



XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

Hotel Tambaú 27 - 30/11/2012 João Pessoa -PB



Análise da influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas rurais

Xavier, R.P; Ceballos, B.S.O; Nóbrega, R.L.B, Galvão, C.O.



UEPB – UFCG





Água de chuva: fonte hídrica de grande importância no SAB

PIMC= 470.355 cisternas construídas /2010

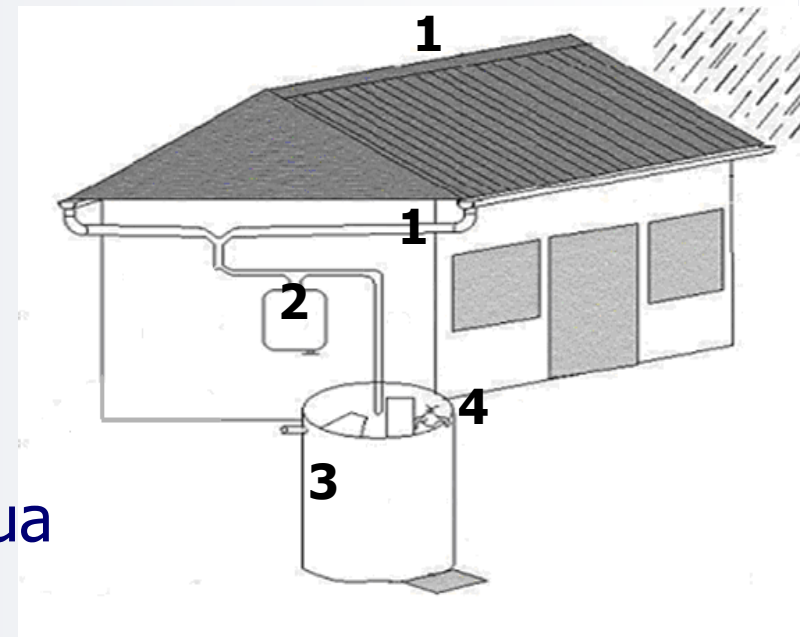
2.351.775 pessoas beneficiadas

meta = 10^6 de cisternas = 5×10^6 pessoas

Água de chuva apta para consumo humano: adoção de práticas de segurança sanitária (barreiras sanitárias)

Barreiras sanitárias - Manejo adequado

- 1) Limpeza do telhado , dos dutos e da cisterna
- 2) Desvio das primeiras águas de cada evento de chuva (caixa móvel ou dispositivos de desvio automático - esgotamento e limpeza dos dispositivos)
- 3) Lavagem anual da cisterna
- 4) Uso de bomba para retirar a água da cisterna
- 5) Cuidados com a água dentro do lar . Desinfecção antes de consumo



Objetivos

- Avaliar em escala real a qualidade da água armazenada em cisternas de comunidades rurais do SAB sob diferentes condições de manutenção e manejo
- Analisar a eficiência de desvios das primeiras águas de chuvas instalados em duas residências sob cuidados dos proprietários e em modelos pilotos sob condições controladas



Projeto

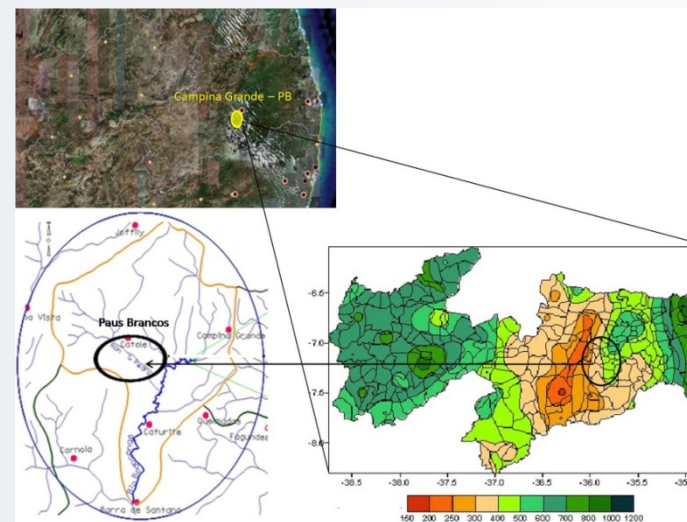
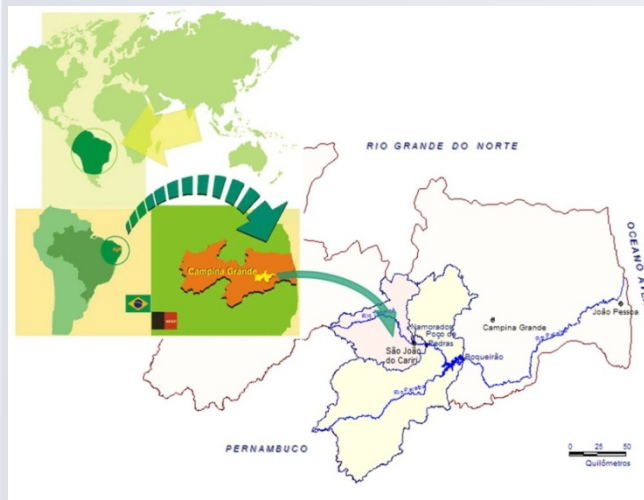
Cisternas

“Melhoramentos Tecnológicos e Educação Ambiental para a Sustentabilidade dos Projetos de Armazenamento de Águas Pluviais em Cisternas no Nordeste Semi Árido”

MCT/FINEP/CNPQ – UFCG,UEPB,UFPE, UFRPE, CPATSA –EMBRAPA
SEMIÁRIDO

Material e método

Local: comunidades rurais do município de São João do Cariri/PB e do assentamento Paus Brancos - INTERPA, município de Campina Grande/PB



Material e método

FASES DO TRABALHO

- 1-Avaliação da qualidade da água da chuva
- 2-Monitoramento da qualidade da água armazenada em cisternas em uso
- 3-Construção de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva com desvios automáticos (residências rurais) e pilotos com duas cisternas (com e sem desvios)
- 4 –Avaliação de dois tipos de desvios: DVC e DFH

Material e método

Monitoramento mensal

- 6 cisternas das comunidades, sem desvios (SJC1, SJC2, SJC3 e PB1, PB2, PB3)
- 2 cisternas das comunidades com desvios
(SJC 4/DFH e PB 4/DVC)
- 2 modelos pilotos com desvios: MP1/DVC e MP2/DFH(comunidade e escola)

Período

- janeiro - julho/09 - cisternas sem desvios

Material e método

Desvios calculados para coletar 1mm de chuva por metro² = 1 litro de água
Telhados de 80 metros² = desvio com capacidade de receber 80L de água antes de passar à cisterna

Tipos de desvios testados:

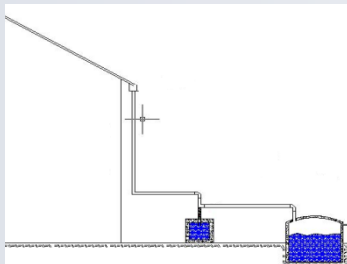
- desvio com sistema de fecho hídrico

DFH (facil de limpar, mais economico)

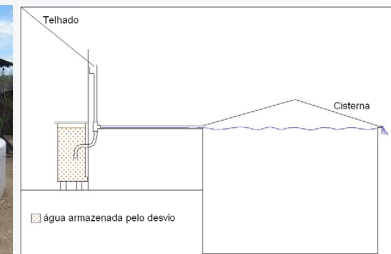
- desvio com sistema de vasos comunicantes -

DVC

DFH



DVC



Material e método

*Parâmetros de qualidade

pH, Tu, Cor aparente, SDT (APHA 2005), Coliformes totais e *E.coli* (MUG-APHA, 2005), Bactérias heterótrofas totais (SPC) e parasitos (RITCHIE modif, 1948)

*Locais de coleta de água

Nos desvios: saída ou descarga na parte inferior do desvio.

Cisternas pilotos: bomba manual ou balde

Cisternas controles : na superfície da água

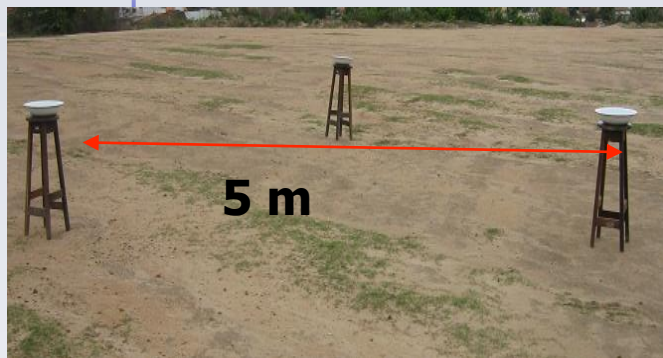


Projeto

Cisternas

Resultados

Qualidade de água de chuva no Cariri paraibano



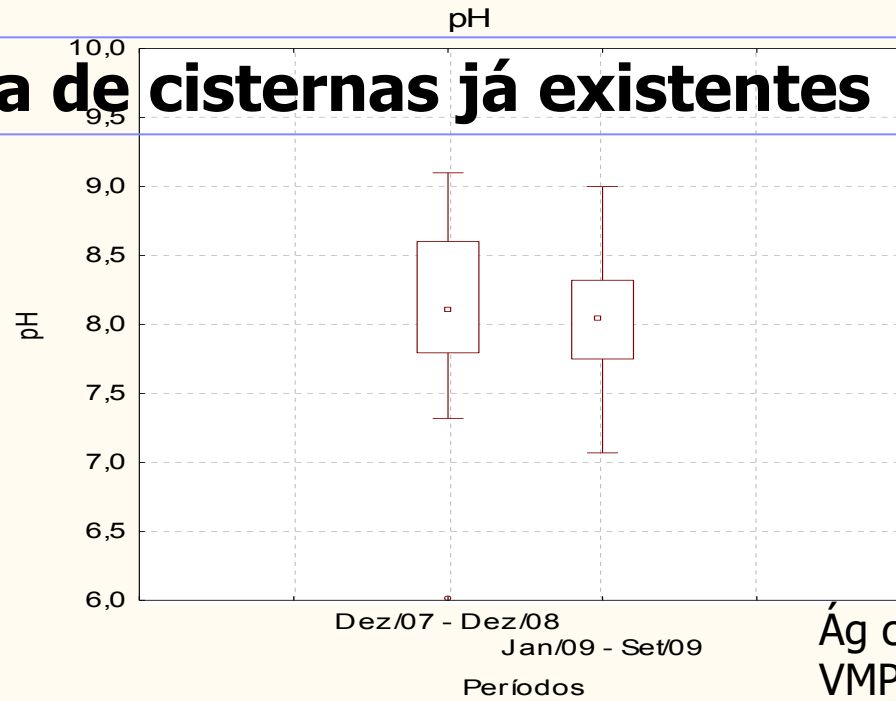
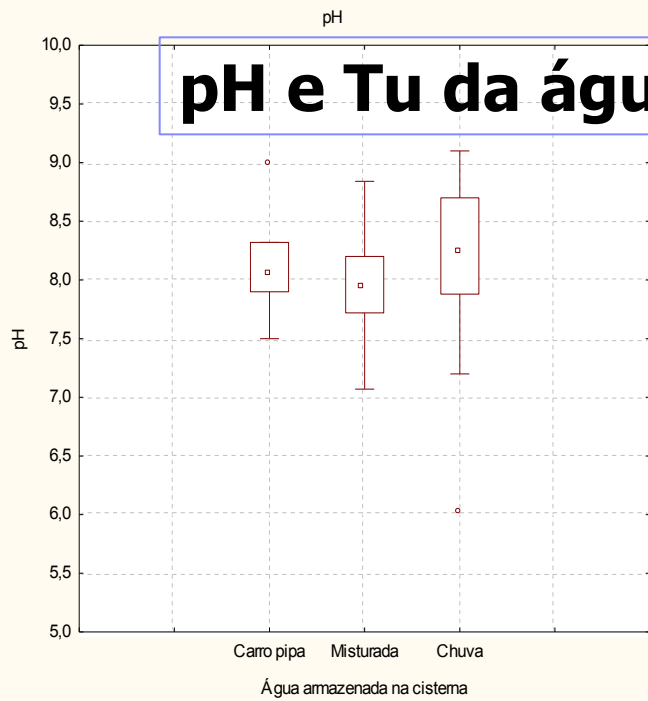
Coleta da água de chuva



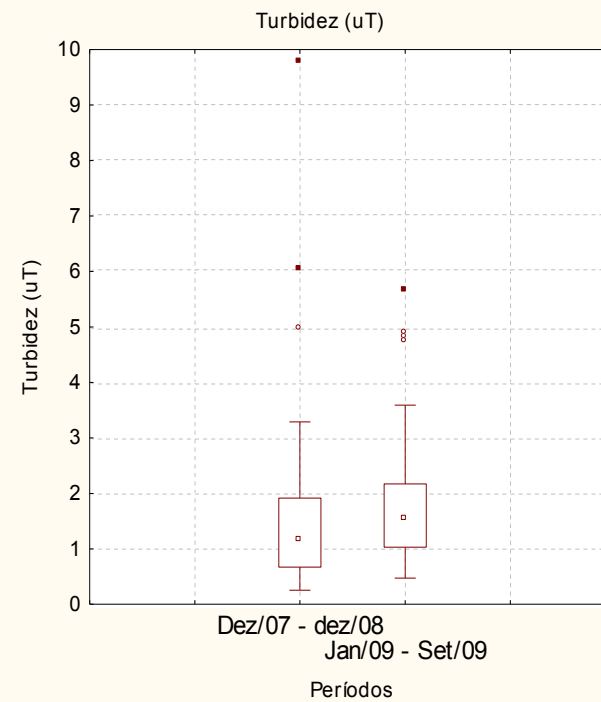
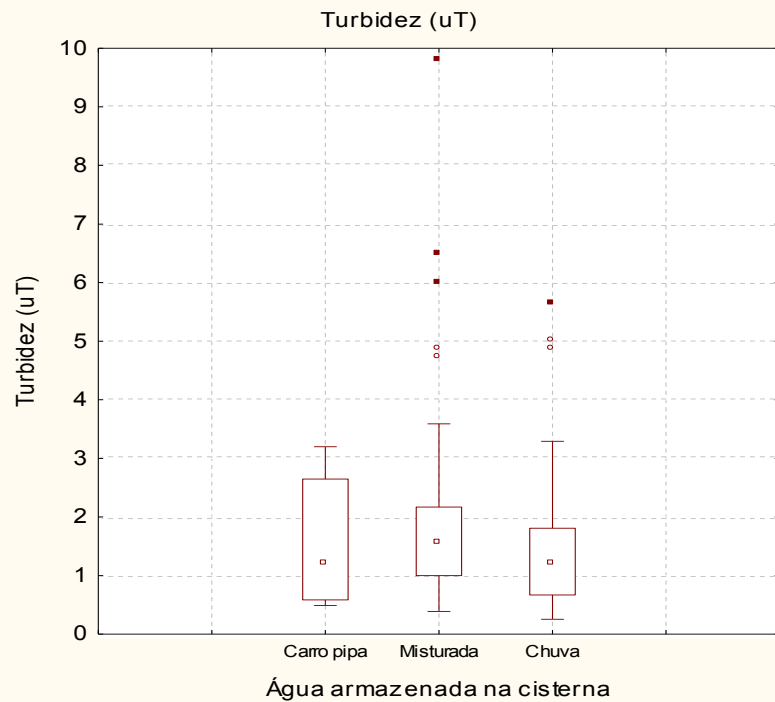
(-) parâmetro não determinado pela Portaria 518/04-MS E 2914/2011; NR: análise não realizado

Parâmetros	Datas de coleta		VMP 518/2004
	18/03/09	23/07/09	
pH	6,22	6,47	6,0 -9,5
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	2,5	3,5	-
Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	13	36	500
Condutividade elétrica (uS/cm)	12,1	67,55	-
Salinidade (mg/L)	6,1	33,8	-
Cálcio (mg CaCO ₃ /L)	10	21	-
Sódio (mg/L)	0,85	3,23	200
Potássio (mg/L)	0,2	1,45	-
Turbidez (uT)	0,92	2,02	5,0
Cor aparente (uH)	2,8	4,7	15
SDT (mg/L)	46	68	1000
Cloretos (mg/L)	1,71	4,28	250
Coliformes totais (NMP/100mL)	93,0	NR	Ausência
<i>E.coli</i> (NMP/100mL)	11	NR	Ausência
Bac. Heterotróficas (UFC/mL)	25	NR	500

pH e Tu da água de cisternas já existentes

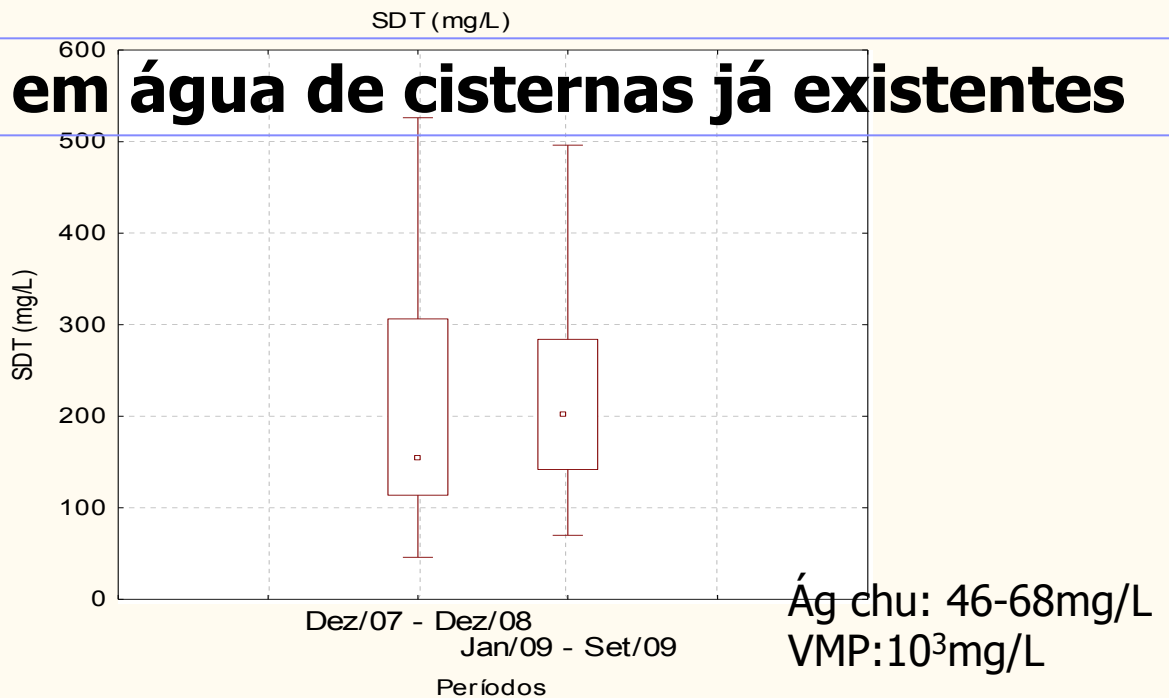
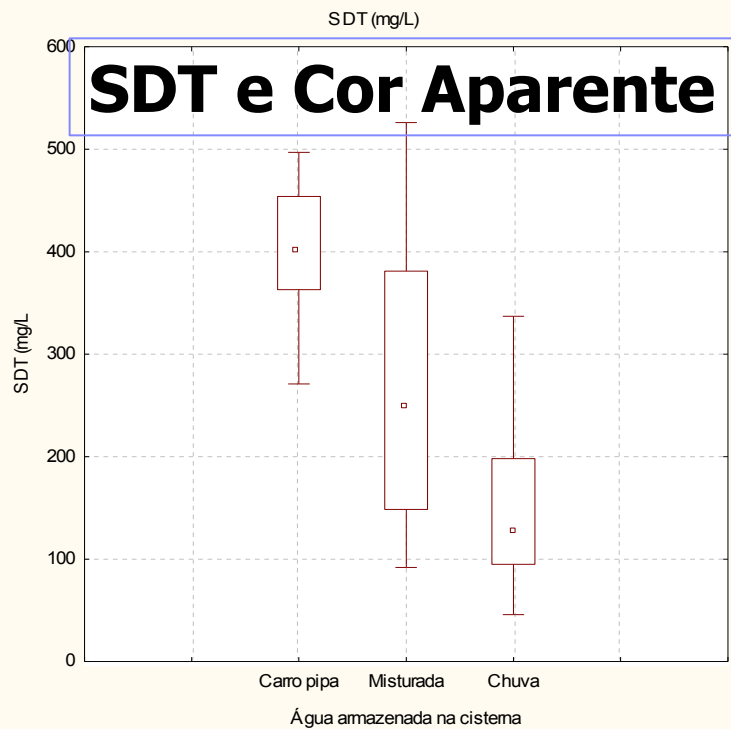


Ág chu: 6,4
VMP: 6 - 9

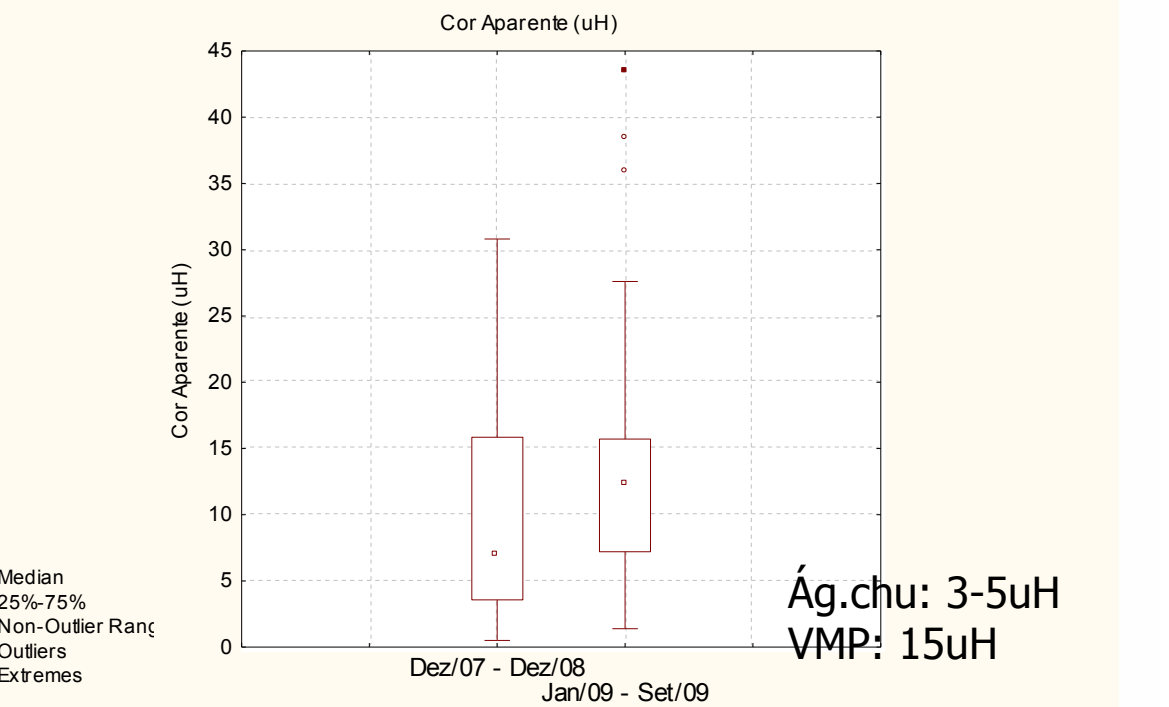
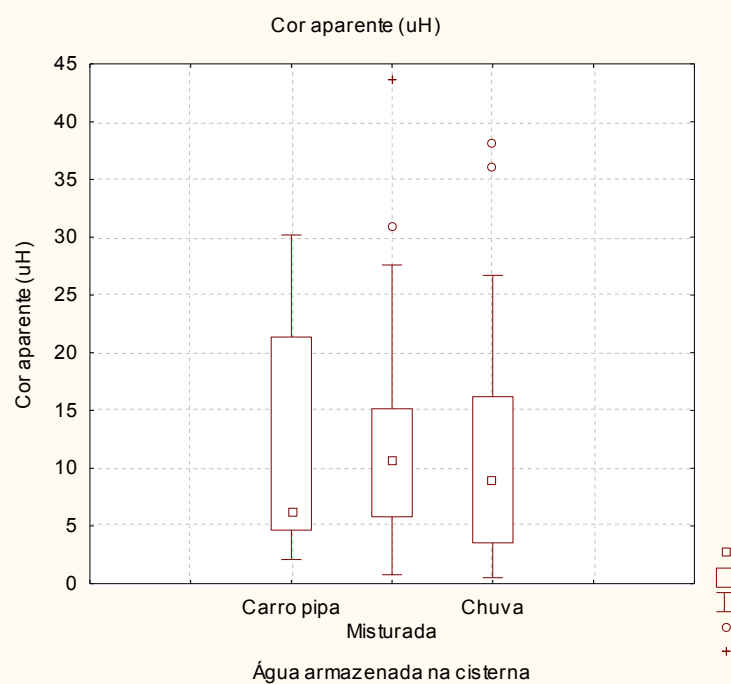


Ág chu: 1- 2 uT
VMP: 15uT

SDT e Cor Aparente em água de cisternas já existentes



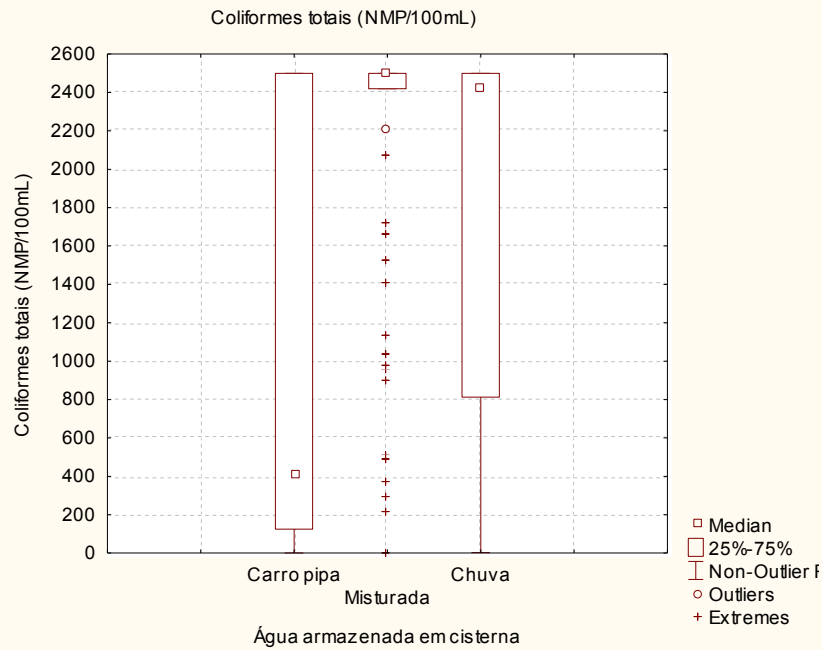
Ág chu: 46-68mg/L
VMP: 10³mg/L



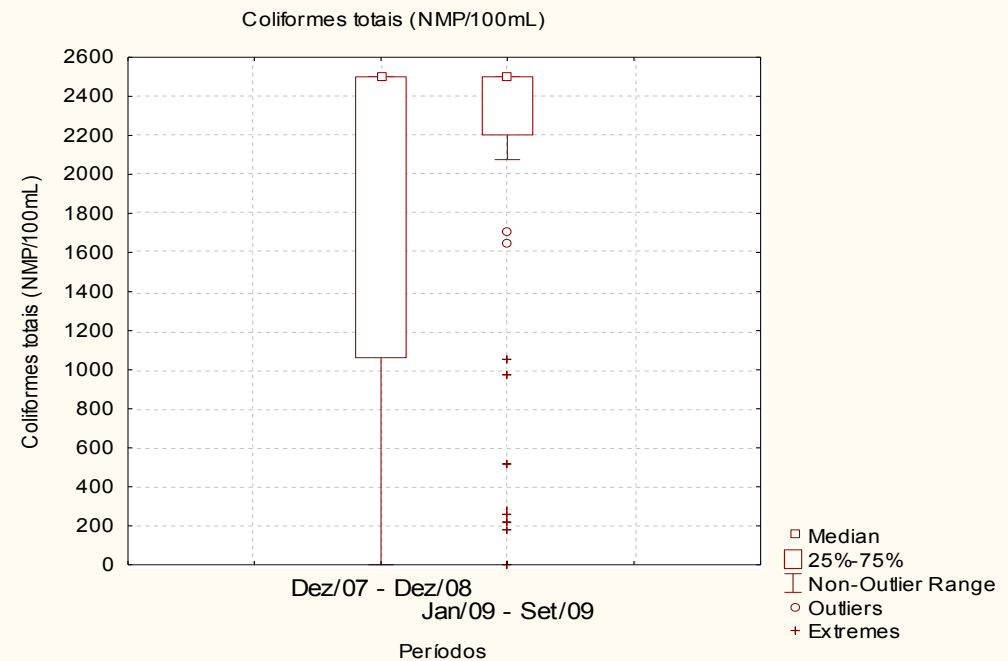
Ág.chu: 3-5uH
VMP: 15uH

□ Median
▤ 25%-75%
| Non-Outlier Rang
○ Outliers
+ Extremes

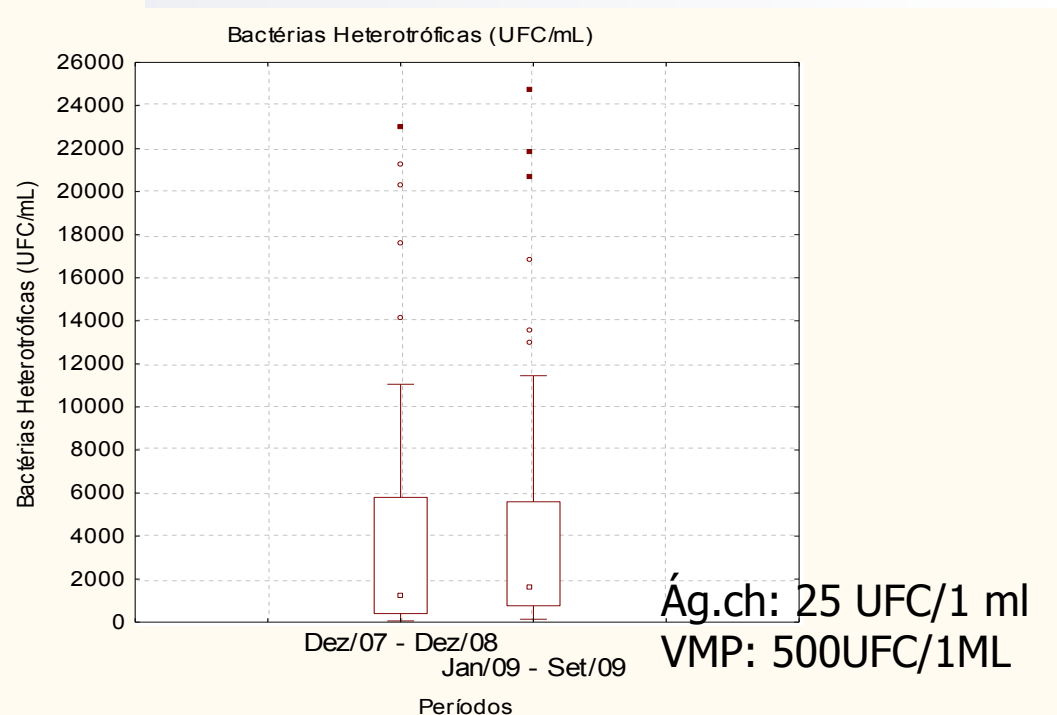
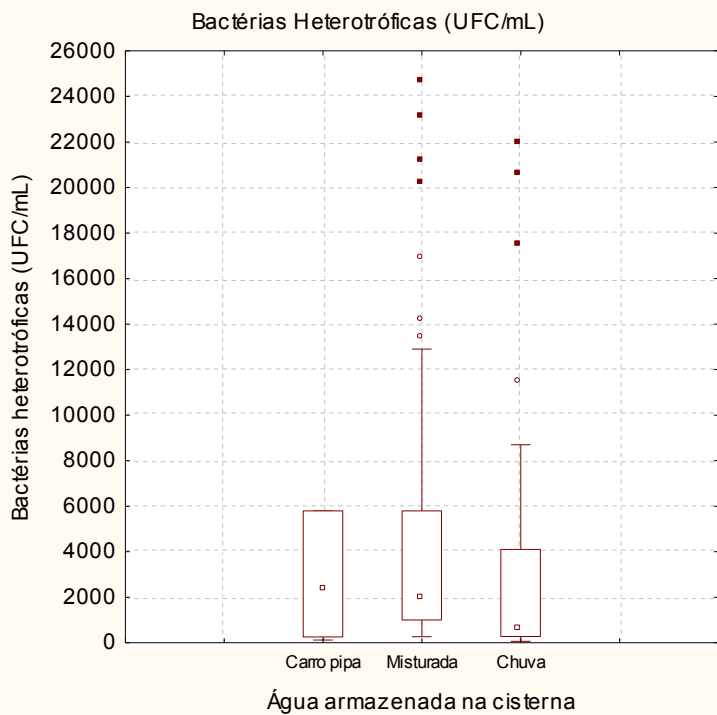
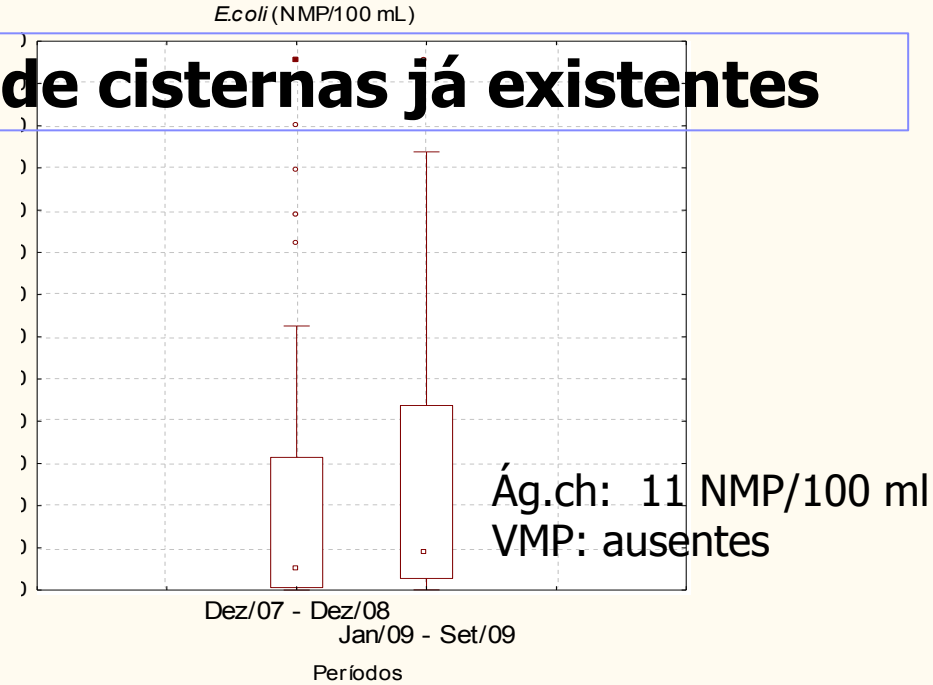
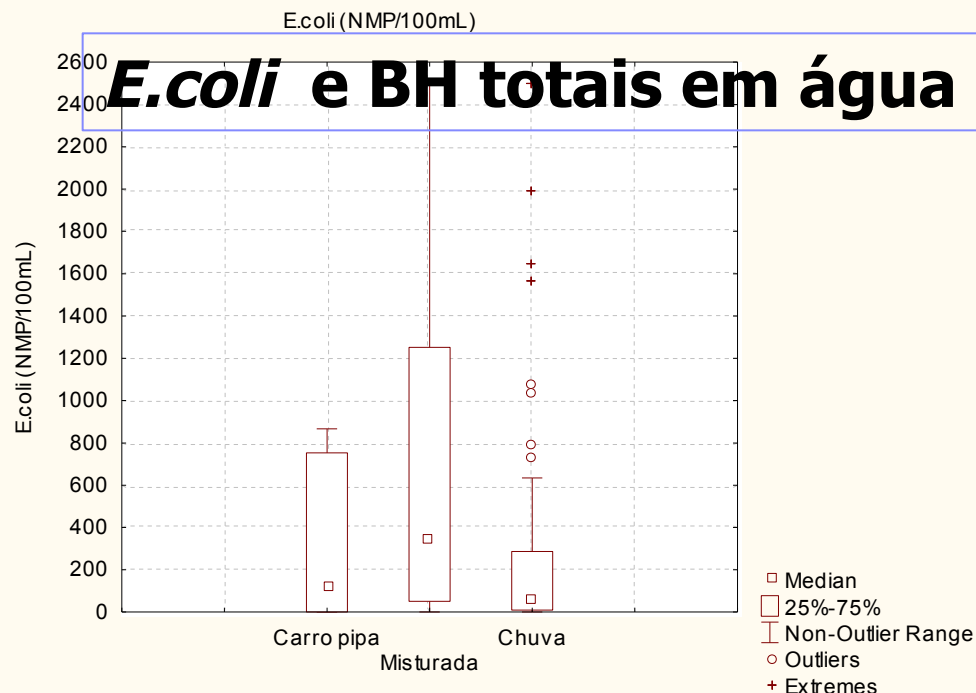
Coliformes totais em água de cisternas já existentes



Água de chuva: 93 NMP/100 ml
VMP: ausentes



E.coli e BH totais em água de cisternas já existentes



Resultados

Qualidade da água de cisternas sem e com desvios

Parâmetros	SJC4 - (DFH)			PB4 - (DVC)		
	Antes do DFH	Depois do DFH	Redução média (%)	Antes do DVC	Depois do DVC	Redução média (%)
pH	8,74	8,60	1,6	7,74	8,05	NR
Alcalinidade (mg CaCO3/L)	66,30	33,70	49,2	58,60	45,70	22,0
Dureza total (mg/CaCO3/L)	76,90	69,90	9,1	115,60	104,90	9,3
Turbidez (uT)	1,38	1,28	7,2	3,00	1,52	49,3
Cor aparente (uH)	6,31	6,94	NR	8,30	9,84	NR
SDT (mg/L)	161,53	158,44	1,9	232,40	221,70	4,6
Condutividade elétrica (uS/cm)	191,72	129,41	32,5	357,68	309,6	13,4
Salinidade (mg/L)	89,4	67,9	24,0	177,5	159,5	10,1
Cloretos (mg/L)	23,40	9,60	59,0	67,00	40,95	38,9
Coliformes totais (NMP/100mL)	1064,00	1520,00	NR	1700,00	1682,00	1,1
<i>E.coli</i> (NMP/100mL)	17,00	234,00	NR	145,00	409,00	NR
Bactérias heterotróficas totais (UFC/mL)	1470,00	1743,00	NR	5661,00	4031,00	28,8

Resultados

■ Qualidade parasitológica da água armazenada nas cisternas

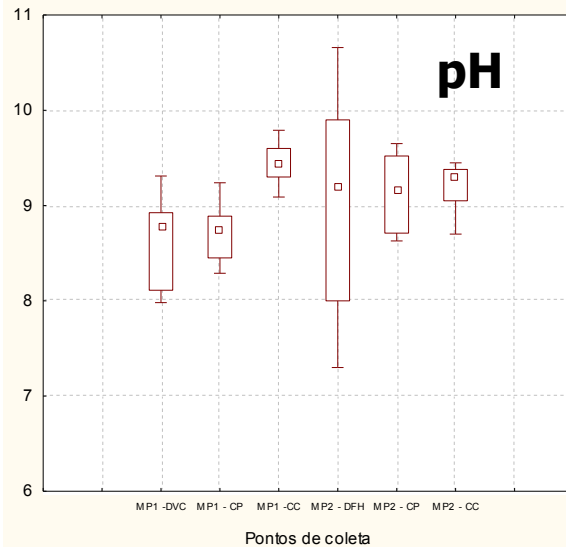
Cisternas	Gênero	Freqüência absoluta por gênero	Freqüência relativa total (%) n = 6
SJC1*	ND	0	0
SJC2	Cisto de <i>Giardia sp</i>	1	50
	Cisto de <i>Entamoeba coli</i>	2	
SJC3	Cisto de <i>Giardia sp</i>	3	50
SJC4*	ND	0	0
PB1	Cisto de <i>Giardia sp</i>	2	83
	Ovo de <i>Thichuris sp</i>	1	
	Cisto de <i>Entamoeba coli</i>	3	
PB2	Cisto de <i>Entamoeba coli</i>	1	33
	Ovo de <i>Ascaris sp.</i>	2	
PB3	Cisto de <i>Entamoeba coli</i>	1	17
PB4*	Cisto de <i>Entamoeba coli</i>	1	17

*SJC1: água de chuva; SJC4: água de chuva+desvio; PB4: carro pipa+ desvio

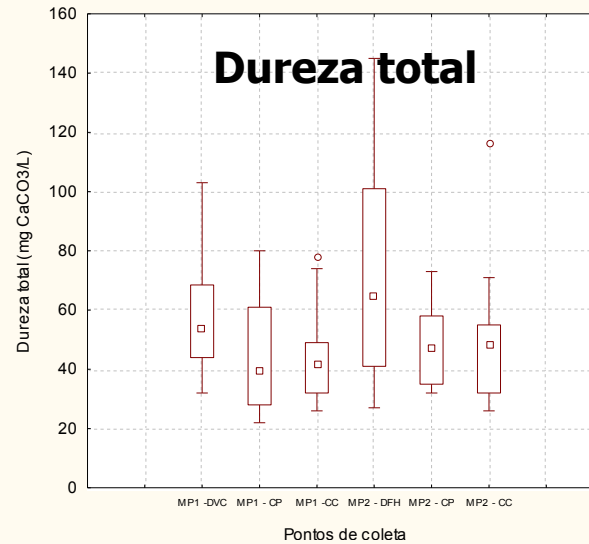
Resultados

Qualidade física e química da água armazenada nos modelos pilotos

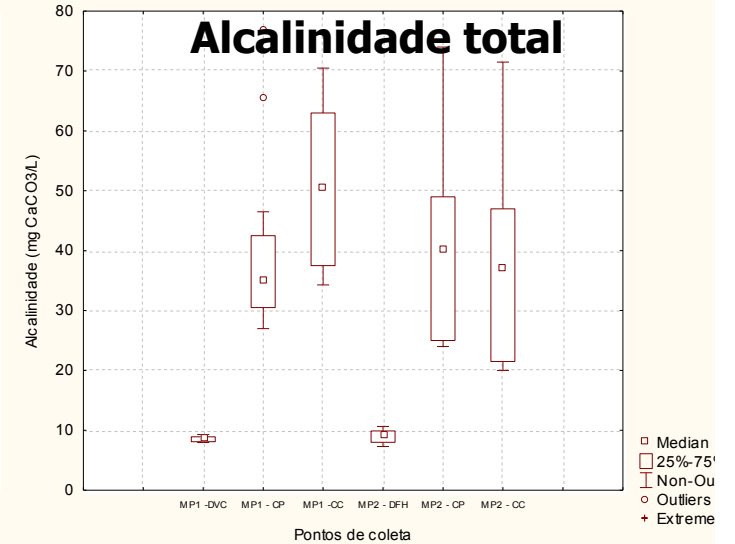
Varição de pH nos modelos pilotos (MP1 e MP2)



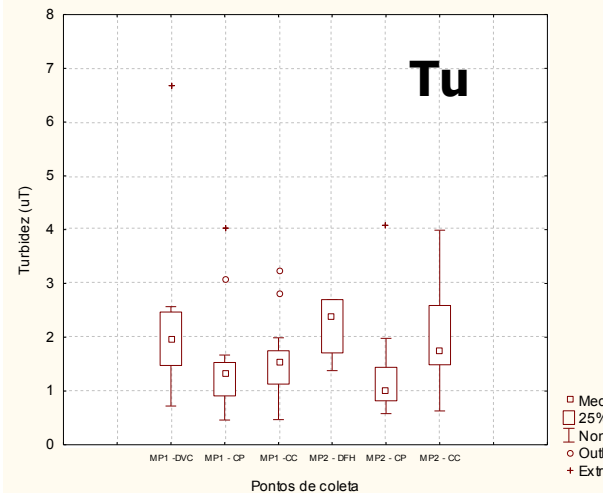
Varição de Dureza total (mg CaCO3/L) nos Modelos Pilotos (MP1 e MP2)



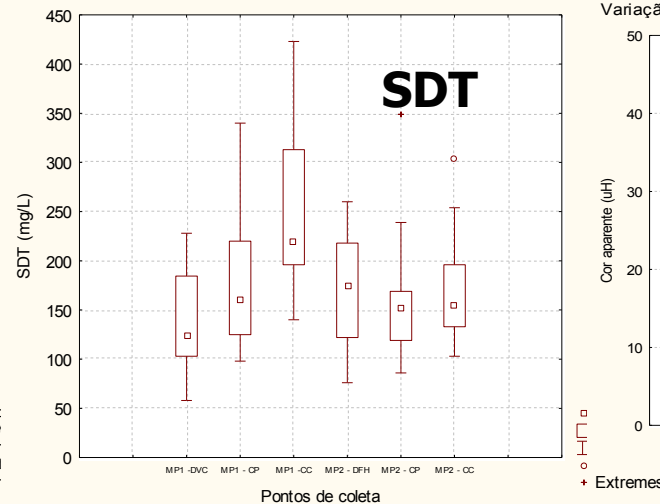
Varição da alcalinidade (mg CaCO3/L) nos Modelos Pilotos (MP1 e MP2)



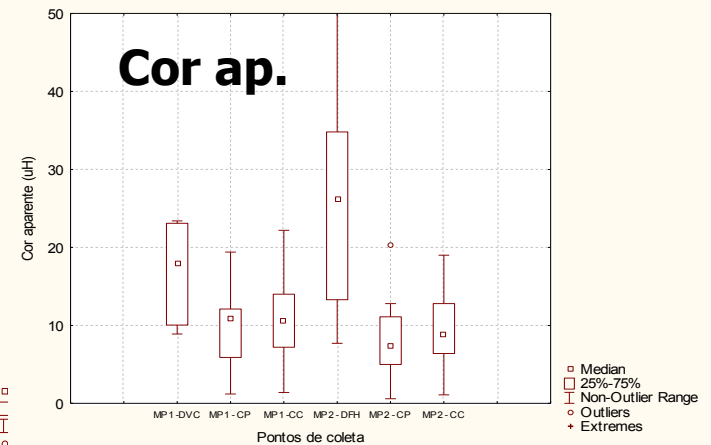
Varição de Turbidez (uT) nos modelos pilotos



Varição de SDT (mg/L) nos Modelos Pilotos (MP 1 e MP2)

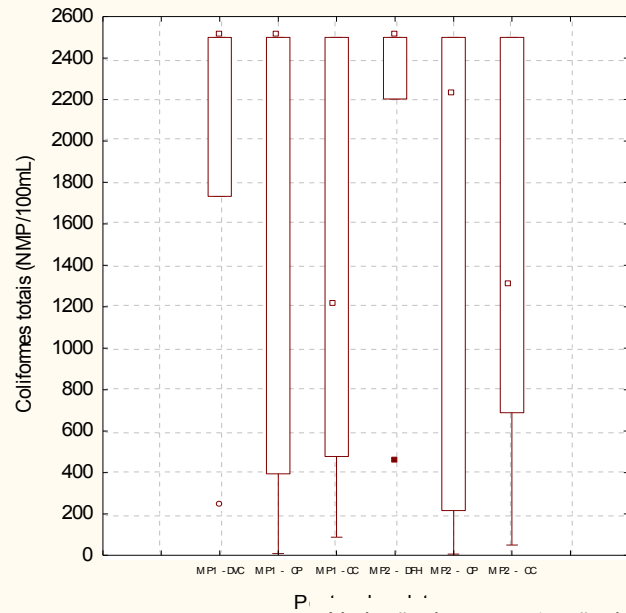


Varição da Cor aparente (uH) nos Modelos Pilotos (MP 1 e MP 2)

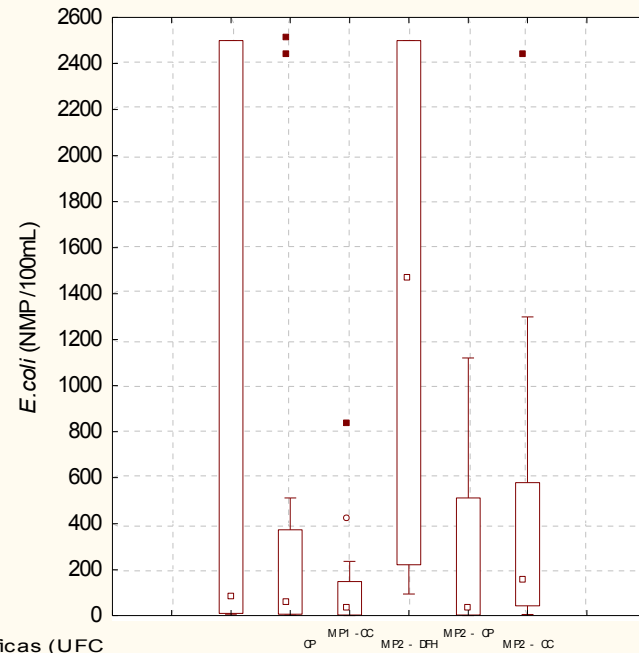


Qualidade microbiológica da água armazenada nos modelos pilotos

Varição de Coliformes totais (NMP/100mL) nos Modelos Pilotos (MP1 e MP2)

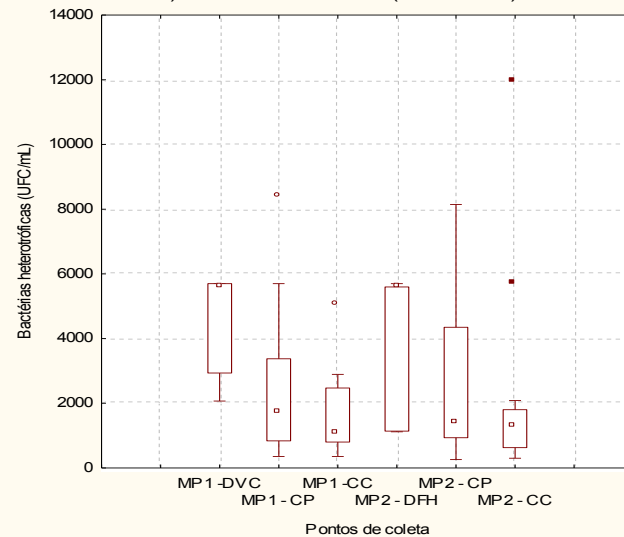


Varição de *E. coli* (NMP/100mL) nos Modelos Pilotos (MP1 e MP2)



Pontos de coleta

Varição da concentração de bactérias heterotóficas (UFC/mL) nos Modelos Pilotos (MP1 e MP2)



Pontos de coleta

Resultados

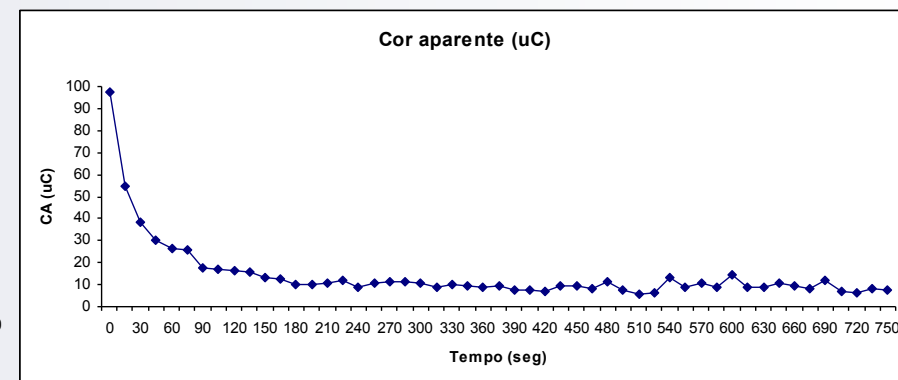
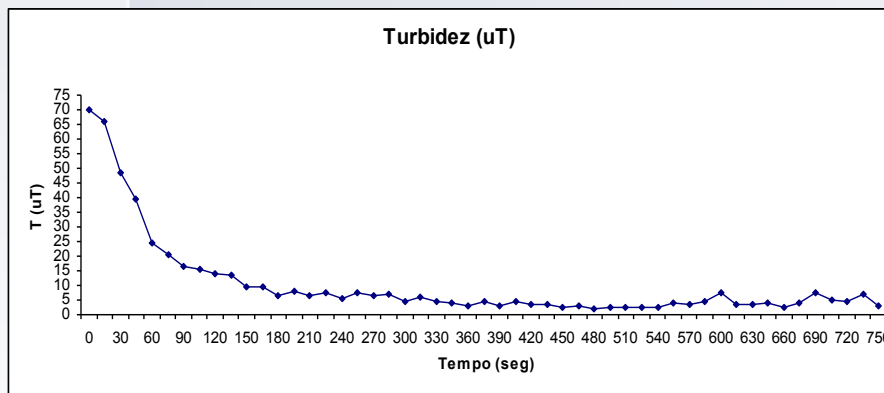
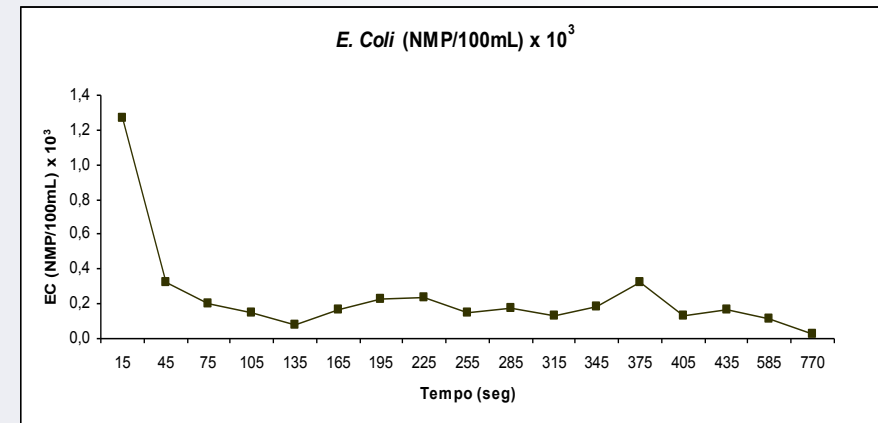
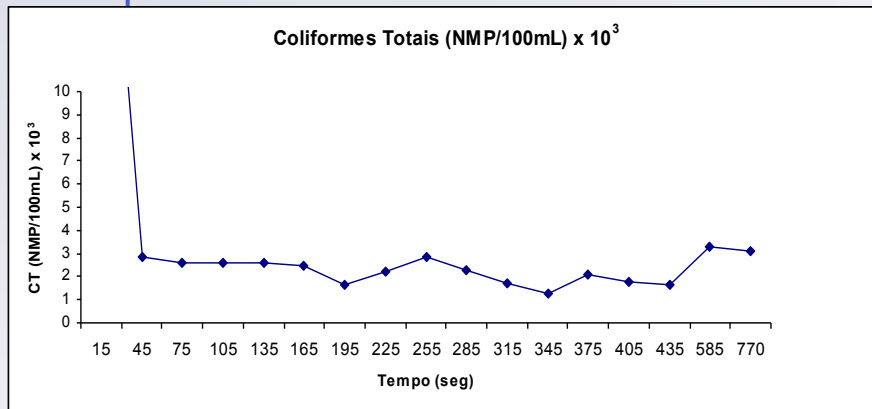
Avaliação do sistema de desvio das primeiras águas de chuva – Experimento piloto

Qualidade da água de alimentação (experimento de chuva)

Parâmetros	Água de alimentação	VMP Portaria 518/04 e 2914/2011
Coliformes totais (NMP/100mL)	216	Ausência
<i>E.coli</i> (NMP/100mL)	2	Ausência
Turbidez (uT)	0,5	5,0
Cor aparente (uH)	2,45	15
Condutividade elétrica (uS/cm)	138,9	-
Dureza (mg CaCA ₃ /L)	24	500
Alcalinidade (mg CaCA ₃ /L)	26	-
Cloretos (mg/L)	0,86	250

Resultados - Avaliação dos desvios das primeiras águas de chuva

Decaimento de parâmetros de qualidade ao longo do experimento de chuva controlada



Experimento controlado: melhoria qualidade da água após 45"de escoamento na tubulação tempo equivalente ~0,5mm de chuva após eliminação, no desvio, do primeiro milímetro de água escoado sobre telhado.

Conclusões

- Água da chuva das áreas rurais do SAB: excelente qualidade (melhor que os padrões de potabilidade)
- Águas de cisternas: qualidade inferior –origem da água e manejo do sistema
- Múltiplas barreiras sanitárias: fundamentais para obter água segura para consumo humano
- Desvios automáticos são úteis <Tu, cor, sais, C.E, dureza, parasitos
 - No reduzem coliformes, *E.coli* e bactérias heterótrofas se não forem lavados após de cada evento de chuva e conservados com higiene
- Quando usados corretamente (cisternas piloto) reduziram ~80% de *E.coli* (DFH) e ~50% (DVC)

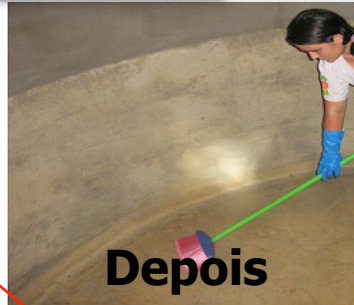
Sequencia das barreiras sanitárias

1 – Telhados e calhas
manutenção e higiene



DESVIOS

2 - Lavagem da cisterna



4 - Condições
higiênicas da
água no lar

5 - Desinfecção da água
antes de beber



Fervura



Cloração



Luz solar Coagulação/decantação

Moringa oleifera

3 - Bomba manual /conservação da cisterna

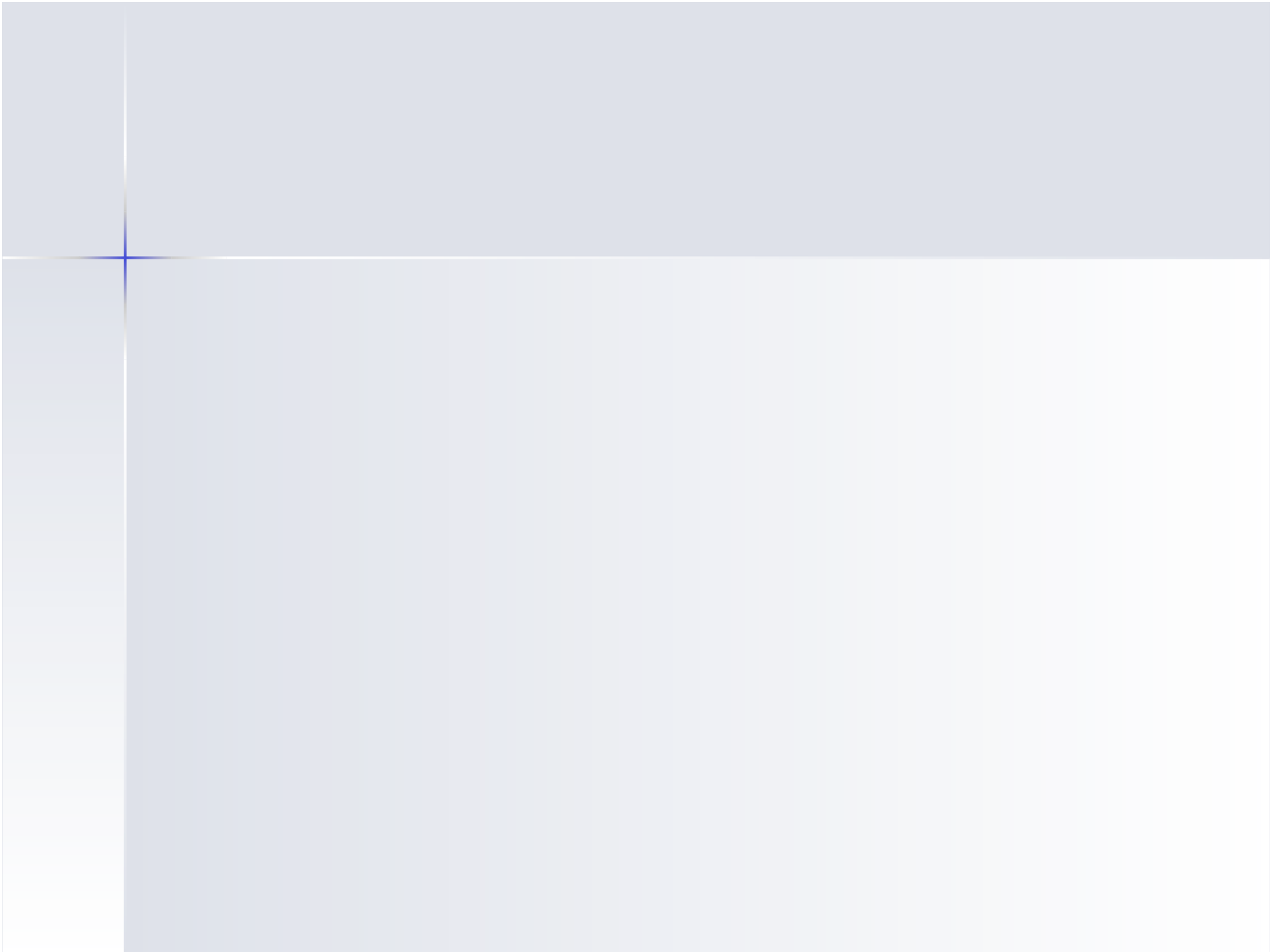


Filtração e
desinfecção

rogeriopxavier@yahoo.com.br
[,bia.ceballos@gmail.com](mailto:bia.ceballos@gmail.com)
rodolfolbn@gmail.com
carlos.o.galvao@gmail.com

***Agradecimentos
CT-HIDRO, FINEP, CNPQ, CAPES, às
comunidades da zona rural do Cariri e à
prefeitura de São João do Cariri.***





Quadro 1 - Qualidade da água de chuva no Cariri paraibano

Parâmetros	Datas de coleta		VMP*
	18/03/09	23/07/09	
pH	6,22	6,47	6,0 -9,5
Turbidez (uT)	0,92	2,02	5,0
Cor aparente (uH)	2,8	4,7	15
SDT (mg/L)	46	68	1000
Coliformes totais (NMP/100mL)	93,0	NC	Ausência
<i>E.coli</i> (NMP/100mL)	11	NC	Ausência
Bact. Hete. totais (UFC/mL)	25	NC	500