

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
ÁREA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**Estagiário: Gilson Barbosa Athayde Júnior**

**Orientador: Prof. Salomão Anselmo Silva M Eng PhD**

**Campina Grande  
fevereiro 1995**

**Viabilidade da Recuperação e Reutilização de Membranas Utilizadas  
na Determinação de Coliformes Fecais**

**Gilson Barbosa Athayde Júnior**

**Campina Grande  
fevereiro 1995**



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

## Índice

1) Introdução	01
2) Objetivos	02
3) Metodologia	02
4) Apresentação e Discussão dos Resultados	10
5) Conclusões	17
6) Sugestões	17
7) Referências Bibliográficas	17
8) Tabelas e Gráficos	18

## 1) Introdução:

As grandes epidemias que aflingiram o mundo até hoje, têm como principal veículo de transmissão a água. O exemplo mais recente é o da colera, que nos anos de 1992 e 1993 foi responsável por altas taxas de mortandade e internamento hospitalar em várias regiões do planeta, inclusive no Brasil.

O principal agente contaminador dos corpos aquáticos são as excretas humanas, as quais contêm elevado número de organismos patogênicos, tais como vírus e bactérias.

A detecção desses organismos patogênicos nas massas líquidas é bastante dispendiosa, lenta e exige pessoal especializado. Assim, passou-se a utilizar outros organismos de mais fácil detecção e que estão sempre presentes nas fezes humanas; são eles chamados de organismos indicadores fecais. Supõe-se que os organismos patogênicos estejam presentes sempre que existam organismos indicadores fecais.

Os principais organismos indicadores fecais são:

\_ Coliformes fecais

\_ Estreptococos fecais

\_ *Clostridium perfringens*

Sendo o primeiro deles, Coliformes fecais, o mais amplamente utilizado no mundo da Engenharia Sanitária.

Na determinação da concentração de coliformes fecais, utiliza-se os seguintes componentes:

- 1) estufa bacteriológica;
- 2) conjunto de filtração;
- 3) pipetas bacteriológicas;
- 4) frascos de Macartney (quando há necessidade de diluição)
- 5) bico de bunsen
- 6) pinças

- 7) placas de petri de material plástico
- 8) meio de cultura
- 9) disco absorvente (quando é usado meio de cultura líquido)
- 10) membranas filtrantes com poros de 0.45  $\mu\text{m}$  de diâmetro

Os itens de um a seis são de natureza durável (usa-se mais de uma vez e em geral possuem elevada vida útil), enquanto que o restante é de natureza descartável.

Dentre os componentes descartáveis, a membrana filtrante é o de mais alto custo financeiro, e por isso, existe uma tendência por parte das instituições de pesquisa em recuperar e reutilizar estas membranas.

## **2) Objetivo:**

Este trabalho propõe-se a comparar resultados de análises feitas simultaneamente com membranas novas e membranas recuperadas apenas uma vez no intuito de se saber se é viável a recuperação e reutilização das mesmas. Além disso, verificar se existe constância nos resultados obtidos quando são utilizados diferentes tipos (fabricantes) de membrana.

## **3) Metodologia:**

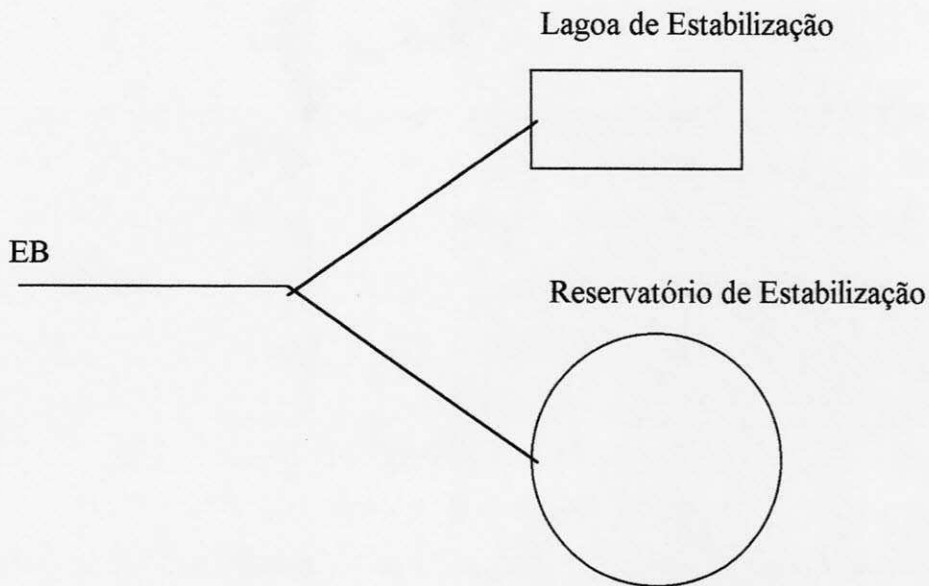
As análises foram realizadas na EXTRABES - Estação Experimental de tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários, no período de 17 de outubro/94 a 03 de abril/95.

As amostras foram coletadas em um sistema experimental nos seguintes pontos:

\_efluente final de uma lagoa de estabilização anaeróbia com tempo de detenção de meio dia;

\_vários níveis de um reservatório de estabilização, alimentado por batelada.

Ver esquema:



Lagoas de estabilização:

São tanques delimitados por taludes de terra, geralmente de forma retangular e destinadas ao tratamento de esgotos por processos biológicos.

Podem ser de vários tipos:

\_anaeróbias: nas quais há predominância de processos de fermentação anaeróbia. Estes processos ocorrem a partir da camada imediatamente abaixo à superfície e no lodo acumulado no fundo da lagoa, onde o teor de oxigênio dissolvido é igual a zero.

facultativas: nas quais ocorrem simultaneamente processos de fermentação anaeróbia, geralmente no fundo, e biodegradação aeróbia e fotossíntese, na zona próxima à superfície.

de maturação: usadas como refinamento do tratamento prévio, ou seja, remoção de organismos fecais, realizado através de lagoas ou de outro processo biológico.

A comparação do desempenho das membranas foi feita (utilizando-se as mesmas amostras) segundo as três estratégias (experimentos) a seguir definidas:

#### 1) Experimento I:

Realizado com membranas do tipo A (fabricante A) novas e recuperadas uma vez, com amostras colhidas em um reservatório de estabilização (RE2) nas profundidades de 5; 25; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500 e 600cm, totalizando 4 análises com triplicatas para cada tipo de membrana, em cada profundidade.

#### 2) Experimento II:

Realizado com membranas dos tipos A e B (B-fabricante B) novas e recuperadas uma vez, com amostras coletadas de um reservatório de estabilização (RE2) nas profundidades de 100; 200; 300; 400; 500 e 600cm, com um total de 3 análises com duplicatas para cada tipo de membrana, em cada profundidade.



### 3) Experimento III:

Realizado com membranas dos tipos A e B, novas e recuperadas uma vez com amostras coletadas do esgoto bruto afluente à lagoa anaeróbia (A12) e do efluente final da mesma, totalizando 6 análises com duplicatas para cada tipo de membrana, em cada um dos pontos.

### 4) Experimento IV:

realizado com membranas dos tipos A, B e C (C- fabricante C) novas e recuperadas uma vez, com amostras coletadas do esgoto bruto afluente à lagoa anaeróbia (A12) e do efluente final da mesma, totalizando-se 3 análises, com duplicatas para cada tipo de membrana, em cada ponto.

A seguir, encontram-se os métodos utilizados para a determinação da concentração de coliformes fecais e aquele usado para recuperação das membranas.

3.1) Determinação de coliformes fecais em águas residuárias pelo método da membrana filtrante.

#### 3.1.1) Aparelhagem:

- a) estufa bacteriológica à  $44.5 \pm 0.2$  °C;
- b) equipamento de filtração sterifil millipore;
- c) placas de petri de plástico com 5 ou 6 cm de diâmetro;
- d) disco absorvente de 4.8cm de diâmetro (quando se usa como meio de cultura o Lauryl Sulphate Broth);

- e) membrana filtrante com poros de 0.45 $\mu$ m de diâmetro;
- f) pipetas bacteriológicas de 1 a 10 ml;
- g) frascos de mackartney para diluição (quando é necessário);
- h) bico de bunsen;
- i) pinças estéreis.

### 3.1.2) Preparação para a coleta e filtração

a) esterilizar à 160 °C em estufa de esterilização durante duas horas , frascos de vidro (Pyrex de 125 ml) de boca esmerilhada. Antes de esterilizar cobrir a tampa do frasco com papel kraft e amarrar com barbante.

b) esterilizar à 160 °C em estufa de esterilização durante 2 horas, pipetas de 1 e 10ml, previamente enroladas uma a uma com papel kraft. A extremidade de sucção da pipeta deve conter no seu interior, um pouco de algodão.

c) esterilizar à 160 °C em estufa de esterilização durante 2 horas, os tubos de ensaio previamente secos e com tampões de algodão.

d) preparar o líquido de diluição. Para o preparo de 1 litro de água de diluição, colocar 1.25 ml de solução mãe em 1 litro de água destilada. Esterilizar à 121 °C em autoclave durante 15 minutos. Guardar em geladeira.

e) preparo da “solução mãe” para o líquido de diluição: dissolver 3.4 g de fosfato de potássio monobásico em 50 ml de água destilada. Verificar o pH; este deverá ser 7.2. Esterilizar num erlenmyer, durante 15 minutos à 121 °C em autoclave. Após a esterilização, cobrir o frasco com papel alumínio e guardar na geladeira.

### 3.1.3) Meios de cultura

a) m-Fc Broth Base (e Agar para tornar o meio sólido)

b) Membrane Lauryl Sulphate Broth<sup>1</sup>

Preparar segundo as recomendações do fabricante.

### 3.1.4) Coleta das amostras.

a) medir a temperatura da amostra;

b) coletar as amostras nos frascos de 125 ml previamente esterilizados;

c) não encher totalmente o frasco, afim de possibilitar homogeneização da amostra;

### 3.1.5) Filtração das amostras.

a) antes da filtração, caso seja necessário (quando se prever uma concentração elevada de coliformes fecais a ponto de se impossibilitar a contagem<sup>2</sup> das colônias de coliformes nas placas), diluir a amostra 10; 100; 1000 ou até 10000 vezes;

b) o conjunto de filtração (constituído de base e funil de filtrações) deve estar previamente esterilizado por fervura durante 5 minutos;

c) colocar aproximadamente 10 ml de líquido de diluição (quando o volume a ser filtrado for inferior a 5 ml);

---

<sup>1</sup> Meio de cultura utilizado neste trabalho.

<sup>2</sup> Ver item 3.1.7

- d) após a filtração, lavar o funil 3 vezes com água de diluição;
- e) filtrar até secar a membrana;
- f) com cuidado, remover o funil e com uma pinça previamente esterilizada no fogo, retirar cuidadosamente a membrana e colocar sobre o meio de cultura já pronto na placa de petri;
- g) a placa deverá conter informações como: reator, diluição feita, volume de amostra filtrada, data da coleta.

### 3.1.6) Incubação das placas.

- a) incubar todas as placas à 44.5°C durante 24 horas;

### 3.1.7) Contagem e cálculo da concentração.

a) após o período de incubação, retirar as placas da incubadora e contar as colônias de coliformes fecais (para o meio de cultura Membrane Lauryl Sulphate Broth, as colônias de coliformes fecais ficam amarelas).

b) a concentração de coliformes fecais é dada por:

$$C = 100 N D / V, \text{ onde:}$$

C - concentração de coliformes fecais em células/ 100ml;

N - número de colônias contadas na placa;

D - número de vezes que a amostra foi diluída;

V - volume de amostra filtrado em mililitros.

### 3.2) Método de recuperação de membranas utilizadas na determinação de coliformes fecais.

### 3.2.1) Equipamentos.

- a) fogão para fever as membranas.

### 3.2.2) Vidraria.

- a) becker.

### 3.2.3) Reagentes.

- a) solução de HCl 3%;
- b)  $C_{27}H_{28}Br_2O_{55}$  (Azul de bromatimol);
- c)  $NaHCO_3$  (bicarbonato de sódio).

### 3.2.4) Sequência e execução do método.

- a) lavar as membranas (20 à 30 de cada vez) em água corrente até que se consiga a remoção completa das manchas amarelas deixadas pelas colônias desenvolvidas (no mínimo 24 horas);
- b) após este período, fever as menbranas por três minutos, numa solução de HCl 3%;
- c) lavar com água destilada, pelo menos 10 vezes;
- d) num becker, colocar 500 ml de água destilada, as membranas lavadas, uma pitada de Azul de bromatimol e bicarbonato de sódio suficiente para neutralizar qualquer ácido remanescente, deixando-se fever por três minutos;
- e) secar as membranas ao ar livre;
- f) antes de reusar as membranas recuperadas, esterilizá-las por fervura em água de diluição durante 3 minutos.

#### **4) Apresentação e Discussão dos Resultados**

##### **4.1) Experimento I:**

Na tabela 01, apresenta-se as médias aritméticas e desvios padrão do número de colônias de coliformes fecais contadas nas triplicatas de placas para cada profundidade e em cada análise, tanto quando utilizou-se membranas novas como membranas recuperadas. É apresentado também, a média aritmética e o desvio padrão dos dois tipos de membranas (novas e recuperadas) analisadas conjuntamente para cada profundidade e em cada análise. Ainda na tabela 01, apresenta-se para cada profundidade, o valor médio do número de colônias de coliformes fecais, bem como o desvio padrão médio das quatro análises

Para se verificar se existia algum dos dois tipos de membrana (novas ou recuperadas) que retinha mais bactérias (coliformes) que a outra, contou-se na tabela 01, o número de vezes que cada uma delas apresentava maior valor para o número de colônias. Esses valores são respectivamente 51 e 49% para membranas novas e recuperadas. Quanto à dispersão, as membranas novas apresentaram-se em 47% dos casos com menor desvio padrão. No experimento I, o desvio padrão para as triplicatas de membranas novas, membranas recuperadas e as mesmas duas analisadas conjuntamente, foi respectivamente de 33; 37 e 36% em relação às respectivas médias.

Nas figuras de 01 a 11, apresenta-se o logaritmo decimal da concentração de coliformes fecais (células/100ml) em função do tempo (dias) decorrido entre as análises. Para cada profundidade, plotou-se num mesmo gráfico tais valores para membranas novas e membranas recuperadas.

Nestas figuras, observa-se também a semelhança entre os resultados obtidos através de membranas novas e de membranas recuperadas bem como a oscilação entre elas quanto à maior retenção de coliformes fecais.

Para o experimento I, não foi feita comparação segundo o fabricante de membranas, pois usou-se membranas apenas do tipo A.

#### 4.2) Experimento II:

Nas tabelas 02A e 02B são apresentadas as médias aritméticas e os desvios padrão do número de colônias de coliformes fecais contadas nas duplicatas de placas, para cada profundidade e em cada análise, para as membranas dos tipos A e B respectivamente, novas e recuperadas. São apresentados também, as médias e os desvios padrão das membranas novas e recuperadas, analisadas conjuntamente. Ainda nas tabelas 02A e 02B, para cada profundidade, são apresentados as médias aritméticas e os desvios padrão médios das três análises, para membranas dos tipos A e B respectivamente.

Para as membranas do tipo A, as novas apresentaram-se em 47% dos casos retendo mais bactérias (com relação às membranas recuperadas). Quanto à dispersão, as novas apresentaram menor desvio padrão em 54% dos casos.

Para as membranas do tipo B, as novas apresentaram-se em 54% dos casos com maior retenção de bactérias e em 67% dos casos com menor dispersão. O desvio padrão em relação ao valor médio do número de colônias, foi em média 47% para as membranas novas, 40% para as membranas recuperadas e 42% para o conjunto de membranas novas e recuperadas analisadas simultaneamente.

Nas figuras de 12 a 23, são apresentadas as variações do logaritmo decimal da concentração de coliformes fecais (células/100ml) em função do tempo decorrido entre as três análises tanto para membranas do tipo A como do tipo B, novas e recuperadas.

Nestas figuras, também pode-se notar a oscilação que existe entre os resultados fornecidos pelas membranas novas e recuperadas, tanto do tipo A como do tipo B, ora sendo maior para uma (nova ou recuperada), ora para outra.

Na tabela 02C, encontram-se as médias e os desvios padrão para os resultados fornecidos pelas membranas do tipo A e B (apenas membranas novas) para cada profundidade e em cada análise. Encontram-se ainda nesta tabela a média aritmética e o desvio padrão entre estes dois tipos de membrana. Para cada profundidade, tem-se as médias e o desvio padrão médio das três análises.

Dentre estes dois tipos de membrana, as do tipo B apresentaram-se em 64% dos casos com maior retenção de bactérias; e quanto à dispersão, ambas se apresentaram em 50% dos casos com menor desvio padrão.

#### 4.3) Experimento III

Nas tabelas 03A e 03B, para cada ponto, são apresentadas as médias e os desvios padrão do número de colônias de coliformes fecais contadas nas membranas tanto novas como recuperadas, para os tipos A e B respectivamente. São apresentados também as médias e os desvios padrão das membranas novas e recuperadas analisadas conjuntamente. Ainda nestas tabelas, apresenta-se para cada ponto a média aritmética e o desvio padrão médio nas 6 análises

Para as membranas do tipo A, as novas se apresentaram em 45% dos casos com maior retenção de bactérias coliformes e em 67% dos casos com menor dispersão do



número de colônias de coliformes fecais. O desvio padrão foi em média , respectivamente 10.5; 10.4 e 13.2% do valor das respectivas médias para as membranas (tipo A) novas, recuperadas e novas e recuperadas analisadas conjuntamente.

Para as membranas do tipo B, as novas apresentaram-se em 56% dos casos com maior retenção de coliformes fecais e em também 56% dos casos com menor desvio padrão com relação às recuperadas. Para as membranas novas, o desvio padrão foi em média 9.9% do valor médio do número de colônias de coliformes; para as membranas recuperadas e o conjunto novas/recuperadas, este valor foi respectivamente de 10.9 e 12.2%.

Na tabela 03C, apresenta-se as médias e os desvios padrão do número de colônias de coliformes fecais contadas nas placas tanto de membranas do tipo A como do tipo B (apenas membranas novas). Ainda na tabela 03C, apresenta-se as médias e os desvios padrão das membranas do tipo A e B analisadas conjuntamente. Apresenta-se também para cada ponto, as médias aritméticas e os desvios padrão médios das 6 análises.

As membranas do tipo B apresentaram-se em 60% dos casos retendo mais coliformes fecais que as membranas do tipo A, e as do tipo A apresentaram-se em 60% dos casos com menor dispersão que as do tipo B.

Na tabela 03D, apresenta-se as médias geométricas para o experimento III como um todo, da concentração de coliformes fecais (células/100ml) tanto para o esgoto bruto como para o efluente da lagoa anaeróbia, para membranas novas e recuperadas, tanto do tipo A como do tipo B.

Observa-se na tabela 03D, que tanto para as membranas do tipo A como para as do tipo B, houve oscilação quanto à maior retenção de coliformes entre as novas e as recuperadas. Entretanto, fazendo-se uma comparação segundo o fabricante (A ou B), percebe-se que as do tipo B apresentaram maior número médio de bactérias retidas.

#### 4.4) Experimento IV.

Nas tabelas 04A, 04B e 04C, para cada ponto, apresenta-se as médias aritméticas e os desvios padrão do número de colônias de coliformes fecais contadas nas placas tanto quando utilizou-se membranas novas como quando foi utilizada membrana recuperada dos tipos A, B e C respectivamente. Ainda nesta tabela, apresenta-se as médias e os desvios padrão das membranas novas e recuperadas analisadas conjuntamente. São apresentadas também, para cada ponto, a média aritmética e o desvio padrão médio das 3 análises.

Para as membranas do tipo A, as novas apresentaram-se em 33% dos casos retendo mais coliformes e em 33% dos casos com maior dispersão do número de colônias de coliformes fecais. O desvio padrão foi em média, 21.5; 11.5 e 18.7% do valor médio de colônias de coliformes para respectivamente membranas novas, recuperadas e novas e recuperadas analisadas conjuntamente.

Para as membranas do tipo B, as novas se apresentaram em 17% dos casos com maior retenção de coliformes fecais e em 40% dos casos com menor dispersão do número de colônias de coliformes. O desvio padrão foi em média 13.0; 9.6 e 12.4% do valor da média para as membranas novas, recuperadas e novas e recuperadas analisadas conjuntamente, respectivamente.

Para as membranas do tipo C, as novas se apresentaram em 17% dos casos com maior retenção de coliformes fecais e em 17% dos casos com menor dispersão do número de colônias de coliformes. O desvio padrão foi em média 11.7; 4.2 e 14.2% do valor da média para as membranas novas, recuperadas e novas e recuperadas analisadas conjuntamente respectivamente.

Na tabela 04D, para cada ponto e em cada análise, apresenta-se as médias e os desvios padrão do número de coliformes fecais contadas nas membranas (apenas novas)

do tipo A, B e C., bem como as média e os desvios padrão do número de coliformes fecais contadas nas 3 membranas como um todo. Apresenta-se ainda, para cada ponto e em cada tipo de membrana, a media e o desvio padrão médio das 3 análises.

As membranas do tipo B, apresentaram-se em 50% dos casos retendo mais coliformes fecais; as do tipo C em 33% e as do tipo A em apenas 17%. Quanto à dispersão, a porcentagem de casos com menor desvio padrão foi respectivamente de 17; 33 e 50% para as membranas do tipo A, B e C.

Na tabela 04E, apresenta-se as médias geométricas para o experimento IV como um todo, da concentração de coliformes fecais (células/100ml) tanto para o esgoto bruto como para o efluente da lagoa anaeróbia, para membranas novas e recuperadas, tanto do tipo A, B como C.

Nesta tabela, percebe-se que as membranas recuperadas de todos os três tipos, apresentaram-se com maiores médias com relação às novas. Segundo o critério fabricante (analisando-se apenas as membranas novas), as do tipo B apresentaram leve superioridade quanto ao número de coliformes retidos em relação aos outros dois tipos.

#### 4.5) Discussão Final.

Considerando-se o grau de dispersão existente entre as próprias triplicatas ou duplicatas (conforme o experimento) de membranas, é de se concordar que o processo de determinação para a concentração de coliformes fecais é relativamente impreciso, sendo então as diferenças existentes quer entre membranas novas e recuperadas, quer entre os tipos (fabricantes) de membranas, mínimas e naturalmente aceitáveis.

Comparando as membranas segundo o critério *nova/ recuperada* não se evidenciou tendência por parte das mesmas (de todos os três fabricantes estudados) de maior retenção ou menor dispersão do número de colônias de coliformes fecais.

Entretanto, comparando-se as membranas segundo o critério *fabricante*, as do tipo B apresentaram maior retenção média em todos os experimentos nos quais foram utilizadas.

Quanto à dispersão, não evidenciou-se tais tendências (tanto para o primeiro como para o segundo critério).

O fato de o grau de dispersão ter sido mais elevado nos experimentos I e II, está relacionado com a natureza destes experimentos, os quais foram realizados com amostras coletadas em um reservatório de estabilização, onde a concentração de coliformes fecais decai ao longo do tempo<sup>3</sup> ao contrário dos experimentos III e IV, em que analisou-se amostras coletadas no esgoto bruto e no efluente final da lagoa anaeróbia onde as concentrações de coliformes são relativamente constantes. Sendo assim, no primeiro caso, não se pôde prever com exatidão suficiente o número de colônias de coliformes fecais que iriam crescer, o que influenciou bastante a qualidade estatística dos dados.

Apesar de não aparecer explicitamente nos dados deste trabalho, foi observado fato interessante concernente à recuperação de membranas quanto ao tipo de amostra analisado. Nas amostra colhidas do esgoto bruto e do efluente da lagoa existia, como é de se esperar, uma elevada concentração de coliformes fecais, o que obrigou a se fazer diluições antes das filtrações<sup>4</sup> obtendo-se amostras com baixíssimo teor de material em suspensão e necessitando de apenas 1 ml para a filtração. Ao contrário destas, as amostras do reservatório de estabilização, relativas aos experimentos I e II, apresentaram baixas concentrações de coliformes fecais<sup>5</sup>, obrigando a se filtrar maiores volumes da amostra (até 50ml e evidentemente não diluídos) existindo ainda o agravante de haver elevada

---

<sup>3</sup> Esta foi a razão para se apresentar o comportamento das membranas como um todo nestes experimentos, de forma gráfica e não com uma média.

<sup>4</sup> Ver itens 3.1.5

<sup>5</sup> Em virtude do tempo decorrido desde o enchimento do reservatório

concentração de material em suspensão (em sua maioria algas) as quais ficavam retidas na membrana, dificultado sua recuperação. Como consequência, com algumas das membrana utilizadas nos experimentos I e II não se conseguiu boa recuperação.

## **5) Conclusões.**

\_Diante do que foi exposto, conclui-se que a recuperação de membranas utilizadas apenas uma vez é realmente viável, podendo baratear assim os custos de projetos de pesquisa na área de Saneamento.

\_Análises realizadas com membranas do tipo B, apresentam concentrações de coliformes levemente superiores aos outros dois fabricantes.

## **6) Sugestão para pesquisas futuras.**

Realisar experimentos com membranas recuperadas mais de uma vez.

## **7) Referências Bibliográficas.**

01 - Mara, D. D. (1974) - Bacteriology for Sanitary Engineers. Churchill Livingstone  
Edinburgh, 209 p.

02 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1992 18th Edition.  
Wasshington. APHA- AWWA- WPCF.

## Tabelas e Gráficos

Tabela 01 - Médias e desvios padrão do número de colônias de coliformes fecais contadas em membranas do tipo A, novas e recuperadas (experimento I).

Profundidade (cm)	Análise	Memb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
005	01	19.3	7.1	20.7	5.9	20.0	5.9
	02	1.33	0.6	1.67	0.6	1.50	0.5
	03	22.0	8.0	15.7	3.1	18.8	6.4
	04	08.3	1.5	09.0	2.6	08.7	2.0
	Média	12.7	4.3	11.8	3.1	12.3	3.7
025	01	19.3	4.0	19.7	0.6	19.5	2.6
	02	1.33	0.6	2.33	0.6	1.83	0.8
	03	13.5	2.1	24.4	4.5	20.0	6.8
	04	13.7	1.2	11.7	2.3	12.7	2.0
	Média	12.0	2.0	14.5	2.0	13.5	2.6
050	01	15.0	6.6	18.7	3.8	16.8	5.2
	02	2.67	1.2	2.00	1.0	2.33	1.0
	03	24.3	1.2	19.3	10.1	21.8	7.0
	04	14.5	2.1	10.7	1.2	12.2	2.5
	Média	14.1	2.8	12.7	4.0	13.3	3.9
075	01	19.0	6.1	18.7	5.0	18.8	5.0
	02	1.33	1.2	2.00	0.0	1.67	0.8
	03	20.0	1.0	25.7	6.7	22.8	5.3
	04	15.0	1.0	09.0	2.6	12.0	3.7
	Média	13.8	2.3	13.9	3.6	13.8	3.7

Continuação da tabela 01.

Profundidade (cm)	Analise	Memb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
100	01	13.3	0.6	16.3	6.7	14.8	4.5
	02	1.33	1.5	0.33	0.6	0.83	1.2
	03	25.7	5.1	24.0	5.3	24.8	4.8
	04	11.7	1.2	12.0	1.0	11.8	1.0
	Média	13.0	2.0	13.2	3.4	13.1	2.9
150	01	21.3	7.6	16.3	1.5	18.8	5.6
	02	2.67	1.5	1.33	1.2	2.00	1.4
	03	36.0	10.1	29.7	8.1	32.8	8.9
	04	13.0	1.7	12.7	0.6	12.8	1.2
	Média	18.2	5.2	15.0	2.9	16.6	4.3
200	01	13.7	2.3	18.3	5.1	16.0	4.4
	02	0.67	0.6	0.67	0.6	0.67	0.5
	03	19.3	4.6	23.7	11.0	21.5	7.9
	04	10.7	0.6	10.0	2.0	10.3	1.4
	Média	11.1	2.0	13.2	4.7	12.1	3.6
300	01	21.7	6.7	20.2	7.5	20.8	6.4
	02	2.00	1.7	1.67	0.6	1.83	1.2
	03	27.0	3.0	30.3	6.8	28.7	5.0
	04	08.0	1.0	11.3	2.1	09.7	2.3
	Média	14.7	3.1	15.8	4.3	15.3	3.7



Continuação da Tabela 01.

Profundidade (cm)	Analise	Memb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
400	01	19.0	1.7	18.3	2.1	18.7	1.8
	02	1.00	1.0	0.33	0.6	0.67	0.8
	03	----	---	-----	----	-----	----
	04	11.3	0.6	09.0	1.0	10.2	1.5
	Média	10.4	1.1	09.2	1.2	09.9	1.4
500	01	14.3	3.1	20.7	7.1	17.5	6.0
	02	1.33	0.6	1.33	1.5	1.33	1.0
	03	-----	----	-----	----	-----	----
	04	11.7	2.9	10.7	1.5	11.2	2.1
	Média	09.1	2.2	10.9	3.4	10.0	3.0
600	01	13.7	3.1	14.0	2.0	13.8	2.3
	02	1.00	1.0	2.33	0.6	1.67	1.0
	03	-----	----	-----	----	-----	----
	04	11.0	1.7	12.3	0.6	11.7	1.4
	Média	08.6	1.9	09.5	1.1	09.1	1.6

Tabela 02A - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo A, novas e recuperadas (experimentoII).

Profundidade. (cm)	Análise	Memb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D. Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
100	01	58.5	29.0	45.0	1.4	51.8	18.5
	02	62.5	12.0	51.5	0.7	57.0	09.4
	03	04.0	01.4	03.0	1.4	03.5	01.3
	Média	41.7	14.1	33.2	1.2	37.2	09.7
200	01	99.0	19.8	162.0	76.4	130.5	58.3
	02	39.0	01.4	53.5	03.5	46.3	08.7
	03	03.5	02.1	03.5	00.7	03.5	01.3
	Média	47.2	09.4	73.0	20.5	60.2	22.8
300	01	22.5	00.7	31.5	03.5	27.0	05.6
	02	17.0	04.2	12.5	03.5	14.8	04.1
	03	01.5	00.7	02.0	01.4	01.8	01.0
	Média	13.7	01.9	15.3	02.8	14.5	03.6
400	01	54.0	02.8	13.5	02.1	33.8	23.5
	02	20.5	03.5	25.0	08.5	22.8	05.9
	03	00.5	00.7	01.5	00.7	01.0	00.8
	Média	25.0	02.3	13.3	03.8	19.2	10.1
500	01	40.5	04.9	22.1	02.1	31.5	10.8
	02	08.5	03.5	11.0	-----	09.3	02.9
	03	01.0	01.4	01.0	01.4	01.0	01.2
	Média	16.7	03.3	11.4	01.8	13.9	05.0
600	01	112.5	04.9	175.5	75.7	144.0	56.9
	02	12.5	02.1	07.5	02.1.	10.0	03.4
	03	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Média	62.5	03.5	91.5	38.8	77.0	30.2

Tabela 02B - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo B, novas e recuperadas (experimento II).

Profundidade. (cm)	Análise	Memb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D. Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
100	01	58.5	12.0	49.5	07.8	54.0	09.8
	02	63.0	00.0	50.5	00.7	56.8	07.2
	03	04.0	01.4	03.5	03.5	03.8	02.2
	Média	41.8	04.5	34.8	04.0	195.8	61.4
200	01	243.0	02.8	148.5	48.8	195.8	61.4
	02	48.0	05.7	52.0	08.5	50.0	06.3
	03	01.5	02.1	04.0	02.8	02.8	02.5
	Média	97.5	03.5	68.5	20.0	82.9	23.4
300	01	40.5	07.8	40.5	06.4	40.5	05.8
	02	13.0	01.4	16.0	04.2	14.5	03.1
	03	01.0	01.4	02.5	03.5	01.8	02.4
	Média	18.2	03.5	19.7	04.7	18.9	03.8
400	01	27.0	02.8	49.5	14.8	38.3	15.6
	02	24.5	03.5	21.5	03.5	23.0	03.4
	03	00.5	00.7	02.0	00.0	01.3	01.0
	Média	17.3	02.3	24.3	06.1	20.9	06.7
500	01	49.5	10.6	49.5	14.8	49.5	10.5
	02	12.0	02.8	08.5	03.5	10.3	03.3
	03	01.0	01.4	01.0	01.4	01.3	01.0
	Média	20.8	04.9	19.7	06.6	20.4	04.9
600	01	184.5	34.6	117.0	05.7	150.8	43.9
	02	13.5	07.8	13.5	00.7	13.5	04.5
	03	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Média	99.0	21.2	65.3	3.2	82.2	24.2

Tabela 02C - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas novas do tipo A e B (experimento II).

Profundidade. (cm)	Análise	Memb. Tipo A		Memb. Tipo B		Memb. Tipo A/B	
		Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
100	01	58.5	29.0	58.5	12.0	58.5	18.1
	02	62.5	12.0	63.0	00.0	62.8	01.2
	03	04.0	01.4	04.0	01.4	04.0	01.2
	Média	41.7	14.1	41.8	04.5	41.8	08.7
200	01	99.0	19.8	243.0	02.8	171.0	83.9
	02	39.0	01.4	48.0	05.7	43.5	06.2
	03	03.5	02.1	01.5	02.1	02.5	02.1
	Média	47.2	09.4	97.5	03.5	72.3	30.7
300	01	22.5	00.7	40.5	07.8	27.0	05.6
	02	17.0	04.2	13.0	01.4	15.0	03.5
	03	01.5	00.7	01.0	01.4	01.3	01.0
	Média	13.7	01.9	18.2	03.5	14.4	03.4
400	01	54.0	02.8	27.0	02.8	40.5	15.8
	02	20.5	03.5	24.5	03.5	22.5	03.7
	03	00.5	00.7	00.5	00.7	00.5	00.6
	Média	25.0	02.3	17.3	02.3	21.2	06.7
500	01	40.5	04.9	49.5	10.6	45.0	08.5
	02	08.5	03.5	12.0	02.8	10.3	03.3
	03	01.0	01.4	01.0	01.4	00.8	01.0
	Média	16.7	03.3	20.8	04.9	18.7	04.3
600	01	112.5	04.9	184.5	34.6	148.5	46.2
	02	12.5	02.1	13.5	07.8	13.0	04.7
	03	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Média	62.5	03.5	99.0	21.2	80.8	25.5

Tabela 03A - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo A, novas e recuperadas (experimento III).

Pontos	Análise	Menb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	43.0	00.0	40.5	03.5	41.8	02.5
	02	50.0	02.8	53.5	03.5	51.8	03.3
	03	58.5	17.7	59.5	02.1	59.0	10.3
	04	104.5	03.5	107.5	04.9	106.0	03.9
	05	62.5	03.5	62.5	19.1	62.5	11.2
	06	81.0	04.2	75.0	07.1	78.0	05.9
	Média	66.6	05.3	66.4	06.7	66.5	06.2
A12	01	29.5	03.5	28.5	03.5	29.0	02.9
	02	33.0	01.4	26.5	02.1	29.8	04.0
	03	23.5	04.9	36.5	02.1	30.0	08.1
	04	68.5	13.4	62.5	06.4	65.5	09.3
	05	45.0	07.1	48.0	07.1	46.5	06.0
	06	56.5	02.1	80.0	-----	64.3	13.7
	Média	42.7	05.4	47.0	04.2	44.2	07.3

Tabela 03B - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo B, novas e recuperadas (experimento III).

Pontos	Análise	Memb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	47.0	01.4	53.0	04.2	50.0	04.3
	02	65.0	09.9	59.0	00.0	62.0	06.7
	03	58.0	18.4	48.5	12.0	53.3	13.8
	04	102.5	06.4	107.0	08.5	104.8	06.7
	05	97.5	02.1	87.5	13.4	92.5	09.7
	06	81.0	04.2	75.0	07.1	78.0	05.9
	Média	75.2	07.1	71.7	07.5	73.4	07.9
A12	01	28.0	04.2	30.0	0.00	29.0	02.7
	02	41.0	07.1	36.0	04.2	38.5	05.6
	03	37.0	01.4	37.0	09.9	37.0	05.8
	04	64.0	04.2	63.5	09.2	63.8	05.9
	05	49.0	04.2	52.5	00.7	50.8	03.2
	06	56.5	02.1	80.0	----	64.3	13.7
	Média	45.9	03.9	49.8	04.8	47.2	06.2

Tabela 03C - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas novas do tipo A e B (exprimto III).

Pontos	Análise	Menb. Tipo A		Menb. Tipo B		Memb. Tipo A/B	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	43.0	00.0	47.0	01.4	45.0	02.4
	02	50.0	02.8	65.0	09.9	57.5	10.5
	03	58.5	17.7	58.0	18.4	58.3	14.7
	04	104.5	03.5	102.5	06.4	103.5	04.4
	05	62.5	03.5	97.5	02.1	80.0	20.3
	06	81.0	04.2	81.0	04.2	81.8	09.0
	Média	66.6	05.3	75.2	07.1	71.0	10.2
A12	01	29.5	03.5	28.0	04.2	28.2	03.3
	02	33.0	01.4	41.0	07.1	37.0	06.2
	03	23.5	04.9	37.0	01.4	30.3	08.3
	04	68.5	13.4	64.0	04.2	66.3	08.5
	05	45.0	07.1	49.0	04.2	47.0	05.3
	06	56.5	02.1	56.5	02.1	52.8	05.6
	Média	42.7	05.4	45.9	03.9	43.7	06.2

Tabela 03D - Média geométrica da concentração de coliformes fecais para membranas dos tipos A e B, novas e recuperadas (experimento III).

Ponto	Tipo de Membrana	Média geométrica (unidades/ 100ml)
EB	A - Nova	$6.37 \times 10^6$
	A - Recuperada	$6.35 \times 10^6$
	B - Nova	$7.26 \times 10^6$
	B - Recuperada	$6.99 \times 10^6$
A12	A - Nova	$3.89 \times 10^6$
	A - Recuperada	$4.25 \times 10^6$
	B - Nova	$4.43 \times 10^6$
	B - Recuperada	$4.69 \times 10^6$

Tabela 04A - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo A, novas e recuperadas (experimento IV).

Pontos	Análise	Menb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	64.0	21.2	71.0	00.0	67.5	12.9
	02	56.0	04.2	71.5	06.4	63.8	10.0
	03	93.5	24.7	82.0	07.1	87.8	16.3
	Média	71.2	16.7	74.5	04.5	73.0	13.1
A12	01	28.0	02.8	32.5	02.1	30.3	03.3
	02	34.5	17.7	37.5	10.6	36.0	12.0
	03	77.5	00.7	63.5	10.6	70.5	10.1
	Média	46.7	07.1	44.5	07.8	45.6	08.5



Tabela 04B - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo B, novas e recuperadas (experimento IV).

Pontos	Análise	Menb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	58.5	09.2	65.5	04.9	62.0	07.3
	02	76.5	04.9	85.0	00.0	80.8	05.7
	03	108.0	05.7	101.5	06.4	104.8	06.2
	Média	81.0	06.6	84.0	03.8	63.9	06.4
A12	01	34.5	04.9	35.5	02.1	35.0	03.2
	02	38.0	11.3	51.0	11.3	44.5	11.9
	03	75.5	04.9	88.0	14.1	81.8	11.3
	Média	49.3	07.0	58.2	09.8	53.2	08.8

Tabela 04C - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas do tipo C, novas e recuperadas (experimento IV).

Pontos	Análise	Menb. Nova		Memb. Recuperada		Memb. Nova/Recuperada	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	66.5	10.6	71.5	06.4	69.0	07.7
	02	50.5	03.5	67.0	01.4	58.8	09.8
	03	97.0	21.2	93.0	02.8	95.0	12.6
	Média	71.3	11.8	77.2	03.5	74.3	10.0
A12	01	30.5	02.1	35.0	02.8	32.8	03.3
	02	50.5	03.5	67.0	01.4	58.8	09.8
	03	67.5	07.8	89.5	00.7	78.5	13.5
	Média	49.5	04.5	63.8	01.6	56.7	08.9

Tabela 04D - Médias aritméticas e desvios padrão do número de colônia de coliformes fecais contadas em membranas novas dos tipos A, B e C (experimento IV).

Pontos	Análise	Memb. Tipo A		Memb. Tipo B		Memb. Tipo C		Memb. Tipos A/B/C	
		Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
EB	01	64.0	21.2	58.5	09.2	66.5	10.6	63.0	12.9
	02	56.0	04.2	76.5	04.9	50.5	03.5	61.0	12.7
	03	93.5	24.7	108.0	05.7	97.0	21.2	99.5	16.3
	Média	71.2	16.7	81.0	06.6	71.3	11.8	74.5	14.0
A12	01	28.0	02.8	34.5	04.9	30.5	02.1	31.0	04.0
	02	34.5	17.7	38.0	11.3	50.5	03.5	35.2	10.2
	03	77.5	00.7	75.5	04.9	67.5	07.8	73.5	06.3
	Média	46.7	07.1	49.3	07.0	49.5	04.5	46.6	06.8

Tabela 04E - Média geométrica da concentração de coliformes fecais para membranas dos tipos A, B e C, novas e recuperadas (experimento IV).

Ponto	Tipo de Membrana	Média geométrica (unidades/ 100ml)
EB	A - Nova	$6.95 \times 10^6$
	A - Recuperada	$7.47 \times 10^6$
	B - Nova	$7.85 \times 10^6$
	B - Recuperada	$8.28 \times 10^6$
	C - Nova	$6.88 \times 10^6$
	C - Recuperada	$7.64 \times 10^6$
A12	A - Nova	$4.21 \times 10^6$
	A - Recuperada	$4.26 \times 10^6$
	B - Nova	$4.63 \times 10^6$
	B - Recuperada	$5.42 \times 10^6$
	C - Nova	$4.08 \times 10^6$
	C - Recuperada	$5.20 \times 10^6$

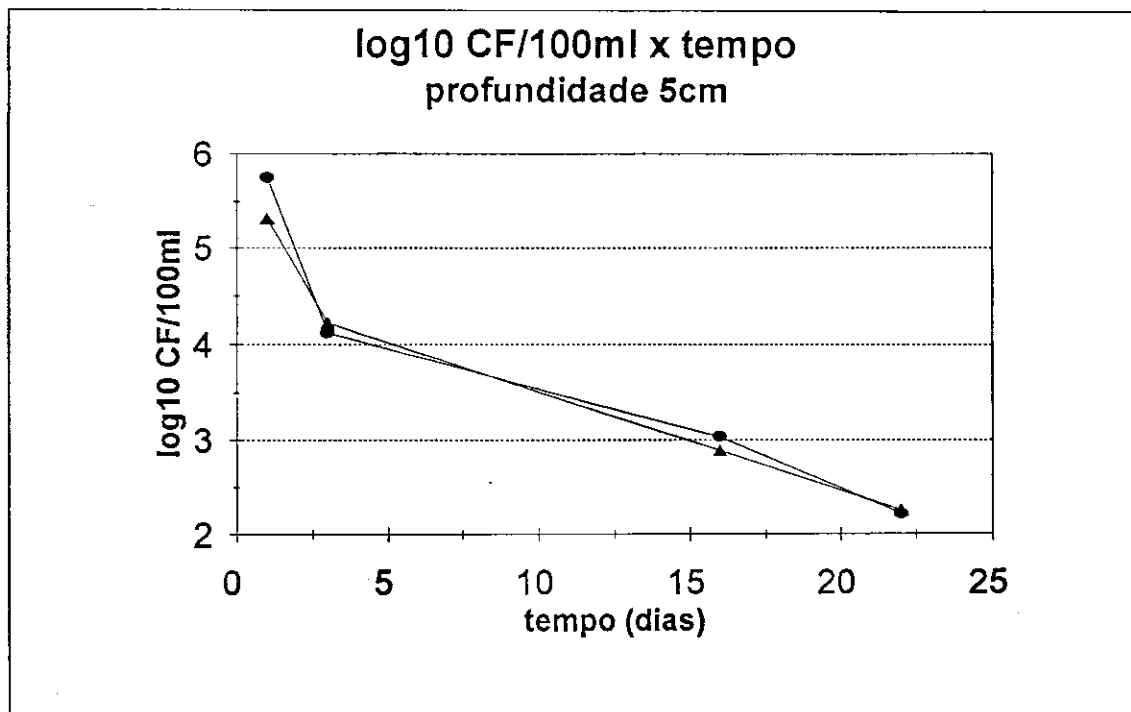


fig.01

● MN      ▲ MR

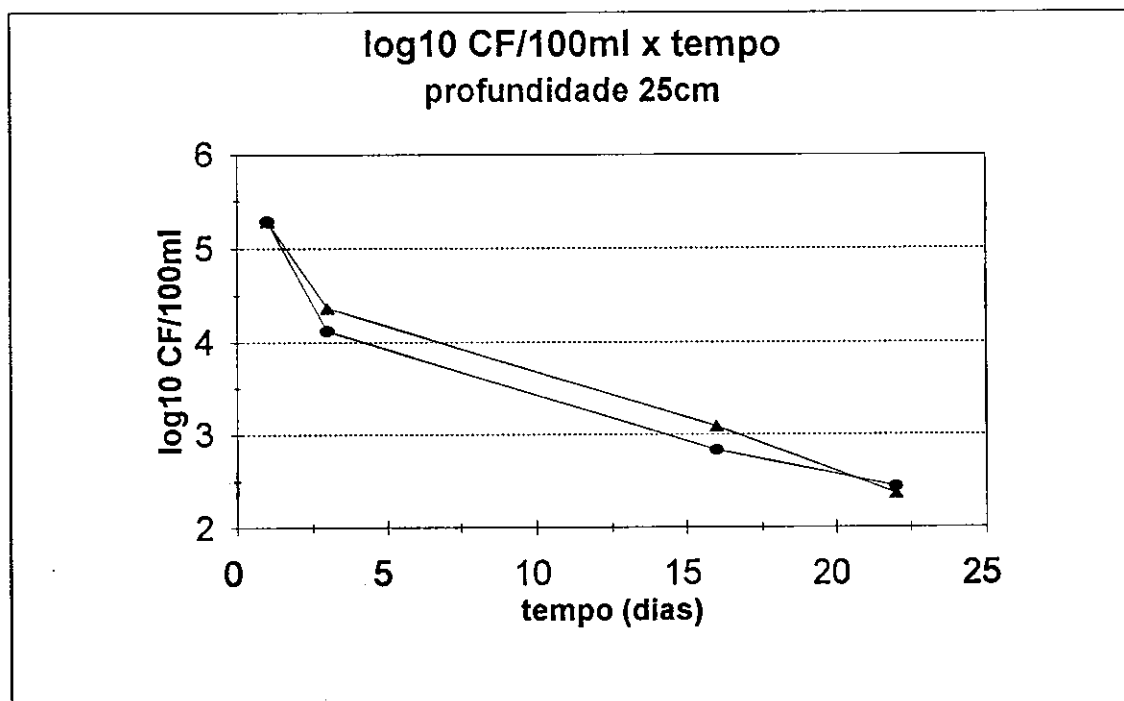


fig.02

● MN      ▲ MR

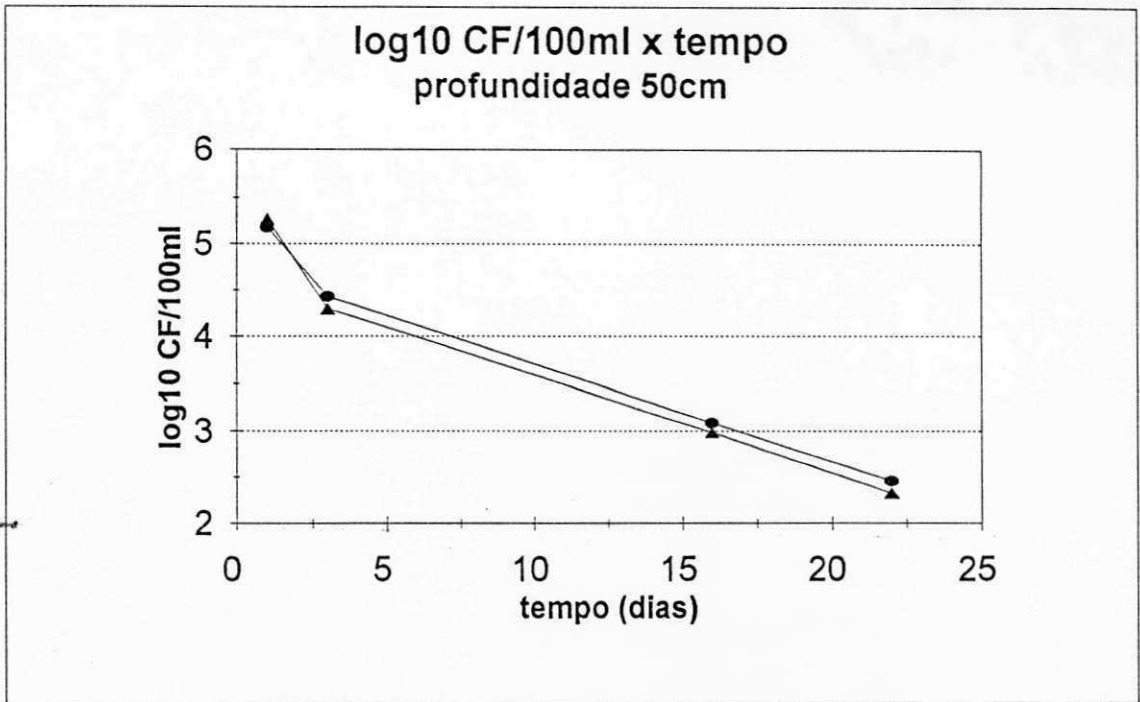


fig.03

● MN      ▲ MR

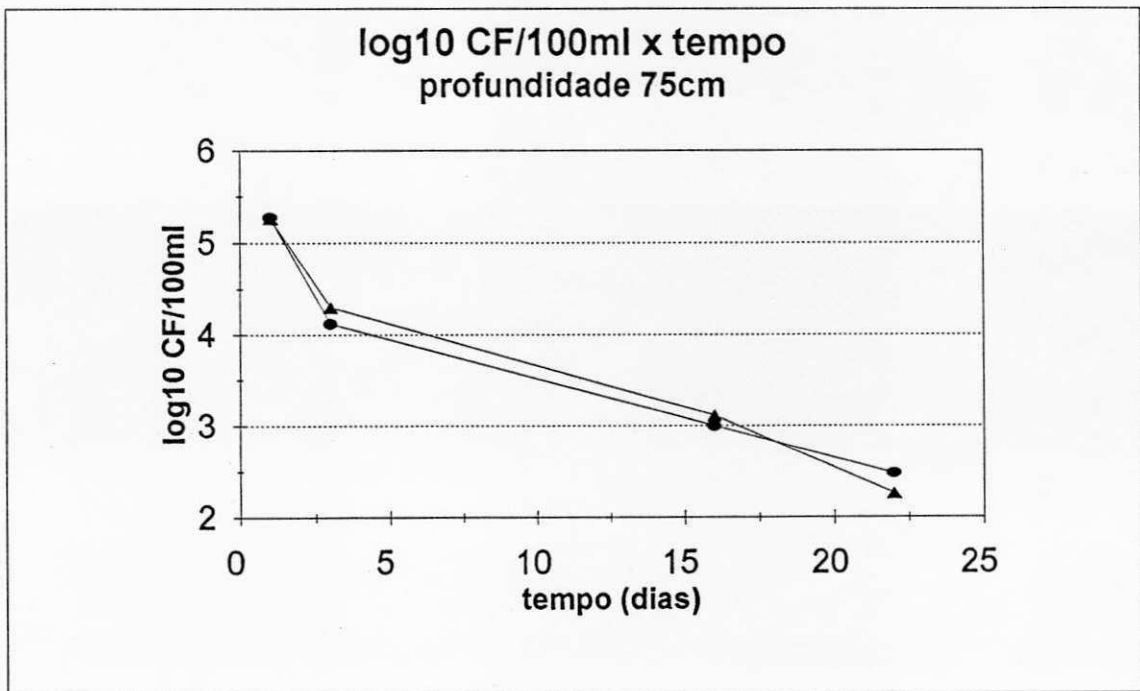


fig.04

● MN      ▲ MR

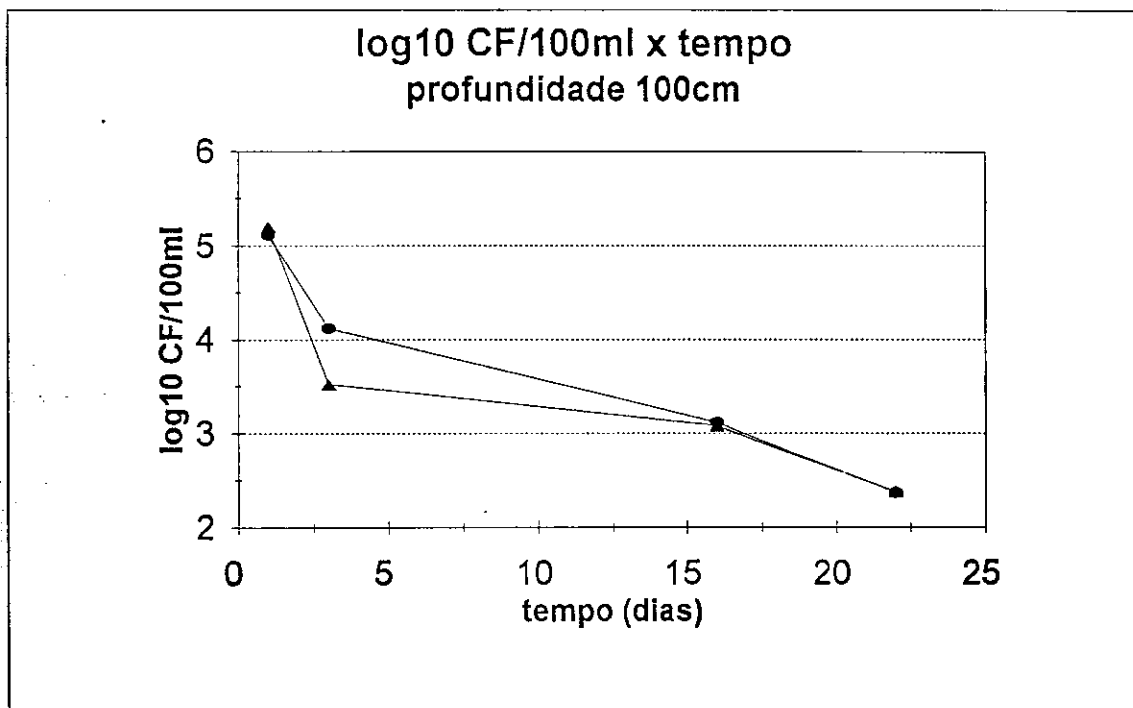


fig.05

● MN      ▲ MR

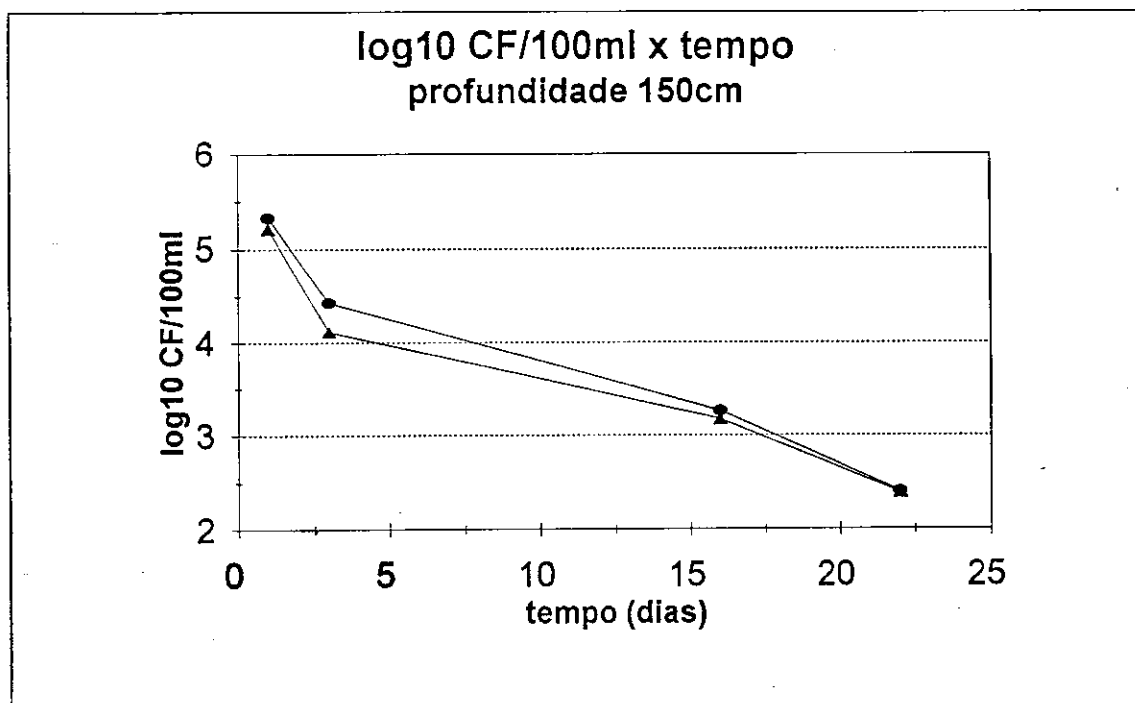


fig.06

● MN      ▲ MR

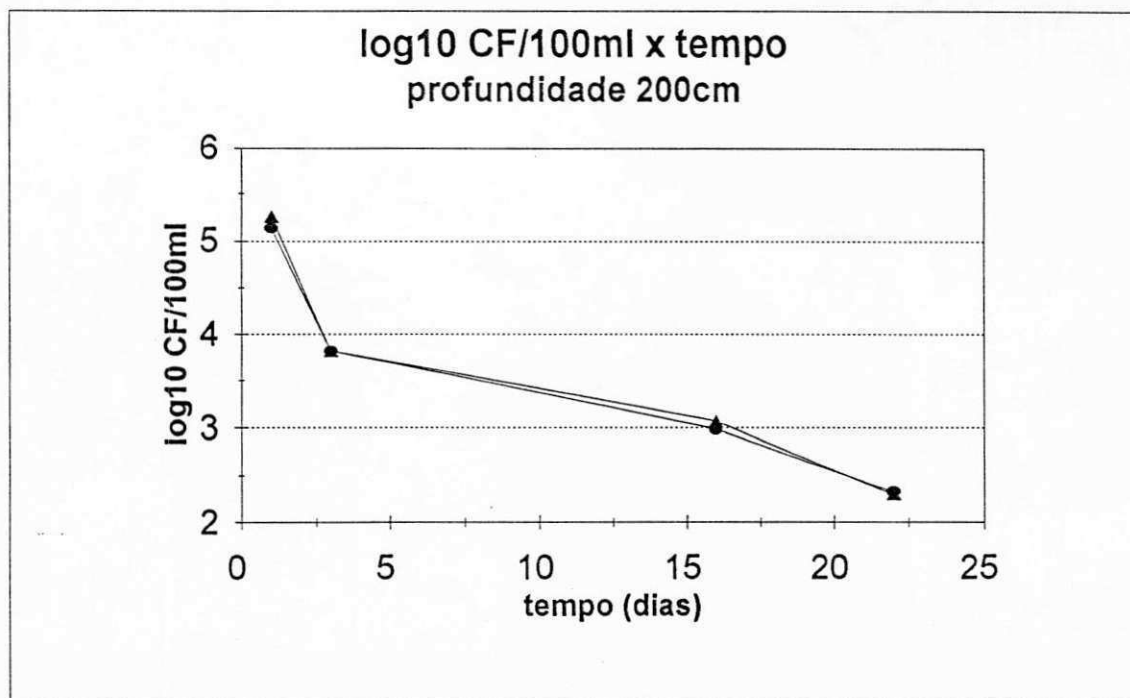


fig.07

● MN      ▲ MR

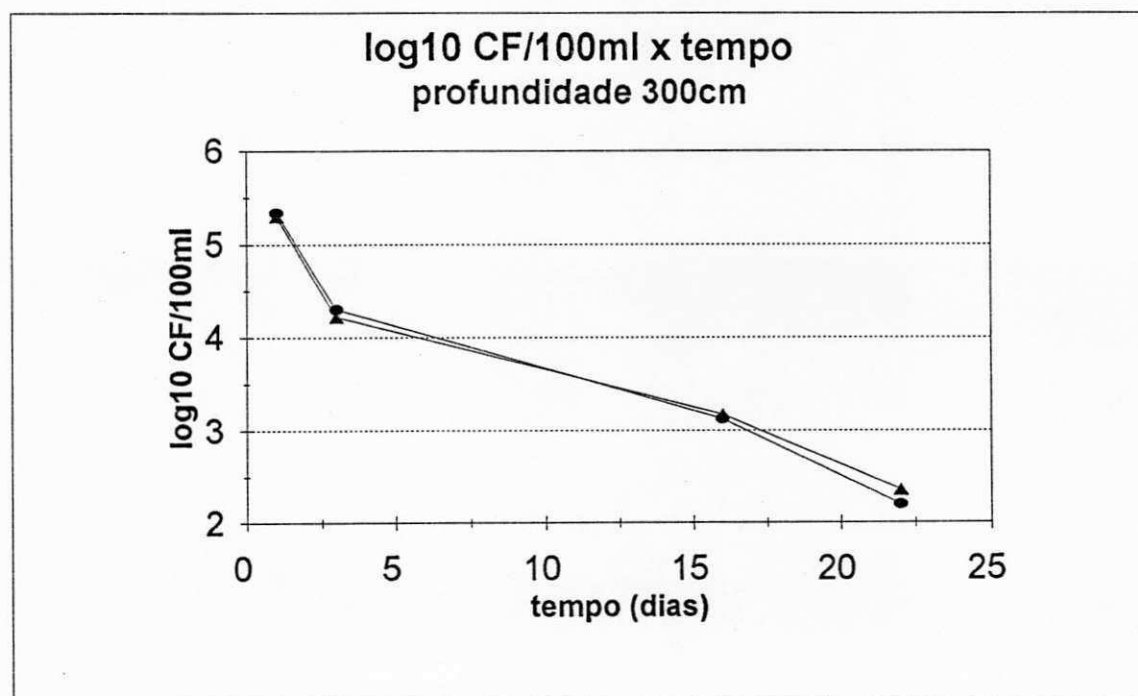


fig.08

● MN      ▲ MR

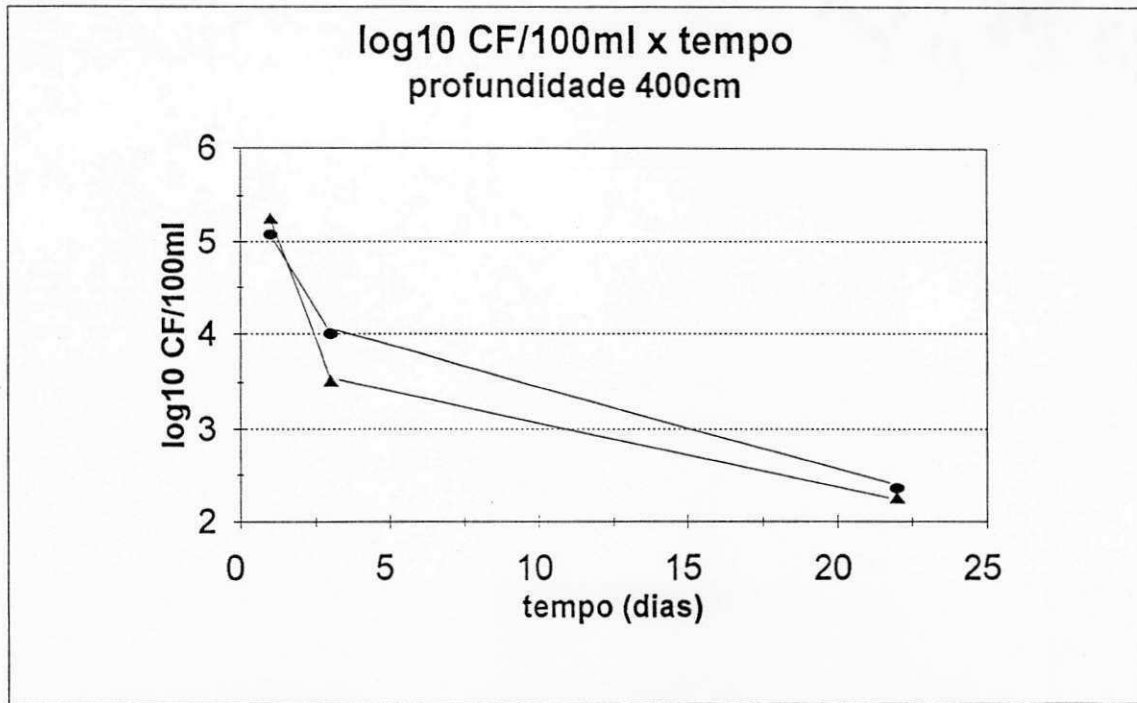


fig.09      ●—MN      ▲—MR

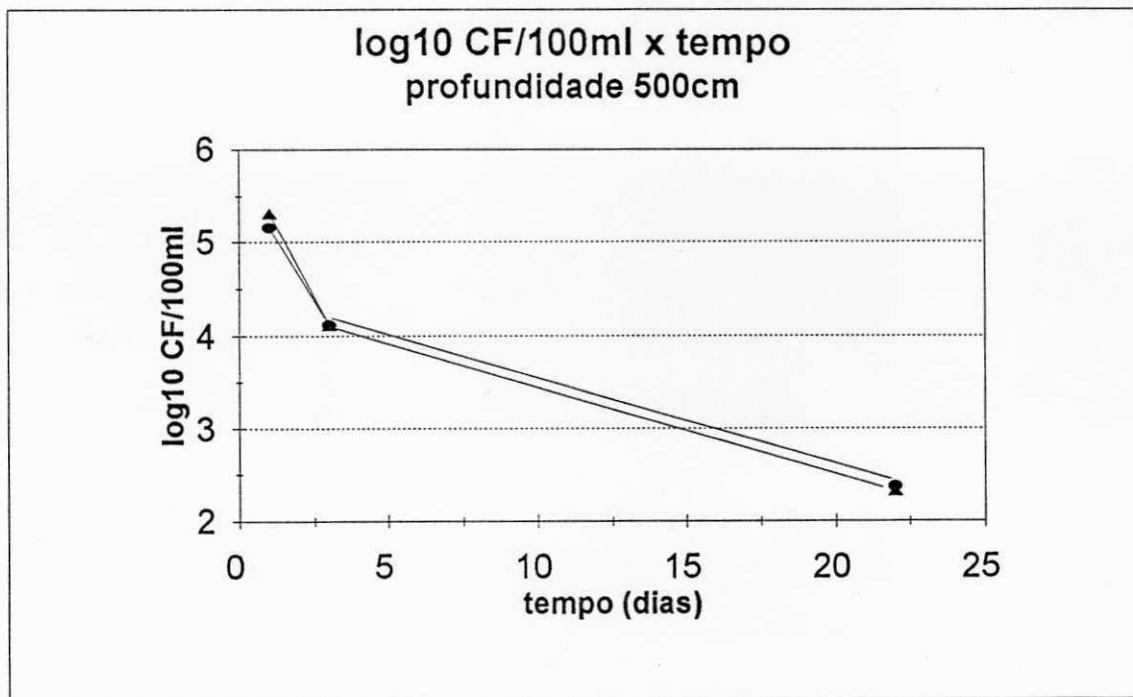


fig.10      ●—MN      ▲—MR



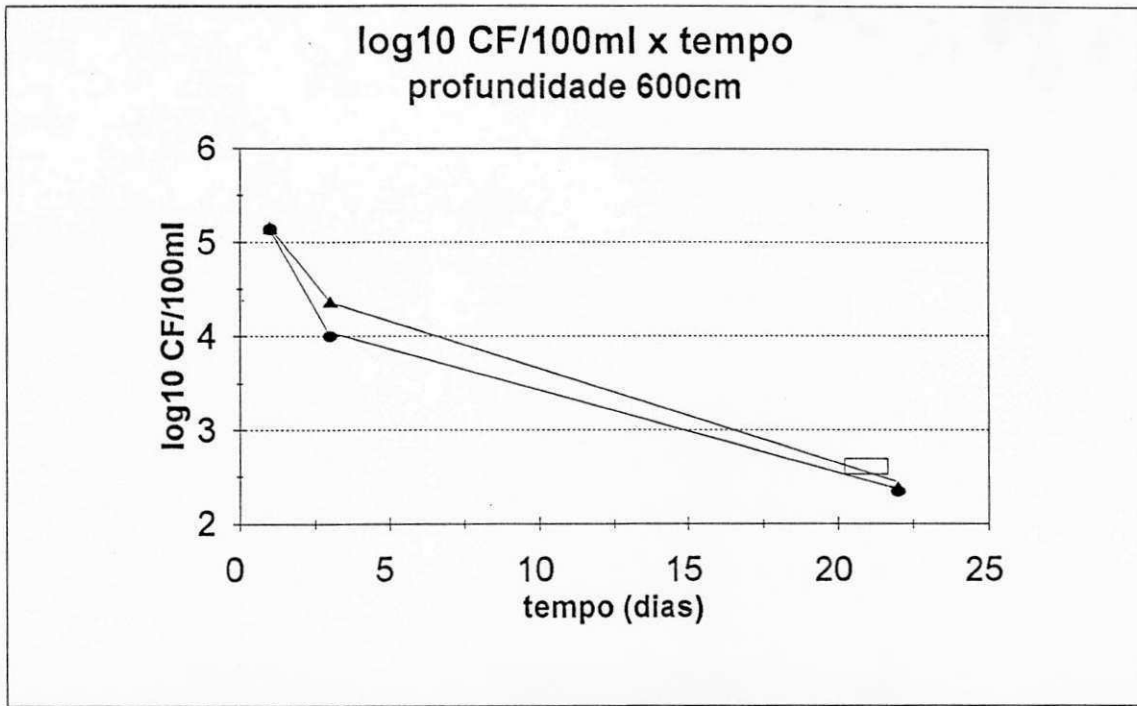


fig. 11

—●— MN

—▲— MR

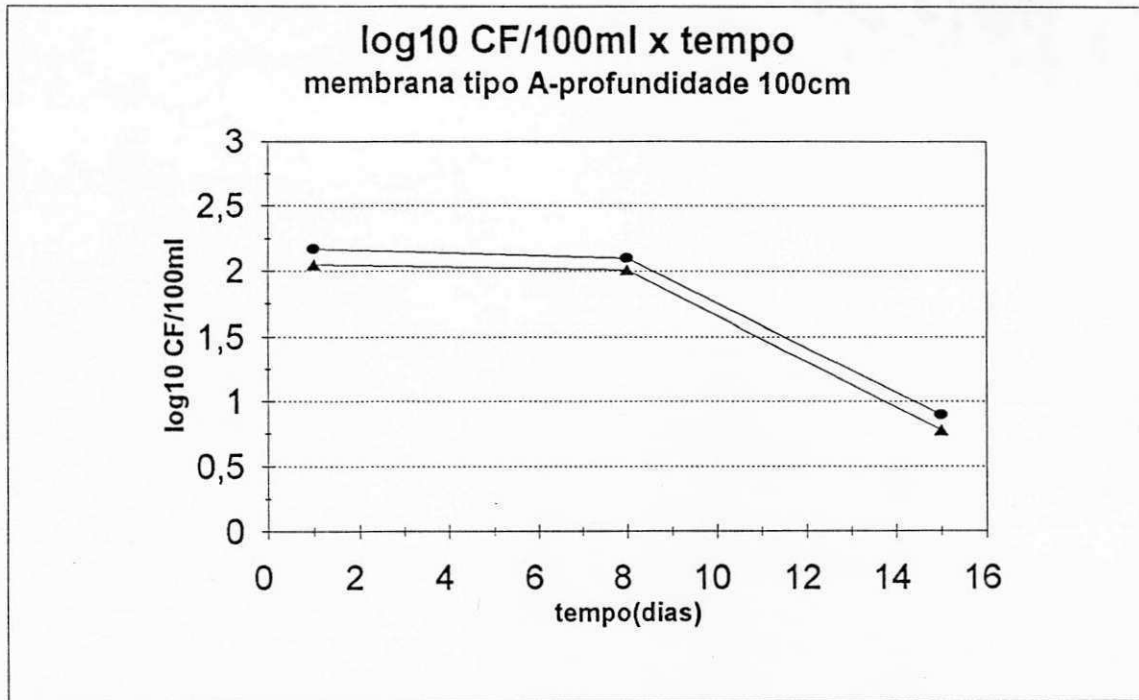


fig.12

—●— MN      —▲— MR

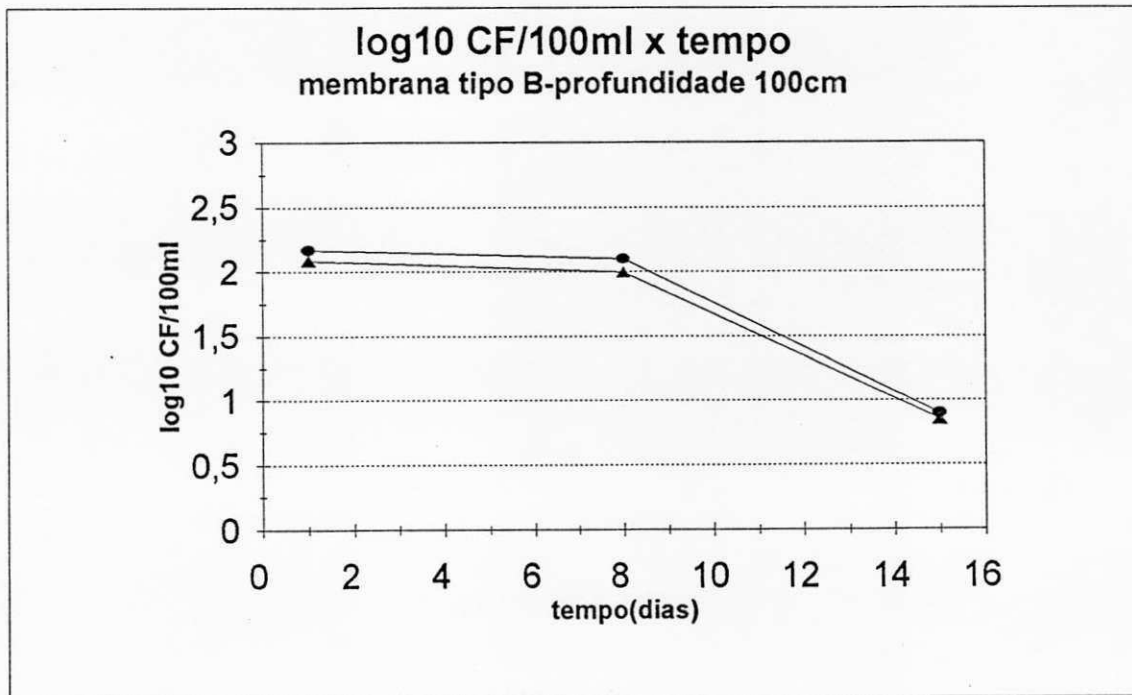


fig.13

—●— MN      —▲— MR

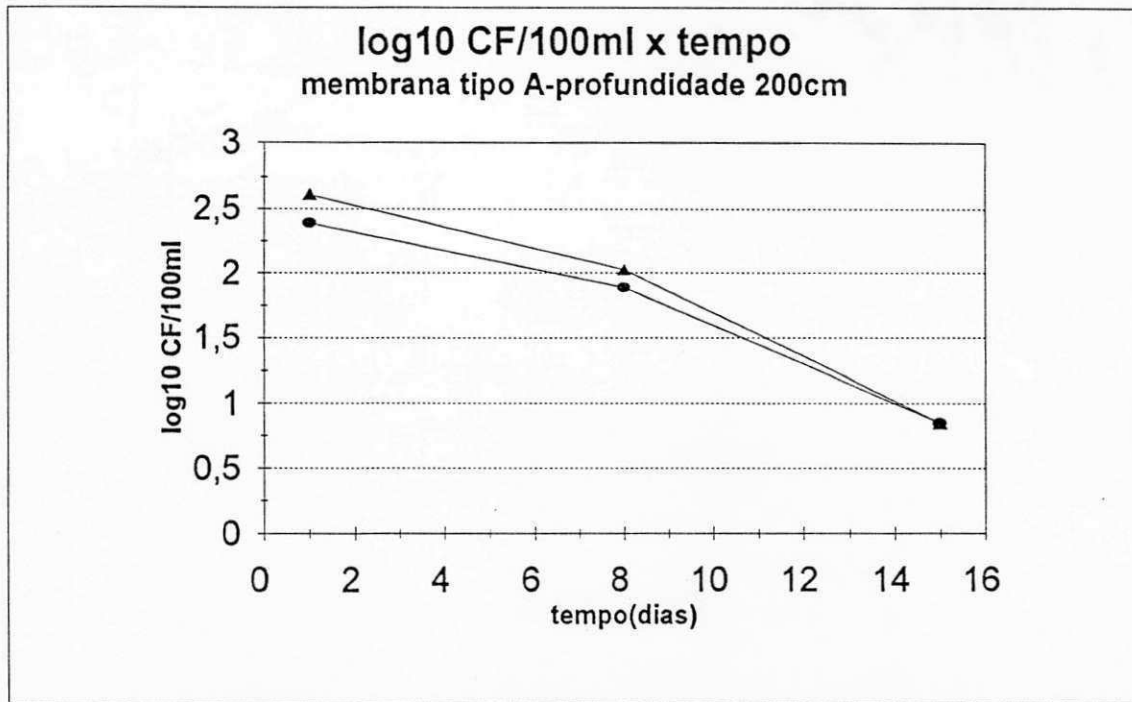


fig.14

● MN      ▲ MR

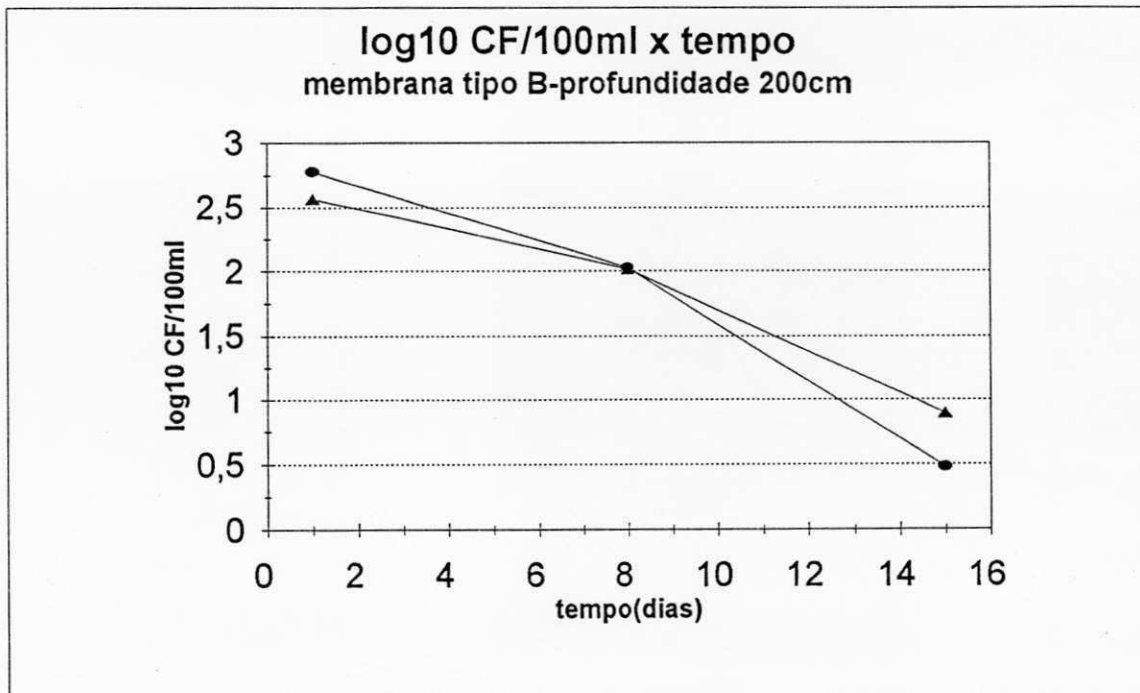


fig.15

● MN      ▲ MR

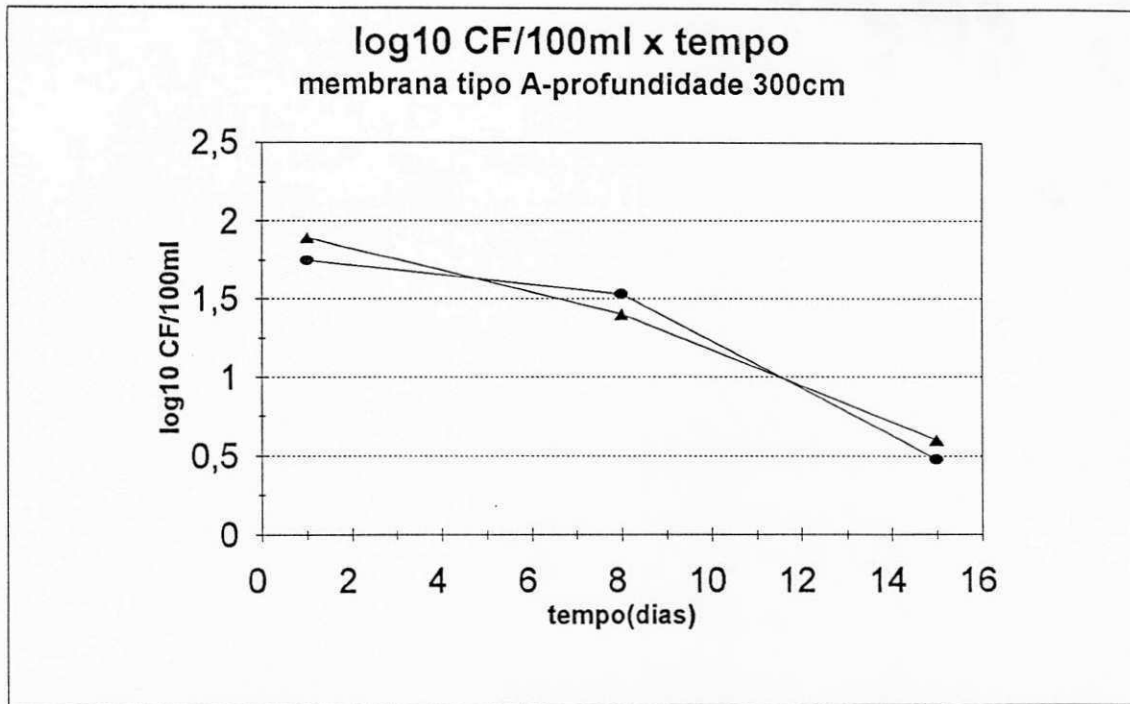


fig.16

● MN      ▲ MR

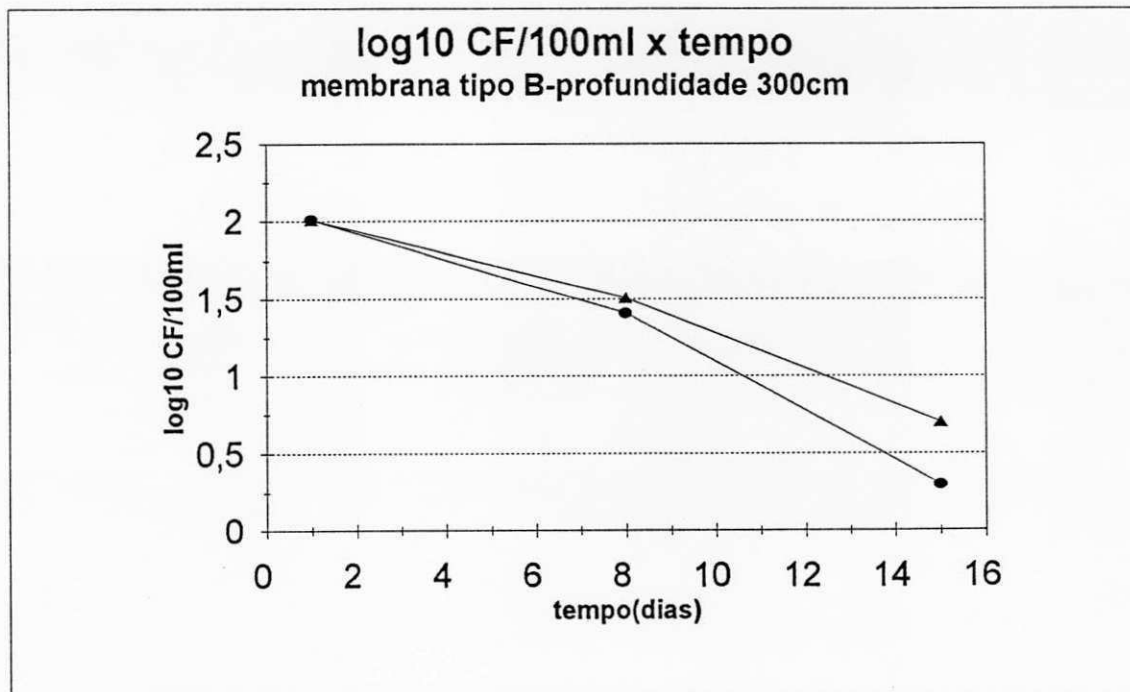


fig.17

● MN      ▲ MR

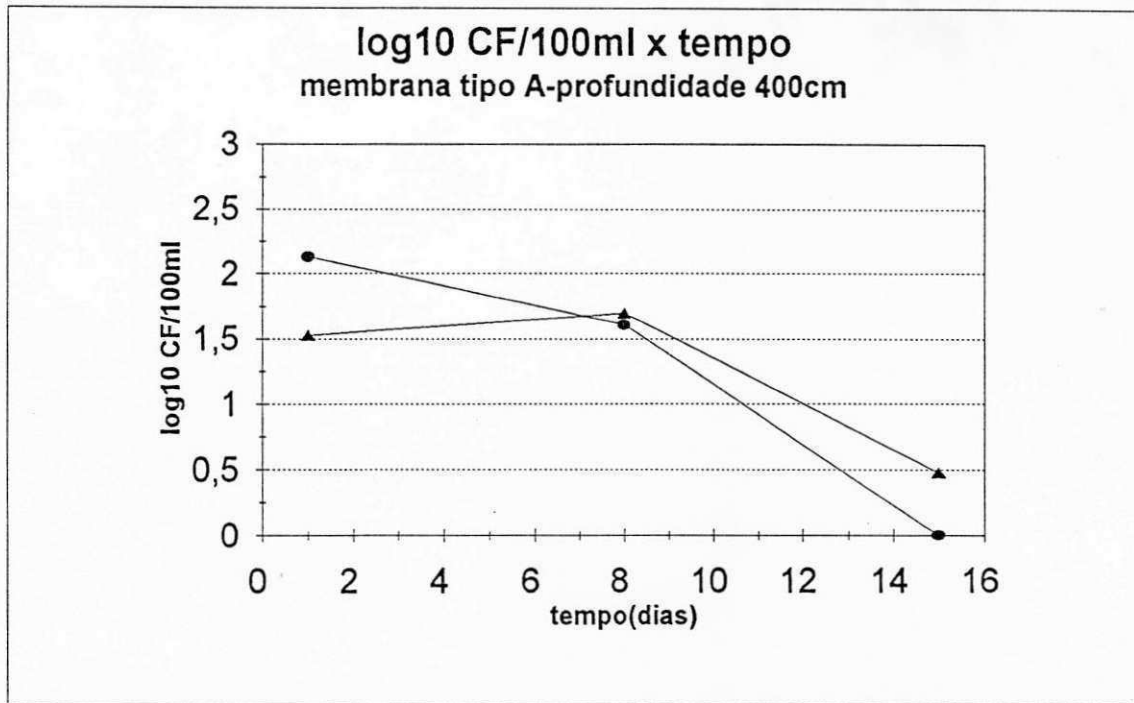


fig.18

● MN      ▲ MR

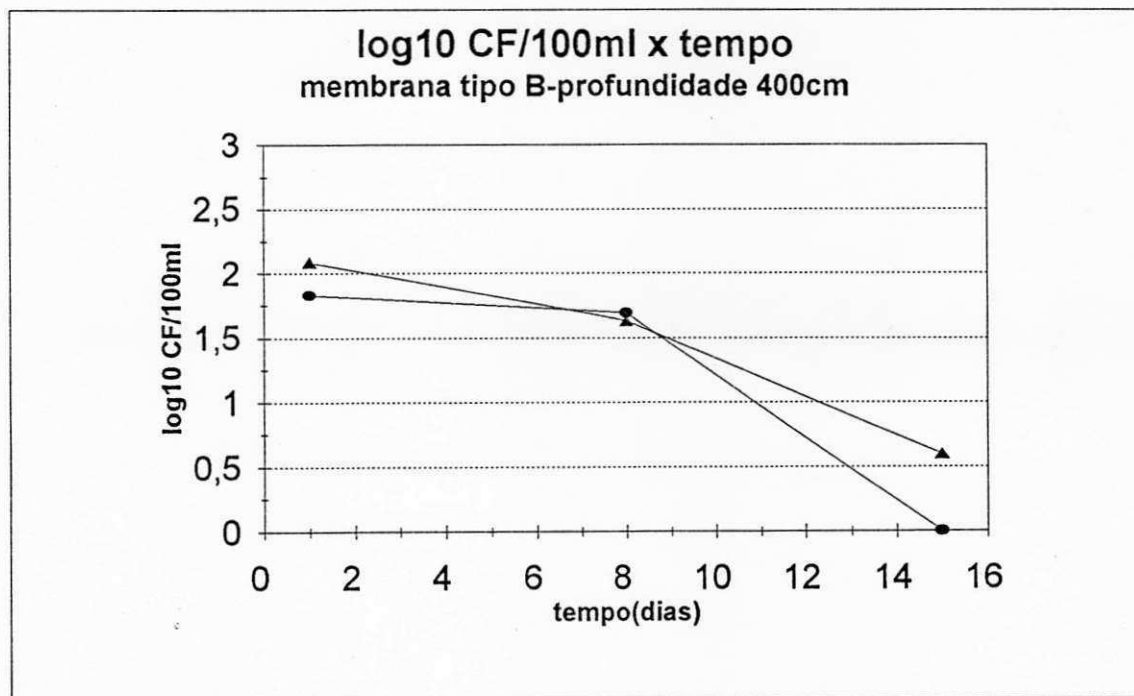


fig.19

● MN      ▲ MR

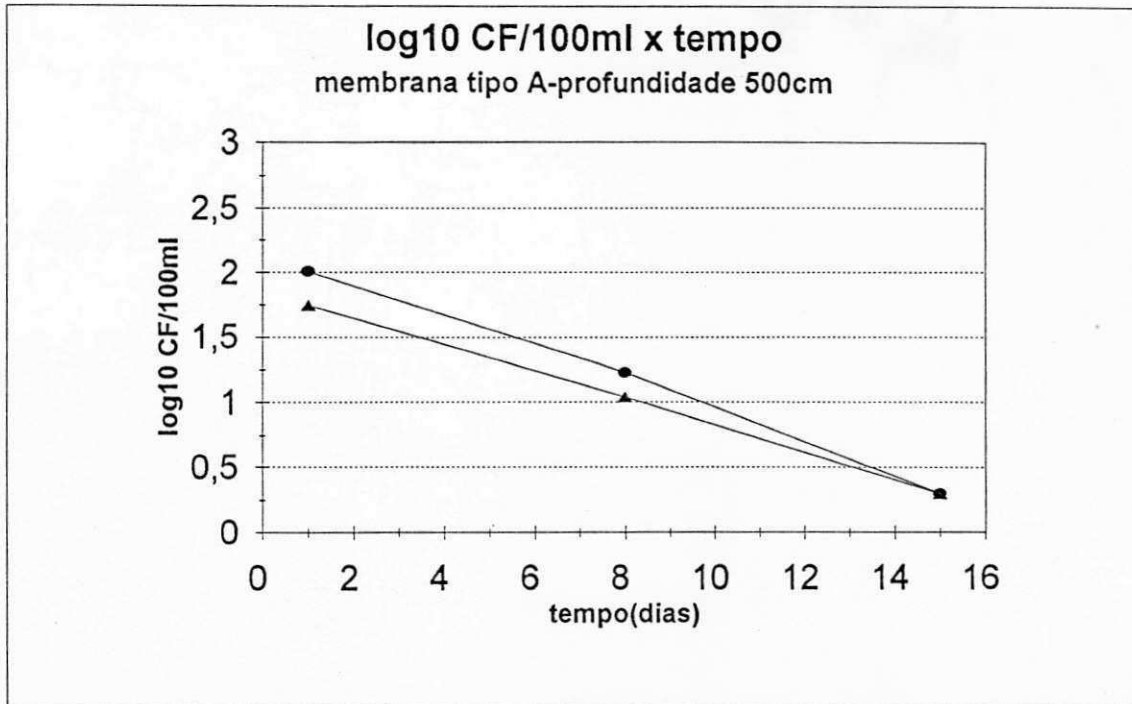


fig.20

● MN      ▲ MR

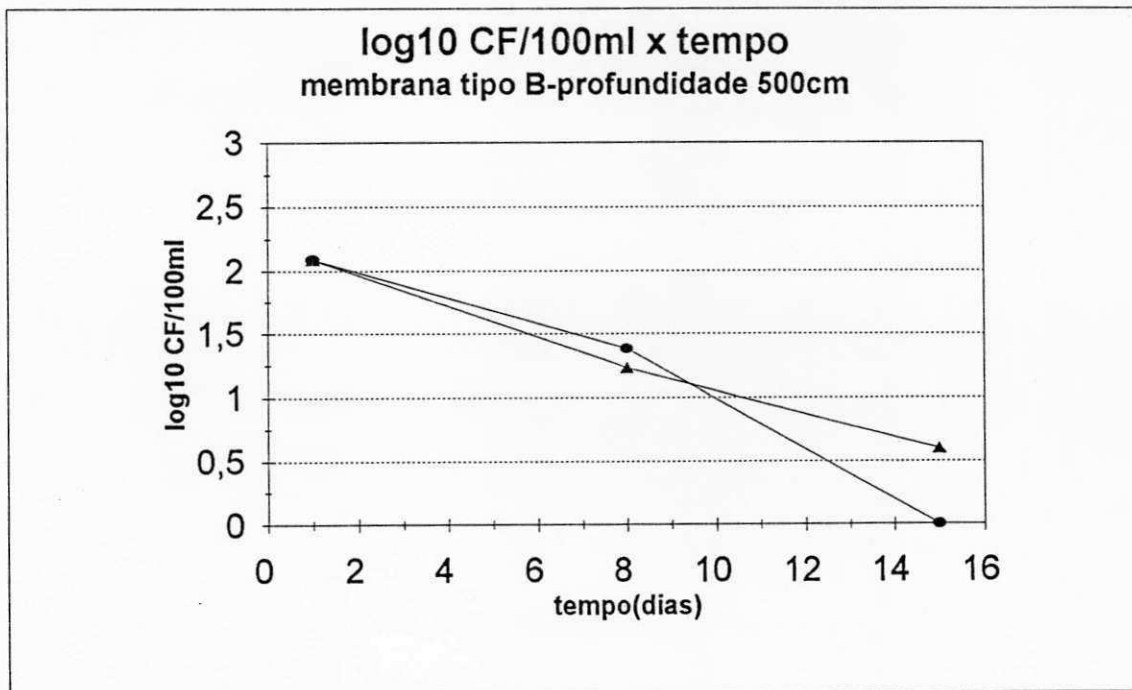


fig.21

● MN      ▲ MR

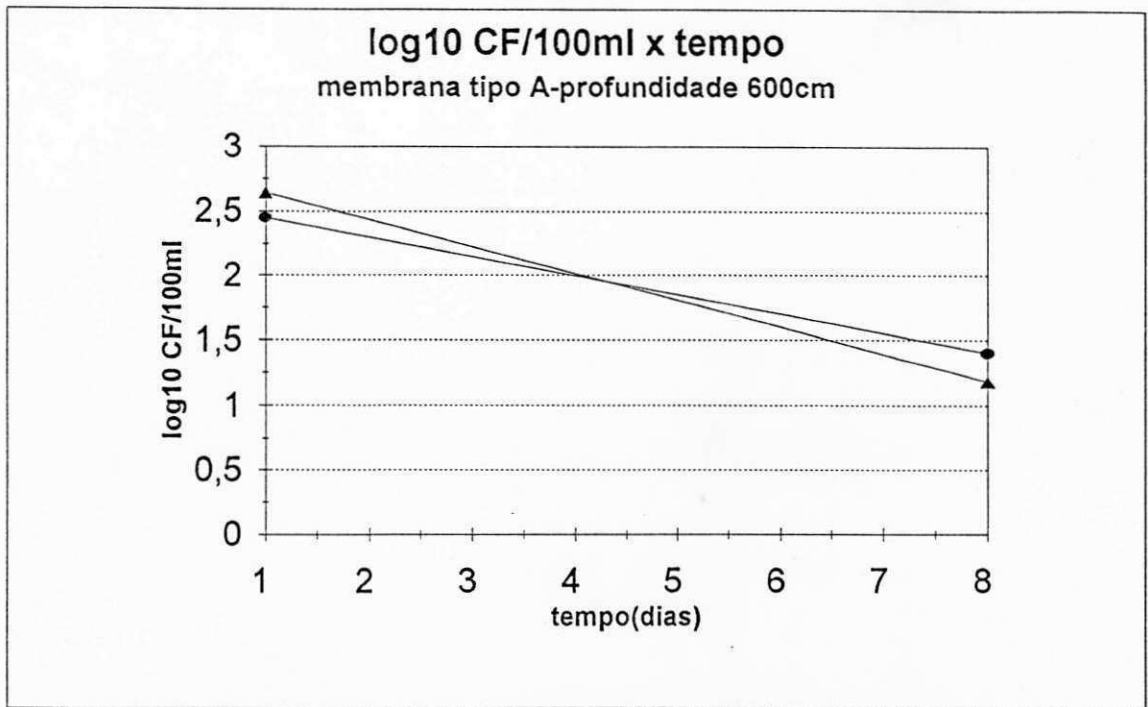


fig.22

● MN      ▲ MR

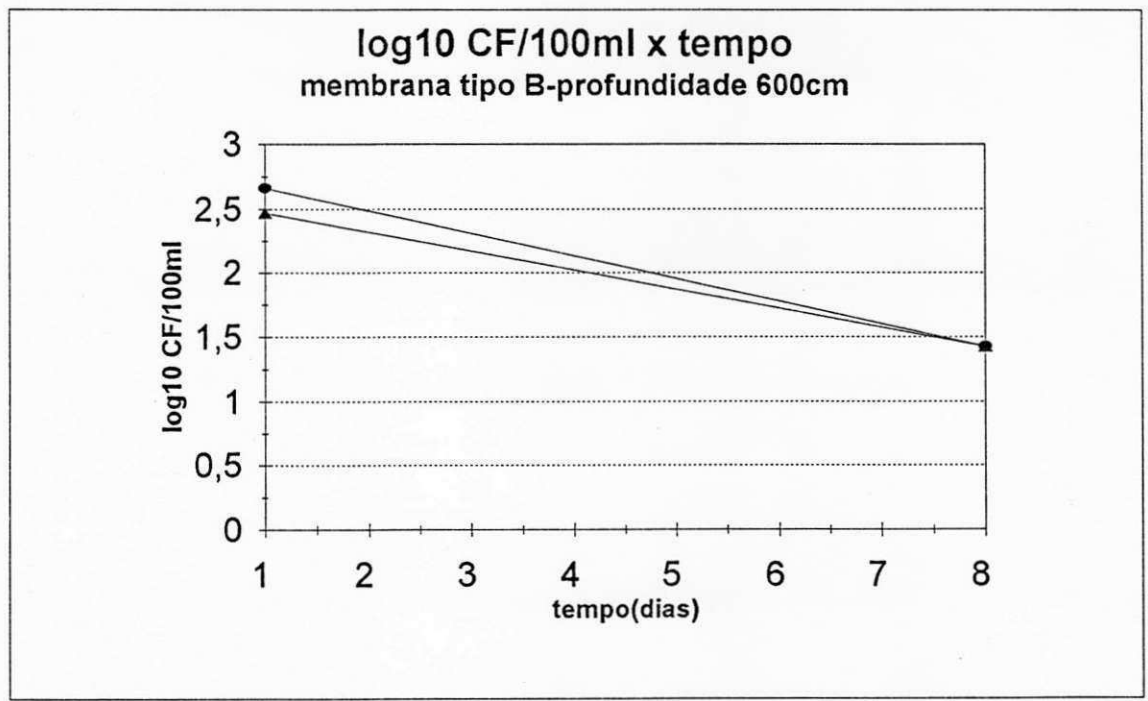


fig.23

● MN      ▲ MR