o processo de alimentação será por gravidade.
3. Posicionar os conjuntos de anéis concêntricos nos pontos predefinidos.
4. Inserir conjuntos de anéis concêntricos no solo, iniciando pelo anel externo, colocando-o a uma profundidade de 15 cm, e o anel interno numa profundidade de 14 cm, nivelando-os em seguida.
5. Instalar os componentes hidráulicos nos anéis concêntricos utilizando fita veda rosca.
6. Conectar o sistema de mangueiras de abastecimento anéis concêntricos – fontes de alimentação.
7. Carregar tubos alimentadores medindo a temperatura da água a ser utilizada.
8. Providenciar a forração dos anéis internos com a manta plástica.
9. Liberar abastecimento de água para os anéis internos até estabilização da boias, cobrindo-os em seguida para evitar o superaquecimento da água utilizada, que poderá alterar significativamente os resultados.
10. Coletar amostras de solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm para determinação da unidade inicial.
11. Completar o volume de água gasto para enchimento dos anéis, preparando-os para o início das leituras.
12. Ficha de Campo - preencher todos os dados solicitados (Anexo 1).
13. Posicionar baldes plásticos para o abastecimento inicial dos anéis externos.
14. Iniciar o processo de medição no tubo 1 registrando hora inicial e leitura inicial.
15. Repetir os procedimentos nos demais anéis, em intervalos de 20 min.
16. Registrar a infiltração até velocidade constante (3 leituras com intervalos iguais).

**Obs:** A instalação dos acessórios hidráulicos no sistema TACS requer um procedimento bastante cuidadoso antes do início dos trabalhos, daí a necessidade de seguir rigorosamente o protocolo sugerido, evitando qualquer vazamento. Para iniciar a leitura, retirar a manta instalada no anel interno e simultaneamente abastecer o anel externo com água do balde.

# Cálculo da VIB - Método da regressão (planilha excel)

Nº Leitura	Horário Leituras	Intervalo entre Leituras	Tempo Acumulado	Leitura Instantânea ( Tubo 1)	Dados-Campo		Valores calculados (Kostiakov)		X Log D	Y Log F	X.Y	X2
					lac	VI	lac	VI				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
(nº)	(hh:mm)	(min)	(nº)	(cm)	(cm)	(cm/h)	(cm)	(cm/h)				
1	09h26	1	1	2,0								
2	09h27	1	1	2,3	0,3	18,0	0,25	14,8	0,0000	-0,5229	0,0000	0,0000
3	09h28	1	2	2,5	0,5	12,0	0,49	14,7	0,31010	-3010	-0,906	0,906
4	09h29	2	3	2,8	0,8	18,0	0,74	14,7	0,4771	-0,0969	-0,0462	0,2276
5	09h31	2	5	3,2	1,2	12,0	1,23	14,6	0,6990	0,0792	0,0553	0,4886
6	09h33	2	7	3,7	1,7	15,0	1,71	14,6	0,8451	0,2304	0,1948	0,7142
7	09h35	3	9	4,1	2,1	12,0	2,20	14,5	0,9542	0,3222	0,3075	0,9106
8	09h38	3	12	4,8	2,8	14,0	2,92	14,5	1,0792	0,4472	0,4826	1,1646
9	09h41	3	15	5,5	3,5	14,0	3,65	14,5	1,1761	0,5441	0,6399	1,3832
10	09h44	5	18	6,2	4,2	14,0	4,37	14,4	1,2553	0,6232	0,7823	1,5757
11	09h49	5	23	7,3	5,3	13,2	5,57	14,4	1,3617	0,7243	0,9863	1,8543
12	09h54	5	28	8,5	6,5	14,4	6,77	14,4	1,4472	0,8129	1,1764	2,0943
13	09h59	10	33	9,5	7,5	12,0	7,96	14,4	1,5185	0,8751	1,3288	2,3059
14	10h09	10	43	11,7	9,7	13,2	10,35	14,3	1,6335	0,9868	1,6119	2,6682
15	10h19	10	53	14,0	12,00	13,8	12,74	14,3	1,7243	1,0792	1,8608	2,9731
16	10h29	10	63	16,3	14,3	13,8	15,12	14,3	1,7993	1,1553	2,0788	3,2376

$$I = K \cdot T^n$$

Modelo potencial

$$\log I = \log K + n \cdot \log T$$

Modelo linear

$$Y = A + B X$$

O coeficiente angular (B) e a interseção (A) da reta são dados por :

$$B = n = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sum x^2 - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2}$$

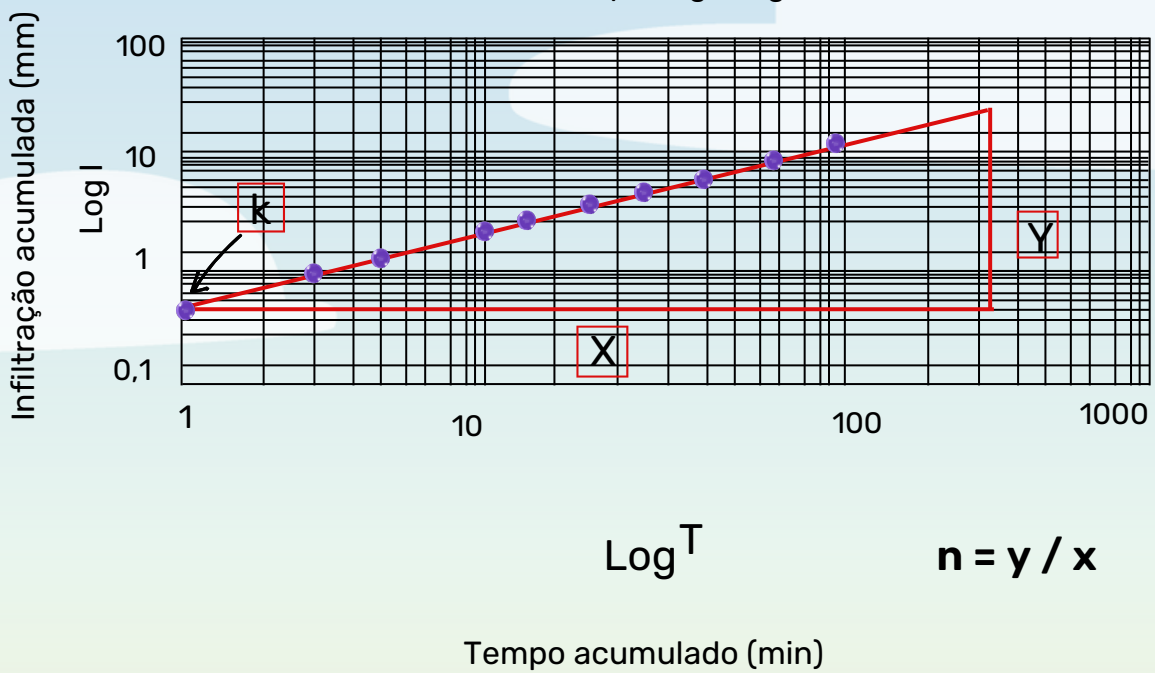
$$A = \bar{Y} - B \bar{X}$$

$$\text{Log } k = A \quad k = \text{ant log } A$$

## Método gráfico

$$I = k * T^n$$

Papel log x log





## Dados finais obtidos após os cálculos

**VIB** = VELOCIDADE BÁSICA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO  
**I acum** = LÂMINA DE ÁGUA INFILTRADA NO SOLO

### Indicação de possível compactação no solo

Quando se comparam os resultados obtidos na área avaliada como solo em condições de área nativa.

O manejo utilizado tanto na escolha da cultura implantada e/ou o modelo utilizado no processo de mecanização pode estar inadequado para o solo em questão.

Equações de Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada Informações essenciais para subsidiar os projetos de irrigação e drenagem.

### Modelo Matemático de Kostiakov (1932)

Os dados obtidos poderão ser trabalhados sob diversos modelos matemáticos, considerando as características dos solos estudados.

Foi o modelo utilizado nos cálculos e exemplos aqui apresentados. Muitos outros modelos podem ser utilizados com os dados obtidos, dependendo das características do solo avaliado.

### Curva característica do solo

Informação obtida por meio de outras análises laboratoriais que, na comparação com os dados de infiltração, demonstra a variação nas capacidades de armazenamento de água no solo, alterando a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, alterados em função do manejo.

**Obs:** é importante que se conheçam as características naturais do solo e sua classificação pedológica, de modo a poder ter à disposição dados referenciais para as conclusões dos estudos.

## Considerações finais

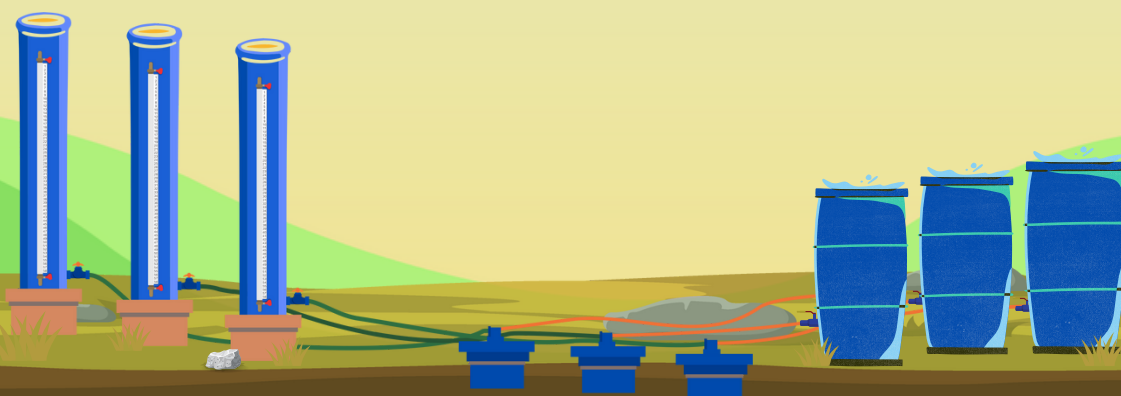
A proposta deste trabalho foi apresentar o protótipo de um equipamento bastante útil para técnicos e demais profissionais que atuam nas áreas de agricultura e pecuária.

Conforme está detalhado neste documento, a construção do sistema TACS pode ser realizada de modo artesanal em pequenas oficinas domésticas a um custo reduzido.

Os dados obtidos em campo podem ser trabalhados em computadores e softwares de uso comum e os resultados finais obtidos serão de grande relevância para os profissionais, estudantes e outros consultores nas recomendações de uso sustentável dos solos.

Vale ressaltar que um dos produtos muito importantes que podem resultar destas avaliações é um diagnóstico bastante objetivo das condições atuais do solo avaliado, redirecionando as recomendações para outras alternativas de manejo, caso sejam identificadas utilizações inadequadas deste tão valioso recurso natural.

Assim, como responsáveis pela exploração de grandes áreas de solos para produção agrícola e também pelo fato de sermos responsáveis pela atividade que mais consome a água doce disponível no planeta (percentual estimado entre 70 e 80%), temos a obrigação de recomendar o uso consciente destes importantes recursos naturais, garantindo a sua disponibilização em boas condições de uso para as nossas gerações futuras.



# Anexo 1 - Ficha de campo para registro de dados

É essencial que todos os dados constantes na ficha sejam preenchidos.

A coleta de dados deverá ser feita com o máximo cuidado, desde a primeira leitura.

Caso ocorra uma falha de leitura durante o processo, a leitura pode continuar, desde que o intervalo de tempo seja registrado corretamente.

A precisão das leituras definirá também a precisão dos resultados.

O processo de leituras estará concluído a partir da repetição de três leituras nas quais se observa uma constância na velocidade de infiltração de água.

FICHA DE CAMPO PARA COLETA DE DADOS DE INFILTRAÇÃO COM SISTEMA TACS								
Local da coleta:		Município:		Localidade:				
Coordenadas Geográficas UTM ANEL 01				Data_Coleta				
				Responsável pela coleta				
Classe de Solo:								
Área Nativa:		Descrever:						
Área Antropizada:		Uso_Atual						
		Histórico:						
		Pro_Coleta	N°_Anel	Vol_Anel	Umidade	Umidade	Densidade	
		(cm)	(n°)	(cm <sup>3</sup> )	(%)	(cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	( /cm <sup>3</sup> )	
Amostras de solo coletadas:								
Cronometragem de Tempo para Leituras		Intervalo de Tempo	Tempo Acumulado	Leituras			Infiltração Acumulada	
N°_Leituras	Horário Leitura	Intervalos entre Leituras		T <sub>n</sub>	Leitura Instantâneas	Diferença entre Leituras		I <sub>a</sub>
(n°)	(hh:00)	(00:00)	(minutos)	(minutos)	(cm)	(cm)	(cm/min)	(cm)
1	09:00	00:01	0	0		0,0		0,0
2	09:01	00:01	1	1		0,0		0,0
3	09:02	00:01	1	2		0,0		0,0
4	09:03	00:02	1	3		0,0		0,0
5	09:05	00:02	2	5		0,0		0,0
6	09:07	00:02	2	7		0,0		0,0
7	09:09	00:03	2	9		0,0		0,0
8	09:12	00:03	3	12		0,0		0,0
9	09:15	00:03	3	15		0,0		0,0
10	09:18	00:05	3	18		0,0		0,0
11	09:23	00:05	5	23		0,0		0,0
12	09:28	00:05	5	28		0,0		0,0
13	09:33	00:10	5	33		0,0		0,0
14	09:43	00:10	10	43		0,0		0,0
15	09:53	00:10	10	53		0,0		0,0
16	10:03	00:10	10	63		0,0		0,0
17	10:18	00:15	15	78		0,0		0,0
18	10:33	00:15	15	93		0,0		0,0

## Anexo 2 – Exemplo da aplicação das equações obtidas

**Exemplo 5.1** Instalando-se uma horta no terreno da escola, com área de  $10\text{m}^2$ , qual o volume de água infiltrado no solo em uma irrigação de 30 minutos?

**Solução** Da equação de Kostiakov 5.1, tem-se que

$$I = 1,6557 (30)^{0,7339} = 20,0928 \text{ cm}$$

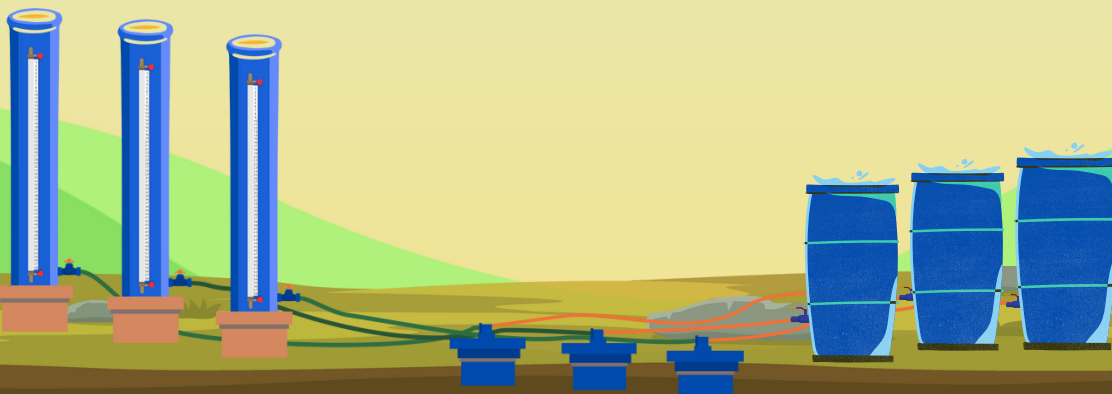
Assim, o volume de água infiltrado no solo da escola é de 200,928 litros por metros quadrado.

**Exemplo 5.2** Calcular o tempo necessário para que seja aplicada uma lâmina de irrigação de 50cm no terreno da escola.

**Solução** Da equação de Kostiakov 5.1, segue-se que

$$\begin{aligned} 50 &= 1,6557t^{0,7339} \\ \frac{50}{1,6557} &= t^{0,7339} \\ \log \frac{50}{1,6557} &= \log t^{0,7339} \\ 1,4799 &= 0,7339 \log t \\ 2,0161 \log t & \\ t &= 10^{2,0161} = 104 \text{ min} \end{aligned}$$

Assim, o tempo necessário para a infiltração da lâmina de 20cm será de aproximadamente 104 minutos.



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília, DF, 2019.

KOSTIAKOV, A. N. The dynamics of the coefficient of water percolation in soils and the necessity for studying it from a dynamic point of view for purpose of amelioration. **Society of Soil Science**, v. 14, p. 17-21, 1932.

PANA, R. F. A. **Terra: Planeta Água?** Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/geografia/terra-planeta-agua.htm>. Acesso em: 14 jun. 2022.

SANTOS, V. S. dos. **Importância da água para o corpo humano**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/importancia-agua-paracorpo-humano.htm>. Acesso em: 15 jun. 2022.



# Embrapa

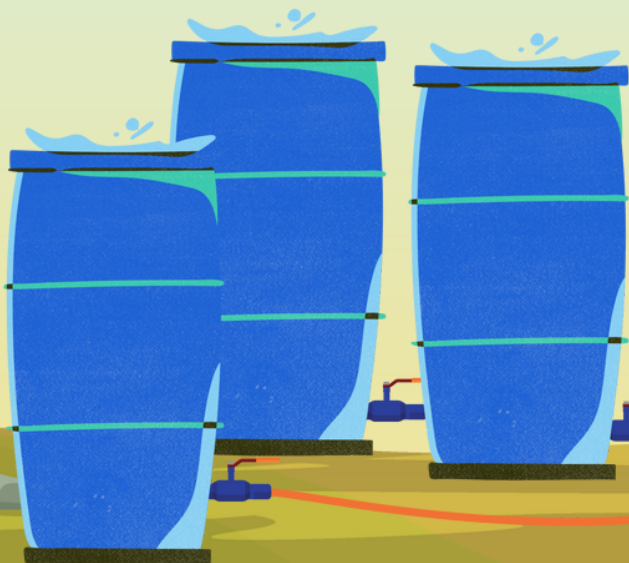
## Pesca e Aquicultura

Apoio

Fazenda  
Jotaka 



**TOCANTINS**  
GOVERNO DO ESTADO



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



CGPE: 017840