

Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Engenharia Agrícola
Disciplina: Drenagem na Agricultura
Prof. Raimundo Nonato Távora Costa

RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS POR SAIS



Fatores determinantes do acúmulo de sais no solo

- **Teor elevado de sais na água de irrigação, no lençol freático ou no solo;**
- **Drenagem natural pobre: camadas de impedimento no subsolo;**
- **Lençol freático elevado associado a água de irrigação de baixa qualidade;**
- **Limitações quanto à cota de saída.**

APORTE DE SAIS NO SOLO

- Açude General Sampaio → DNOCS
- Água (CE_w) = $0,8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$
- $1 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1} = 640 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \therefore 0,8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1} = 512 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
- Cultura com dotação igual a 600 mm no ciclo
- $6000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \times 512 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 3072 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

APLICAÇÃO DE GESSO



- Limitação da reação: reduzida a solubilidade do gesso (2 g/L)
- Produto resultante (Na_2SO_4): lavagem e drenagem.

Curvas de retenção de água no solo

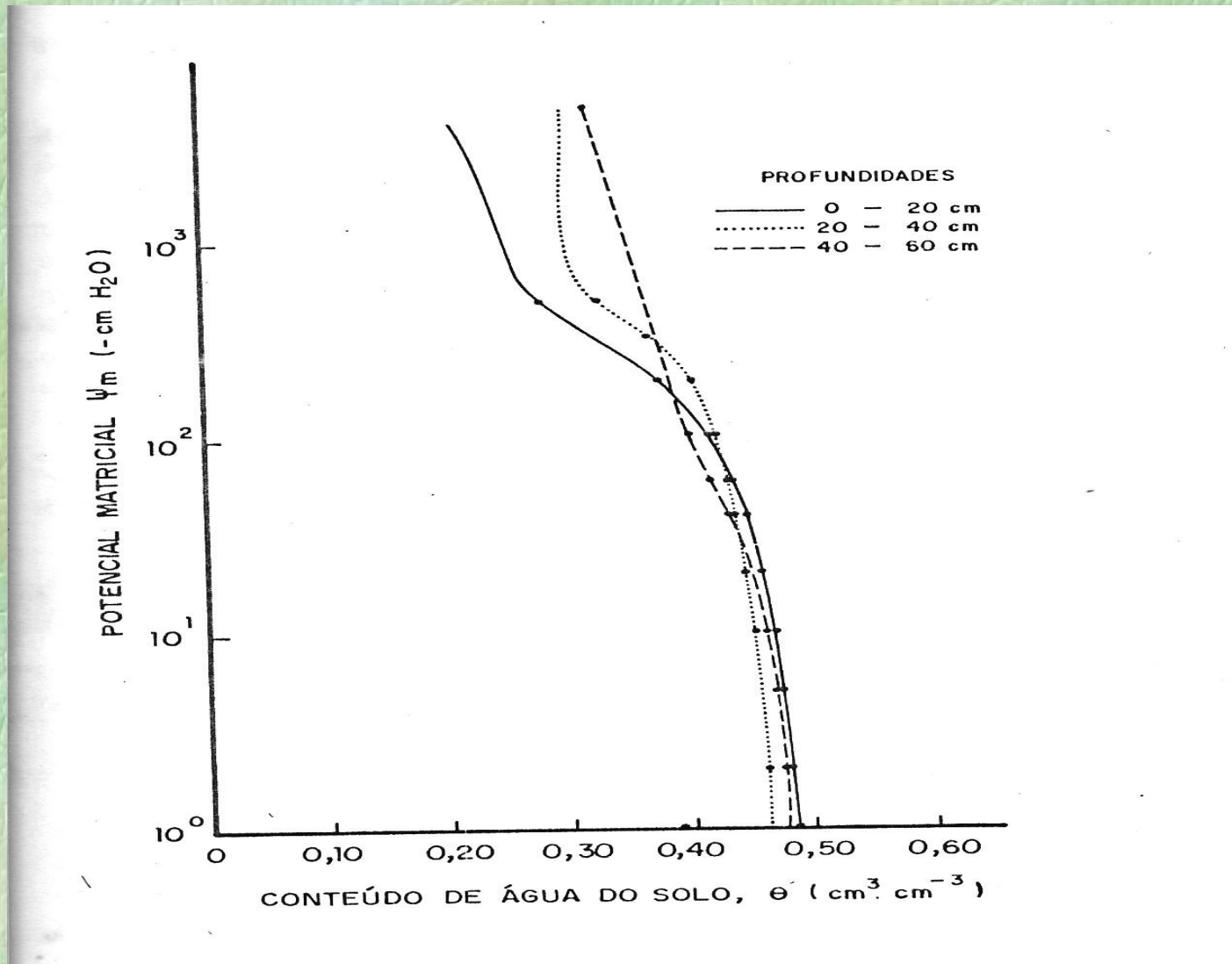


FIG. 01 - Curvas características de umidade do solo aluvial vértico halomórfico da área do experimento.

Drenagem natural pobre



Lençol freático próximo à superfície



Limitação na cota de saída



Fatores determinantes do acúmulo de sais no solo

- **Drenos coletores como fonte de recarga;**
- **Balanco hídrico desfavorável;**
- **Terreno não sistematizado;**
- **Excessivas aplicações de fertilizantes e corretivos químicos;**
- **Manejo inadequado da irrigação.**

Dreno coletor



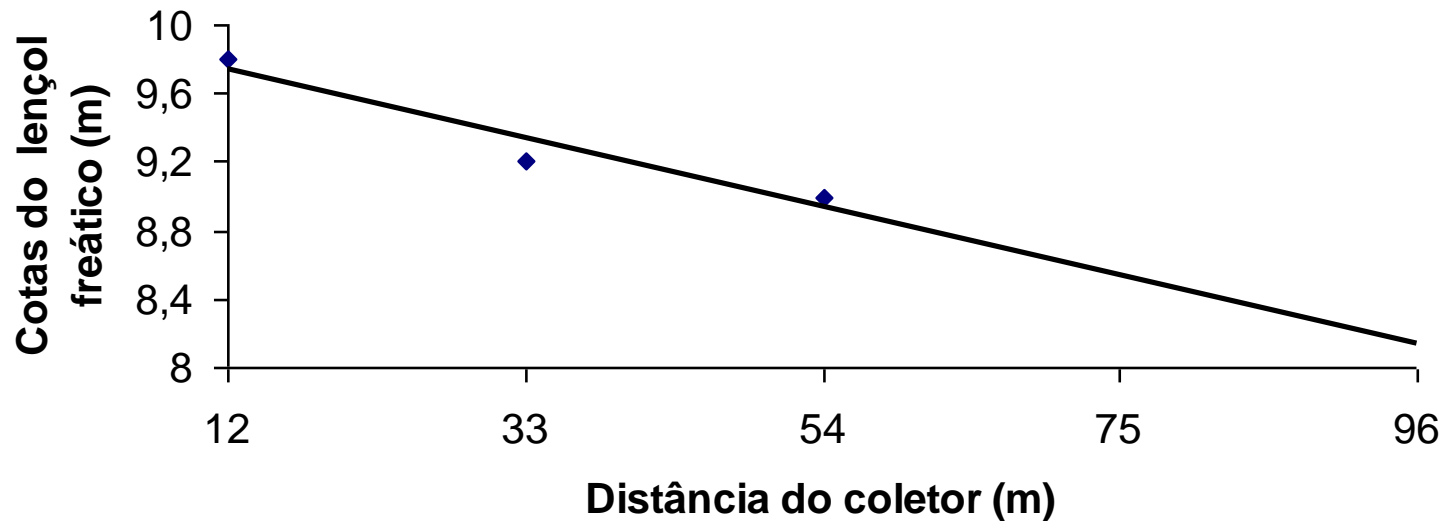
•Coletor antes da limpeza
(fonte de recarga)



•Coletor após a limpeza
(fonte de descarga)

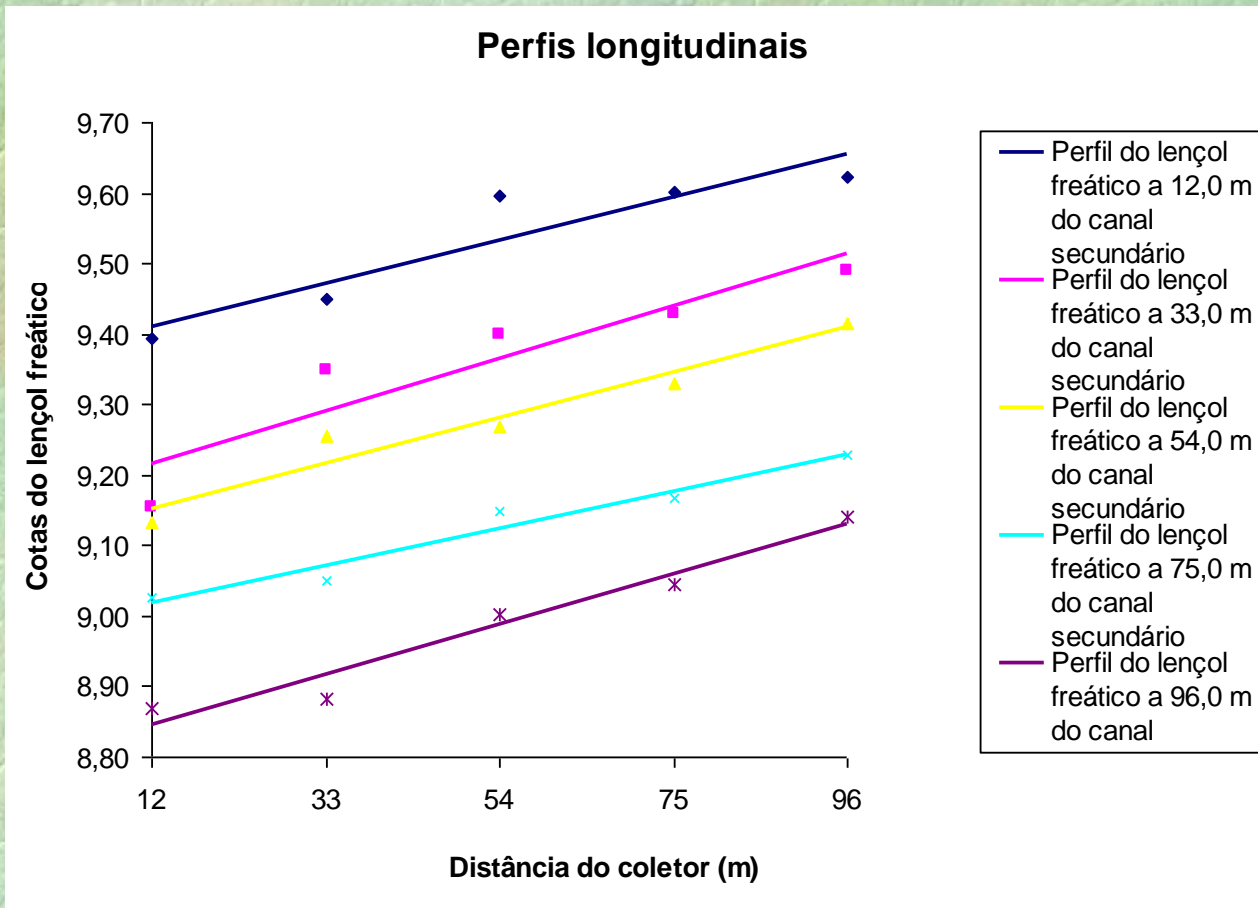
Coletor como fonte de recarga

Comportamento do lençol freático antes da limpeza do dreno coletor



Coletor como fonte de descarga

- Perfis longitudinais do lençol freático a 12, 33, 54, 75 e 96 m do canal secundário.



Terreno não sistematizado



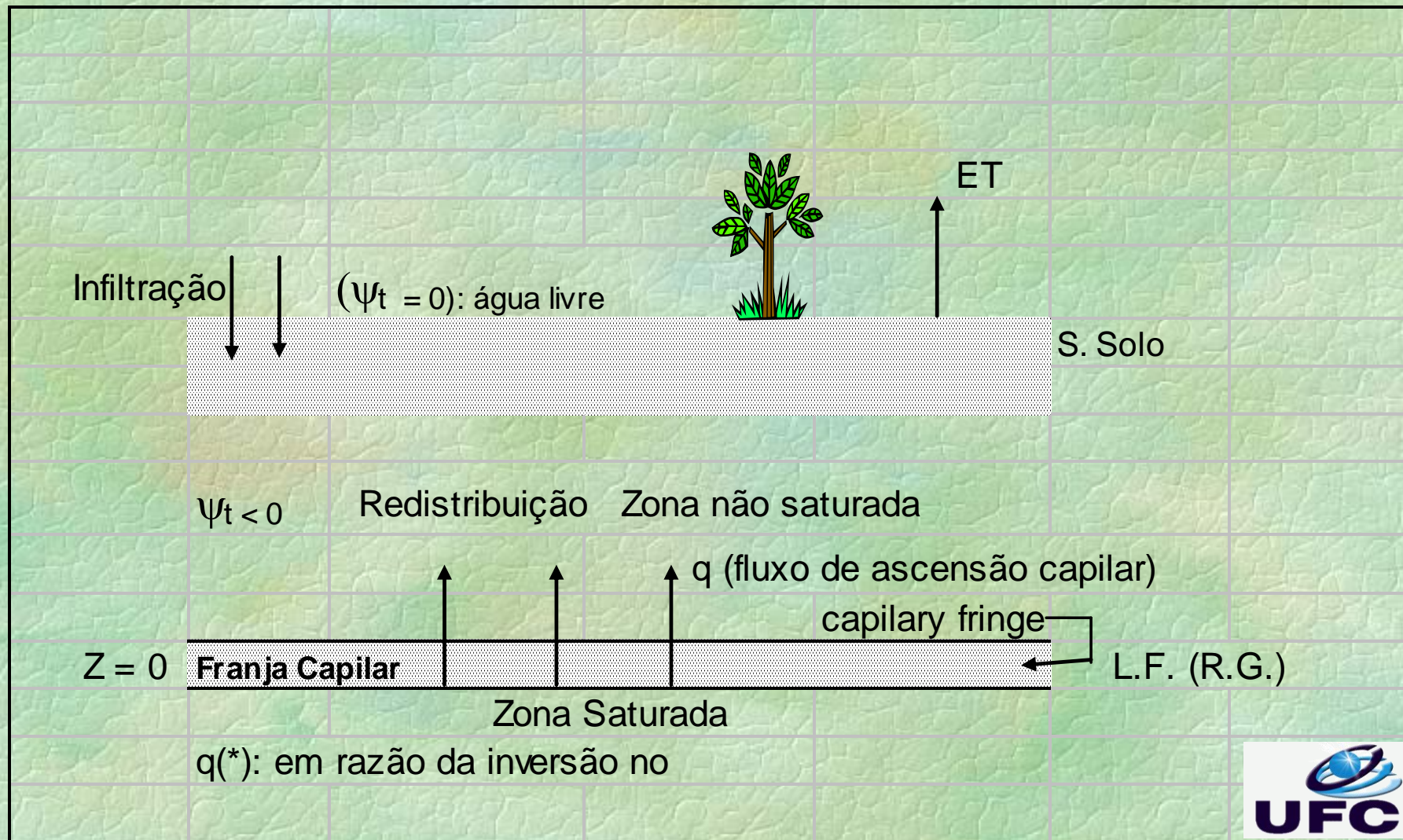
23 11:20



Terreno sistematizado



INFILTRAÇÃO, REDISTRIBUIÇÃO E ASCENSÃO CAPILAR



Identificação de solos salinos

Características visuais

- 1. Presença de crosta branca na superfície;**
- 2. Manchas desnudas no campo;**
- 3. Presença de vegetação típica.**



Classificação – SiBCS (2006)

Solo	CE (dS.m⁻¹)	PST
Salino	7 > CE > 4	-
Sálico	CE > 7	-
Solódico	-	15 > PST > 6
Sódico	-	PST > 15

- **Avaliação do problema de infiltração**

- A dispersão dos solos e a destruição de sua estrutura ocorrem unicamente quando o teor de sódio supera o de cálcio numa proporção acima de 3:1

- exemplo. Na = 7,73meq/L; Ca = 2,32meq/L;

- $\text{Na/Ca} = 7,33/2,32 = 3,33$

- Nesta relação o sódio provoca problemas sérios de infiltração.

Atributos físicos e químicos do solo

Composição Granulométrica (%)					Classe Textural	Densidade do solo (kg.m ⁻³)	pH	CE (dS/m)	CC (%)	PMP (%)
Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila						
0-30	50	250	470	230	Franca	1430	9,4	1,74	-	-
30-60	50	270	390	310	Franco-argilosa	1540	9,2	1,05	-	-
60-90	50	450	300	200	Franca	1500	9,5	1,73	-	-
Complexo Sortivo (mE/100g)										
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	S	T			
8,00	3,00	0,41	13,62	0,00	0,00	25,0	25,0			
7,60	2,60	0,33	14,86	0,00	0,00	25,4	25,4			
10,00	2,00	0,20	10,73	0,00	0,00	22,9	22,9			
V (%)	PST	C(g/Kg)	N(g/kg)	C/N	M O(g/kg)	P Assimilável(mg/Kg)				
100	54	5,04	0,51	10	8,68	30				
100	58	6,00	0,61	10	10,34	35				
100	47	4,02	0,41	10	6,93	62				

Sistema de drenagem subterrânea



Sistema de drenagem subterrânea



Subsolagem do solo



Aplicação de gesso – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$$D_t = [(PST_i - PST_f)/100].CTC.Pe.ds.Z$$

$$D_p = DT.C;$$

Qual a lâmina total de água necessária para solubilizar o gesso?

Incorporação de gesso com grade de arraste



Cultivo de arroz por inundação



INDICADORES DE RENTABILIDADE

- Relação Benefício/Custo (Hoffman et al., 1992): quociente entre o valor presente das receitas a serem obtidas e o valor presente dos custos.

$$B / C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$$

sendo:

R_i → Receita ou incremento de receita nos respectivos anos (R\$)

C_i → Custo dentro dos respectivos anos (R\$)

r → taxa real de desconto (decimal)

INDICADORES DE RENTABILIDADE

- Valor Presente Líquido: valor presente dos benefícios líquidos do projeto.

$$VPL = \sum_{I=0}^n \frac{R_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_{I=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

sendo:

R_i : Receita dentro dos respectivos anos (R\$)

C_i : Custo dentro dos respectivos anos (R\$)

r : Taxa real de desconto (decimal)

INDICADORES DE RENTABILIDADE

- **Taxa Interna de Retorno:** percentual que expressa a rentabilidade anual média do capital alocado no projeto durante todo o horizonte da análise do projeto.

Indicadores de rentabilidade

ANO	VALORES VARIÁVEIS (REAIS) – R\$			FD*** (12%)	VALORES ATUALIZADOS – R\$	
	Custo	Invest./Reinvest.	Receitas		Custo e Invest./Reinvest.	Receitas
0	-	3.019,54**	-	1,0000	3.019,54	-
1	990,90	-	102,11	0,8929	884,77	91,17
2	2.513,66	-	4.004,33	0,7972	2.003,89	3.192,25
3	2.513,66	2.820,00****	4.004,33	0,7117	3.796,50	2.850,28
4	2.513,66	-	4.004,33	0,6355	1.597,43	2.544,75
5	2.513,66	-	4.004,33	0,5674	1.426,25	2.272,06
6	2.513,66	-	4.004,33	0,5066	1.273,42	2.028,59
7	2.513,66	-	4.004,33	0,4523	1.136,93	1.811,16
8	2.513,66	-	4.004,33	0,4039	1.015,27	1.617,35
9	2.513,66	-	4.004,33	0,3606	906,43	1.443,96
10	2.513,66	-	4.004,33	0,3220	809,40	1.289,39
TOTAL	23.613,84	5.839,54	36.049,08		17.869,83	19.140,96

* Considerando-se uma safra de arroz (primeiro semestre) e uma safra de melão (segundo semestre);

** Drenos laterais (R\$ 1.304,70) + Aplicação de gesso (R\$ 1.179,84) + COC do Feijão-de-Porco (R\$ 355,00) + Tratamentos mecânicos (R\$180,00);

*** Fator de Desconto;

**** Instalação de um novo sistema de drenagem subterrânea;

B/C = 1,071; VPL = R\$ 1.271,13; TIR = 17,7%;

Análise de Sensibilidade: CR_{+10%} - B/C = 1,178; VPL = R\$ 3.185,46; TIR = 25,48%