



# NOVAS OPÇÕES PARA TRATAMENTO DE ESGOTOS – O CASO DE REÚSO POTÁVEL DIRETO DA SANASA

IVANILDO HESPANHOL



CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA  
EM REÚSO DE ÁGUA









# **ESTUDOS DE TRATABILIDADE**

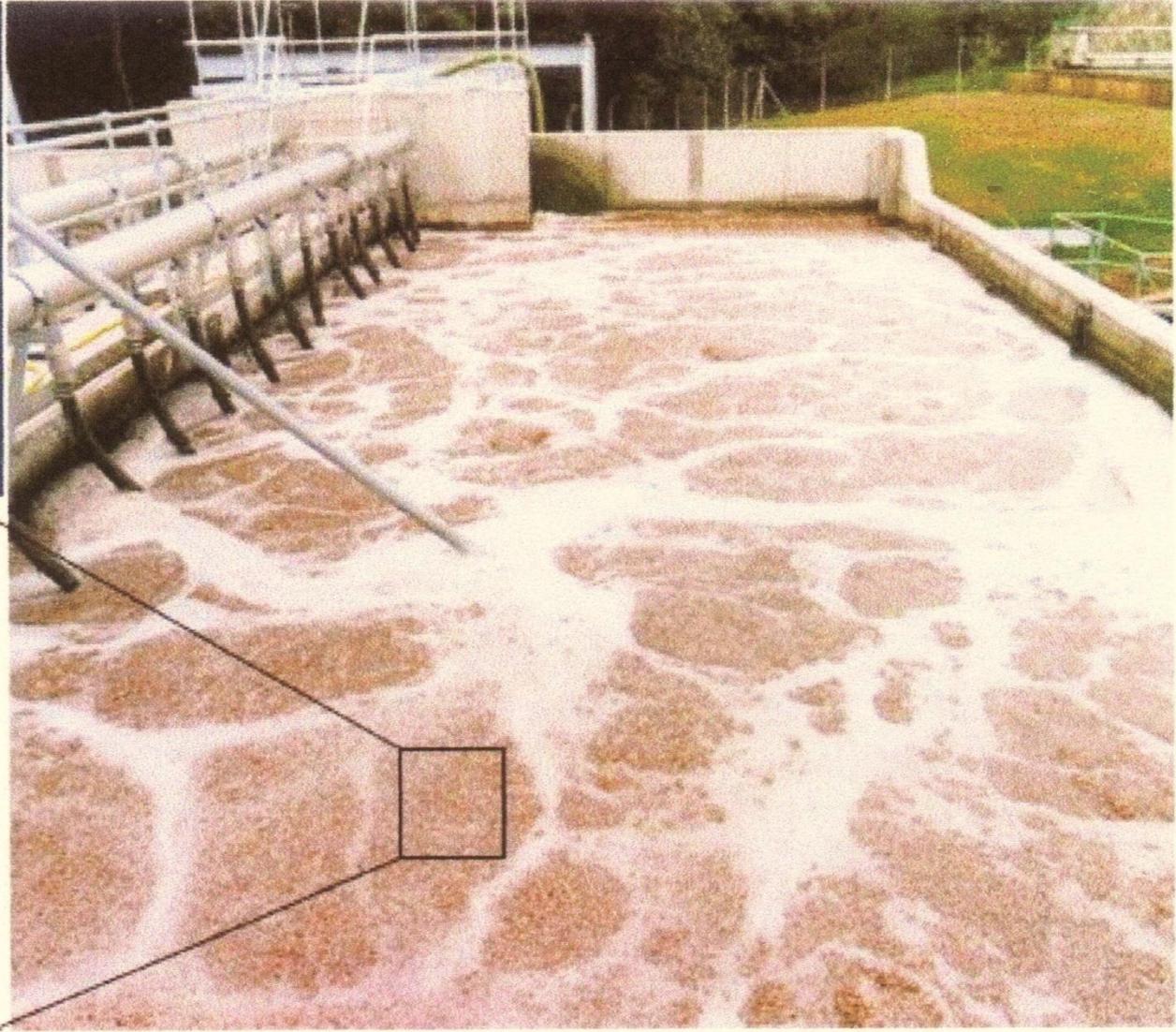
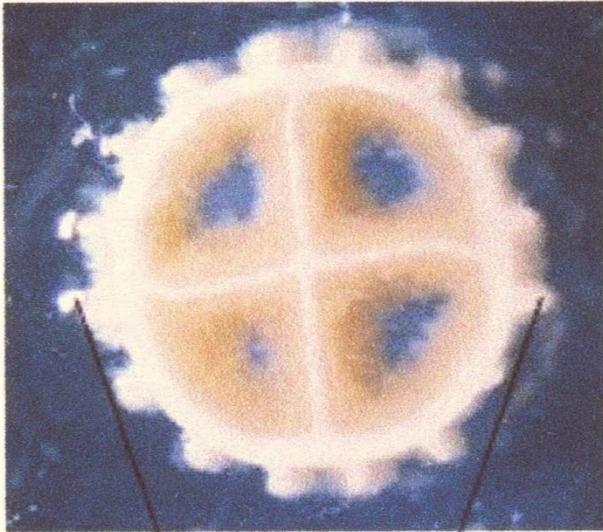
## **ESTUDOS PILOTOS**

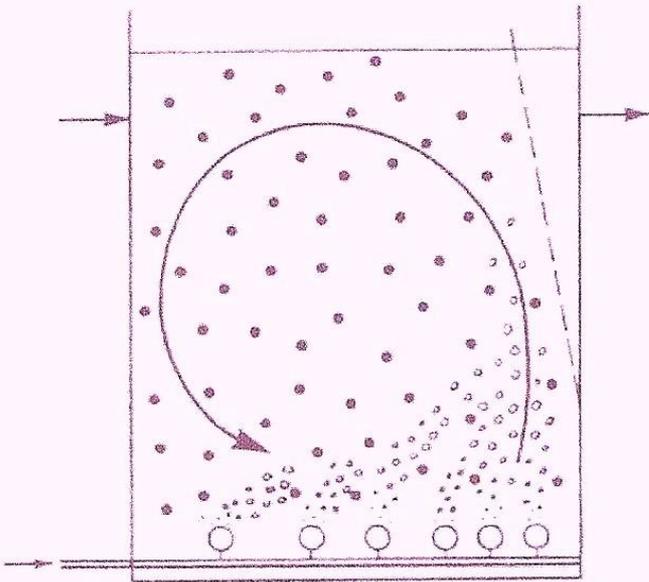
# **TECNOLOGIA MODERNA PARA TRATAMENTO E REÚSO**

# **BIO REATORES DE LEITO MOVEL (MBBR)**

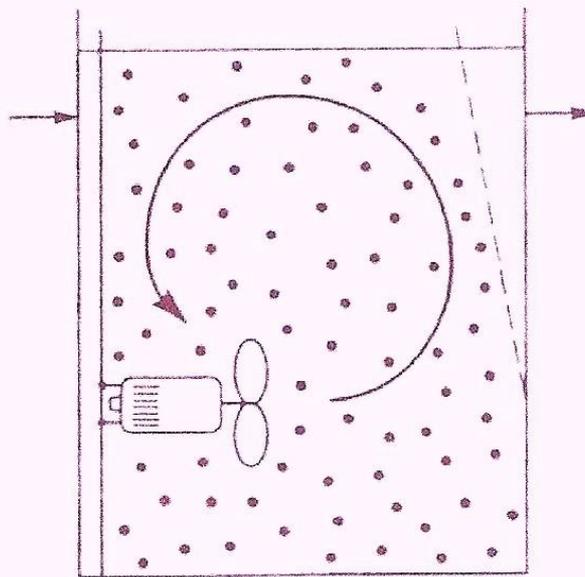
# **SISTEMAS MODERNOS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES**

# **BIO REATORES DE LEITO MOVEL (MBBR)**

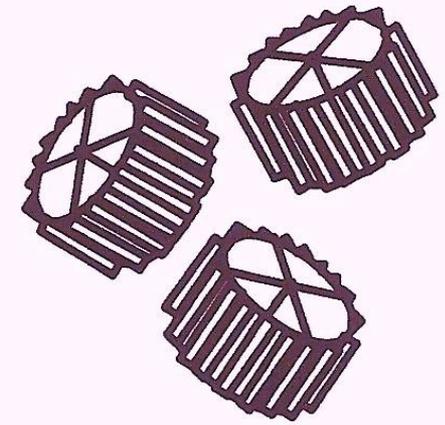




a. Aerobic reactor

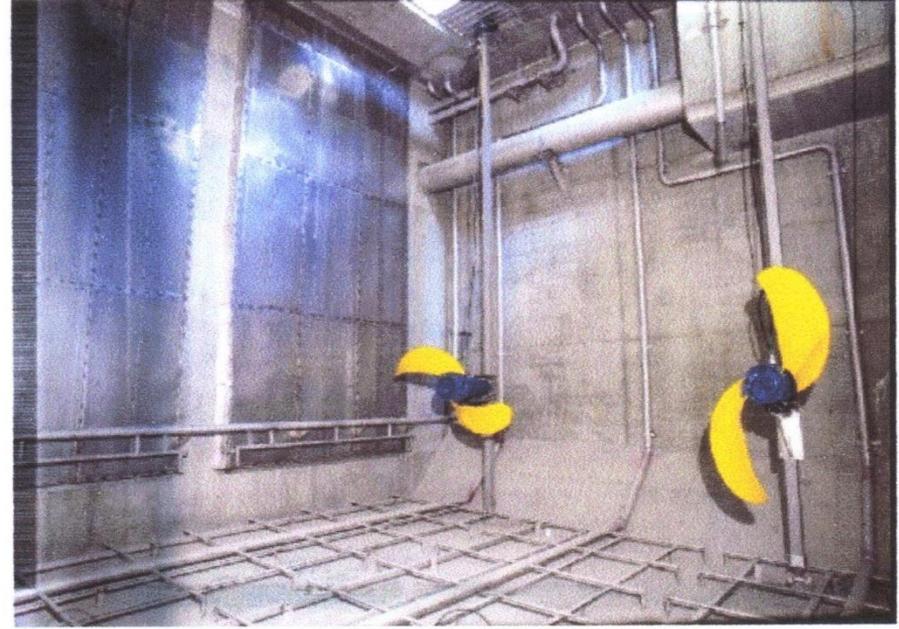
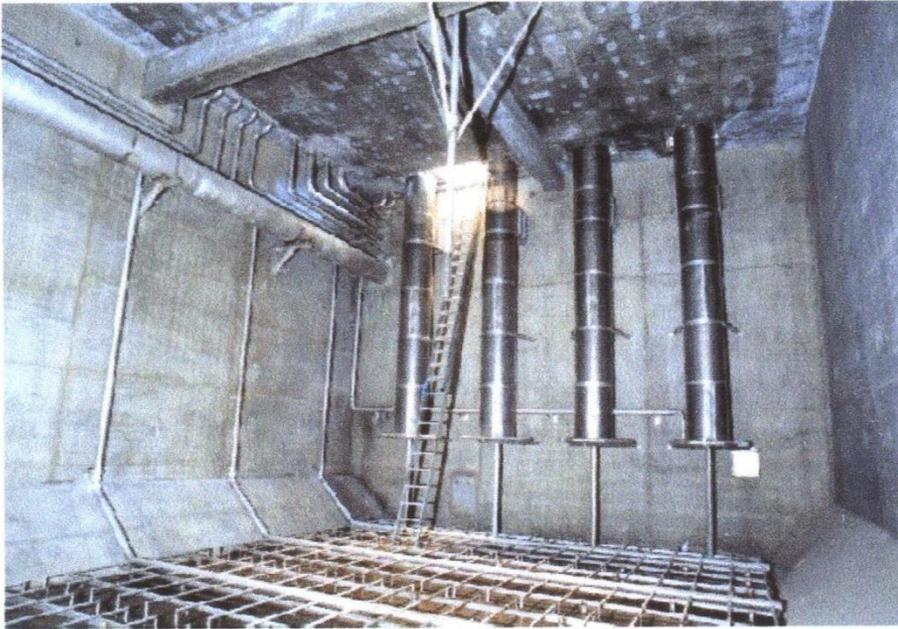


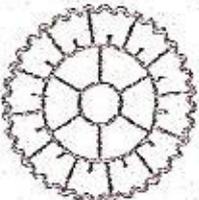
b. Anoxic and anaerobic reactor

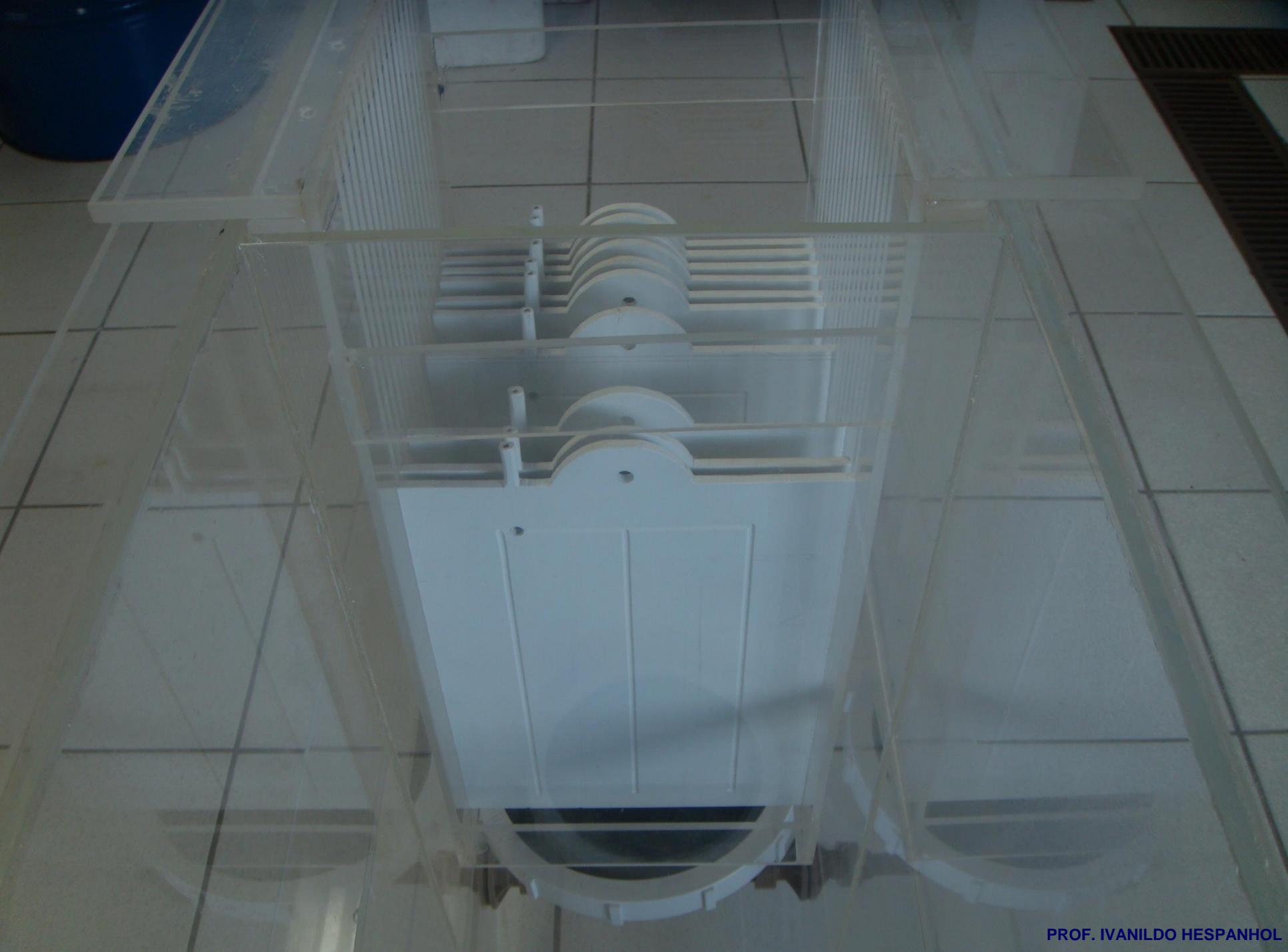


K1

c. The original biofilm carrier



Carrier	K1	K3	Biochip-M
Design			
Diam/Length (mm)	9,1/7,2	25/12	48/2,2
Specific biofilm area – Effective in bulk – Effective at maks filling fraction (%)	(m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) 500 335 (67%)	(m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) 500 335 (67%)	(m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) (1200) 660 (55%)





## TRATAMENTO PRIMÁRIO:

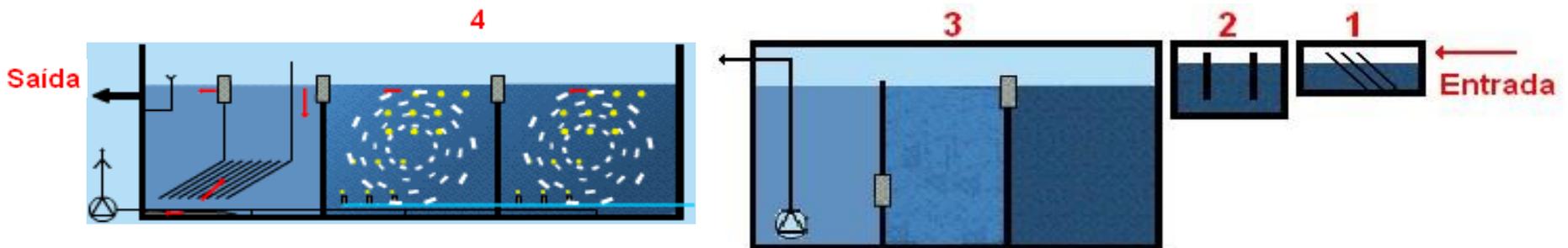
1 – GRADEAMENTO.

2 – SEPARADOR API – CAIXA DE GORDURA.

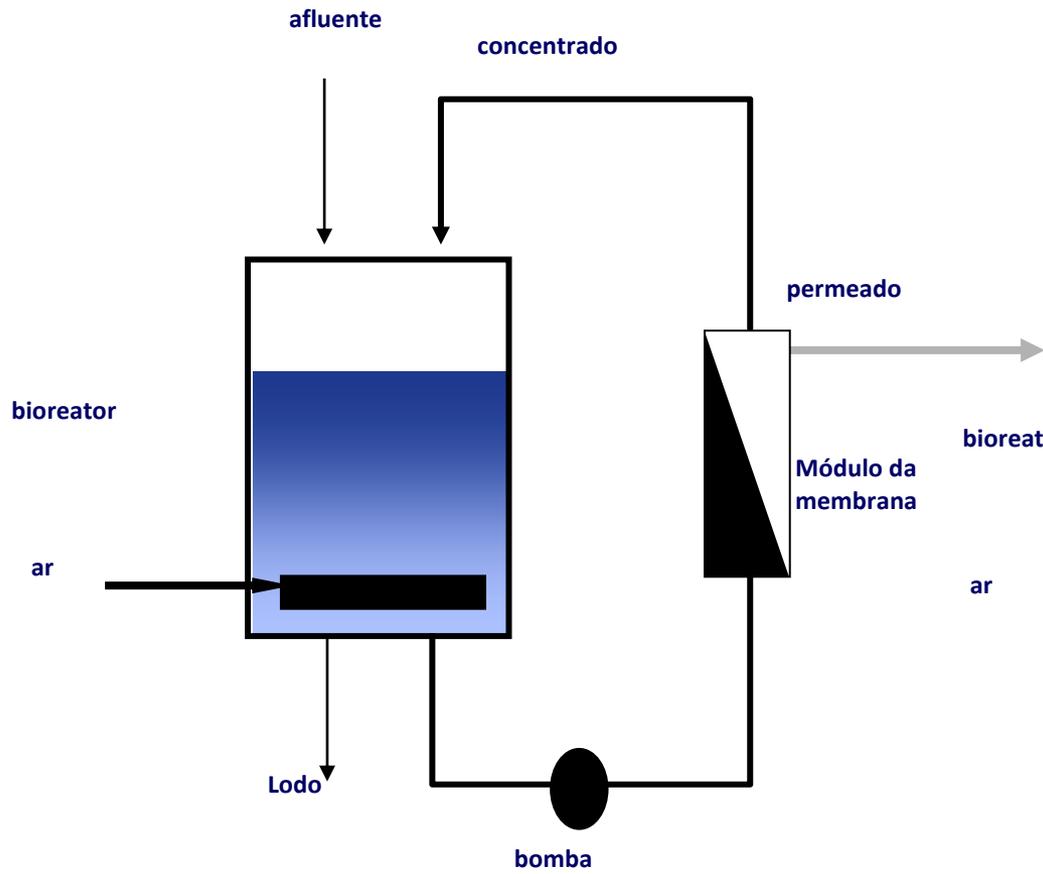
3 - TANQUE DE PRÉ-SEDIMENTAÇÃO E EQUALIZAÇÃO.

## TRATAMENTO SECUNDÁRIO:

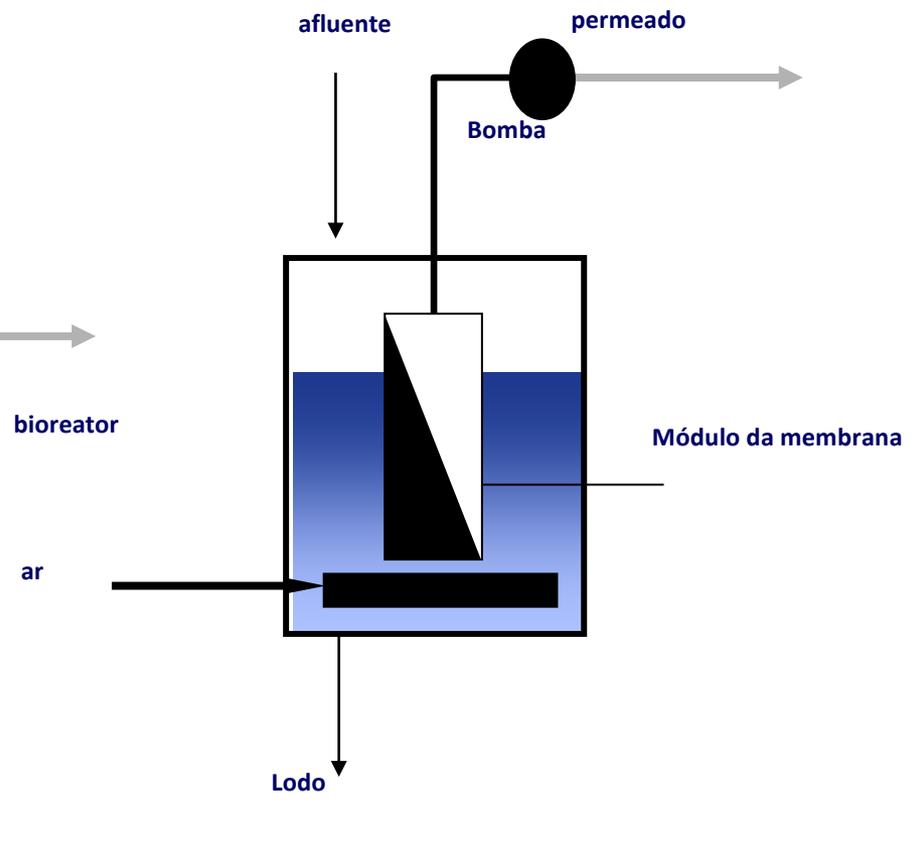
4 – REATOR BIOLÓGICO COM DECANTADOR LAMELAR.



# **BIOREACTORES DE MEMBRANAS (MBR)**



(a) membrana interna ao reator

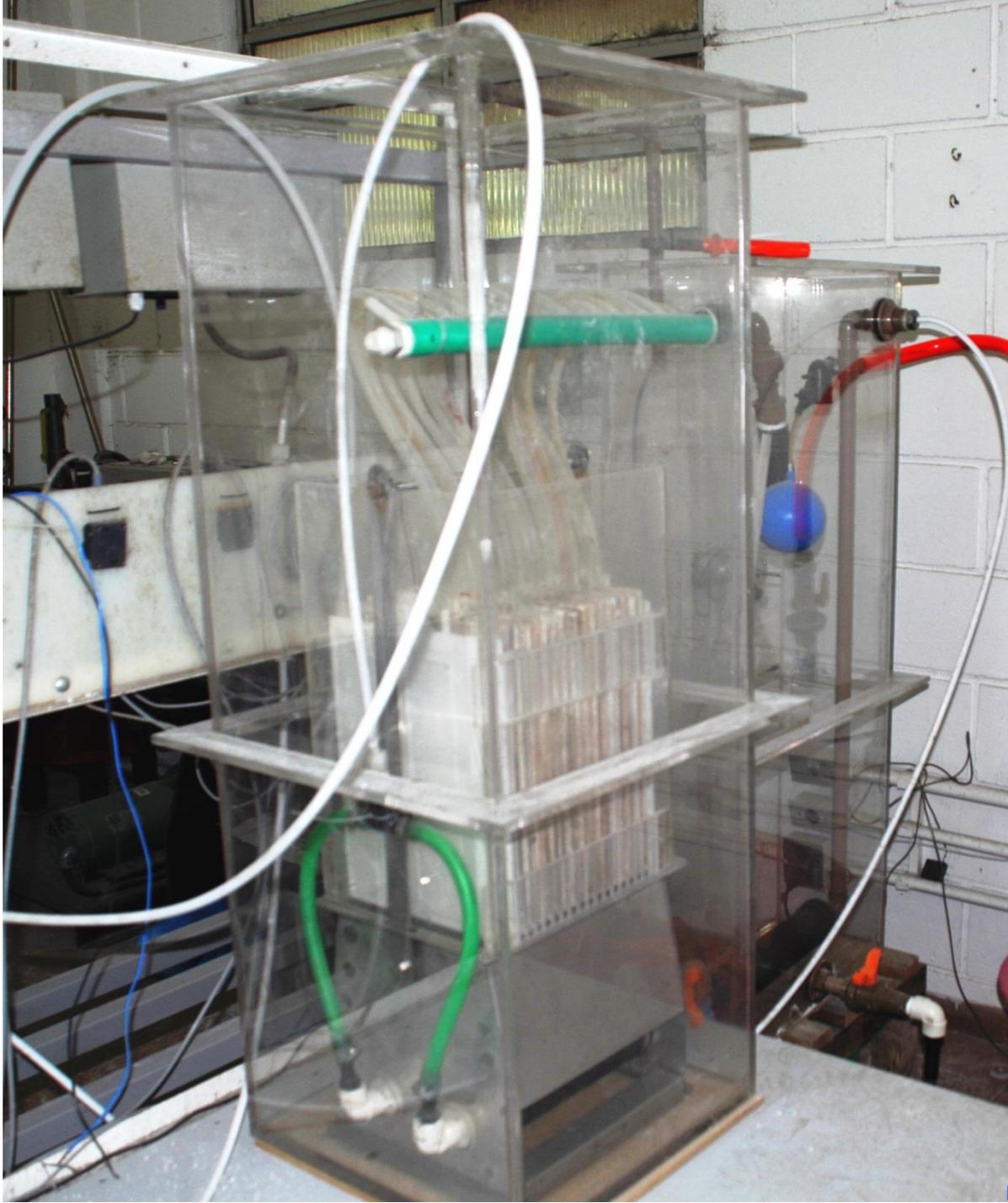


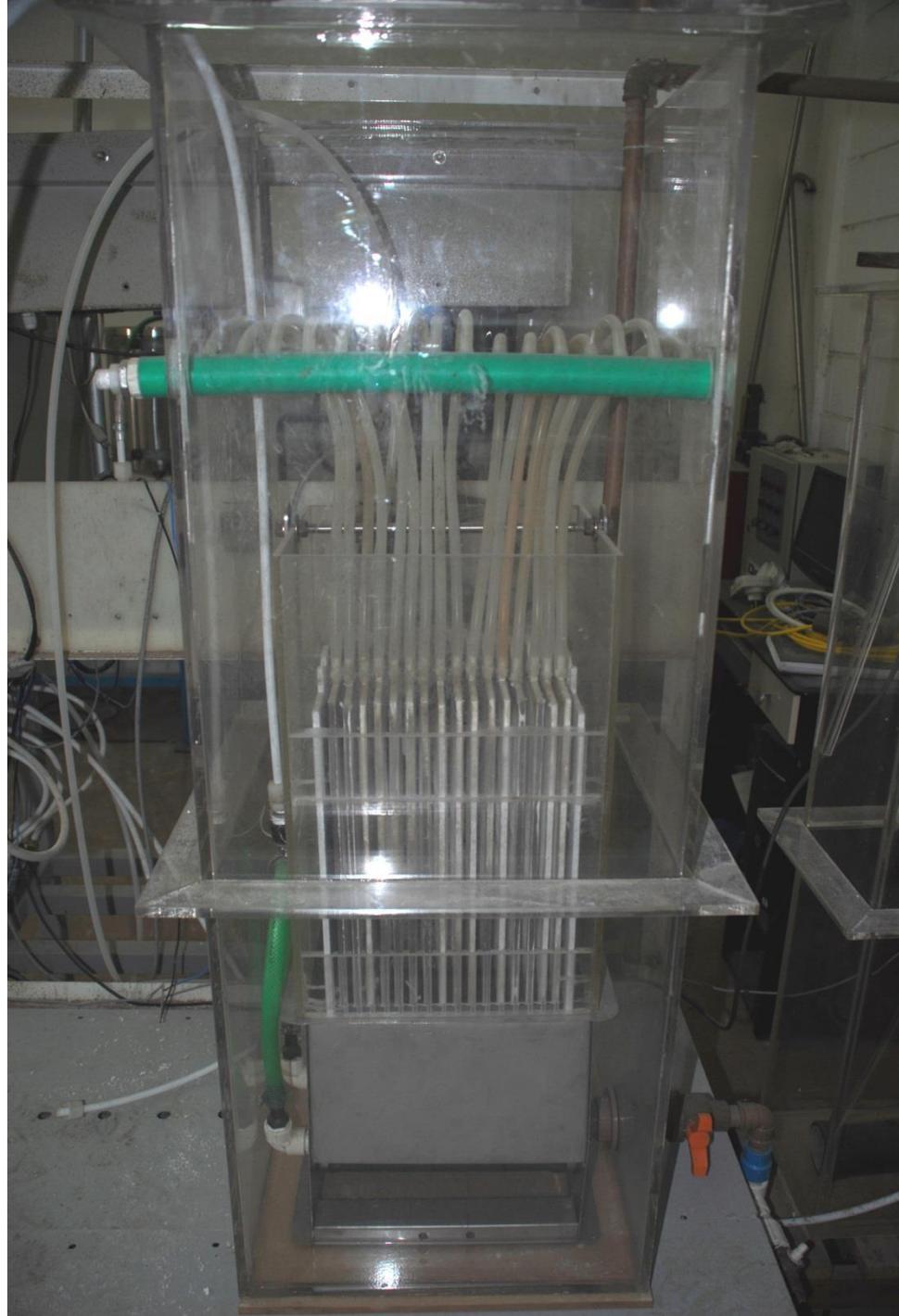
(b) membrana externa ao reator

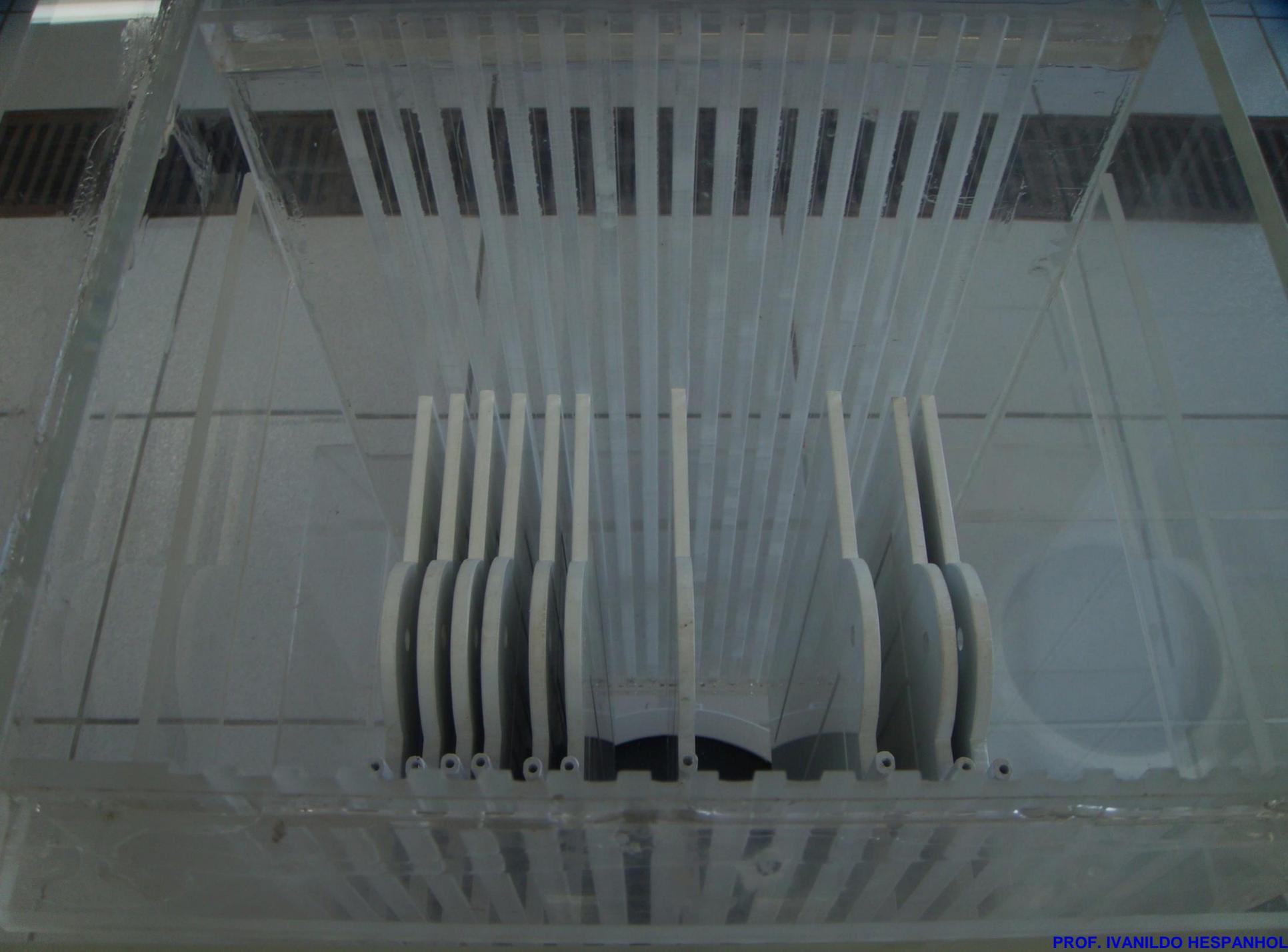


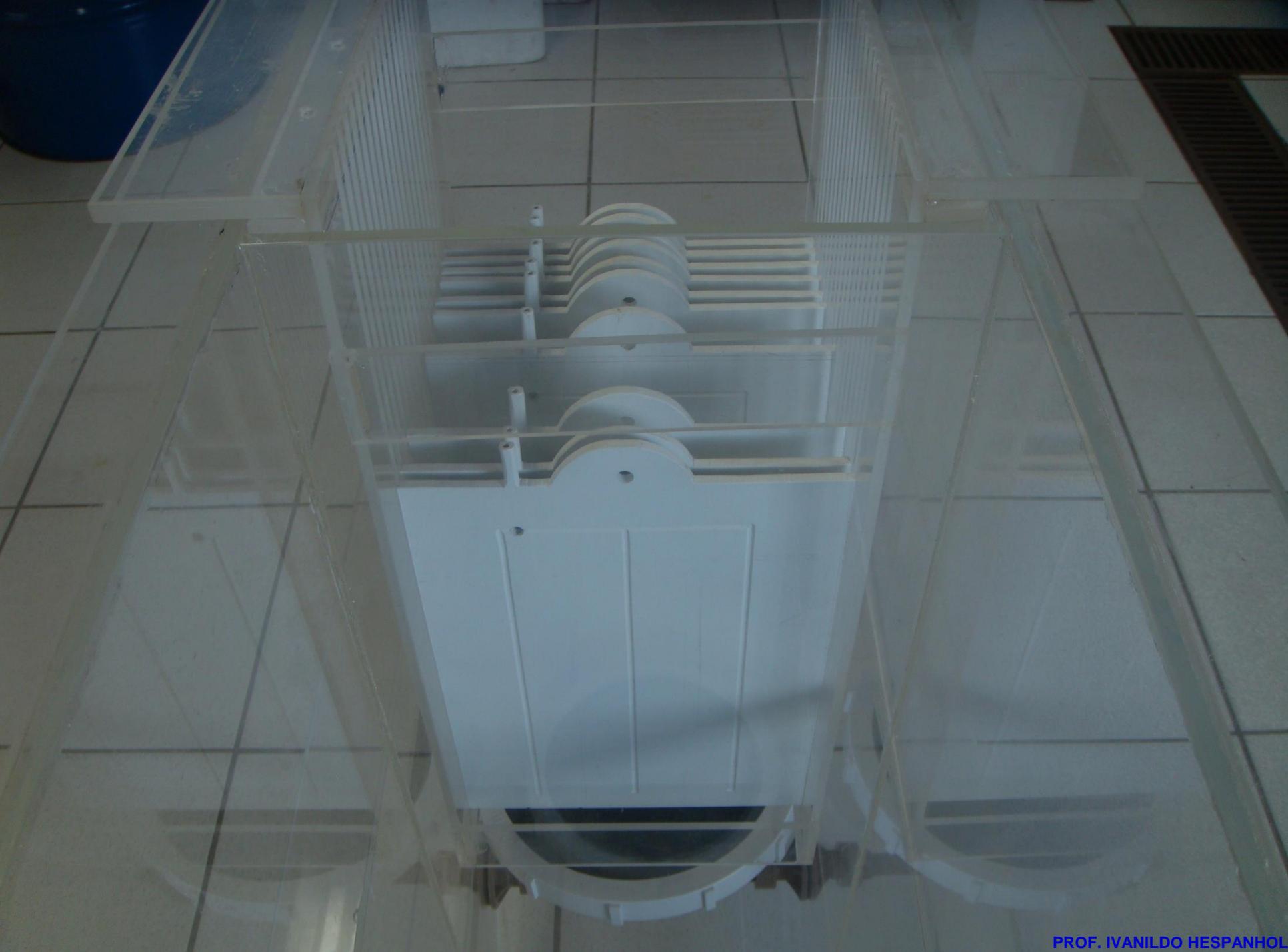












# COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS MBRs E MBBRs





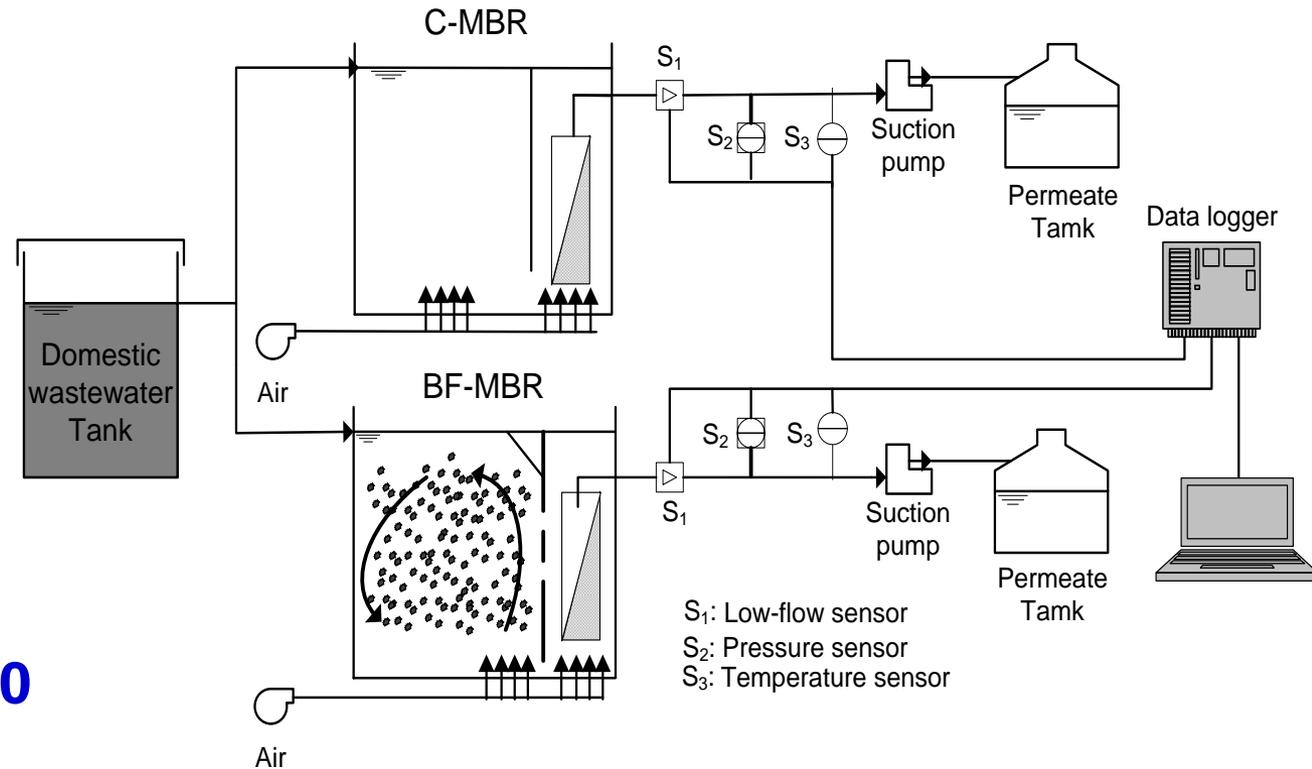
# MATERIALS AND METHODS

## EXPERIMENTAL SET-UP AND OPERATION

- HRT  $\approx$  8.4 H
- SRT  $\approx$  10 DAYS
- MLSS:  
C-MBR  $\approx$  5.5 G/L  
BF-MBR  $\approx$  4.9 G/L

**CARRIERS:**  
**VOLUME: 40%**  
**SPECIFIC AREA: 330**  
**M<sup>2</sup>.M<sup>-3</sup>**

▪ BOTH SYSTEM WERE EQUIPED WITH LOW FLOW, TEMPERATURE AND PRESSURE SENSOR



# CONCLUSIONS

NO SIGNIFICANT DIFFERENCES WERE OBSERVED REGARDING ORGANIC MATTER REMOVAL. BOTH SYSTEMS PRODUCED AN EFFLUENT WITH LOW COD CONCENTRATION AND ABOUT 96% COD;

IN THE BIOFILM MEMBRANE BIOREACTOR THE TOTAL NITROGEN EFFICIENCY WAS IMPROVED BY 8%,;

THE CARRIERS IN MBR PLAY AN IMPORTANT ROLE IN FILTRATION CHARACTERISTICS. WAS OBSERVED SIGNIFICANTLY REDUCED IN THE FOULING RATE, RESULTING IN A 49% LOWER TMP RATE. AS A RESULT, THE LENGTH OPERATIONAL CYCLES INCREASED AROUND 7 DAYS IN BF-MBR COMPARED TO C-MBR;



International  
Water Association

# **BIOREATORES DE MEMBRANAS (MBR) COM OXIGÊNIO PURO**



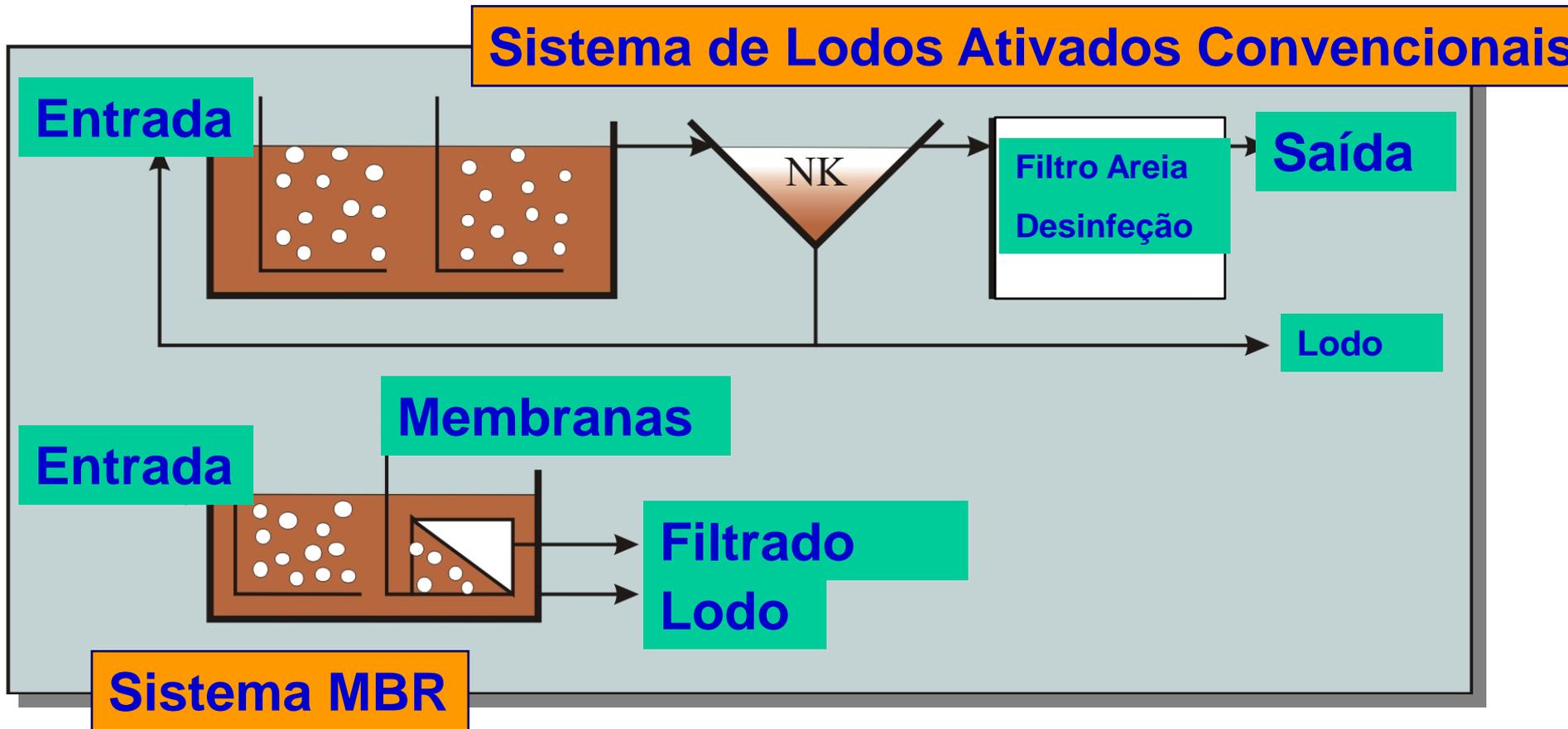




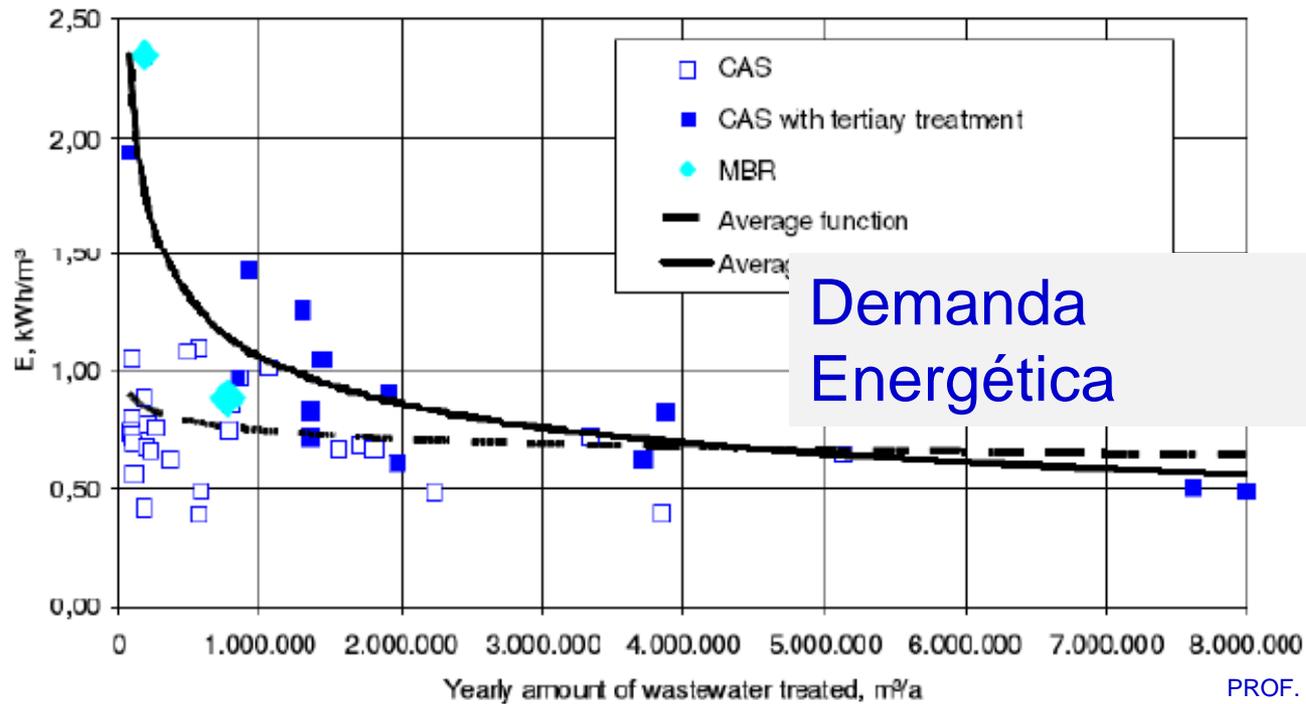
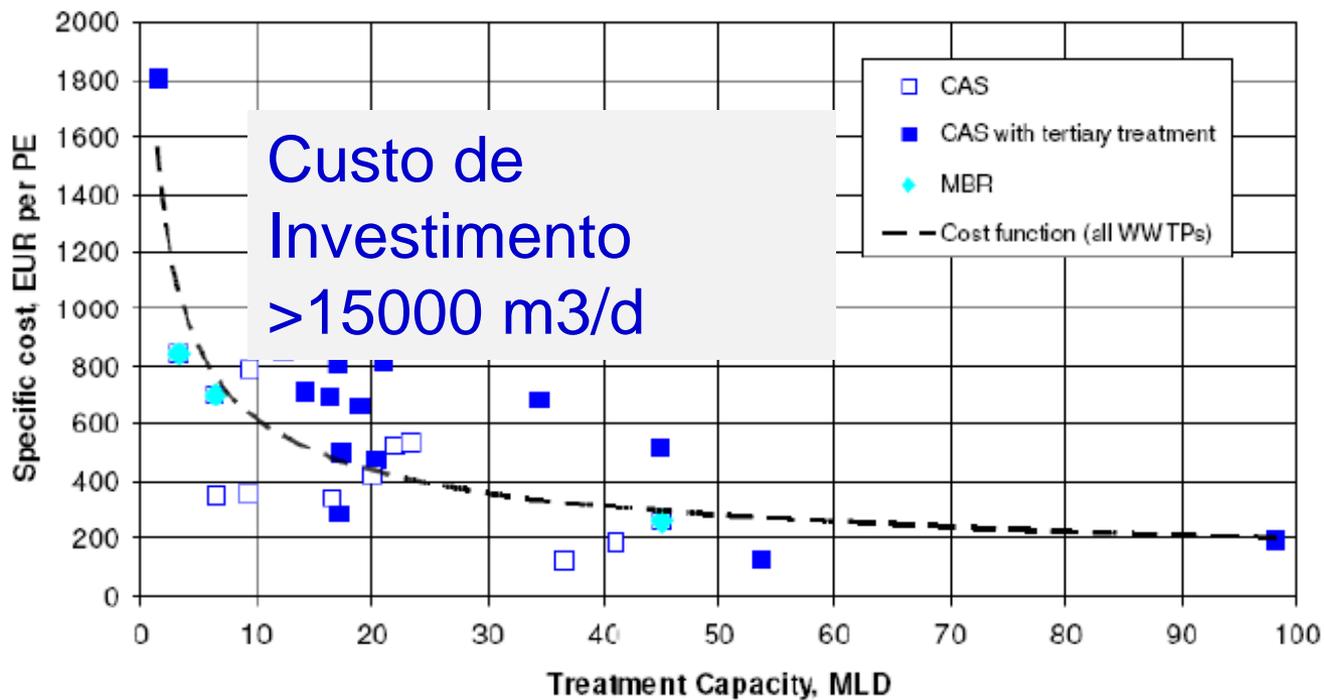




# COMPARATIVO COM LODOS ATIVADOS



# Custos SMBR X Lodos Ativados



# **SISTEMAS DE PRÉ – TRATAMENTO PARA OSMOSE REVERSA**















# **SISTEMAS DE MEMBRANAS PARA ÁGUA POTÁVEL**

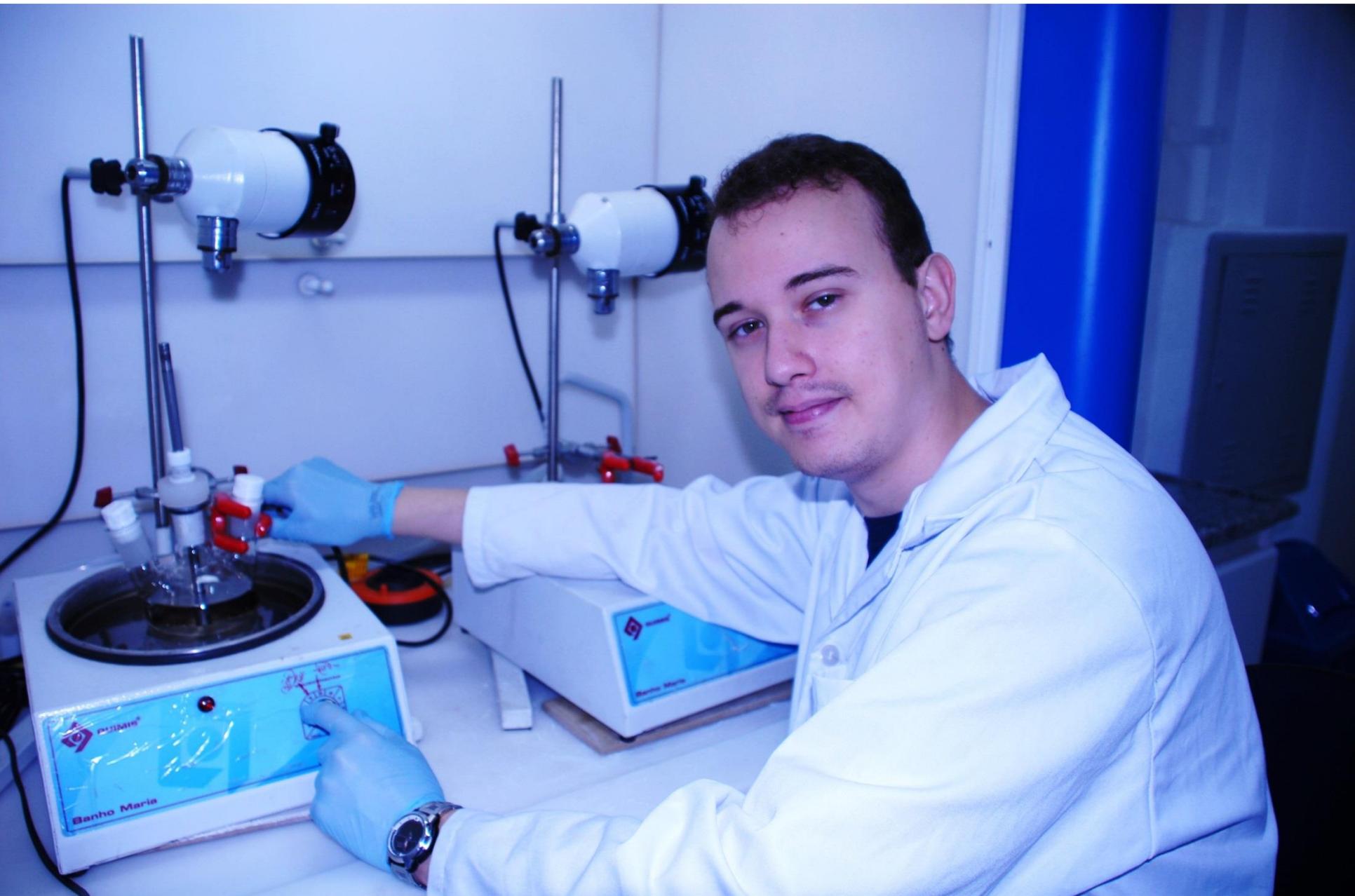




# **SÍNTESE DE MEMBRANAS PLANAS DE MICRO E ULTRAFILTRAÇÃO**





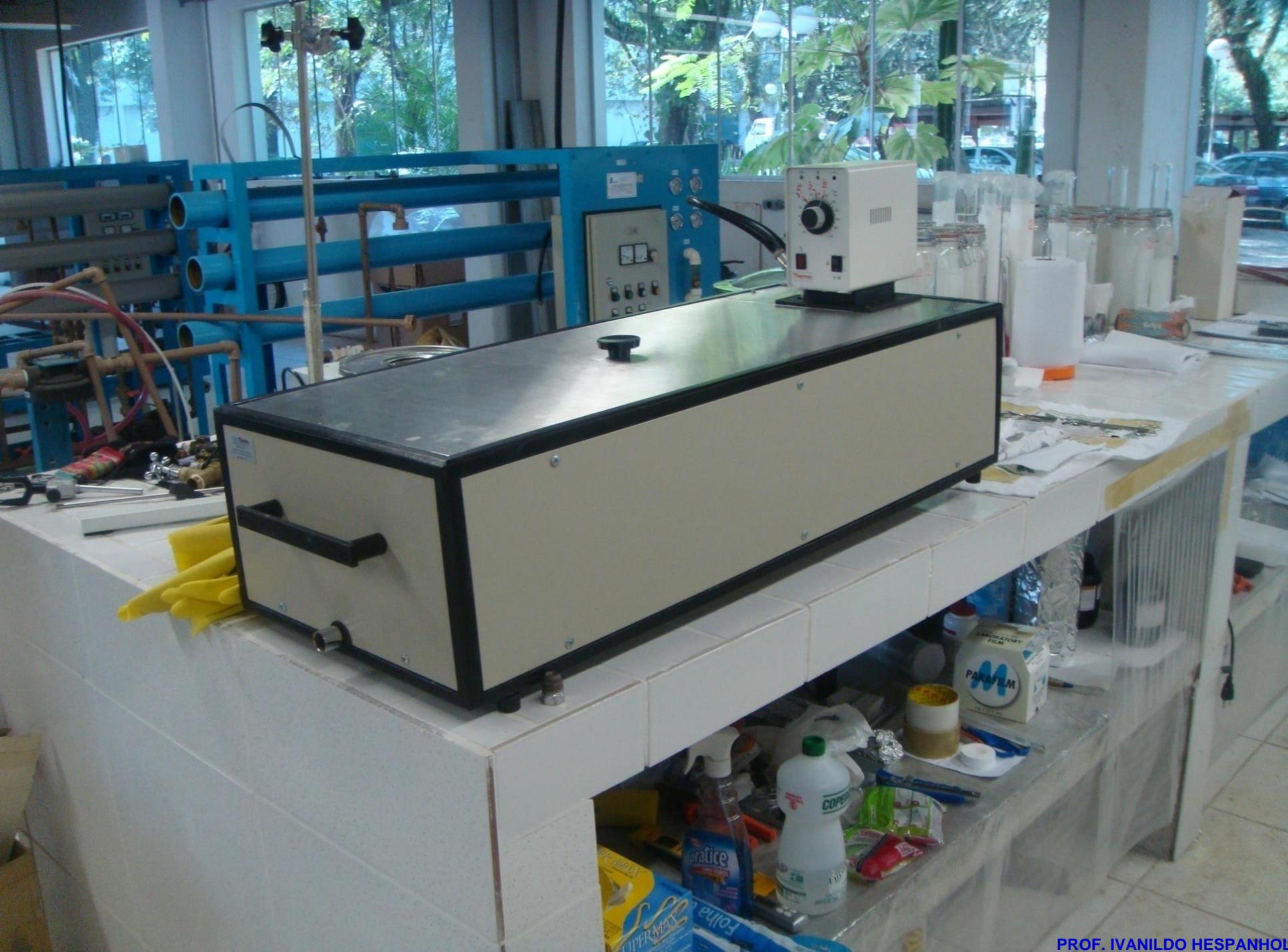




elcometer

Elcometer 4340 Automatic Film Applicator

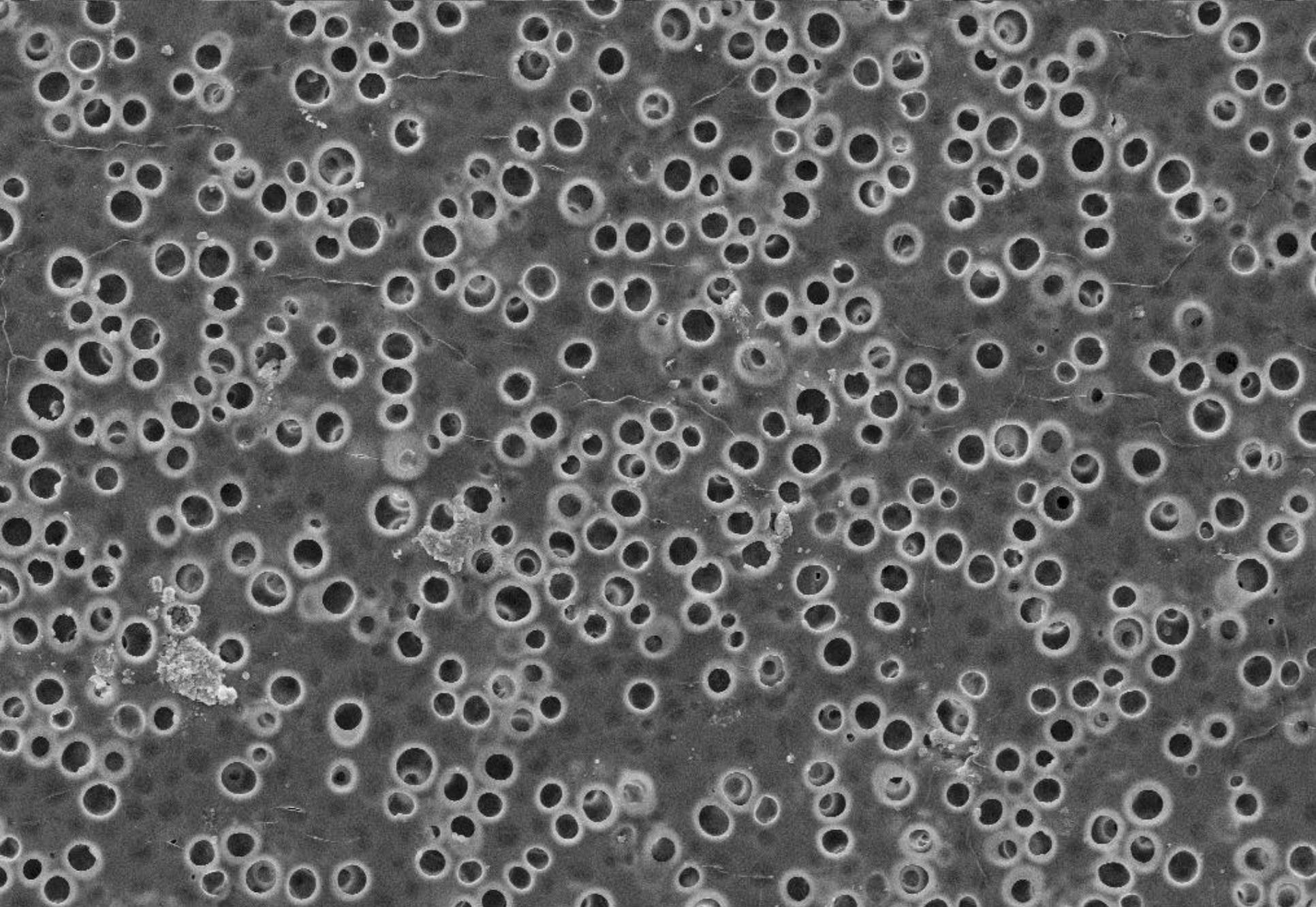








Membrana-Micro filtração, 22% Polissulfona Urel Solvay, N-metil-2-pirrolidona



10µm



Detector = SE1

EHT = 10.00 kV

WD = 25 mm

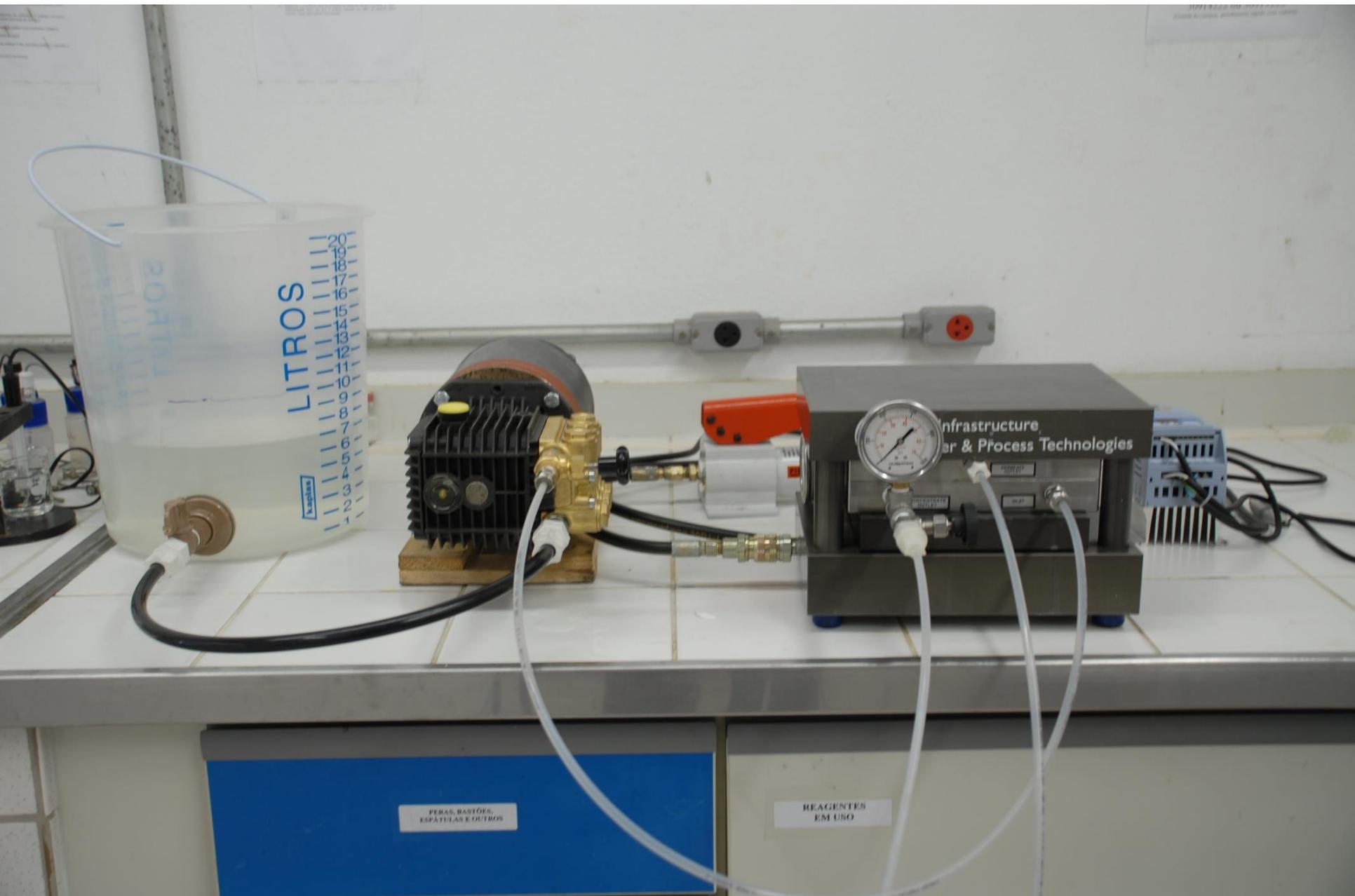
LCT - LEO 440

Mag = 500 X

Lado A - 22% - 60 C

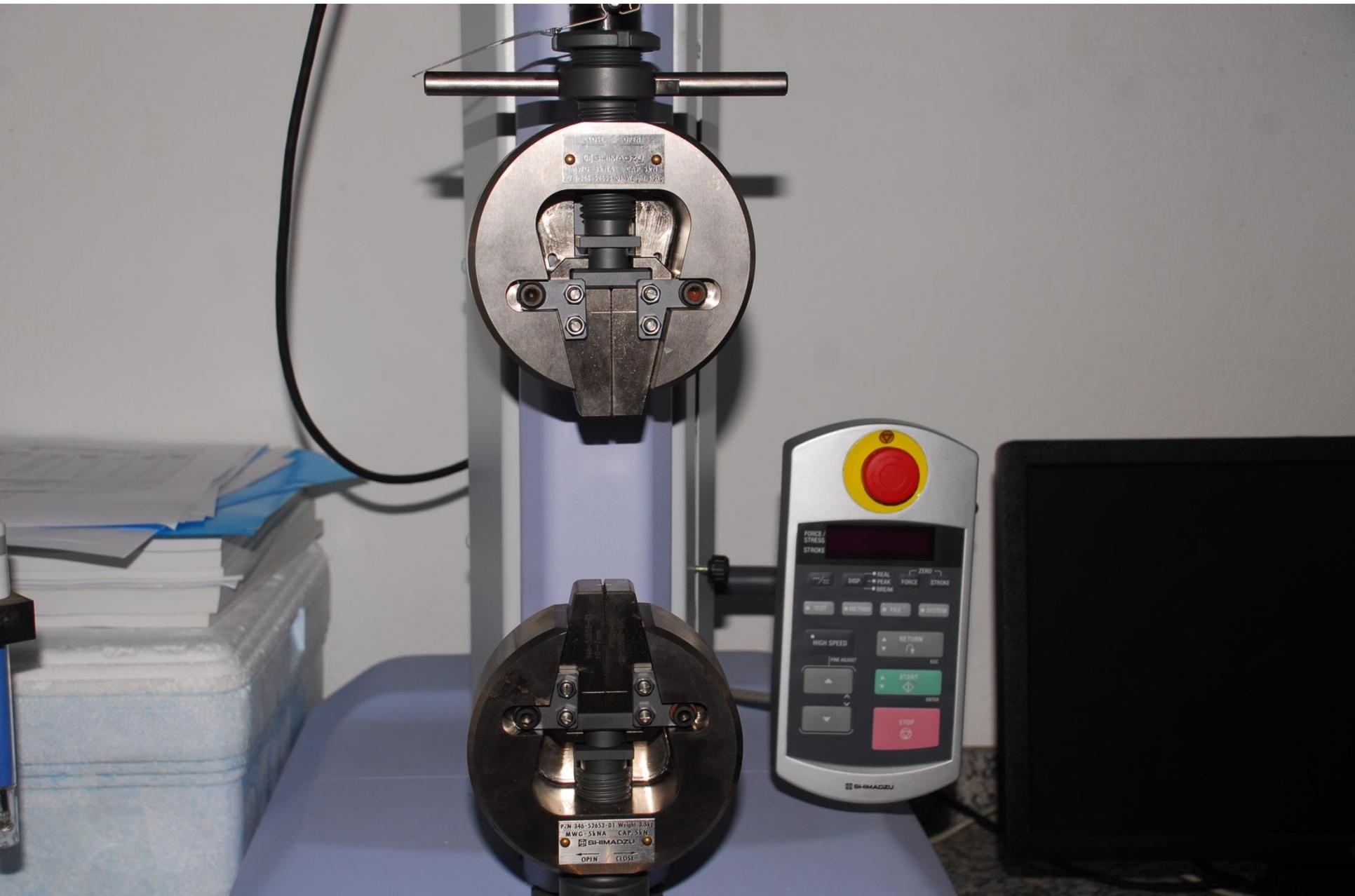
Micrografia MEV - D entre 4 µm a 5 µm

PROF. MANILDO HESPANHO







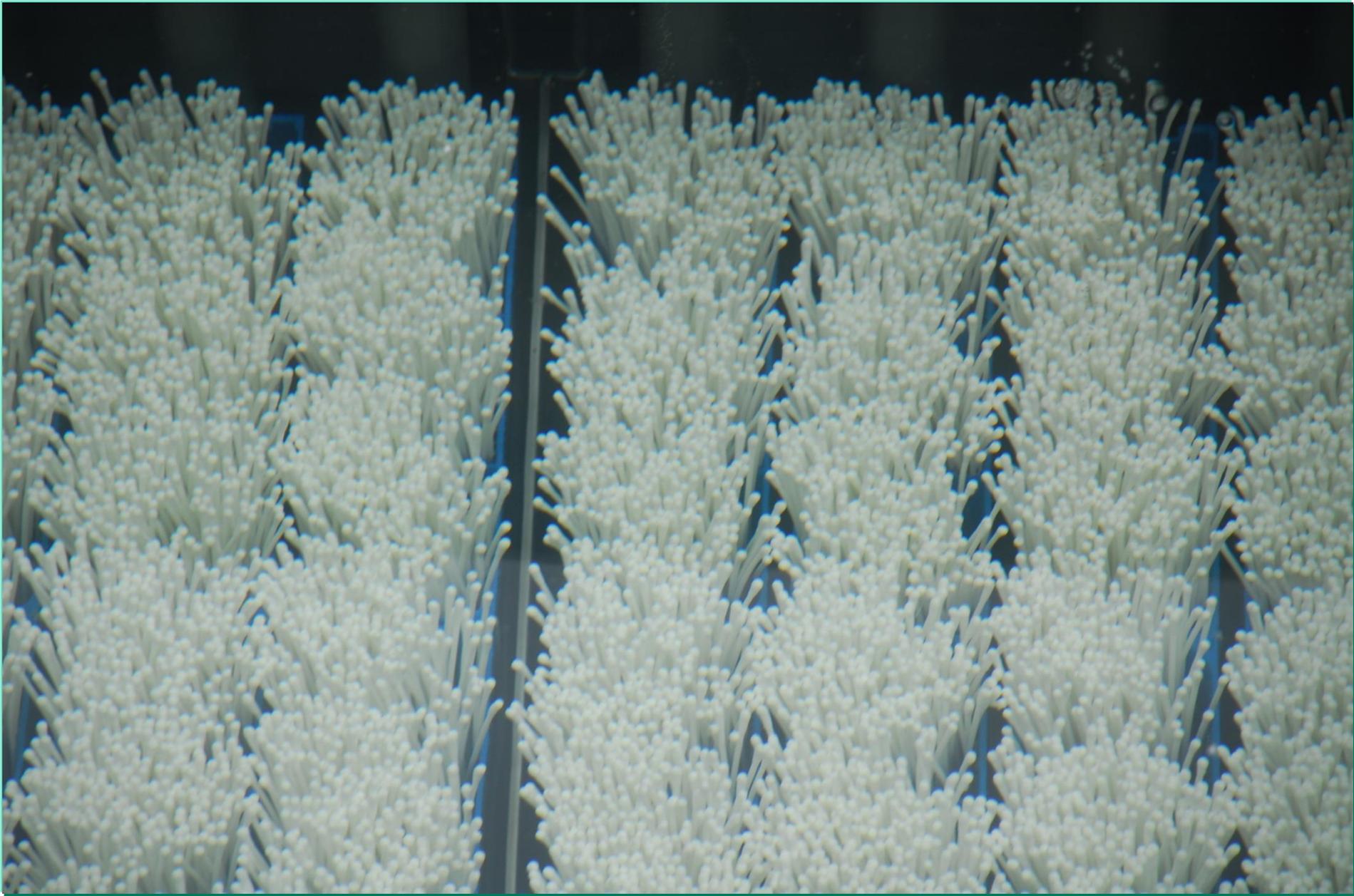




**SÍNTESE DE MEMBRANAS  
DE FIBRA OCA  
DE MICRO E ULTRAFILTRAÇÃO**







# AUTÓPSIA DE MEMBRANAS









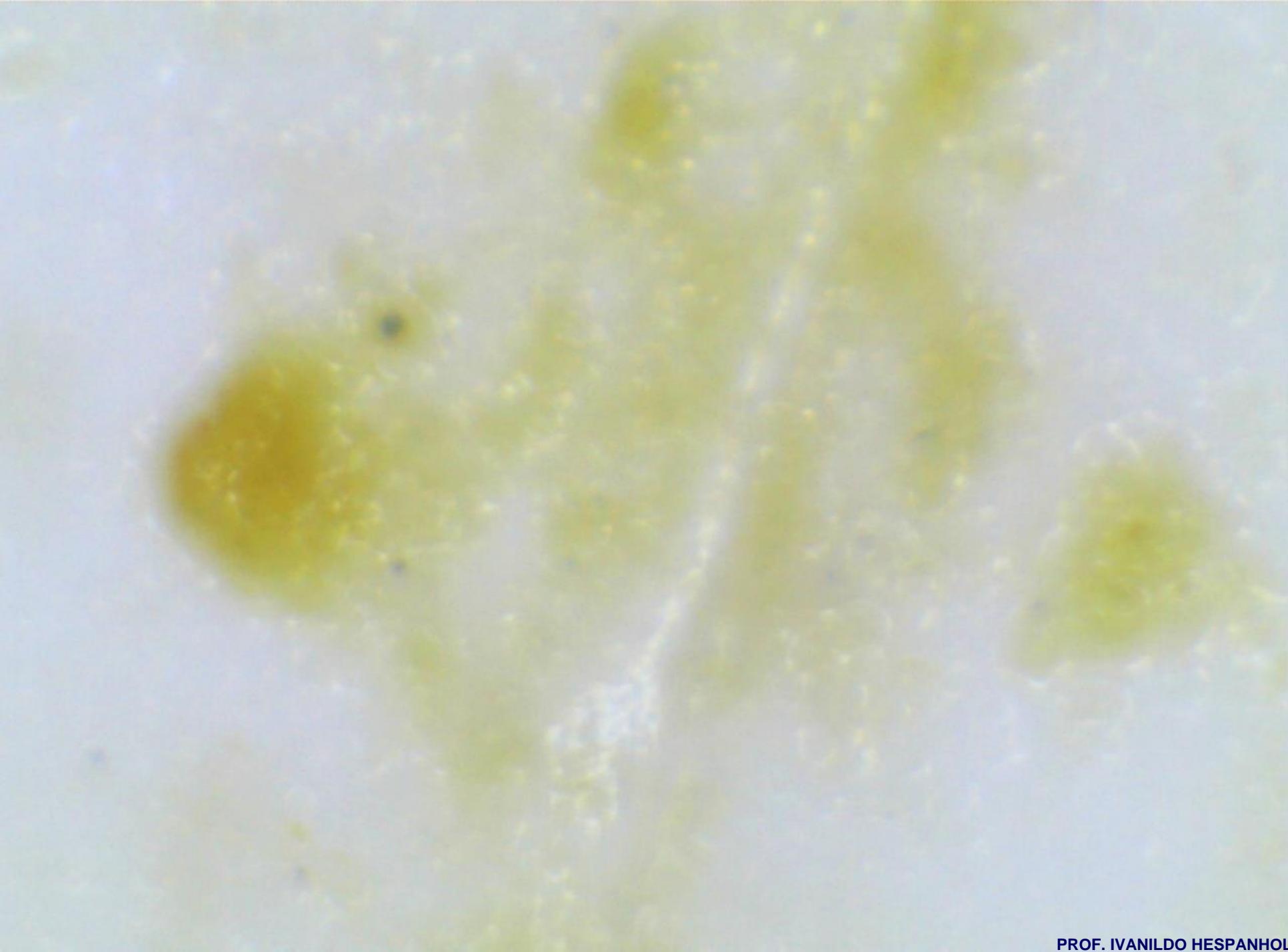


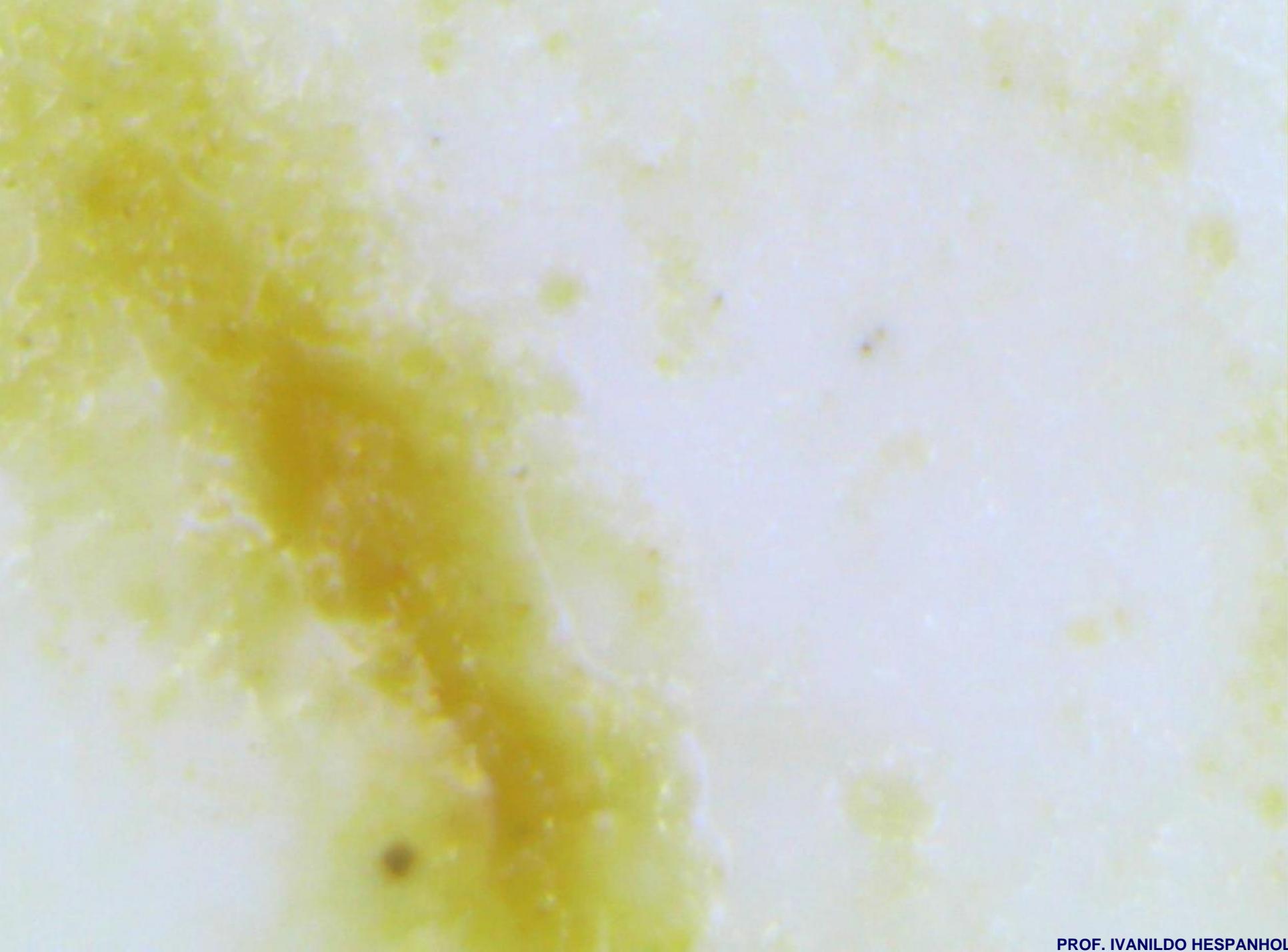


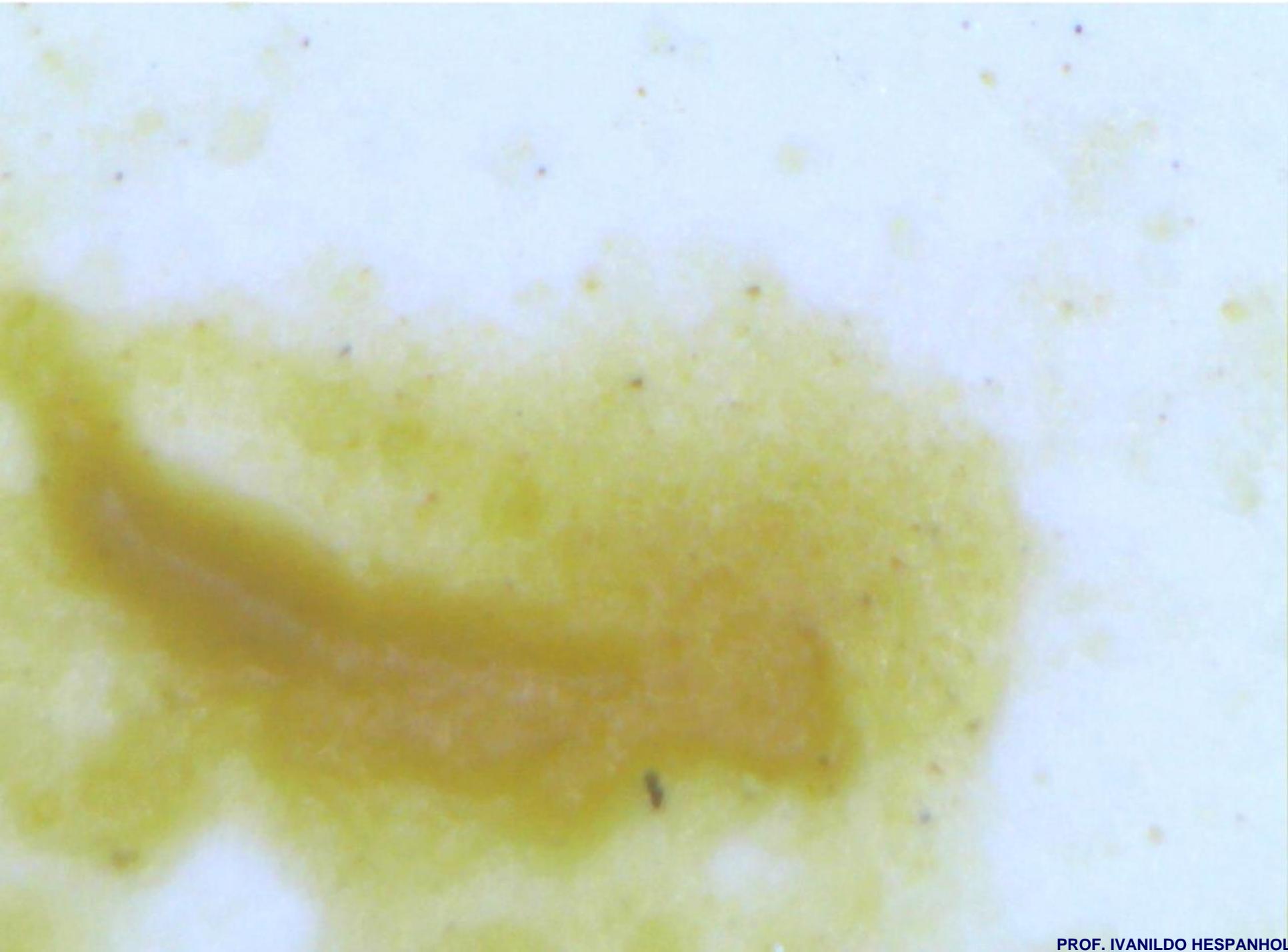


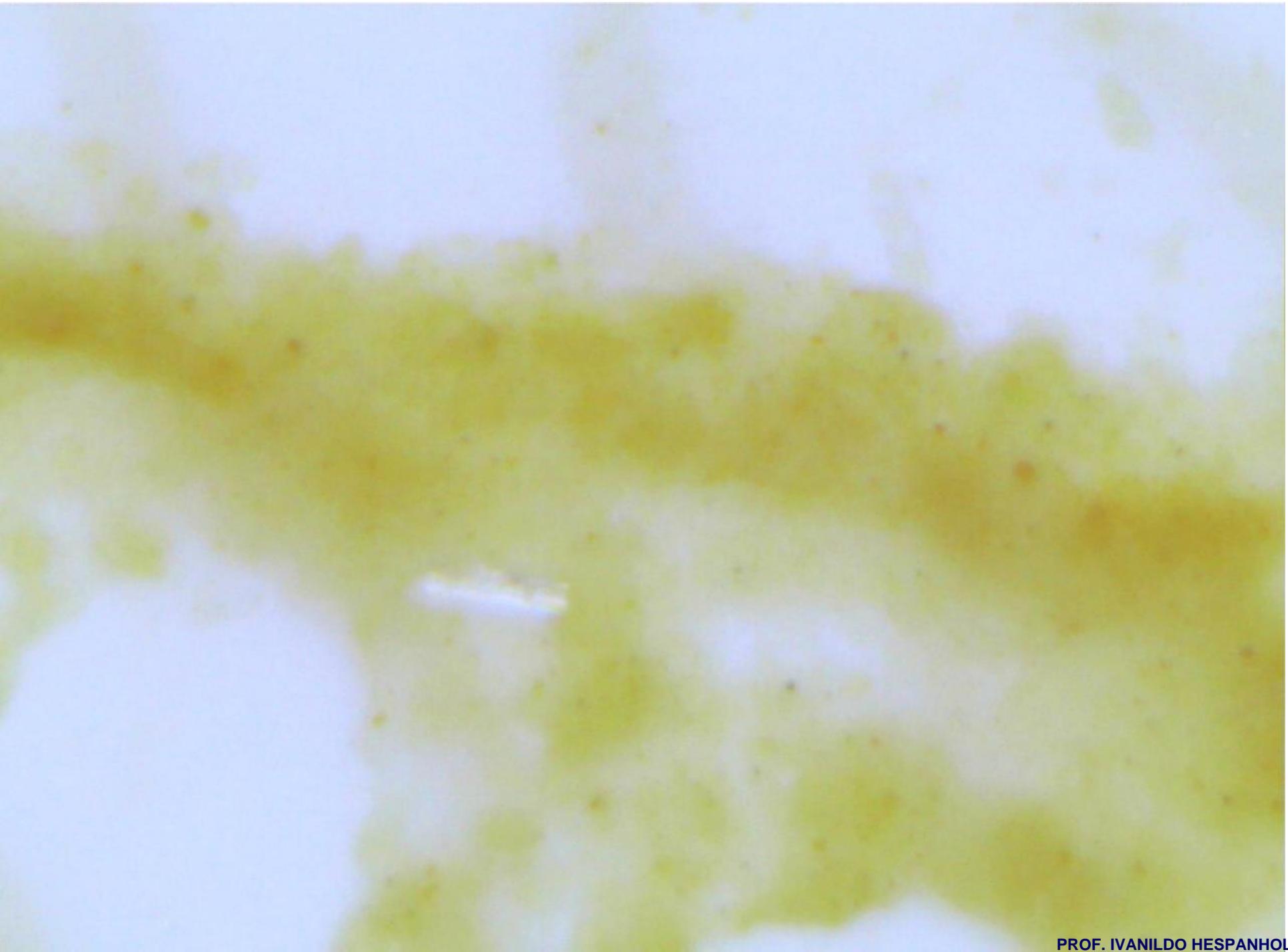


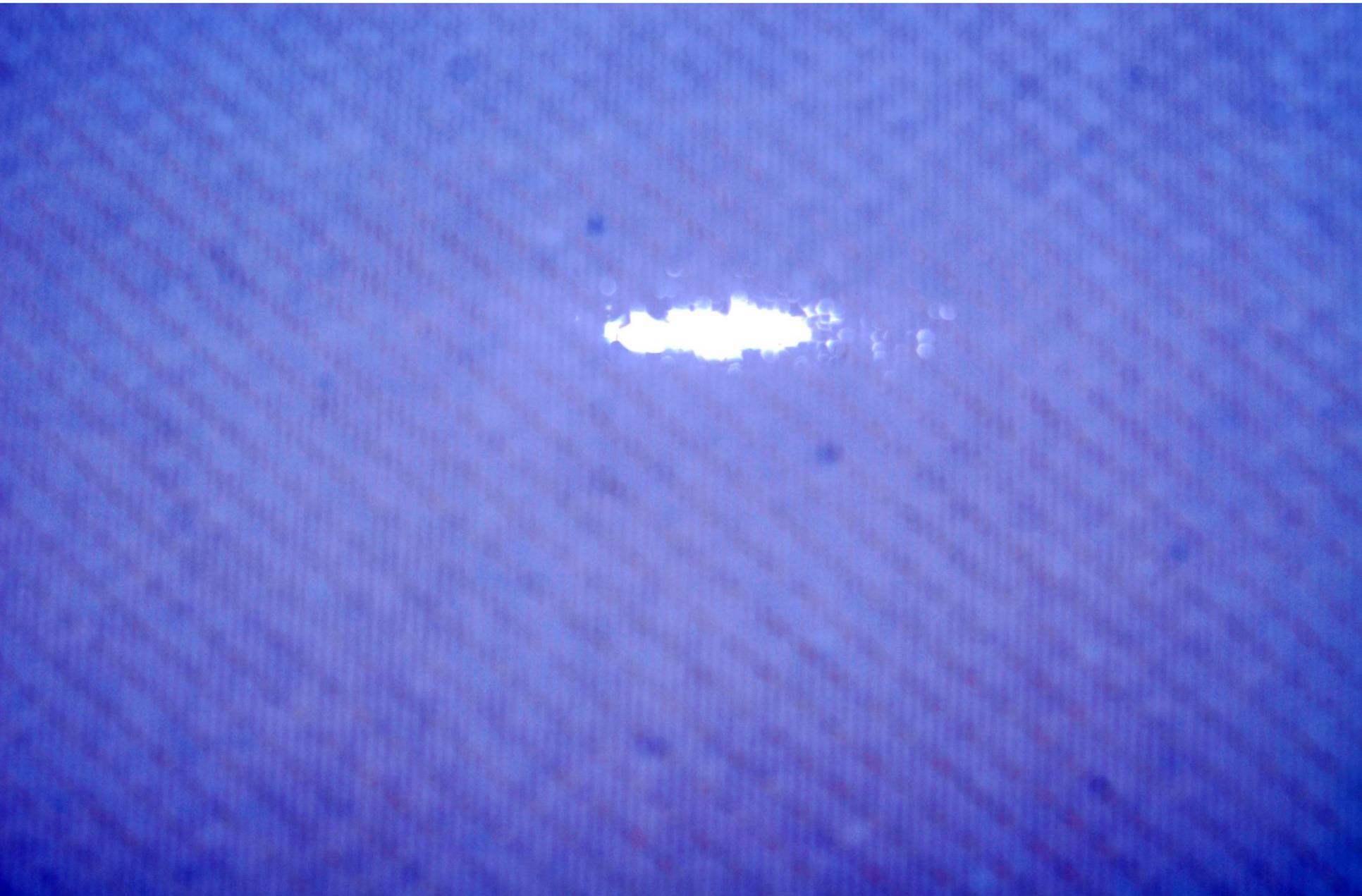


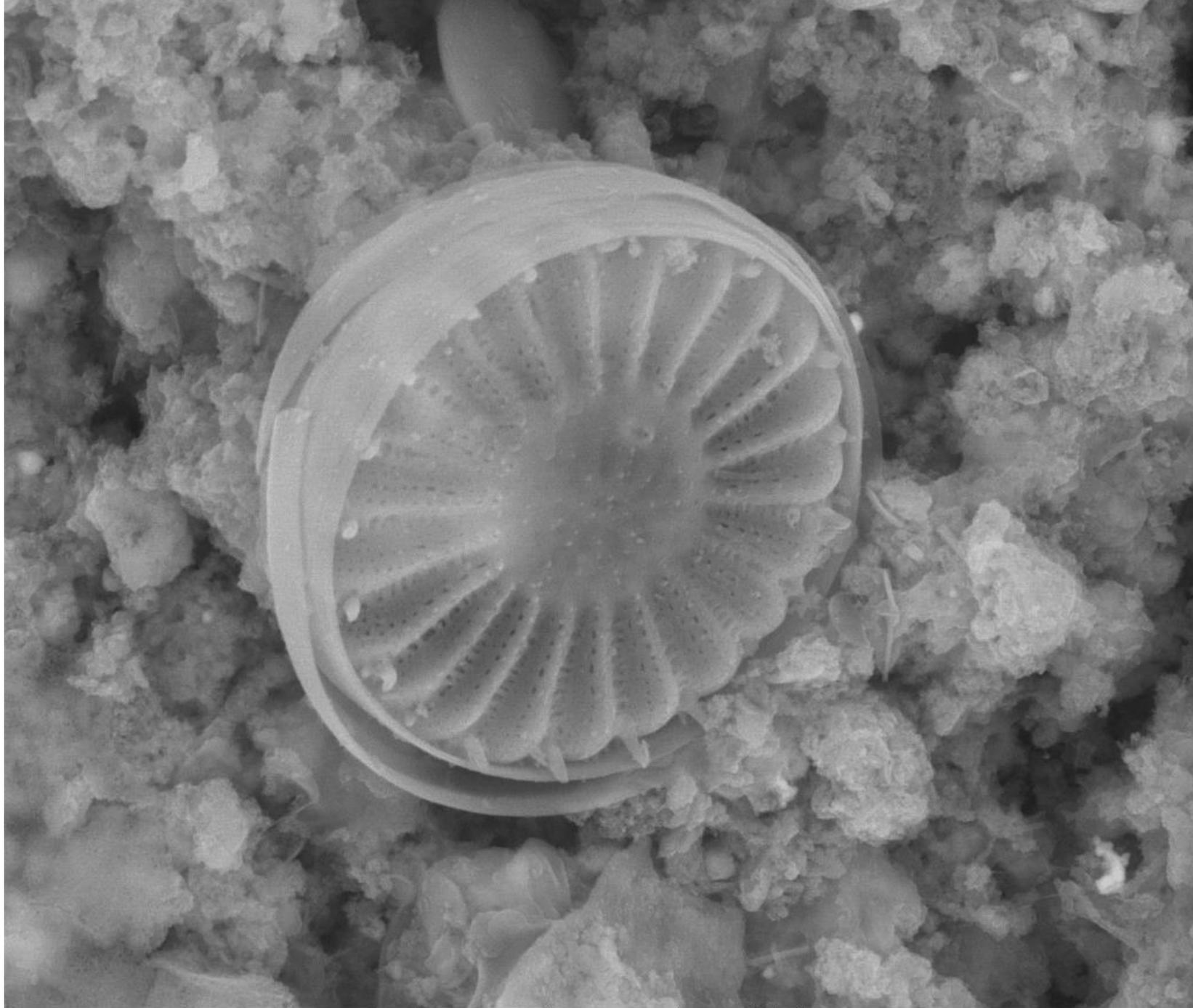












vacMode

det

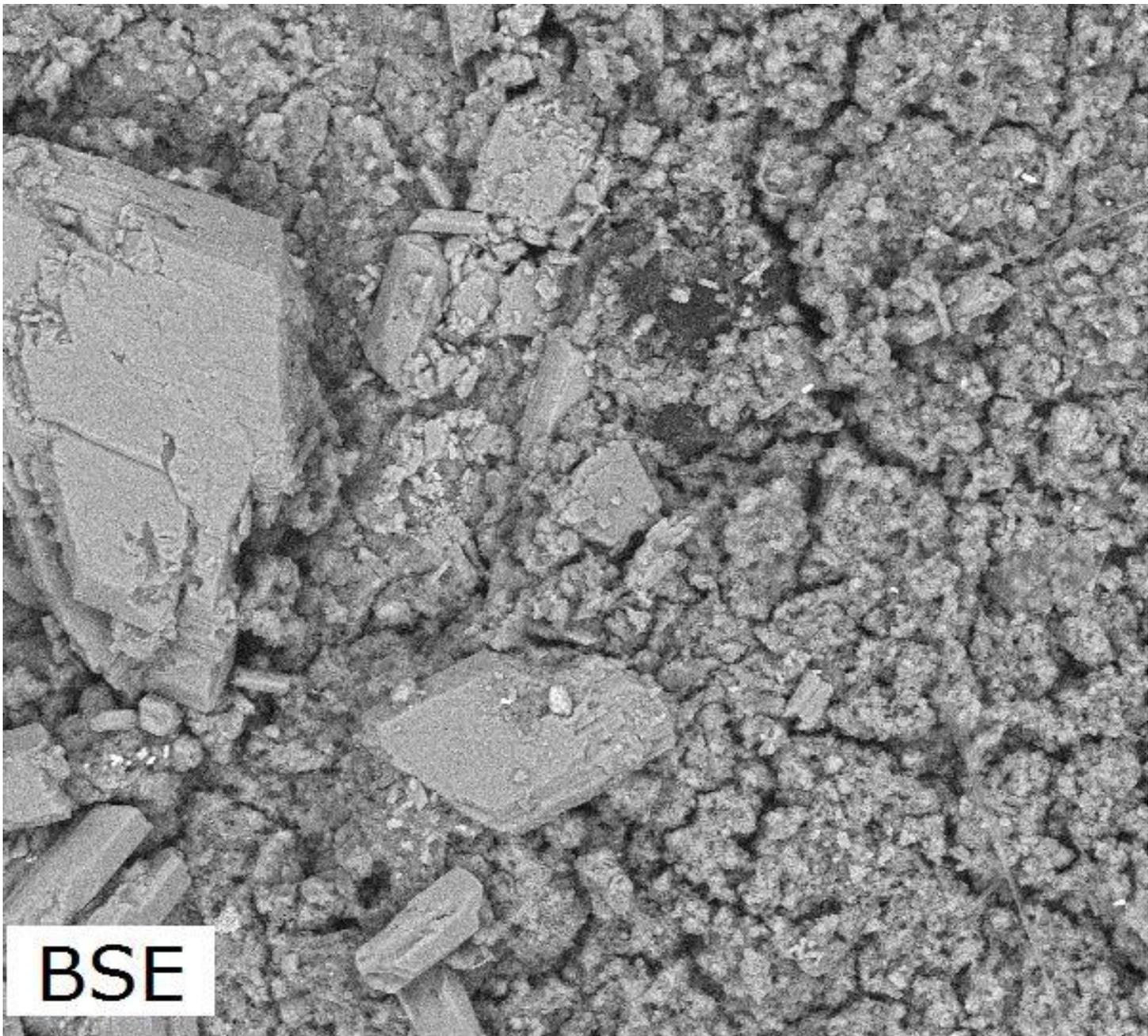
HV

mag □

WD

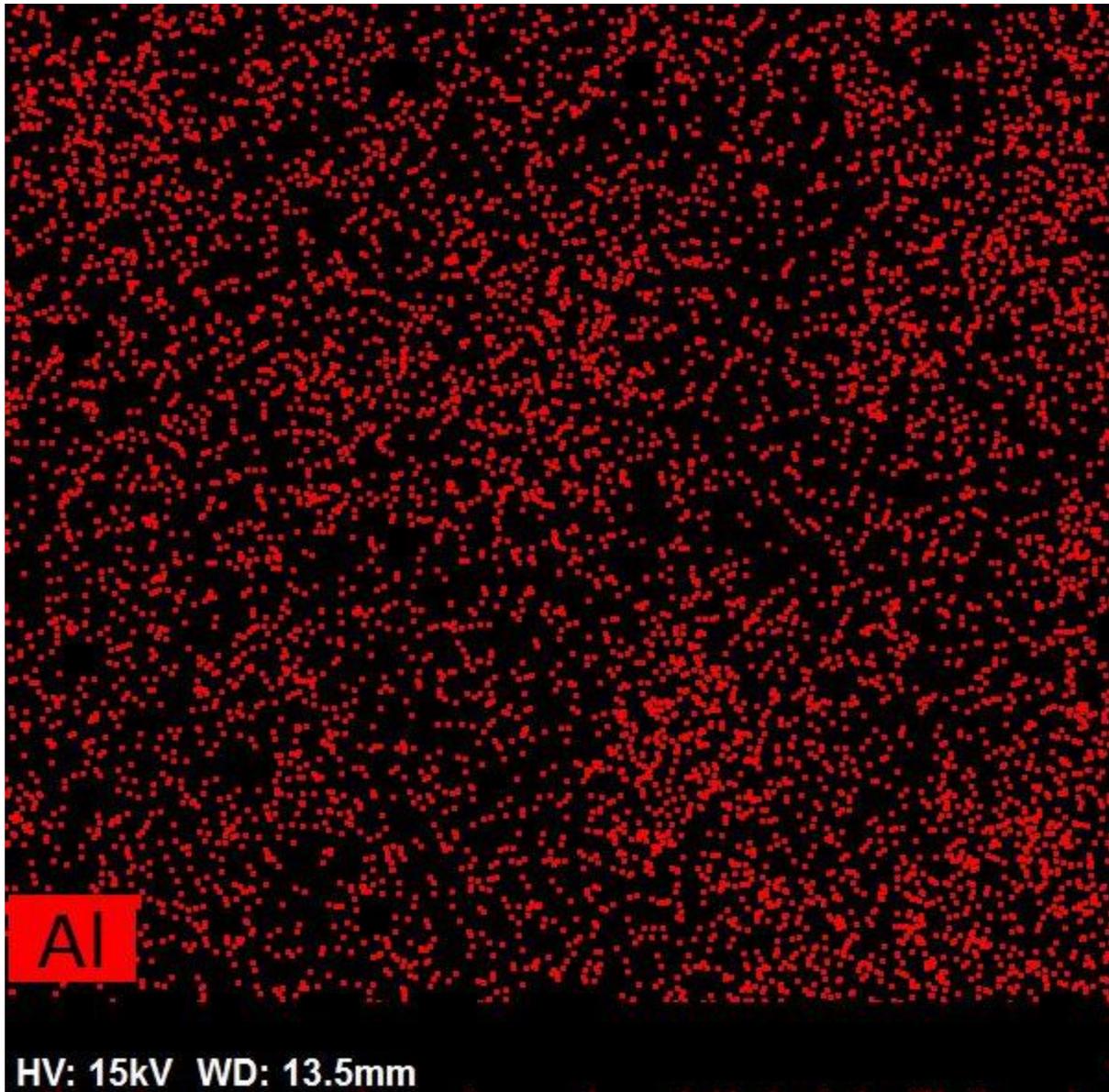
spot

5 μm



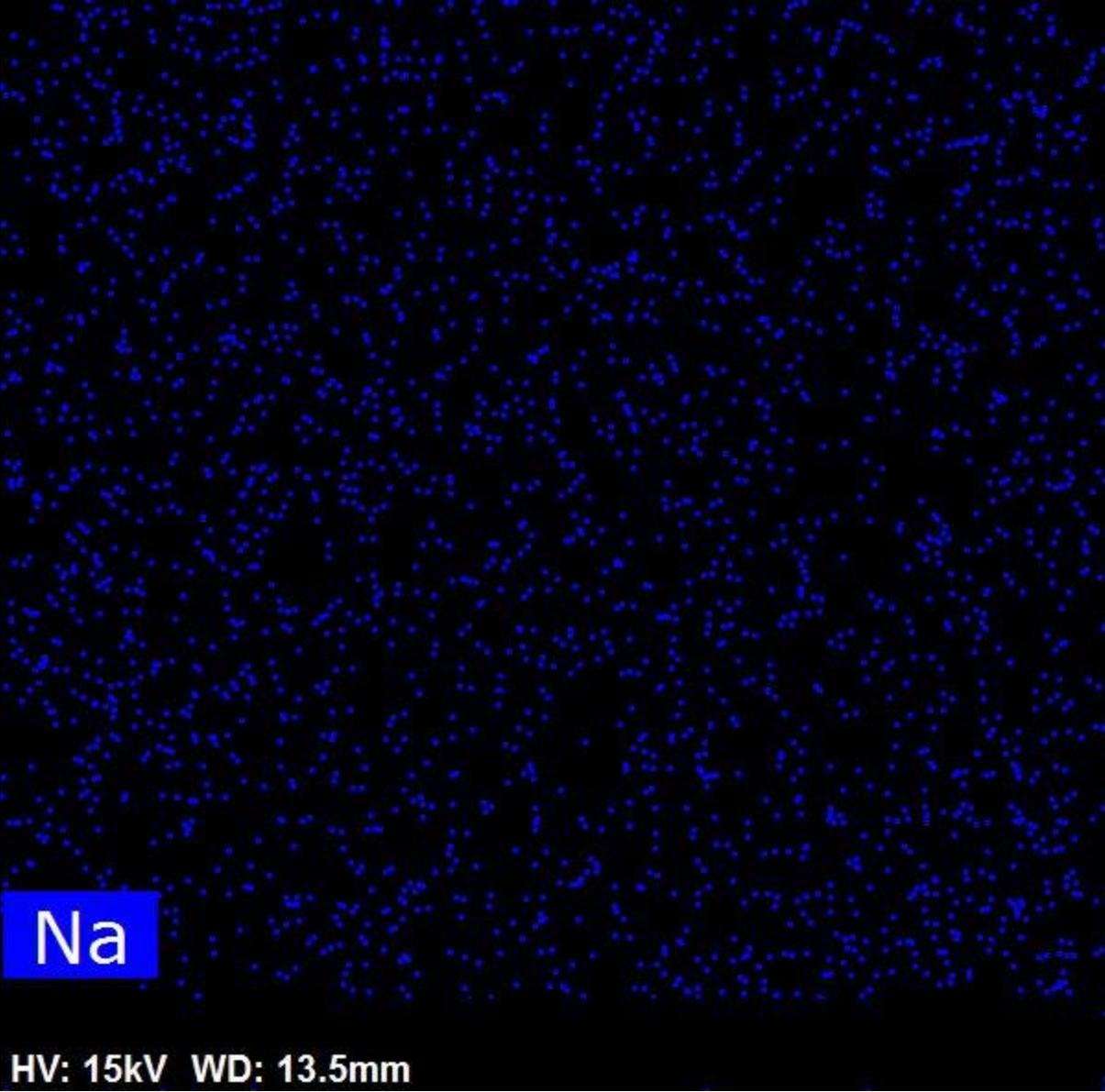
**BSE**

**HV: 15kV WD: 13.5mm**



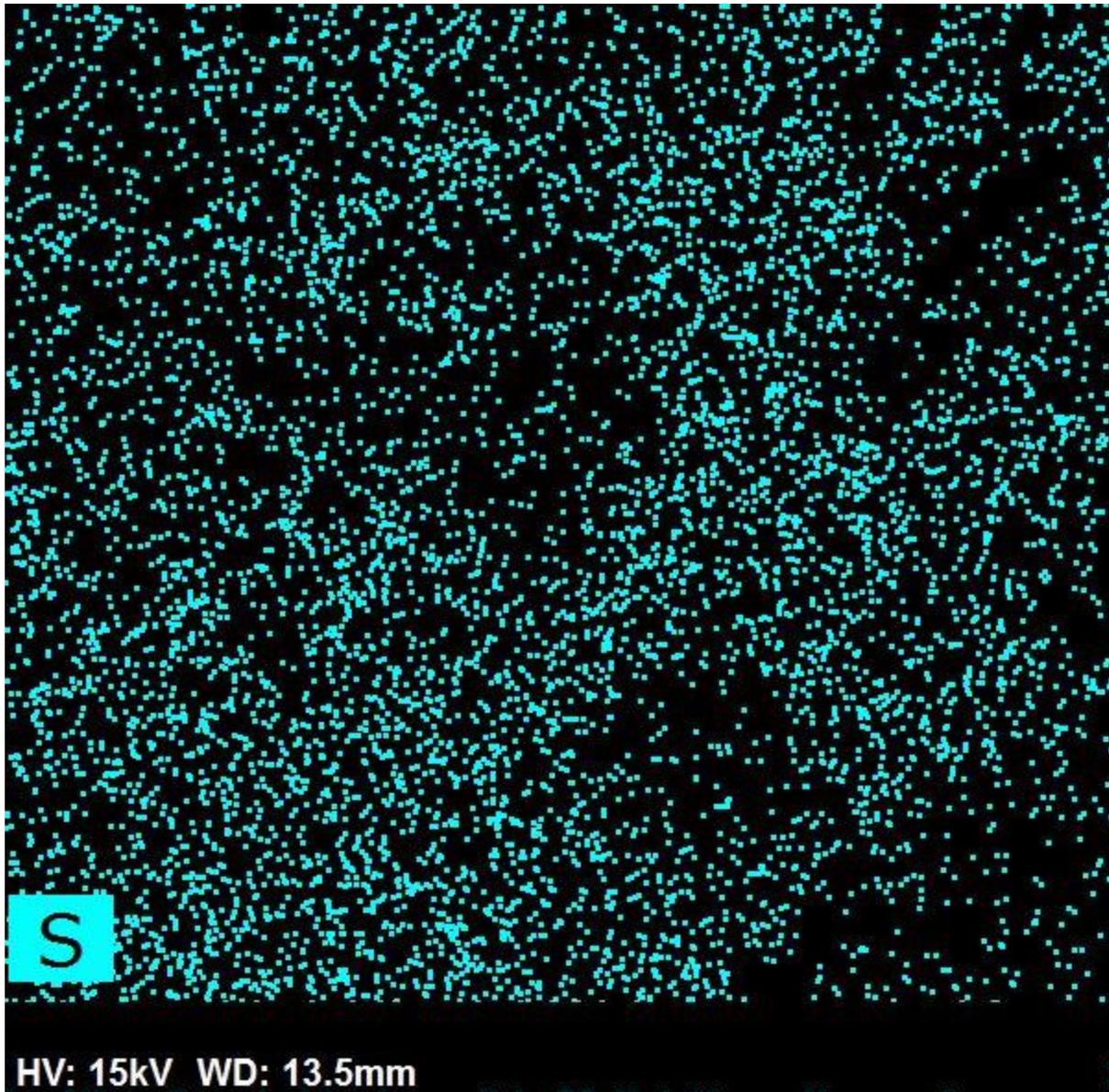
Al

HV: 15kV WD: 13.5mm



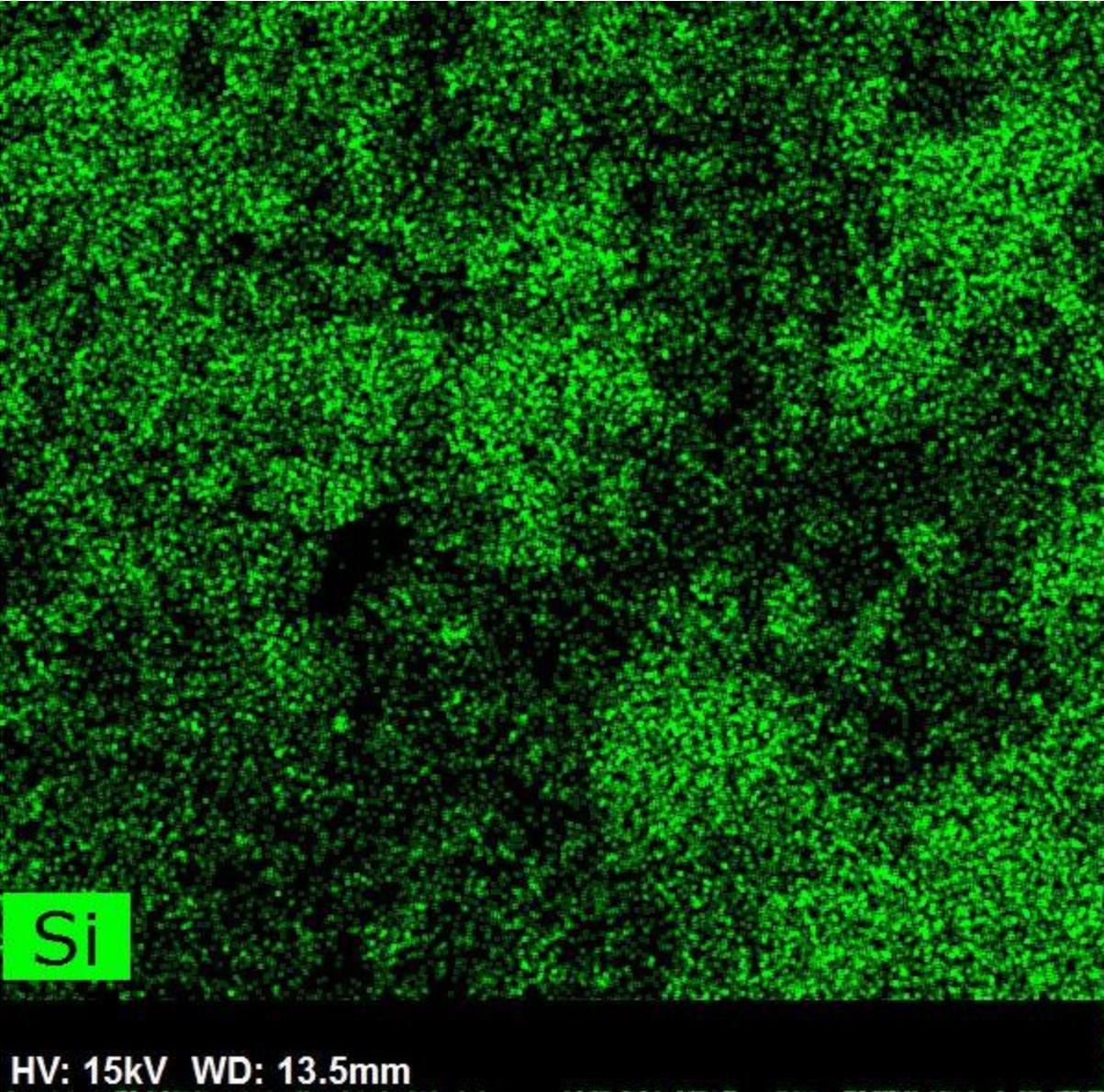
Na

HV: 15kV WD: 13.5mm



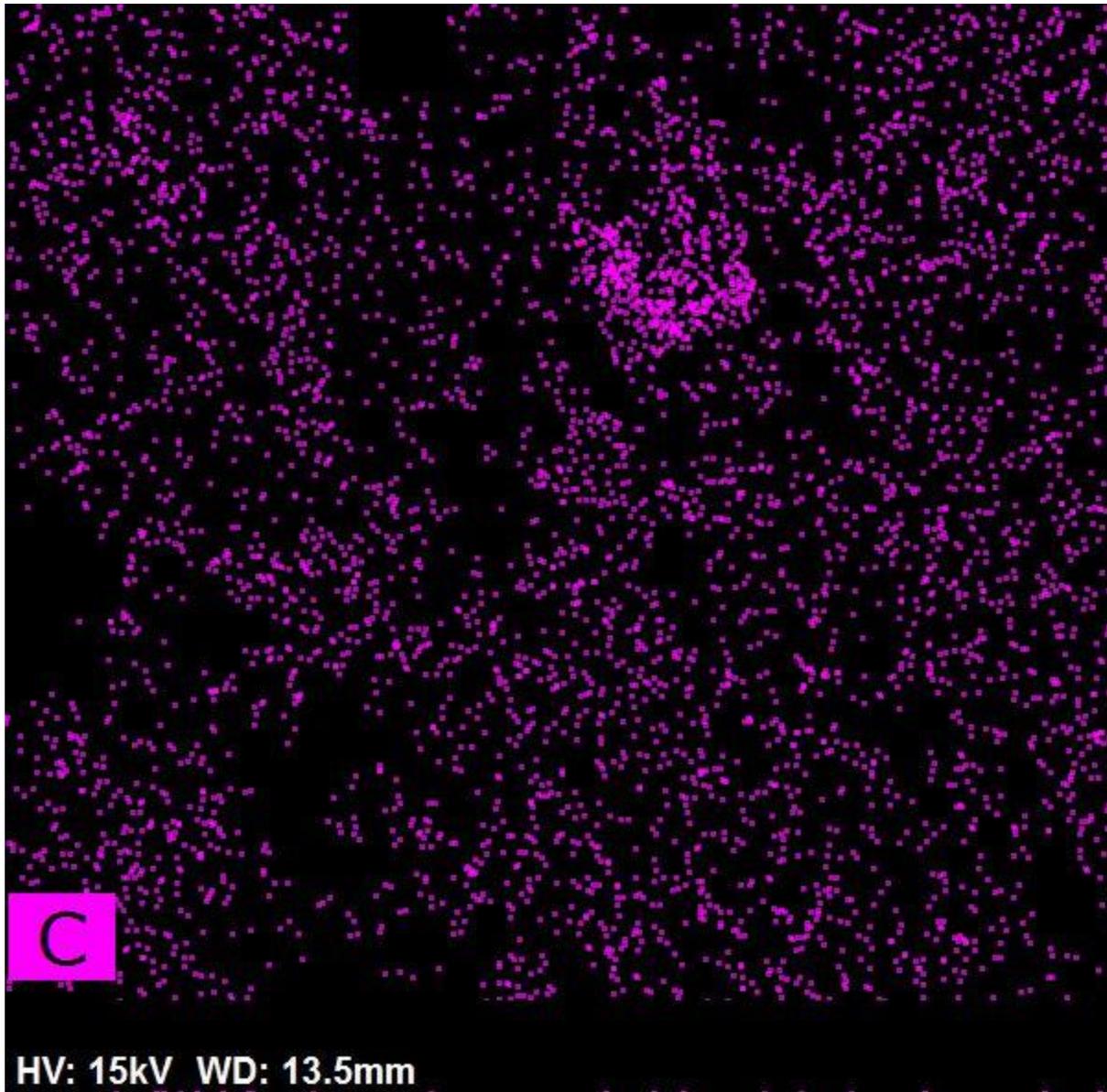
S

HV: 15kV WD: 13.5mm

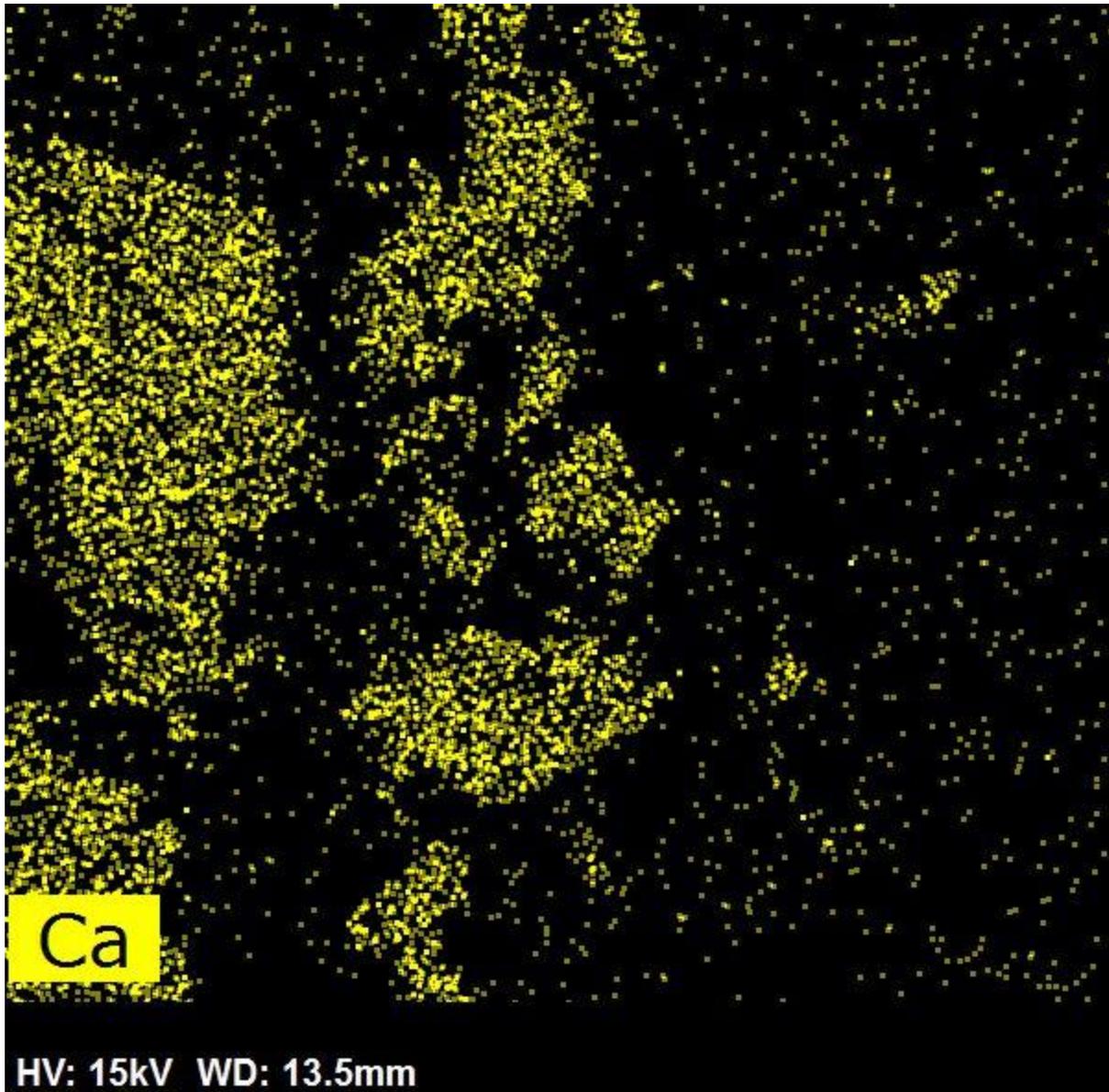


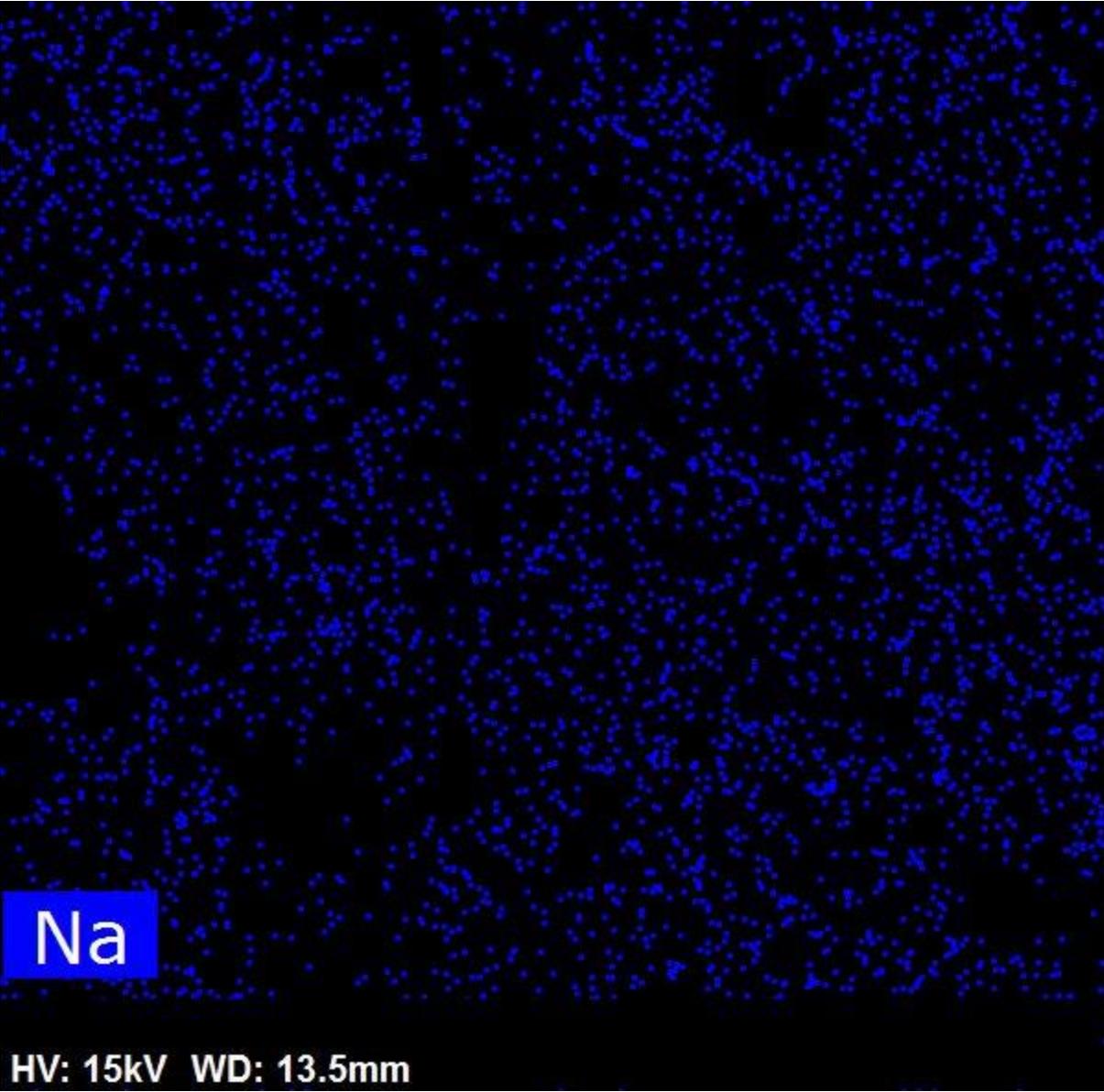
Si

HV: 15kV WD: 13.5mm



HV: 15kV WD: 13.5mm





Na

HV: 15kV WD: 13.5mm

# **CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO**











# **MBR – COMPARAÇÃO ENTRE MEMBRANAS PLANAS DE ULTRAFILTRAÇÃO**

**MEMBRANA: PRODUZIDA NO CIRRA**

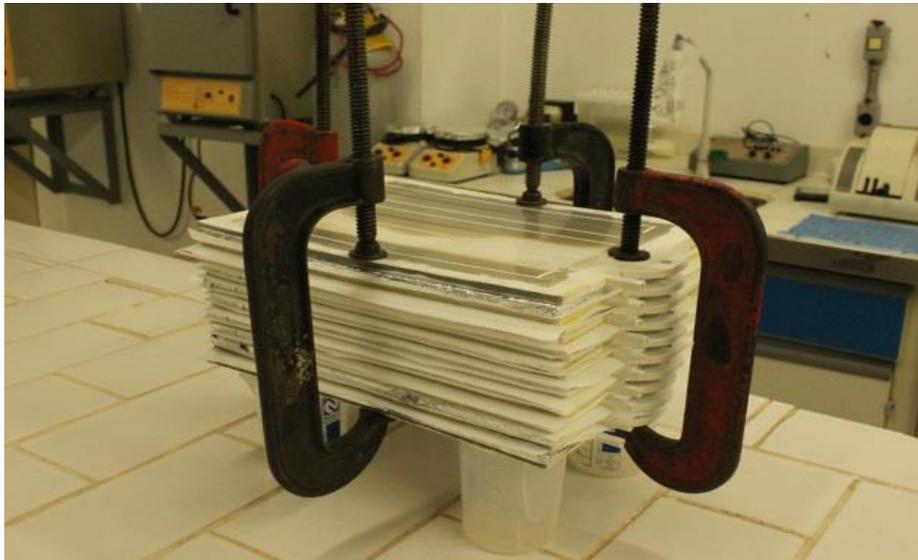
**POLIETERSULFONA + NANOPARTÍCULAS DE ARGILA  
ESPESSURA – 110 A 130  $\mu\text{m}$  PORO - 0,1  $\mu\text{m}$**

**MEMBRANA: HANGZHOU ANOW MICROFILTRATION CO.**

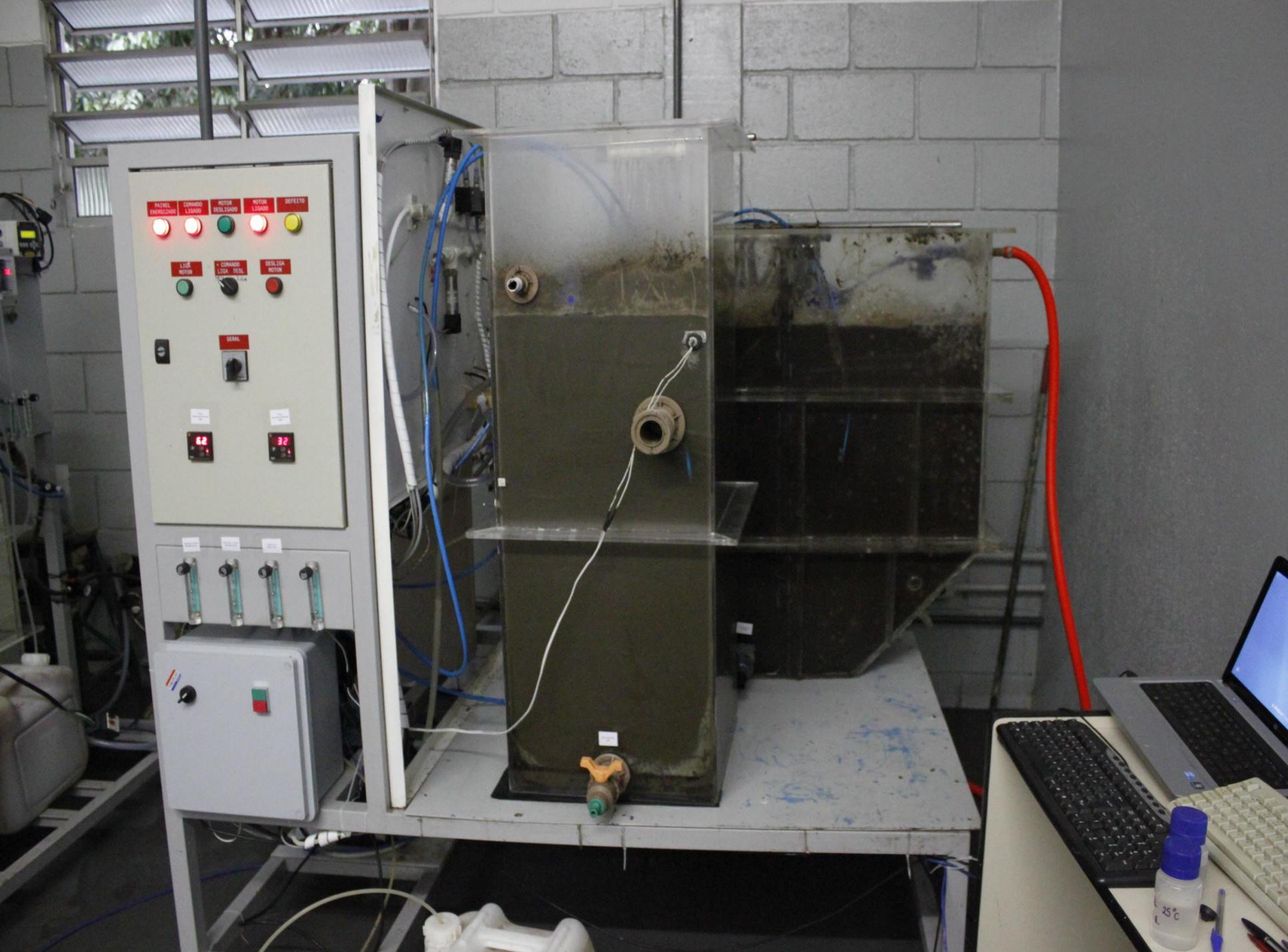
**POLIETERSULFONA  
ESPESSURA – 110 A 140  $\mu\text{m}$  PORO - 0,1  $\mu\text{m}$**



# MONTAGEM DAS PLACAS







BANKEN ENKELING  
COMANDO LIQAO  
MOTOR BIL LIQAO  
MOTOR LIQAO  
DEFLETO

LIGA MOTOR  
COMANDO LIGA BIL  
BIL LIGA MOTOR

6.2

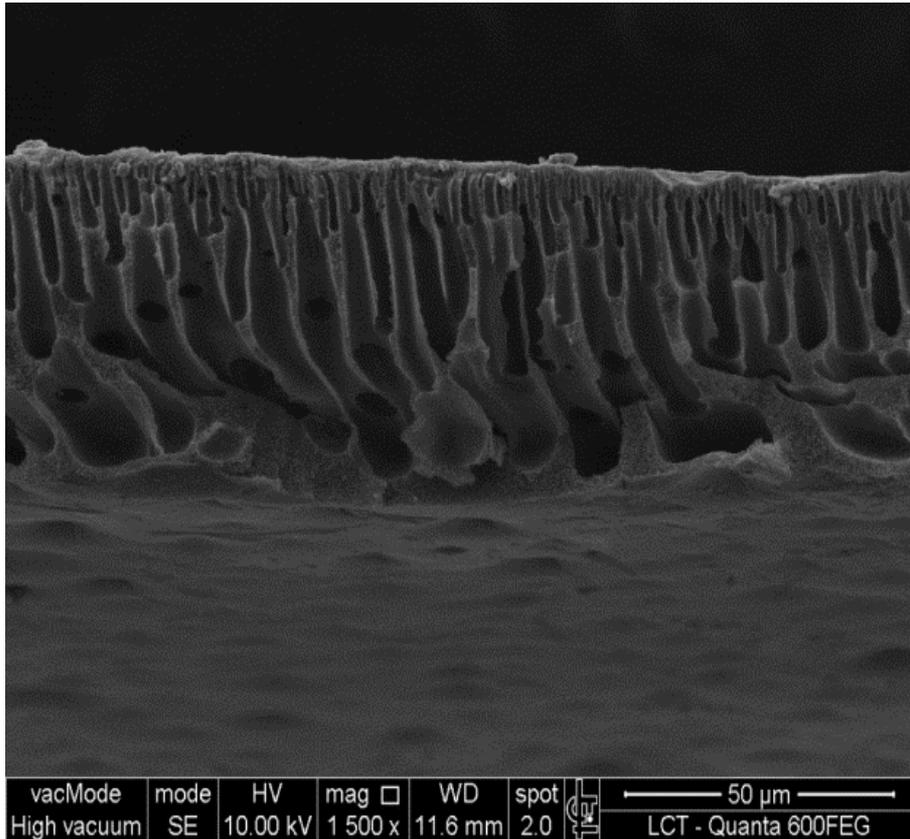
3.2

Flow meters with labels: 0.00, 0.00, 0.00

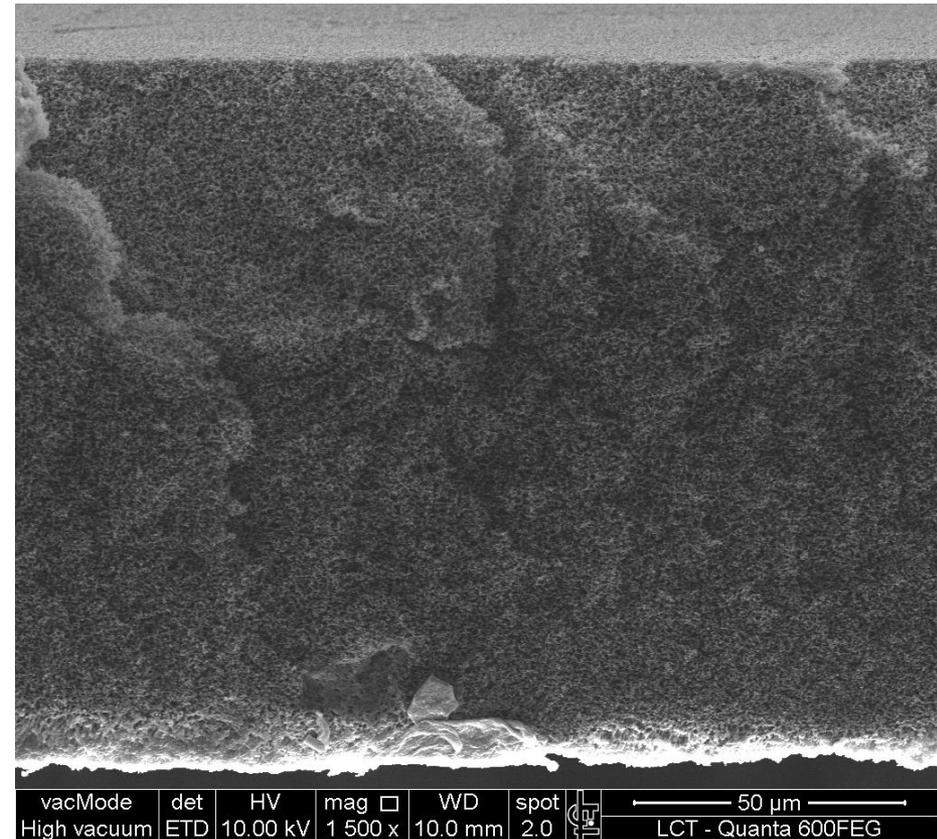
25°C

## ► Results - Structure of Membranes

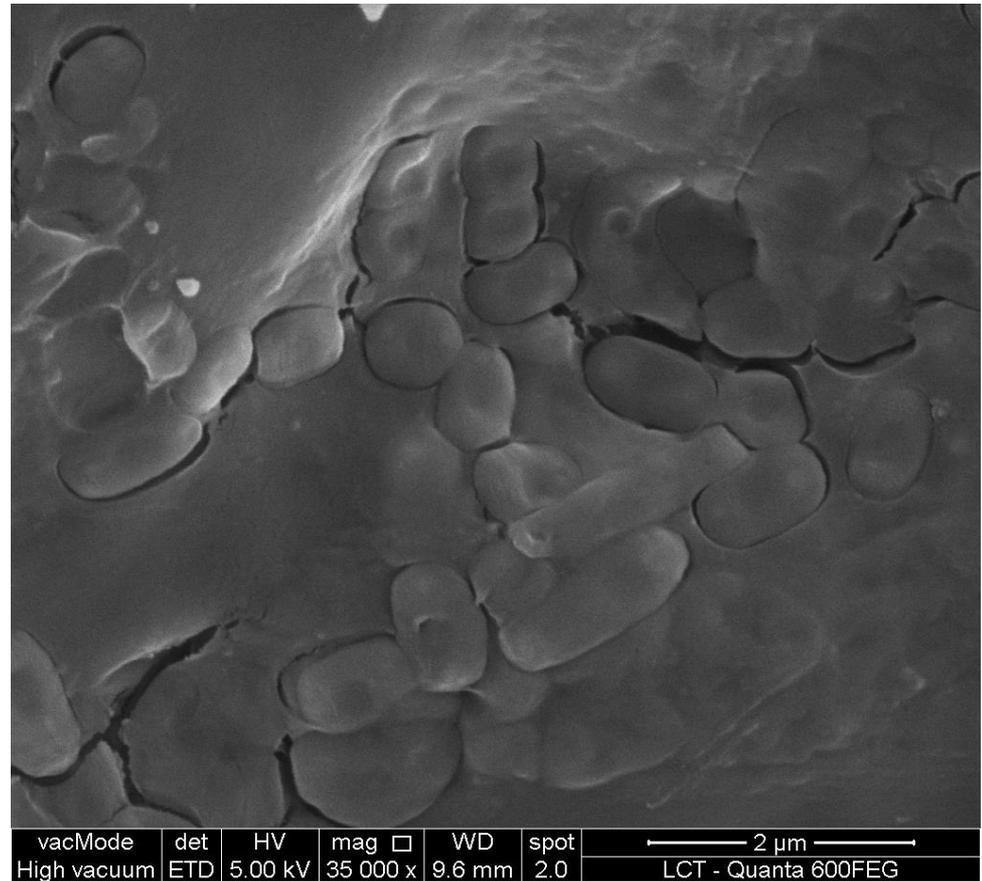
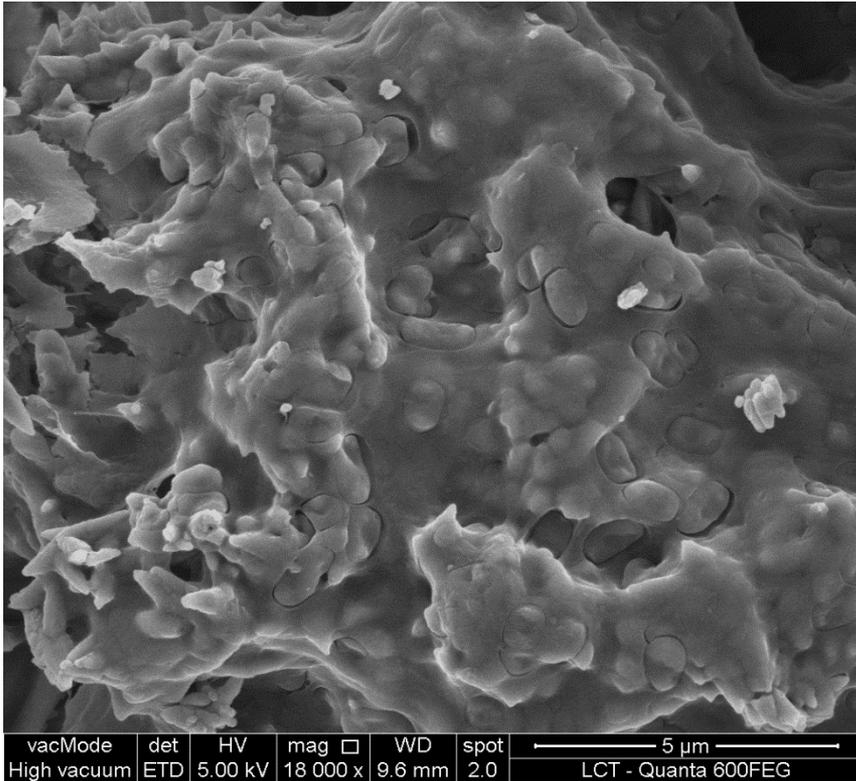
Modified Membrane



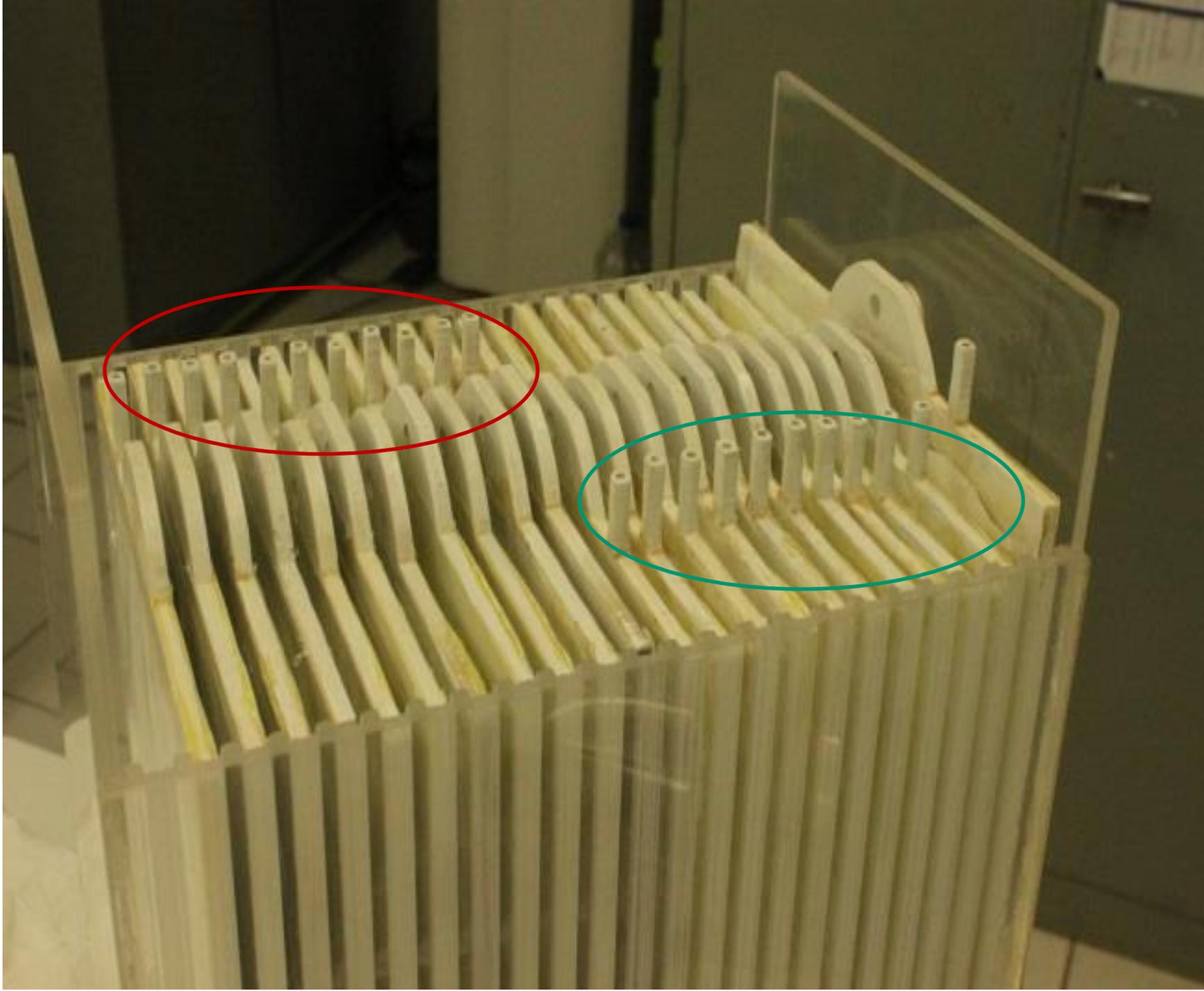
Comercial Membrane

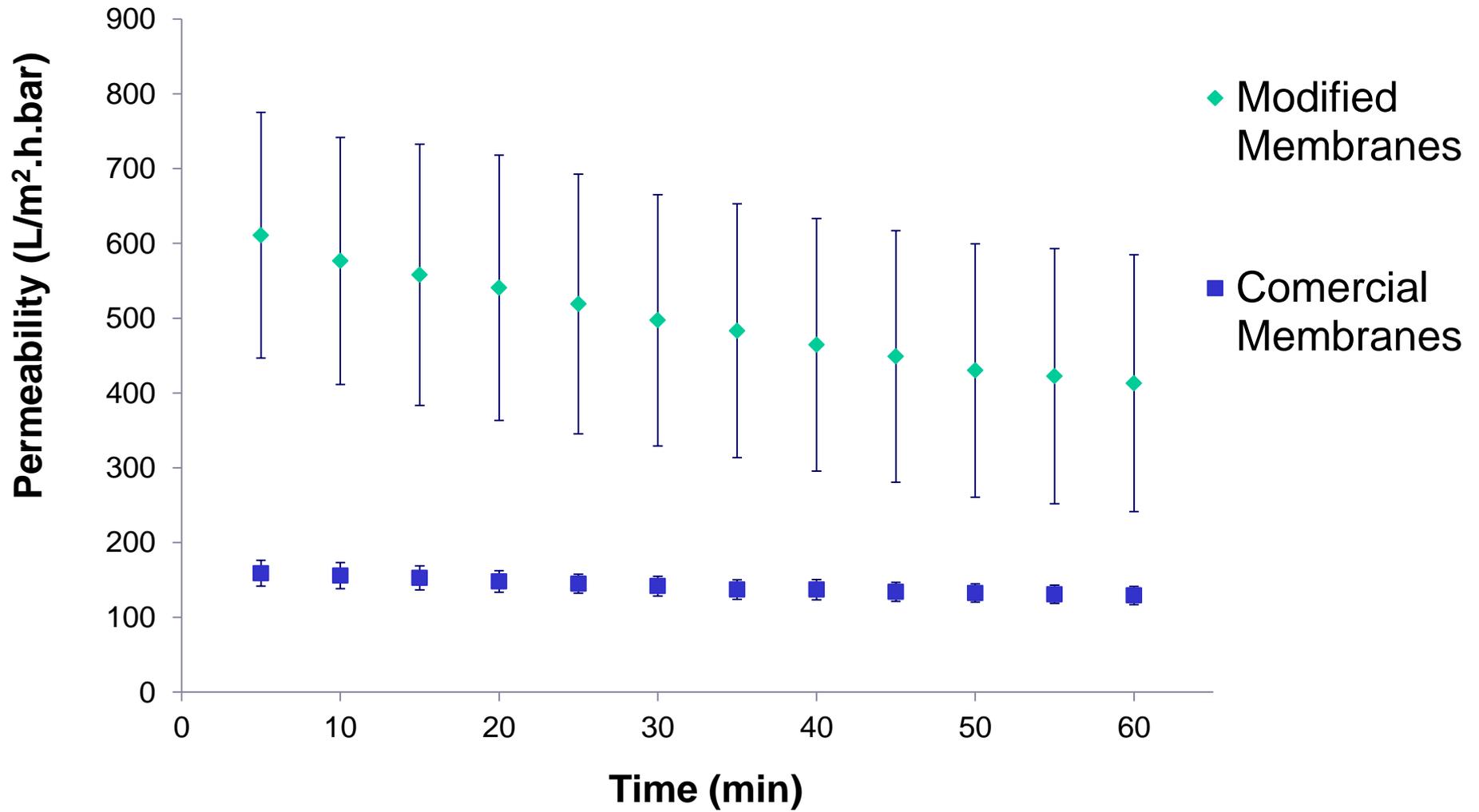


# ▶ Scanning Electron Microscopy of Membrane Surface









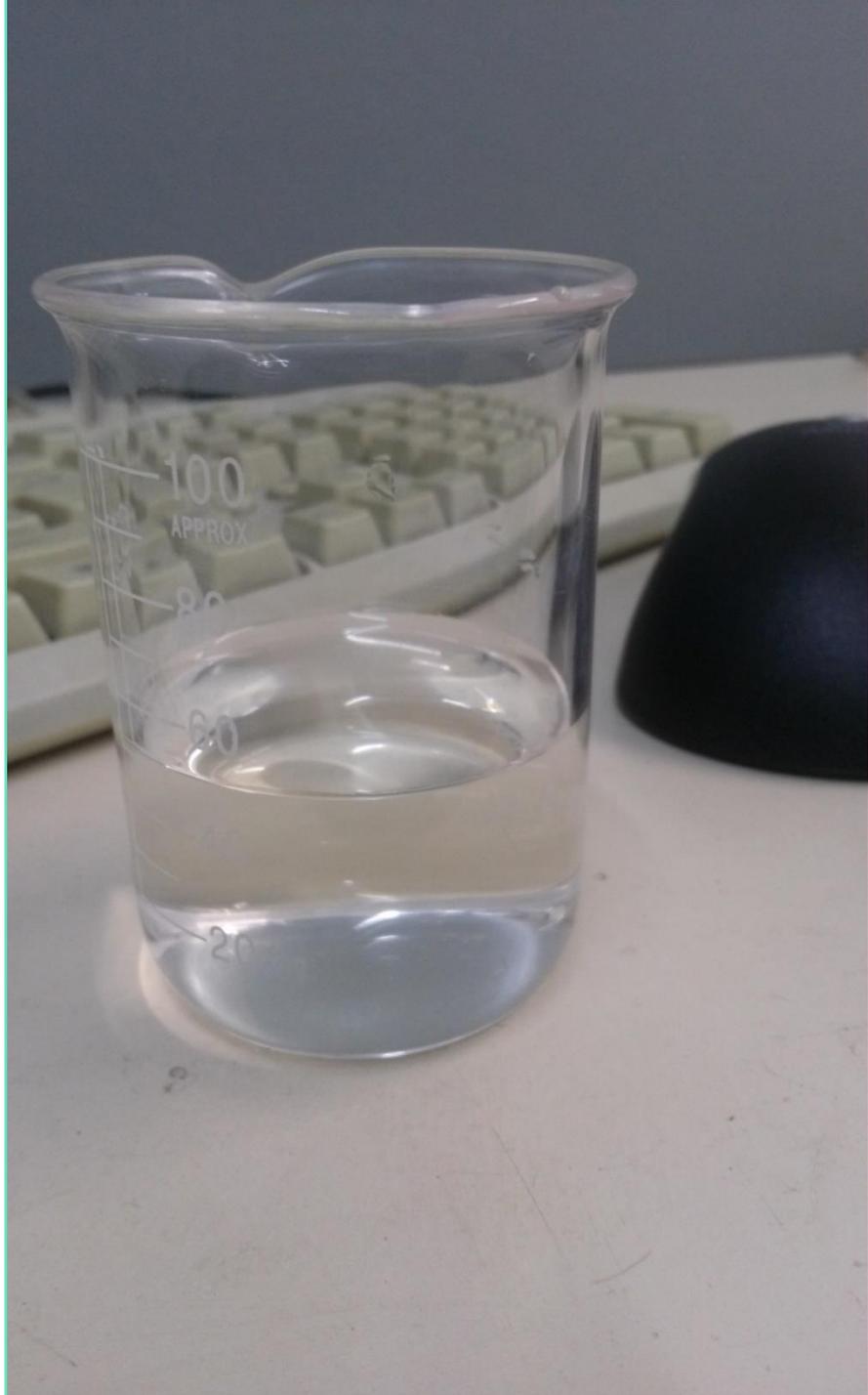
## ► *Membrane Surface after Operating*

Modified Membrane



Comercial Membrane





**MBR – REMOÇÃO DE NITROGÊNIO VIA  
NITRIFICAÇÃO E DESNITRIFICAÇÃO  
SIMULTÂNEAS NDS**

# **MBR – NDS**

**NITRIFICAÇÃO E DESNITRIFICAÇÃO NO MESMO REATOR**

**NÃO É NECESSÁRIO OPERAR DOIS TANQUES EM SÉRIE**

**CONSÓRCIO MICROBIANO ALTAMENTE ESPECIALIZADO**

**FLOCO COM ZONAS AERÓBIA E ANÓXICA**

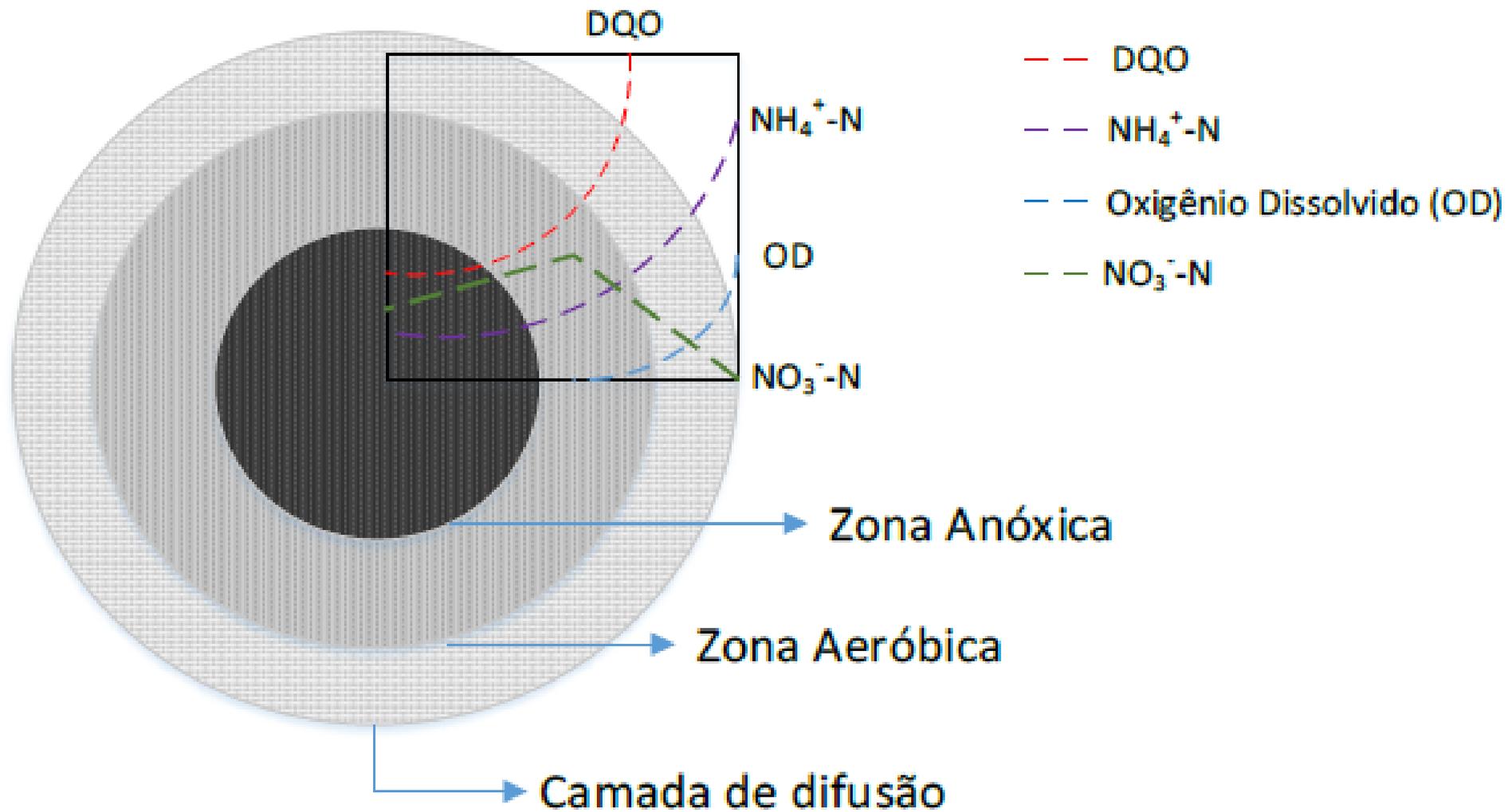
**UTILIZA MENOS FONTE DE CARBONO (22 - 40%)**

**REDUZINDO A PRODUÇÃO DE LODO EM ATÉ 30%**

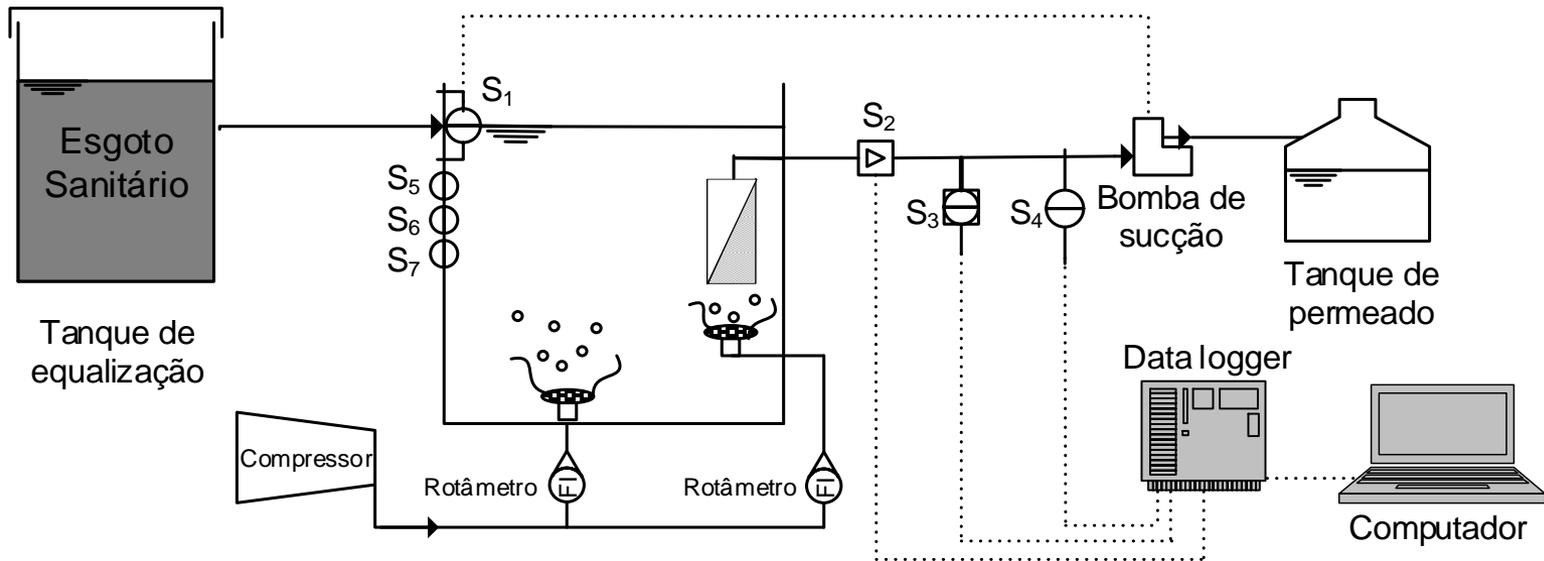
**MENOR FORNECIMENTO DE O<sub>2</sub>**

**MENOR FORNECIMENTO DE ENERGIA**

# FLOCO - NDS



# ESCALA PILOTO



**SUCÇÃO POR BOMBA PERISTÁLTICA, 9 MINUTOS ON E 2 MINUTOS OFF**

**AERAÇÃO CONTROLADA - 2 LINHAS DE AR DIFUSO**

**MONITORAMENTO CONTÍNUO; PH, TEMPERATURA, ORP, VAZÃO, PRESSÃO**

**DATA LOGGER – REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE DADOS  
A CADA 20 SEGUNDOS**

**MEMBRANA: SHANGAI SINAP MEMBRANE TECH.CO.LTD.**

**FLUORETO DE VINILIDENO (PVDF)  
ESPESSURA – 60  $\mu\text{m}$     PORO - 0,1  $\mu\text{m}$**

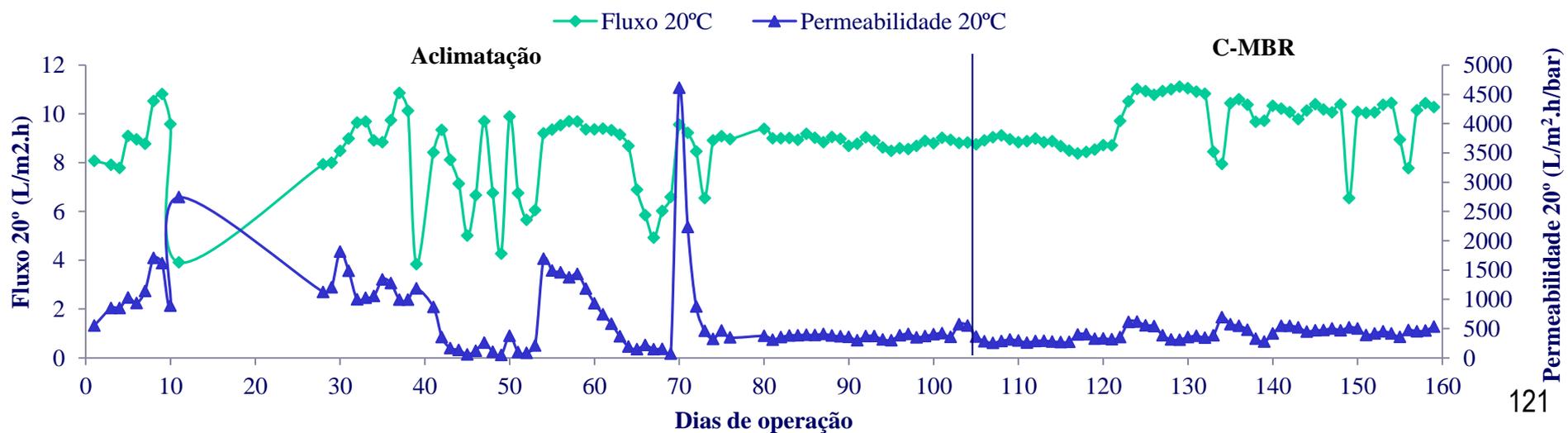






# RESULTADOS – FLUXO E PERMEABILIDADE

	C-MBR (I)			C-MBR (II)		
	Variação	Média	C.V.	Variação	Média	C.V.
PTM (bar)	0,022-0,03	0,026±0,002	9%	0,015-0,031	0,024±0,004	15%
Fluxo a 20°C (L/m <sup>2</sup> .h)	8,4-9,7	8,8±0,3	3%	6,5-11,1	10,1±1	10%
Permeabilidade a 20°C (L/m <sup>2</sup> .h.bar)	254-572	335±88	26%	276-693	461±96	21%
Vazão (L/h)	15-18	16±0,5	3%	12-10	18±2	10%

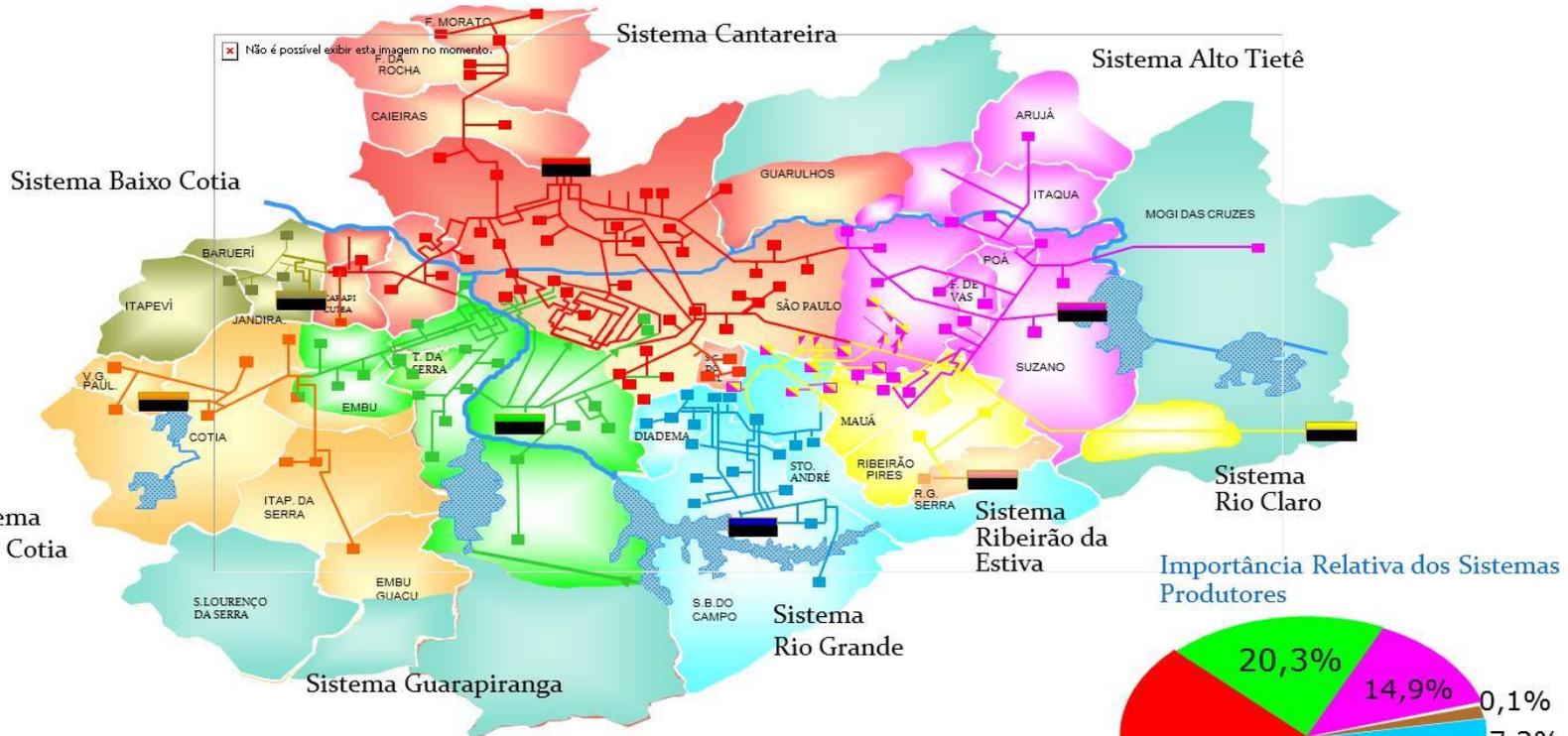


# RESULTADOS – NITROGÊNIO AMONIACAL

	N-amoniaco	N-total
Afluente (mg/L)	68±7	91±16
Efluente (mg/L)	3±2	51±10
Eficiência (%)	96±3	41±16

**SEGURANÇA HÍDRICA**  
**ABASTECIMENTO PÚBLICO E INDUSTRIAL**

# Sistema Integrado Metropolitano



# METODOLOGIA ATUAL DE EXPANSÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – A RMSP

ABASTECIMENTO - MANACIAIS SUPERFICIAIS

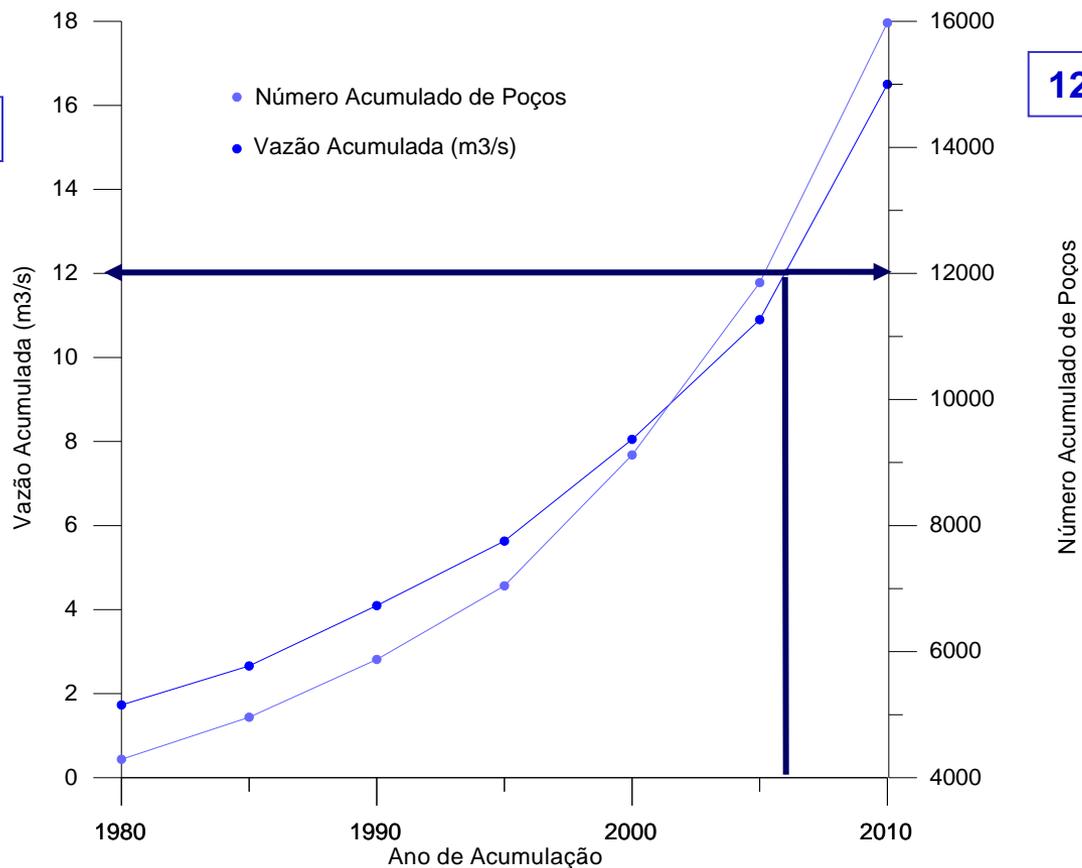
74.0 m<sup>3</sup>/s

Agliberto Lima - Agência Estado  
Av. Paulista

folha **on** line

PROF. IVANILDO HESPANHOL

# EVOLUÇÃO DAS PERFURAÇÕES E EXTRAÇÕES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO ALTO TIETÊ



Vazão de 10 m³/s

12 mil poços

# ABASTECIMENTO DE AGUA NA RMSP SITUAÇÃO ANTERIOR COM 30% DE PERDAS

ABASTECIMENTO ( $74.0 + 10.0 = 84,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) X 0,70      59  $\text{m}^3/\text{s}$

ESGOTO GERADO (80%)      47  $\text{m}^3/\text{s}$

CAPACIDADE DE TRATAMENTO INSTALADA      18  $\text{m}^3/\text{s}$

VAZÃO MÉDIA TRATADA      16,0  $\text{m}^3/\text{s}$  (34%)

VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO LANÇADO ( $47 - 16$ )  $\text{m}^3/\text{s}$       31  $\text{m}^3/\text{s}$  (66 %)

SÃO LOURENÇO (100 km) + PARAÍBA DO SUL (15 km) = 10,0  $\text{m}^3/\text{s}$

CUSTO TOTAL R\$  $4 \times 10^9$  ( us \$  $1 \times 10^9$  )

## OUTRAS REVERSÕES

GUAIÓ (1  $\text{m}^3/\text{s}$ ); BILLINGS-TAIÇUPEBA (4  $\text{m}^3/\text{s}$  ); ITATINGA-JUNDIAÍ (1  $\text{m}^3/\text{s}$ )

BILLINGS-GUARAPIRANGA (1  $\text{m}^3/\text{s}$ ); JUQUÍIA-STA.RITA (1  $\text{m}^3/\text{s}$ )

TOTAL OUTRAS REVERSÕES = 8  $\text{m}^3/\text{s}$

TOTAL PARA A BACIA = 10 + 8 = 18  $\text{m}^3/\text{s}$

**GERAÇÃO DE ESGOTOS ADICIONAL NA RMSP + 14  $\text{m}^3/\text{s}$**

**TOTAL LANÇADO = 31 + 14  $\text{m}^3/\text{s}$  = 45  $\text{m}^3/\text{s}$**

# ABASTECIMENTO DE AGUA NA RMSP SITUAÇÃO ANTERIOR COM 30% DE PERDAS E 30% DE REDUÇÃO DE CONSUMO

ABASTECIMENTO  $(74.0 + 10.0 = 84,0 \text{ m}^3/\text{s}) \times 0,7 \times 0,7$  42  $\text{m}^3/\text{s}$

ESGOTO GERADO (80%) 33  $\text{m}^3/\text{s}$

CAPACIDADE DE TRATAMENTO INSTALADA 18  $\text{m}^3/\text{s}$

VAZÃO MÉDIA TRATADA 16,0  $\text{m}^3/\text{s}$  (49%)

VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO LANÇADO  $(33 - 16) \text{ m}^3/\text{s}$  17  $\text{m}^3/\text{s}$  (51%)

SÃO LOURENÇO (100 km) + PARAÍBA DO SUL (15 km) = 10,0  $\text{m}^3/\text{s}$

CUSTO TOTAL R\$  $4 \times 10^9$  ( us \$  $1 \times 10^9$  )

## OUTRAS REVERSÕES

GUAIÓ (1  $\text{m}^3/\text{s}$ ); BILLINGS-TAIÇUPEBA (4  $\text{m}^3/\text{s}$  ); ITATINGA-JUNDIAÍ (1  $\text{m}^3/\text{s}$ )

BILLINGS-GUARAPIRANGA (1  $\text{m}^3/\text{s}$ ); JUQUÍIA-STA.RITA (1  $\text{m}^3/\text{s}$ )

TOTAL OUTRAS REVERSÕES = 8  $\text{m}^3/\text{s}$

TOTAL PARA A BACIA = 10 + 8 = 18  $\text{m}^3/\text{s}$ )

**GERAÇÃO DE ESGOTOS ADICIONAL NA RMSP + 14  $\text{m}^3/\text{s}$**

**TOTAL LANÇADO = 17 + 14  $\text{m}^3/\text{s}$  = 31  $\text{m}^3/\text{s}$**

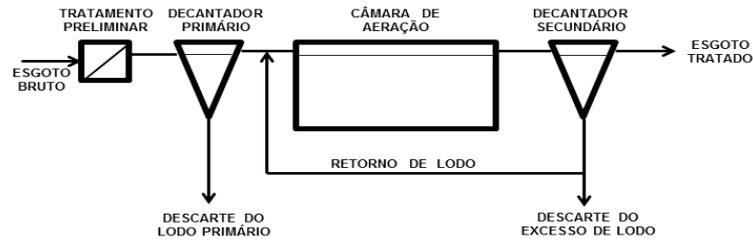
**O ACESSO À ÁGUA SEM SANEAMENTO SE  
TRADUZ PELO DIREITO DE POLUIR.**

# **PROPOSTA DE GESTÃO PARA OS PRÓXIMOS VINTE ANOS**

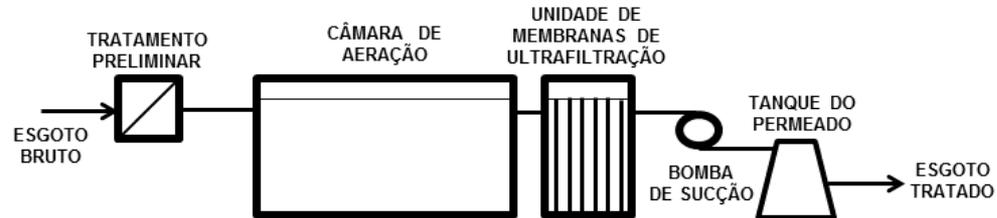
# **PRIMEIRA ETAPA - 5 ANOS REÚSO POTÁVEL INDIRETO**

**RETROFIT DAS 5 ETES DO PROJETO TIETÊ (16 M<sup>3</sup>/S) COM MBR E REÚSO  
POTÁVEL INDIRETO NOS RESERVATÓRIOS MAIS PRÓXIMOS**

## LODOS ATIVADOS - 16 M<sup>3</sup> / S



## BIOMEMBRANAS - 35 M<sup>3</sup> / S





# BARUERÍ – PAIVA CASTRO

Distância entre a ETE Barueri e o Rio Juqueri (Represa Paiva Castro):  
30,4 km (Rodoanel)

Rio Juqueri  
W 46°40'13"  
S 23°21'47"  
Alt. 759m

**Modelagem:  
Localção de  
Ativos ou PPP**

ETE Barueri  
W 46°50'55"  
S 23°30'44"  
Alt. 725m  
Ref: Decantador Secundário

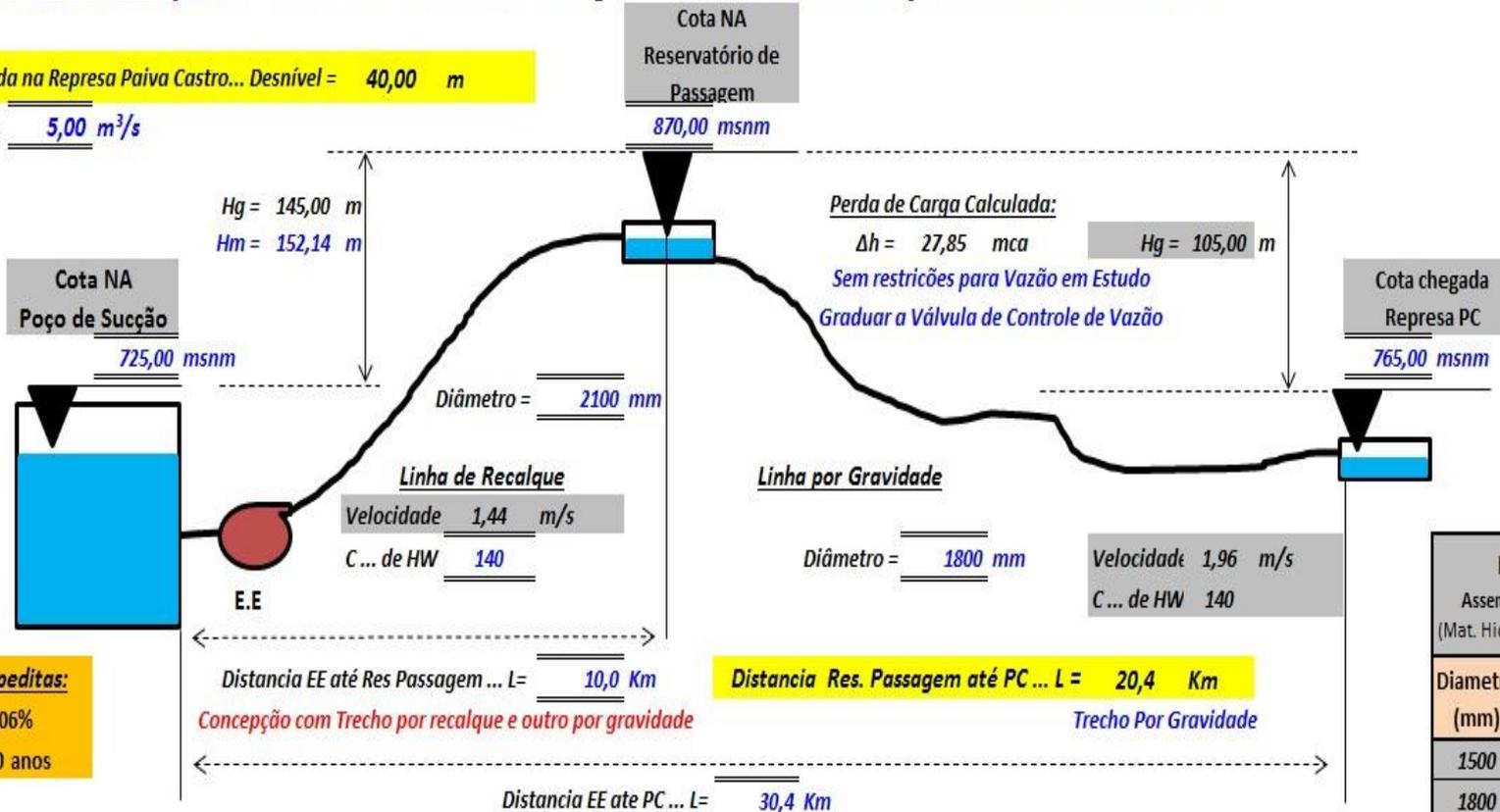
Image © 2015 DigitalGlobe  
Image © 2015 CNES / Astrium  
© 2015 Google

Google earth

**Concepção Preliminar do Projeto: Planta de Tratamento de Agua de Reuso - Ultra Filtração + Elevatória + Adutora**

Saída EE e Chegada na Represa Paiva Castro... Desnível = 40,00 m

Vazão de Estudo... 5,00 m³/s



**Verificações expeditas:**

TIR	8,06%
Pay Back	30 anos

**Precos Medios**  
Assentamentos de Tubulações (Mat. Hidr., equip. e mão de obra)

Diametro (mm)	US\$/m (introduzir estimativas)
1500	4.000,00
1800	4.500,00
2100	5.000,00
2500	7.000,00

... Demais Dados entrar nas Planilhas especificas

PRODUÇÃO	CAPEX	TIR (PROJETO)	CONTRAPRESTAÇÃO	CUSTO DE PRODUÇÃO
3 MESES POR ANO (25%)	<b>R\$ 948 mi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>R\$ 425,0 mi Sistema de Ultrafiltração (Ref.: empresa GE)</li> <li>R\$ 425,4 mi Adutora (Ref.: Sistema São Lourenço)</li> <li>R\$ 97,0 mi Elevatória (Ref.: Sistema São Lourenço)</li> <li>R\$ 0,6 mi Reservatório de Passagem</li> </ul>	8,06% (wacc da Sabesp)	R\$ 4,15/m <sup>3</sup>	R\$ 2,27/m <sup>3</sup>
		12,00%	R\$ 5,23/m <sup>3</sup>	
12 MESES POR ANO (100%)		8,06% (wacc da Sabesp)	R\$ 1,28/m <sup>3</sup>	R\$ 0,81/m <sup>3</sup>
		12,00%	R\$ 1,55/m <sup>3</sup>	

# **SEGUNDA ETAPA - 5 ANOS : REÚSO POTÁVEL DIRETO**

**TRATAMENTO TERCIÁRIO AVANÇADO E REÚSO POTÁVEL DIRETO UTILIZANDO A  
REDE DE DISTRIBUIÇÃO ATUAL E SUAS EXTENSÕES**

# **TERCEIRA ETAPA - 10 ANOS : SANEAMENTO DA RMSP**

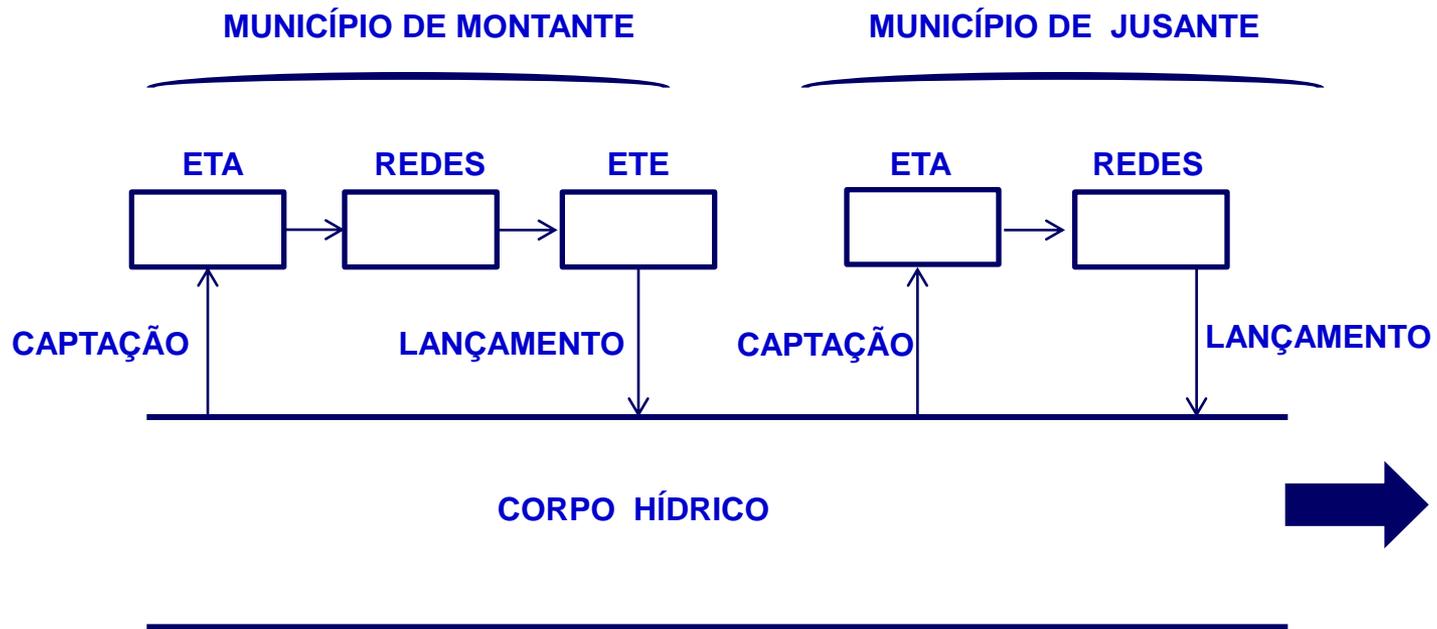
**COLETA DE ESGOTOS E REDUÇÃO DA POLUIÇÃO DIFUSA NA RMSP**

REÚSO POTÁVEL



© AP

# REÚSO POTÁVEL INDIRETO NÃO PLANEJADO



# **CRITÉRIOS PARA NORMAS E CÓDIGOS DE PRÁTICA PARA REÚSO POTÁVEL (DIRETO E INDIRETO)**

**AUSÊNCIA DE NORMAS NO BRASIL, COM EXCEÇÃO DA PORTARIA MS 2914**

**SEGUIR OS MESMOS CRITÉRIOS JÁ MENCIONADOS**

**PARA POTÁVEL DIRETO ADICIONAR PARÂMETROS ESPECÍFICOS E PARÂMETROS EMERGENTES**

# **REÚSO POTÁVEL DIRETO**

**PORTARIA MS 2914**

**VIRUS ENTÉRICOS**

**N-NITROSODIMETILAMINA – NDMA**

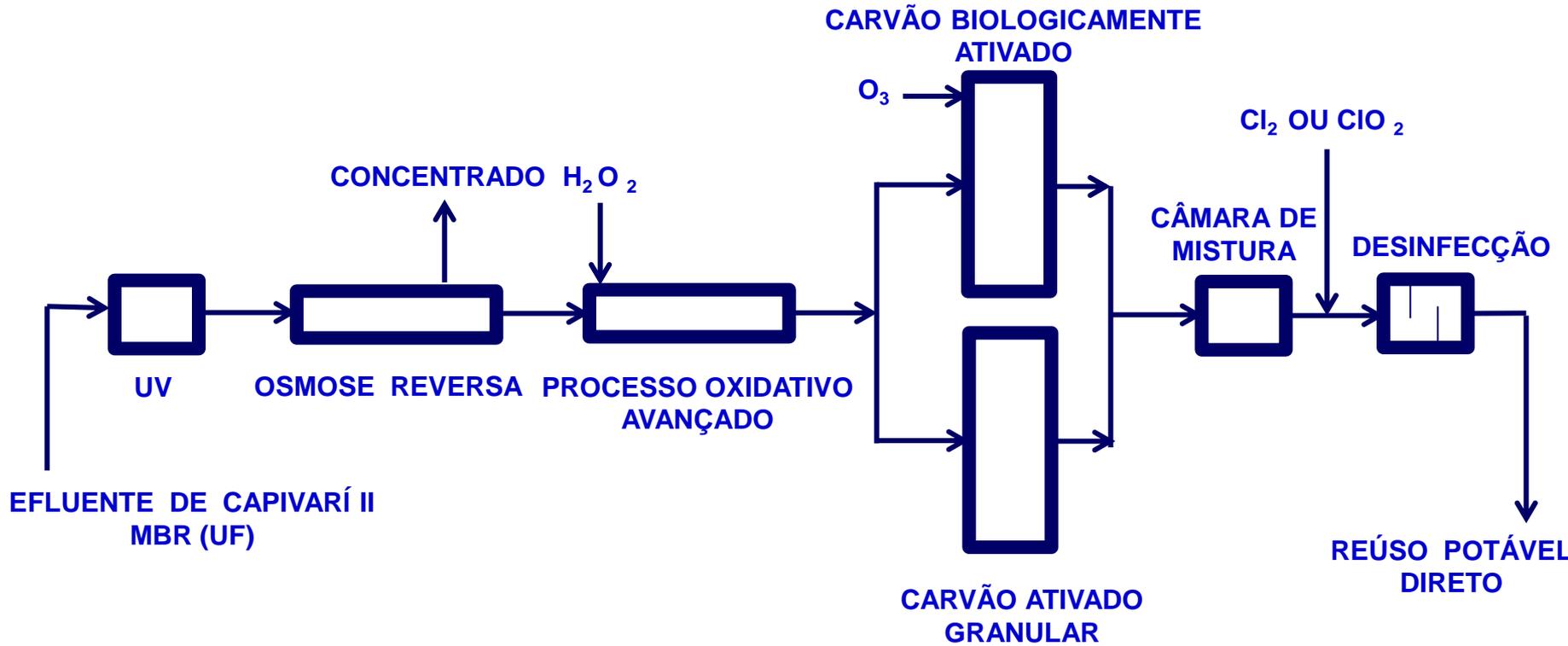
**MUTAGENICIDADE (AMES)**

**TESTE DE TOXICIDADE AGUDA E CRÔNICA  
(DÁPHNIA E CERIODÁPHNIA)**

**HORMÔNIOS (YES/YAS)**

Parâmetro	Método	LOQ	Unidade
17-alfa-Etinilestradiol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,0010	µg/L
Acetaminofeno	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	1,0	µg/L
Amoxicilina	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	1,0	µg/L
Atenolol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Atrazina+	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,4	µg/L
Bisfenol A	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,3	µg/L
Cafeína	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,100	µg/L
DEET	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Diazepam	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	1,0	µg/L
Diclofenaco	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,10	µg/L
Dietilestilbestrol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,0010	µg/L
Estradiol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,0010	µg/L
Estriol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Estrona	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,0010	µg/L
Levonorgestrel	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Mestranol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Nonilfenol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Octilfenol	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,20	µg/L
Progesterona	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,0010	µg/L
Triclosan	POP 05.192/02 - LC-MS/MS	0,05	µg/L

# SISTEMA SANASA - CAPIVARÍ II REÚSO POTÁVEL DIRETO



**SEGURANÇA SANITÁRIA**  
**LEGISLAÇÃO**

# **CRITÉRIOS PARA NORMAS E CÓDIGOS DE PRÁTICA**

**LEGAIS**

**INSTITUCIONAIS**

**AMBIENTAIS**

**ECONÔMICOS**

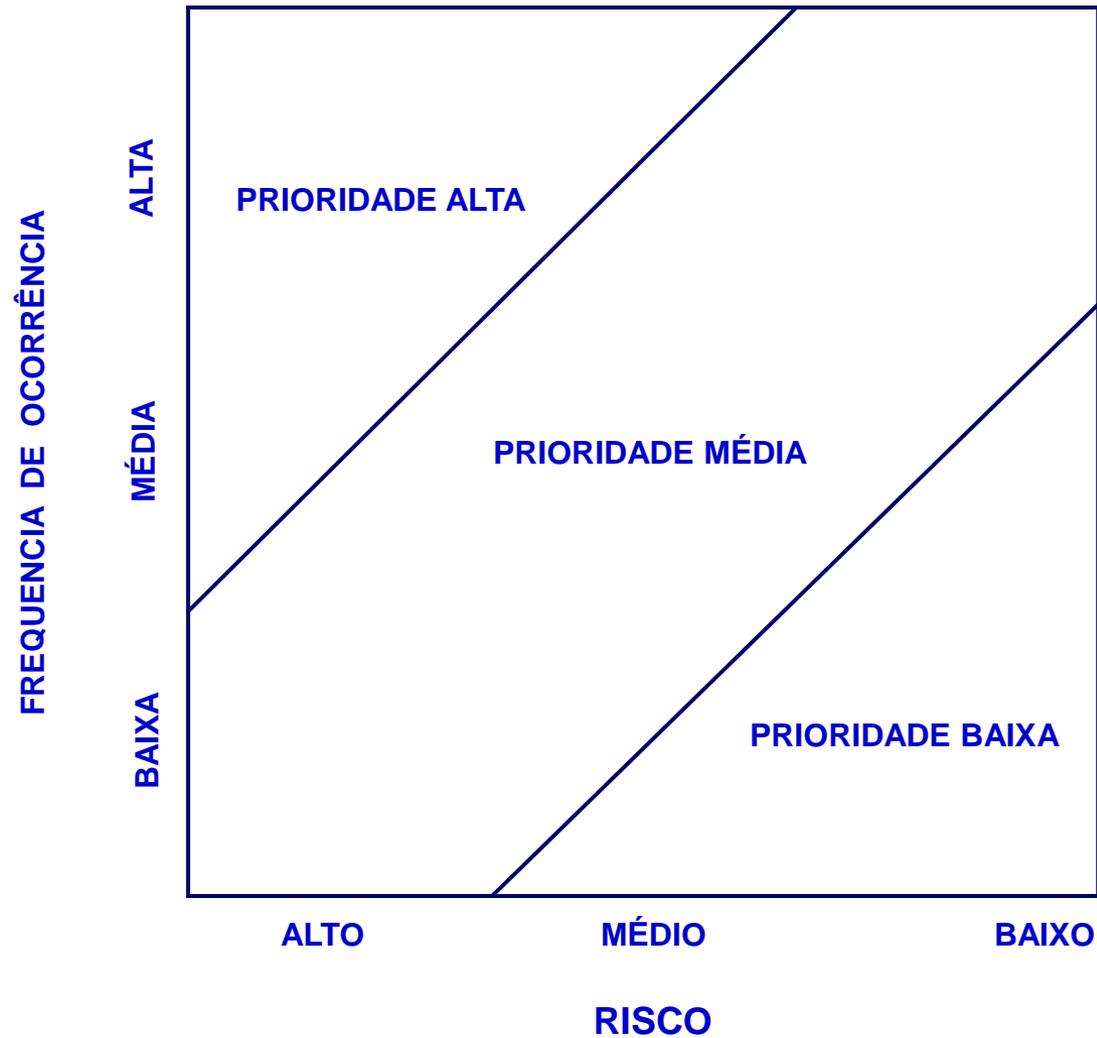
**TECNOLOGIA DE TRATAMENTO**

**CAPACIDADE ANALÍTICA E LIMITES DE DETECÇÃO**

**GC-MS/MS - cromatografia a gás, espectrômetro de massa/ espectrômetro de massa (0,05 A 2,4 ng/l)**

**SPME-HPLC - (micro extração em fase sólida e cromatografia líquida de alto desempenho), 0,064 a 2,4 ng/L, (Chang et al., 2009).**

# REPRESENTATIVA DAS CONDIÇÕES LOCAIS



# **NORMAS PARA REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL**

## **MINUTA DE RESOLUÇÃO CONJUNTA SES/SMA/SERHS**

**Disciplina o reúso direto não potável de água  
proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto  
Sanitário (ETEs) para fins urbanos.**

# **PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA NA VISÃO DE ESPECIALISTAS**

**"EQUIPE TÉCNICA REGIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO (ETRAS) DA  
ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE"**

**A EFETIVA SEGURANÇA DA QUALIDADE DA ÁGUA  
DEPENDE DE**

**NORMAS REALÍSTAS ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES LOCAIS**

**SISTEMAS DE TRATAMENTO COMPLEMENTARES**

**MANTER A PRESSÃO NOS SISTEMAS DE  
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

**ELIMINAR A RECICLAGEM DE ÁGUAS DE LAVAGEM  
DE FILTROS**

# CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES

## SEGURANÇA HÍDRICA

CONSERVAÇÃO E REÚSO COMO INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM ÁREAS DE ESTRESSE HÍDRICO

AS TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE TRATAMENTO E DE CERTIFICAÇÃO DISPONÍVEIS PERMITEM, COM SEGURANÇA, PRODUZIR ÁGUA DE REÚSO PARA FINS INDUSTRIAIS E PARA FINS POTÁVEIS.

PROMOVER O REÚSO DE ÁGUA E ESTABELECE CRITÉRIOS PARA SUBSIDIAR A PRÁTICA DE REÚSO DE ÁGUA

## SEGURANÇA SANITÁRIA

ESTABELECEER NORMAS REALÍSTAS ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES LOCAIS

COMPLEMENTAR A FILTRAÇÃO COM SISTEMAS AVANÇADOS DE TRATAMENTO

ELIMINAR A RECICLAGEM DE ÁGUAS DE LAVAGEM DE FILTROS

ELIMINAR A PRÁTICA DE DISTRIBUIÇÃO INTERMITENTE DE ÁGUA



**CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REÚSO DE ÁGUA - CIRRA  
INTERNATIONAL REFERENCE CENTER ON WATER REUSE - IRCWR**

**[ivanhes@usp.br](mailto:ivanhes@usp.br)**

**[cirra@usp.br](mailto:cirra@usp.br)**

**[www.usp.br/cirra](http://www.usp.br/cirra)**