

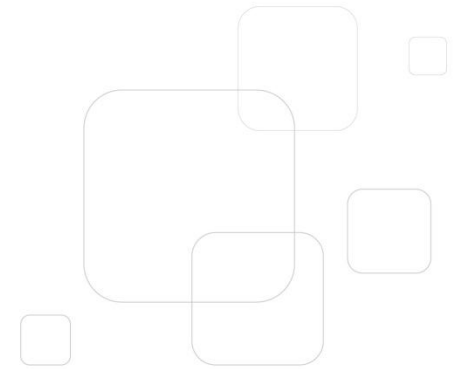
**Nº 177310**

**Avaliação microbiológica do ar e contagem de partículas microbianas no transporte público no âmbito do enfrentamento do COVID-19**

**Patricia Léo**  
**Henrique Moreira Simon**  
**Antônio Fernando Montemor**  
**Maria Filomena de Andrade Rodrigues**

*Palestra apresentada no WORKSHOP  
TRM TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E  
METROLÓGICAS, 4., 2021., São Paulo.  
21 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



# **AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO AR E CONTAGEM DE PARTÍCULAS MICROBIANAS NO TRANSPORTE PÚBLICO NO ÂMBITO DO ENFRENTAMENTO DA COVID-19**

LBI-Bionano

**Patricia Léo**

Henrique M. Simon

Antônio F. Montemor

Maria Filomena A. Rodrigues

**19 de abril de 2021**

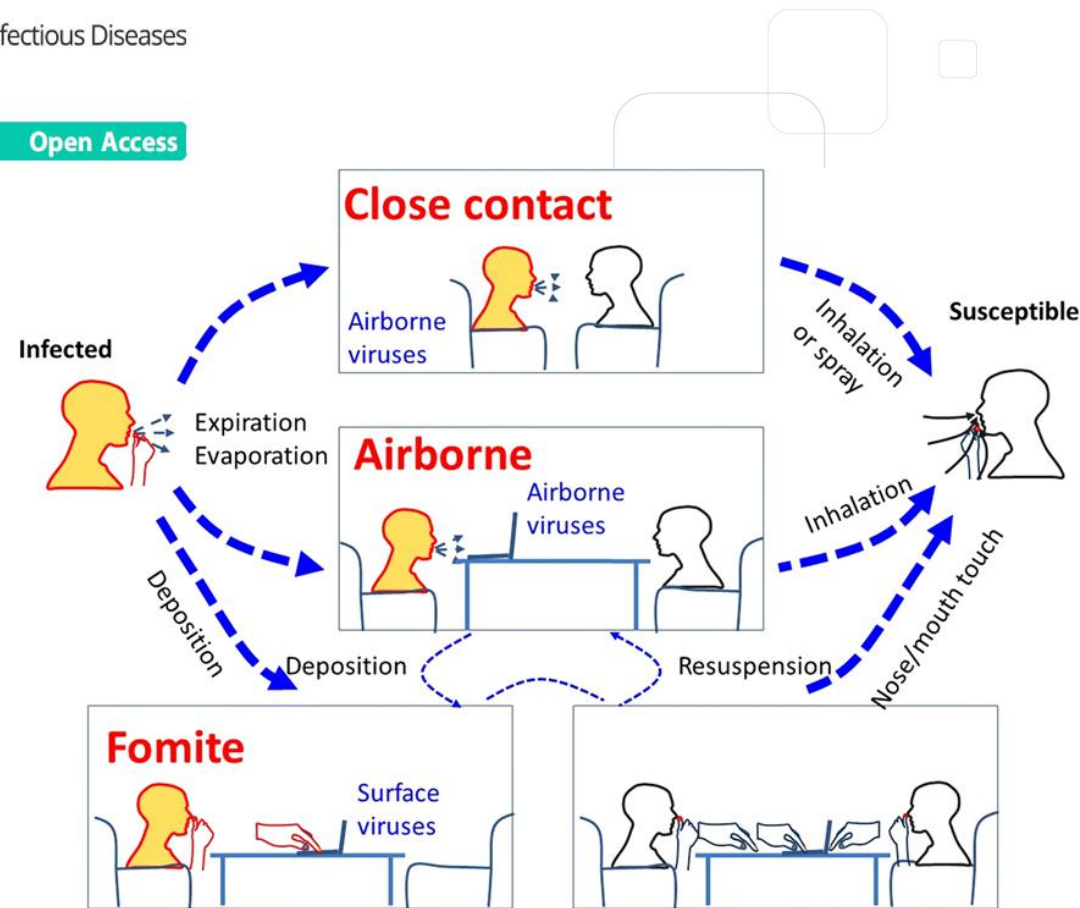
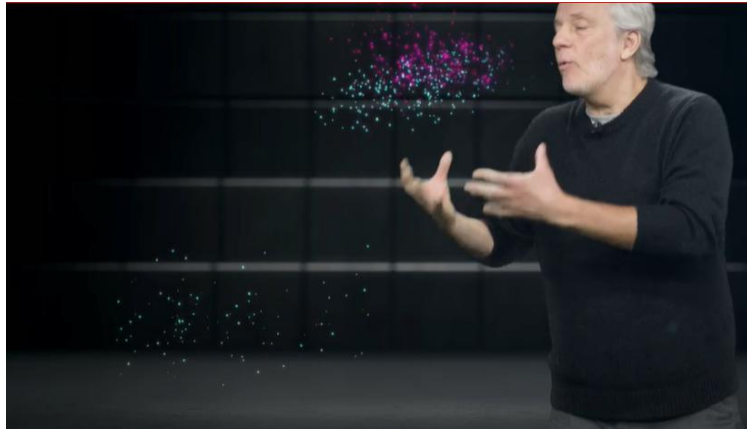
REVIEW

Open Access

# Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary

Raymond Tellier<sup>1</sup>, Yuguo Li<sup>2</sup>, Benjamin J. Cowling<sup>3</sup> and Julian W. Tang<sup>4,5\*</sup>

## Aerossóis < 5 – 10 μm



A carga viral necessária para iniciar a doença é ~ 1000 partículas virais (pv).

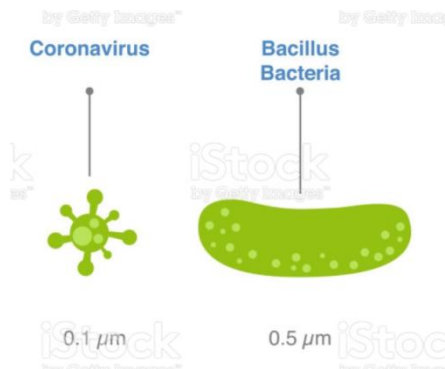
1. Respiração: ~ 20 pv / minuto
2. Fala: ~ 200 pv / minuto
3. Tosse/Espirro: ~ 200 milhões ( $2 \times 10^8$ ) de pv (o suficiente pode permanecer no ar por horas em um ambiente mal ventilado)

## Simultaneous monitoring of SARS-CoV-2, bacteria, and fungi in indoor air of hospital: a study on Hajar Hospital in Shahrekord, Iran

Sara Hemati<sup>1</sup> · Gholam Reza Mobini<sup>2</sup> · Mohsen Heidari<sup>3</sup> · Fereidoun Rahmani<sup>4</sup> · Akbar Soleymani Babadi<sup>5</sup> · Marzieh Farhadkhani<sup>6</sup> · Heshmatollah Nourmoradi<sup>7,8</sup> · Ahmad Raeisi<sup>9</sup> · Ali Ahmadi<sup>10</sup> · Abbas Khodabakhshi<sup>1</sup> · Mehraban Sadeghi<sup>1</sup> · Milad Bagheri<sup>1</sup> · Majid Validi<sup>11</sup> · Simin Taghipour<sup>12</sup> · Fazel Mohammadi-Moghadam<sup>1</sup>

The significant correlation of airborne bacterial levels and SARS-CoV-2 in various wards of hospital implies that the **bacterial contamination** of indoor air can be considered as a **surrogate** for the presence of SARS-CoV-2.

Substituto/Indicador



# PADRÕES REFERENCIAIS

Padrões Referenciais de Qualidade do **Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo.**

**1 - O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser  $\leq 750$  ufc/m<sup>3</sup> de fungos, para a relação I/E  $\leq 1,5$ , onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.**

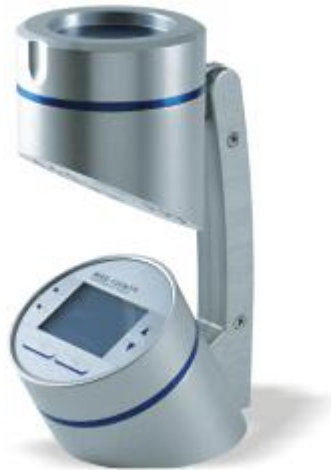
1.1 - Quando o VMR for ultrapassado ou a **relação I/E for  $> 1,5$** , é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva.

1.2 - É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.

**RESOLUÇÃO-RE 176** da Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA de 24 de outubro de 2000 - Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior e a RESOLUÇÃO-RE Nº 09, DE 16 DE JANEIRO DE 2003 (Publicada no DOU nº14, de 20 de janeiro de 2003), sendo esta última uma revisão da RE/ANVISA nº 176.

# Análise Microbiológica do Ar

## Amostrador MAS-100®



Meios de cultura

TSA: Bactérias Totais

PDA/SABOURAUD : Bolores e Leveduras (fungos)

## Propriedades

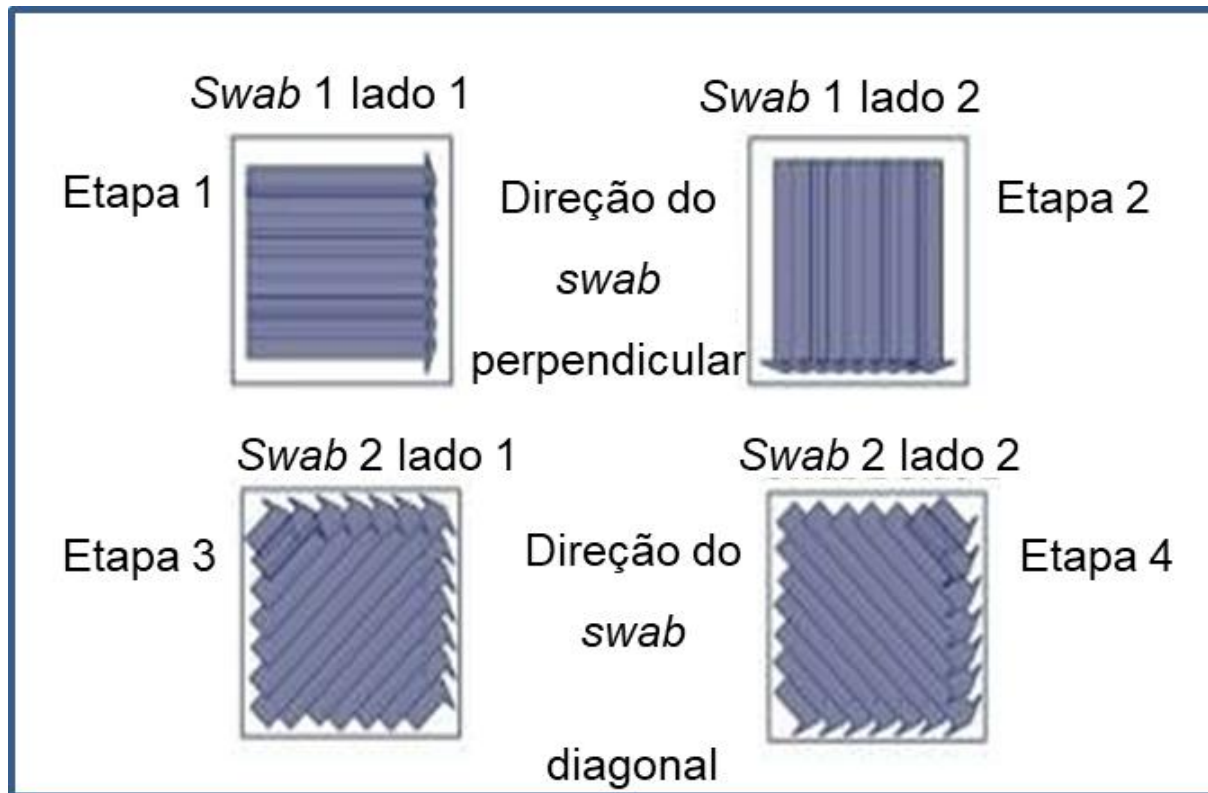
Agency/Method	according to ISO 14698
feature	model (portable)
packaging	pkg of 1 kit
mfr. no.	MAS-100 NT MAS-100 NT MAS-100 Iso MH MAS-100 Iso MH
application(s)	air monitoring: suitable (active microbial)
weight	2.3 kg (including perforated lid)
Featured Industry	Cosmetics Food and Beverages Pharmaceutical
storage conditions	No declaration

## Application

The MAS-100 NT® air sampler is used for microbial monitoring of ambient air in controlled environments up to ISO 5 cleanrooms. Microbial air sampling devices are extensively used in Pharmaceutical and Personal care industries as well as Food, Beverage and Environmental applications. Additionally, a regulation for compounding pharmacies, USP797, that requires active air sampling in the level 5 and above areas.

# Análise Microbiológica Superfícies

**Figura 1:** Esquema ilustrativo da técnica de *swab* para coleta de amostra de superfície para verificação da presença de bactérias aeróbias totais, bolores e leveduras, após incubação em meio nutritivo apropriado.



## Ônibus parado/ estacionado - IPT

**Condição 1** – Ônibus com ar condicionado desligado

**Condição 2** – Ônibus com ar condicionado ligado no **ponto 1**  
(recirculação de ar interno para manutenção de temperatura)

**Condição 3** – Ônibus com ar condicionado ligado no ponto 2  
(recirculação de ar mais intensa, usada para dias muito quentes)

## Ônibus em trânsito/passageiros

**Condição 2** – Ônibus com ar condicionado ligado no **ponto 1**  
(recirculação de ar interno para manutenção de temperatura)



**Tabela 1** - Descrição dos pontos amostrados para coleta de ar interno.

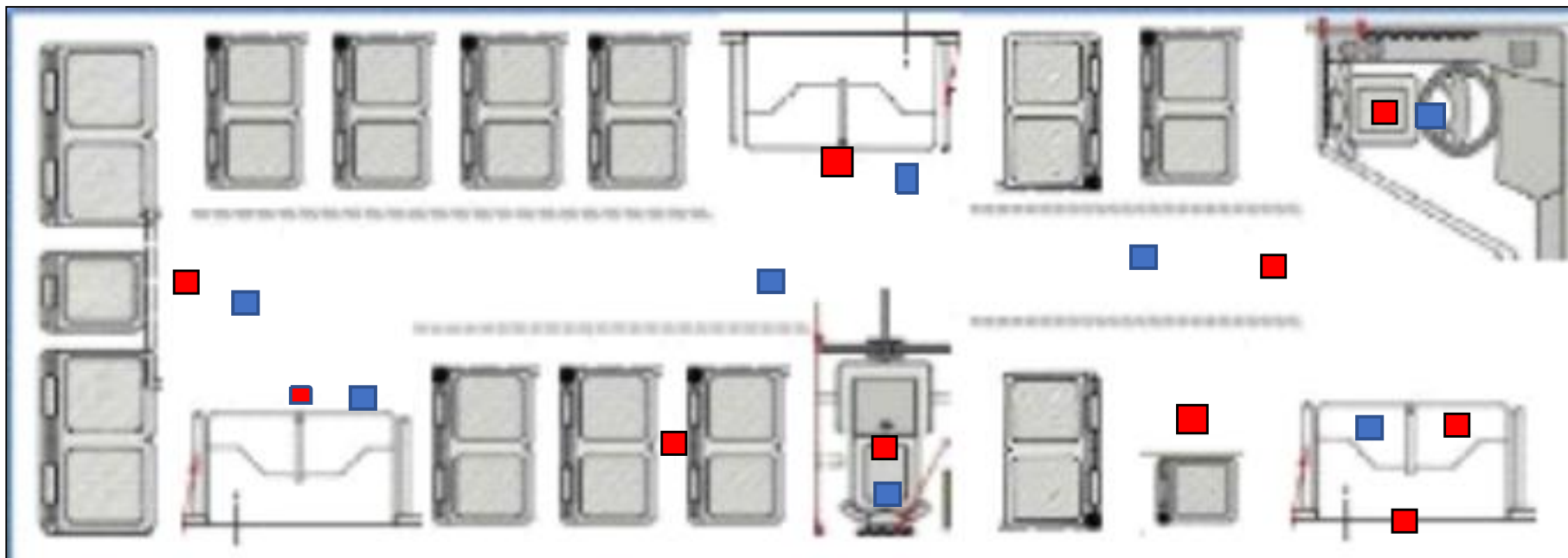
<b>Pontos amostrados antes da reposição de ar (Condição 1)</b>	<b>Pontos amostrados durante a reposição de ar (posição 1 ) (Condição 2)</b>	<b>Pontos amostrados durante a reposição de ar (posição 2 ) (Condição 3)</b>
Externo com a porta aberta	Externo com a porta aberta	Ponto externo
Região do motorista (altura da cabeça)	Região do motorista (altura da cabeça)	Região do motorista (altura da cabeça)
Cortina de ar da porta	Cortina de ar da porta	Corredor (frente)
Corredor em pé (frente)	Corredor em pé (frente)	Porta do meio antes da catraca (lado direito)
Porta do meio (lado direito)	Porta do meio (lado direito)	Região do cobrador (altura da cabeça)
Região do cobrador (altura da cabeça)	Região do cobrador (altura da cabeça)	Porta após a catraca (lado direito)
Porta após a catraca (lado direito)	Porta após a catraca (lado direito)	Fundo do corredor
Assento do meio (lado esquerdo)	Assento do meio (lado esquerdo)	Porta do fundo
Fundo do corredor	Fundo do corredor	Banco do fundo
Porta do fundo	Porta do fundo	

**Tabela 2** - Descrição dos pontos amostrados para coleta pelo método de *swab*.

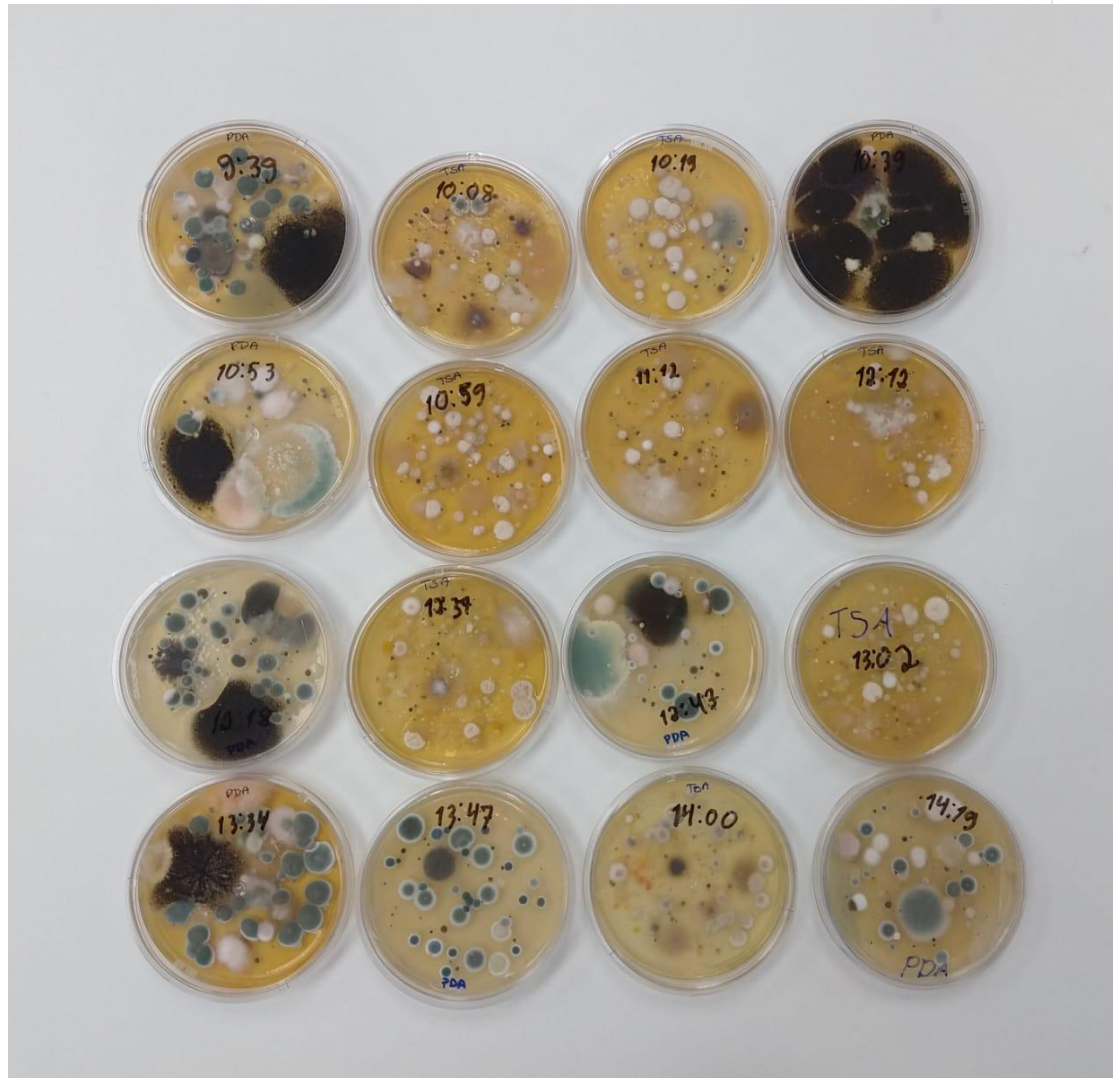
<b>Pontos amostrados antes da reposição de ar</b>	<b>Pontos amostrados antes da reposição de ar</b>	<b>Pontos amostrados antes da reposição de ar</b>
<b>Condição 1</b>	<b>Condição 2</b>	<b>Condição 3</b>
Cortina de ar da porta	Cortina de ar da porta	Cortina de ar da porta
Grade de ventilação – porta da frente	Grade de ventilação – porta da frente	Grade de ventilação – assento do motorista
Grade de ventilação – assento do motorista	Grade de ventilação – corredor antes da catraca	Grade de ventilação – corredor da frente
Grade de ventilação – corredor antes da catraca	Grade de ventilação – porta do meio	Grade de ventilação – assento da catraca
Grade de ventilação – porta do meio	Grade de ventilação – corredor após catraca	Grade de ventilação – corredor após catraca
Grade de ventilação – parte final do corredor	Grade de ventilação – parte final do corredor	Grade de ventilação – parte final do corredor
	Grade de ventilação – porta do fundo	

## Ônibus parado

**Figura 2:** Esquema representativo do ônibus indicando os pontos amostrais em vermelho para amostras de ar e em azul para os pontos dos *swabs*.



# UNIDADE FORMADORA DE COLÔNIA UFC/m<sup>3</sup> (volume de ar coletado)

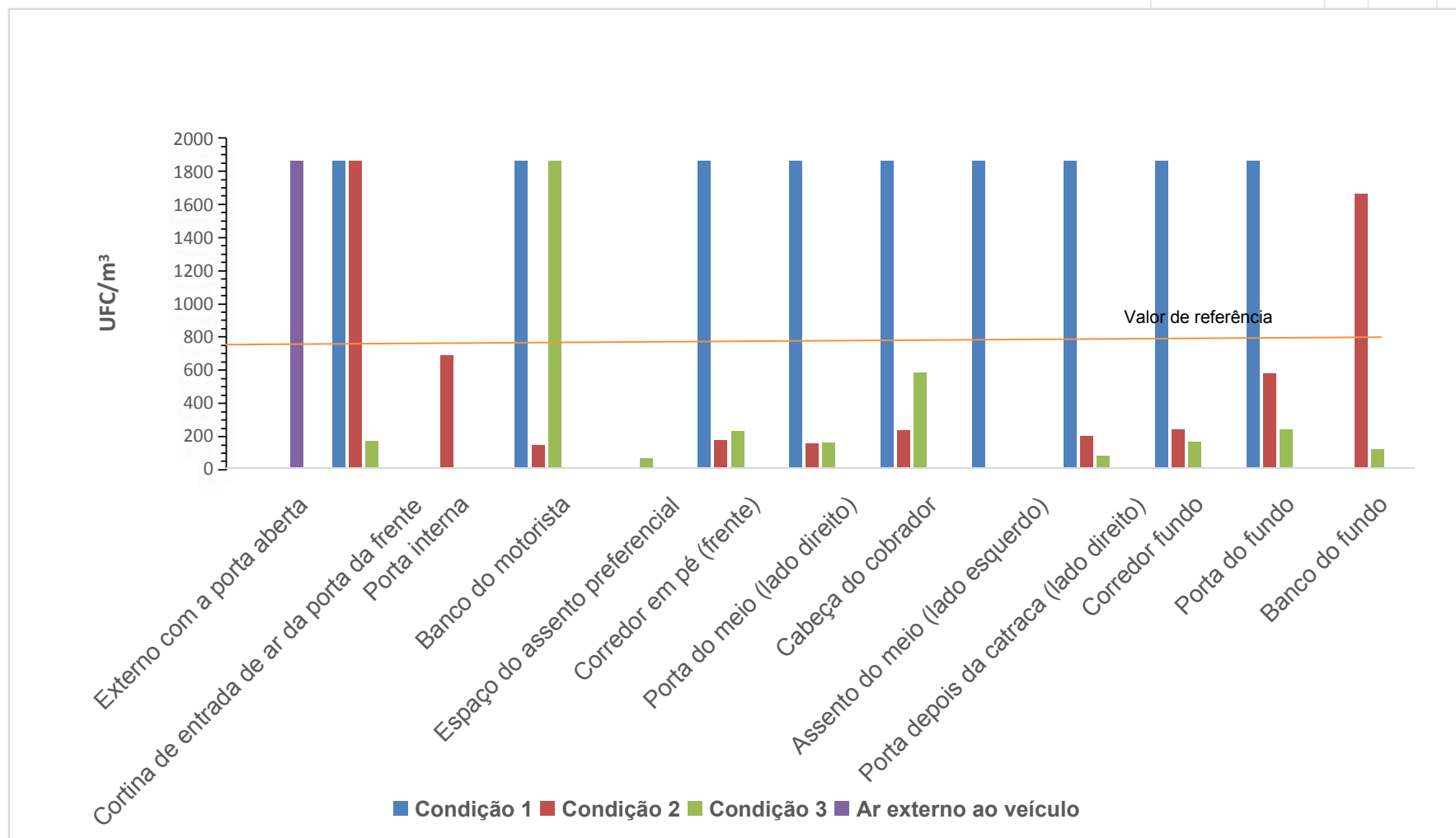


**Tabela 3:** Contagem microbiana (UFC/m<sup>3</sup>), temperatura T(°C) e umidade relativa (UM) das amostras de ar coletadas antes e durante reposição de ar no ônibus, após os tempos de incubação para bolores e levedura em meio PDA (120h) e bactérias aeróbias totais em meio TSA (48h).

Nome do ponto	UFC/m <sup>3</sup> e valores de Temp. e Umidade relativa antes da reposição de ar Condição 1				Nome do ponto	UFC/m <sup>3</sup> e valores de Temp. e Umidade relativa durante a reposição de ar Condição 2				Nome do ponto	UFC/m <sup>3</sup> e valores de Temp. e Umidade relativa durante a reposição de ar Condição 3			
	Meios de cultura		Ambiente			Meios de cultura		Ambiente			Meios de cultura		Ambiente	
	TSA (bactérias totais)	PDA (bolores e leveduras)	T (°C)	UM		TSA (bactérias totais)	PDA (bolores e leveduras)	T (°C)	UM		TSA (bactérias totais)	PDA (bolores e leveduras)	T (°C)	UM
Externo com a porta aberta	1862	1862	24,7	39	Externo com a porta aberta	277	1103	24,3	43,4	Ponto externo	264	164	25,8	29,9
Região do motorista (altura da cabeça)	805	1862	30,5	31,9	Região do motorista (altura da cabeça)	296	140	23,3	43,8	Região do motorista (altura da cabeça)	297	1862	23,9	28,5
Cortina de ar da porta	557	1862	33,6	30,2	Cortina de ar da porta	592	1968	20,7	52,1	Corredor em pé (frente)	125	226	22,4	29,8
Corredor em pé (frente)	587	1024	35,4	26,9	Corredor em pé (frente)	185	171	22,2	42,8	Porta do meio (lado direito)	112	155	21,7	35,6
Porta do meio (lado direito)	371	1024	37,9	23,3	Porta do meio (lado direito)	102	150	22,2	36,2	Região do cobrador (altura da cabeça)	98	997	22	44,1
Região do cobrador (altura da cabeça)	312	1024	37,2	20,6	Região do cobrador (altura da cabeça)	171	229	22,2	36,2	Porta após a catraca (lado direito)	86	76	21,9	35,6
Porta após a catraca (lado direito)	606	1024	35,7	22,3	Porta após a catraca (lado direito)	87	195	23,5	39,6	Banco do fundo	48	116	23,8	36,2
Assento do meio (lado esquerdo)	606	1024	34,5	30,2	Fundo do corredor	115	233	22	29,9	Fundo do corredor	86	234	21,3	55
Fundo do corredor	444	1024	33,7	29,3	Porta do fundo	82	991	22,5	28,1	Porta do fundo	111	161	21,3	63,4
Porta do fundo	535	1024	32,5	24	Banco do fundo	121	164	23,8	30,7					

# Ônibus parado

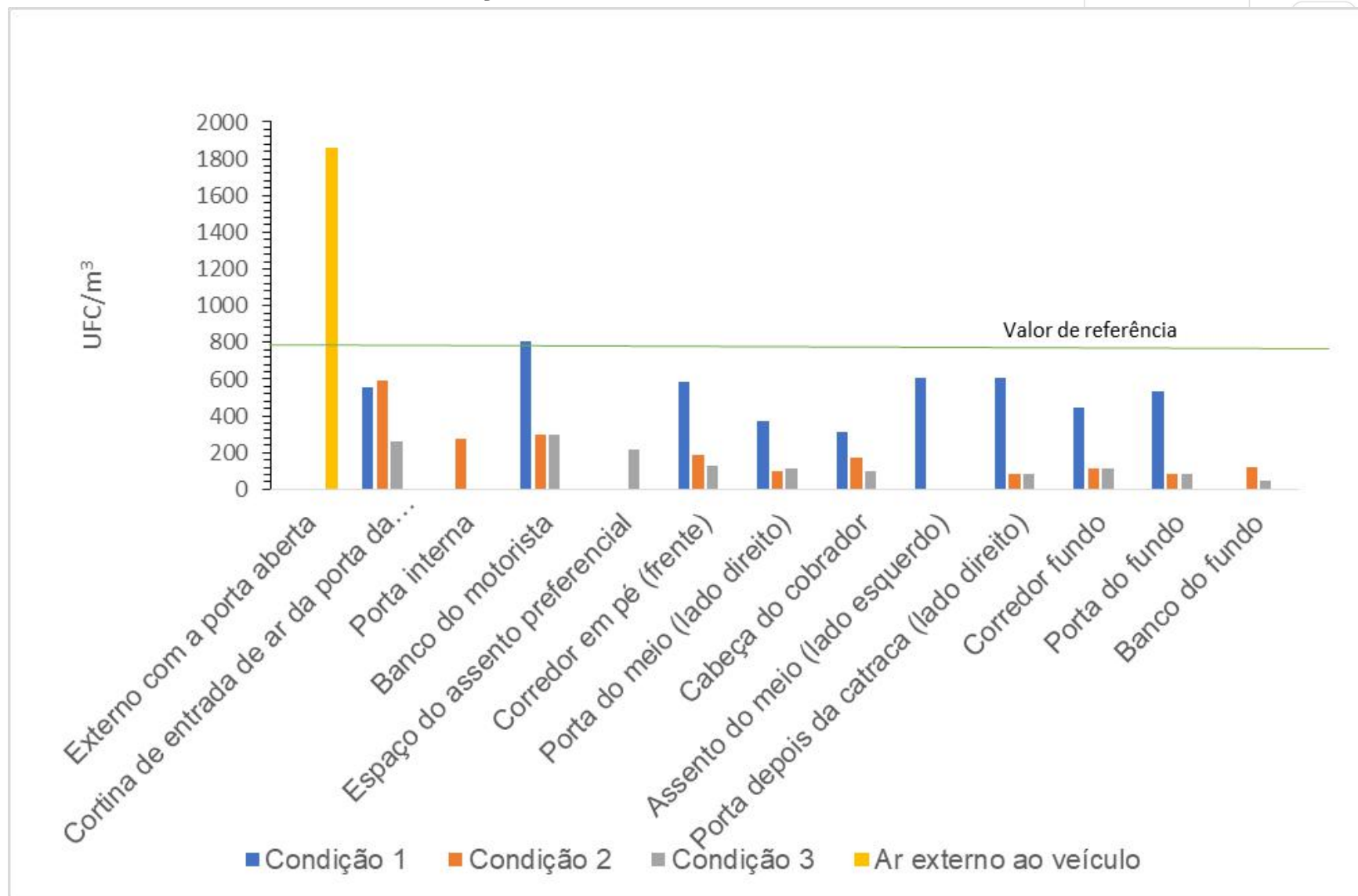
**Figura 3:** Comparação entre a contagem de bolores e leveduras, ambos em meio PDA após 120h de incubação nas três condições amostrais.



Nota: O Valor Máximo Recomendável para contaminação microbiológica deve ser  $< 750 \text{ UFC/m}^3$  de fungos, para a relação  $I/E < 1,5$ , onde  $I$  é a quantidade de fungos no ambiente interior e  $E$  é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

## Ônibus parado

**Figura 4:** Comparação entre as contagens de bactérias totais (meio TSA) após 48h de cultivo nas três condições amostrais.



# Ônibus parado

**Tabela 4:** Contagem microbiana (UFC/placa) das amostras de *swab* coletadas antes e durante reposição de ar no ônibus.

Nome do ponto	UFC/placa antes da reposição de ar Condição 1		UFC/placa durante a reposição de ar Condição 2		UFC/placa durante a reposição de ar Condição 3	
	Meios de cultura		Meios de cultura		Meios de cultura	
	TSA (bactérias totais)	SAB (bolores e leveduras)	TSA (bactérias totais)	SAB (bolores e leveduras)	TSA (bactérias totais)	SAB (bolores e leveduras)
Cortina de Ar - Porta	#N/D	>300	NA	<10	<10	<10
Grade de Ventilação - Porta da frente	#N/D	>300	>300	#N/D	#N/D	#N/D
Grade de Ventilação - assento do motorista	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	>300	>300
Grade de ventilação - Corredor antes catraca	#N/D	>300	>300	>300	>300	>300
Grade de Ventilação - Porta do meio	#N/D	>300	>300	>300	#N/D	#N/D
Grade de ventilação - Parte final do corredor	#N/D	>300	>300	<10	<10	<10
Grade de Ventilação - Porta do fundo	#N/D	#N/D	<10	<10	#N/D	#N/D
Grade de ventilação - Corredor após catraca	#N/D	#N/D	#N/D	<10	<10	<10
Grade de ventilação - Assento da Catraca	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	>300	<10

UFC: Unidade Formadora de Colônias/placa – superfície amostrada de aproximadamente 20cm<sup>2</sup>

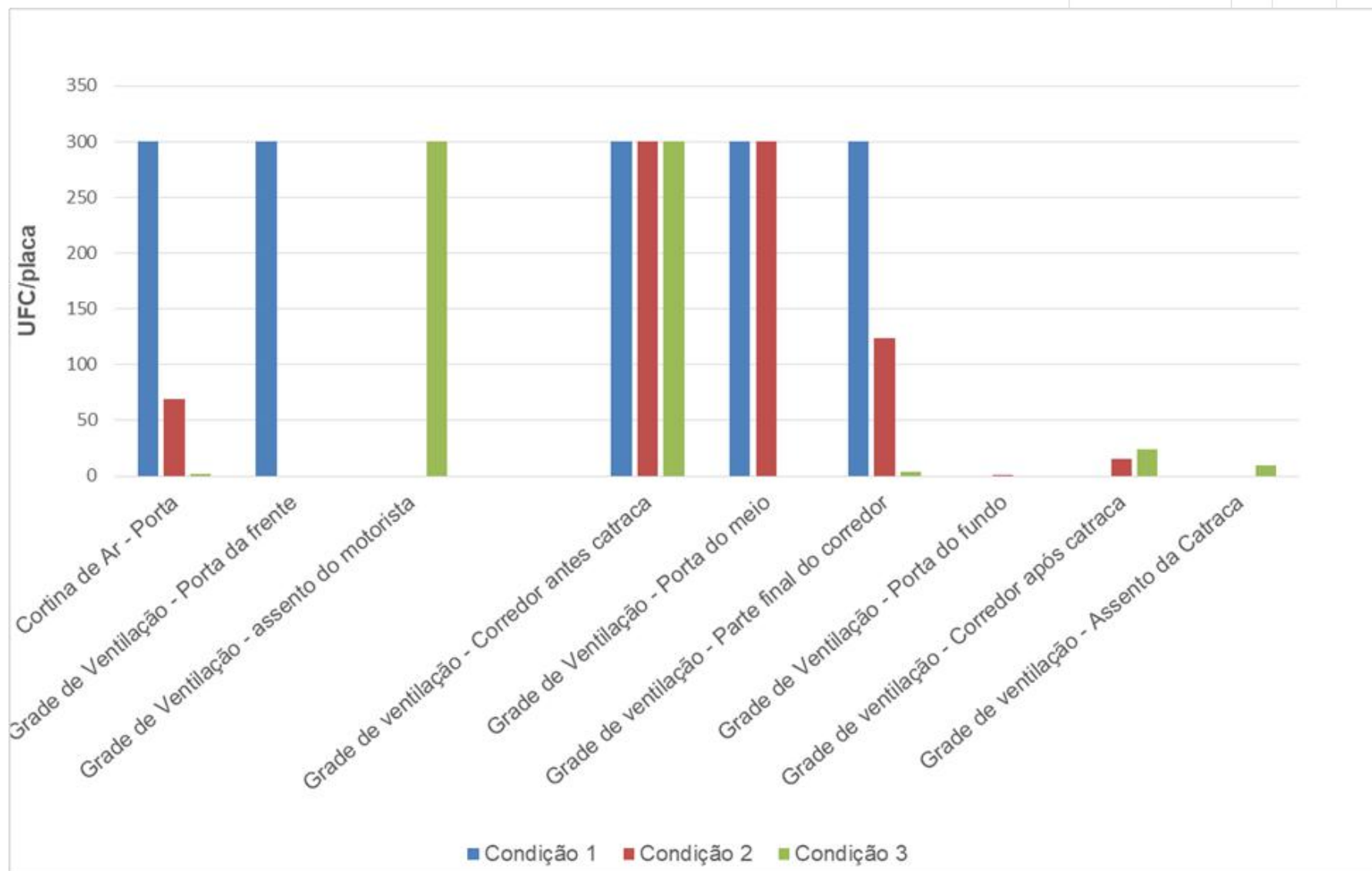
ND: Não detectado (não houve crescimento de microrganismo)

NA: Não amostrado



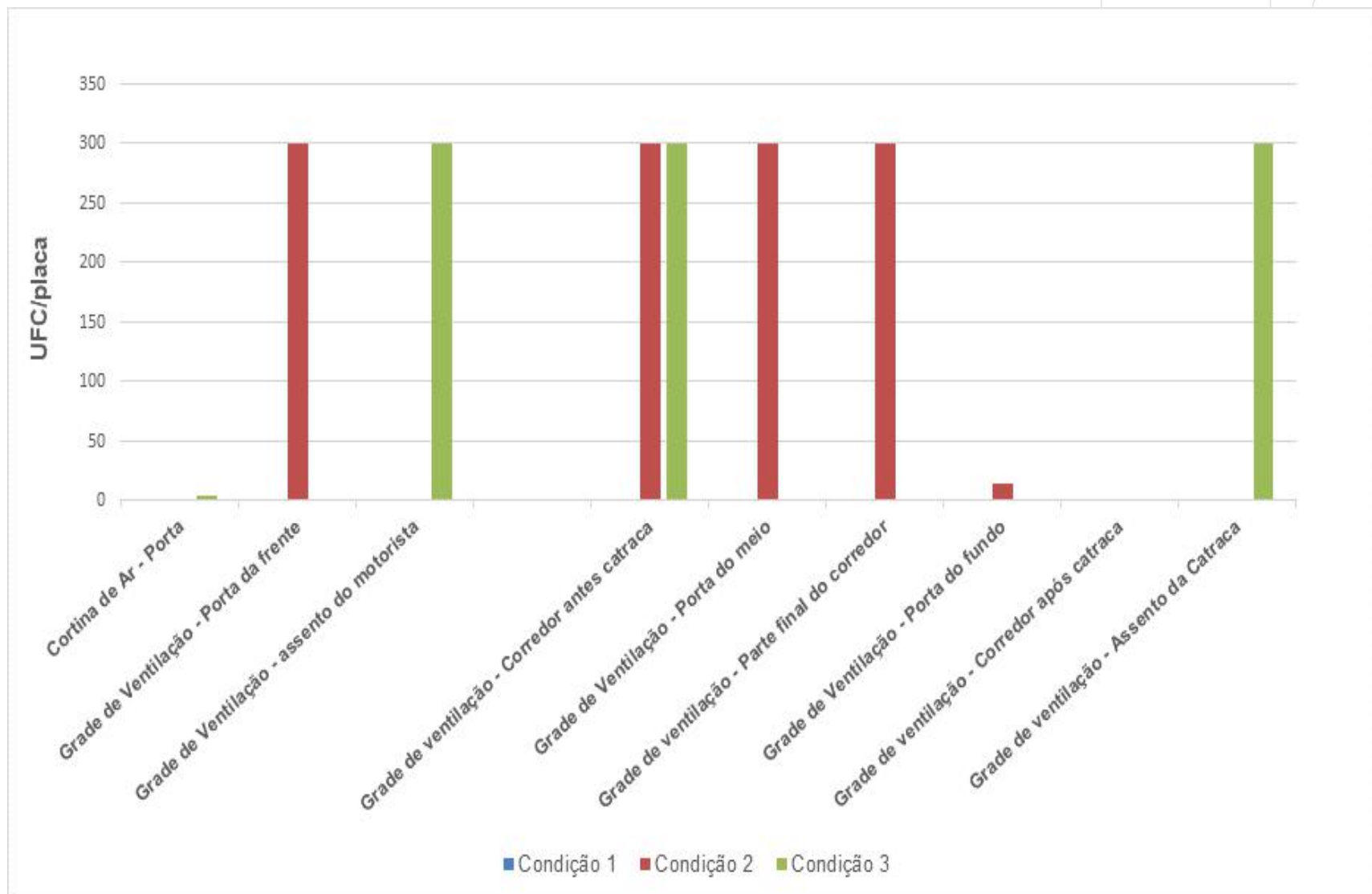
## Ônibus parado

**Figura 5:** Comparação entre as contagens microbianas de bolores e leveduras após 120h de incubação nas três condições amostradas pelo método de *swab*.



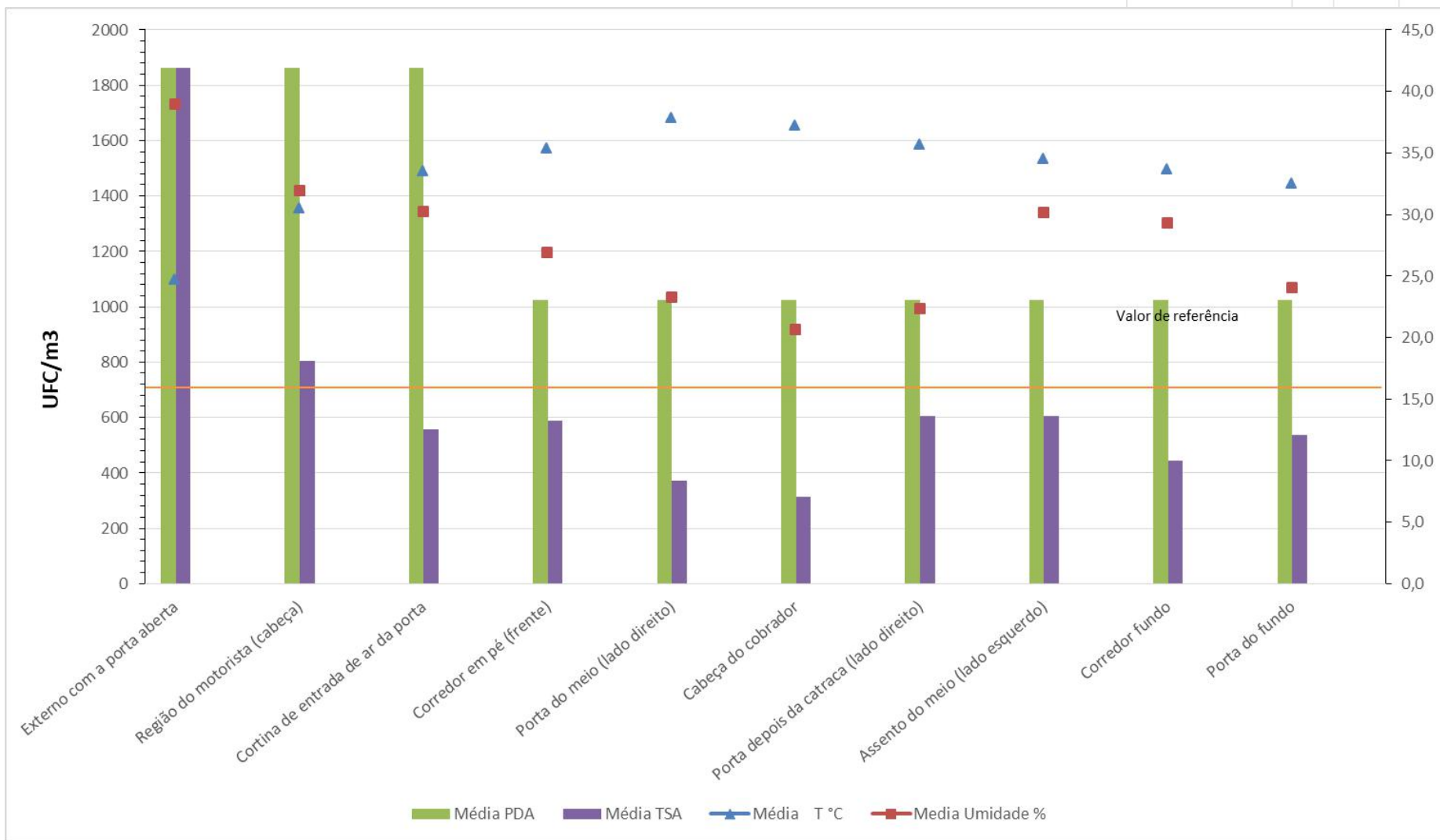
## Ônibus parado

**Figura 6:** Comparação entre as contagens microbianas de bactérias totais após 48h de incubação nas três condições amostradas pelo método de *swab*.



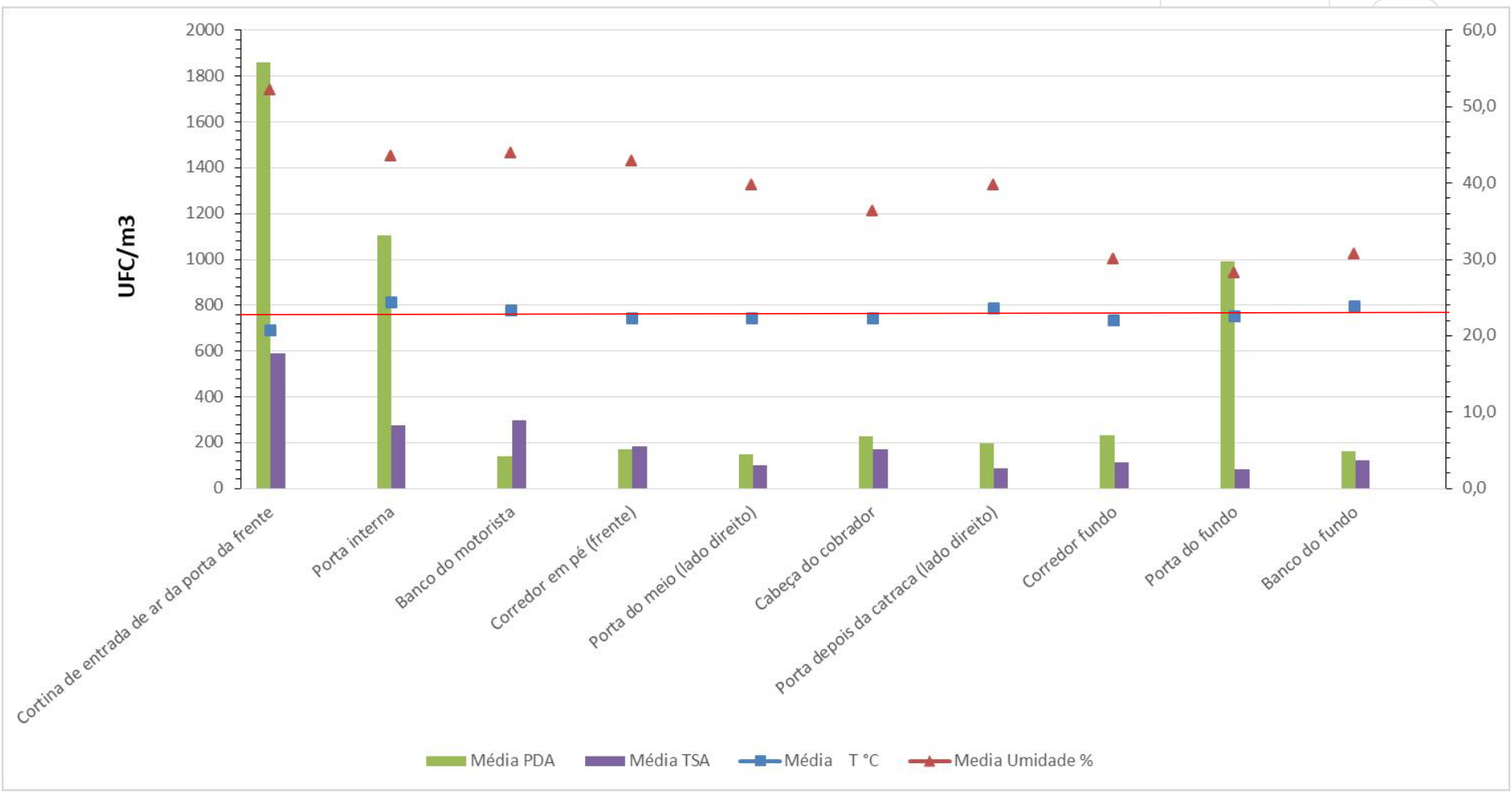
# Ônibus parado

## Condição 1



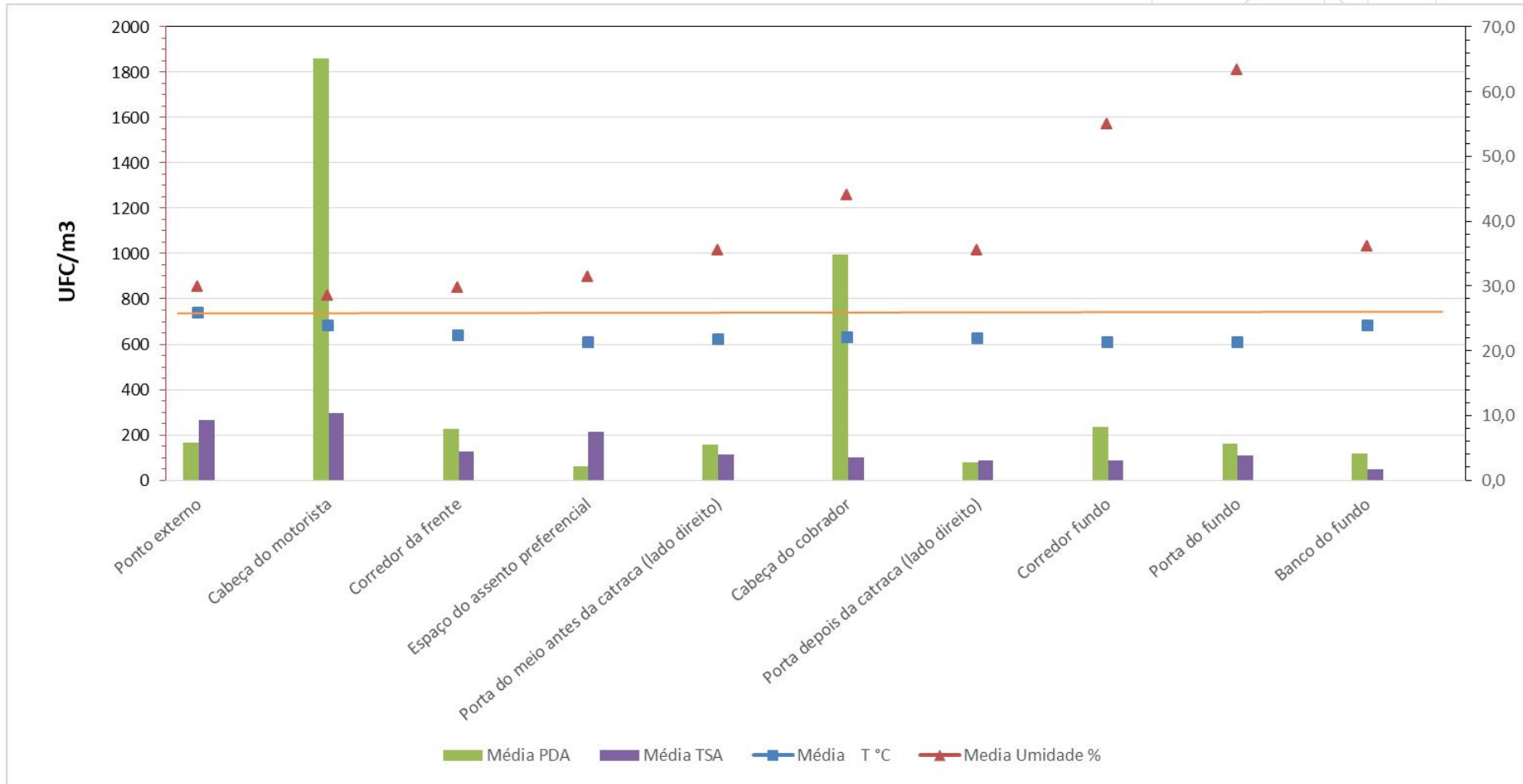
# Ônibus parado

## Condição 2



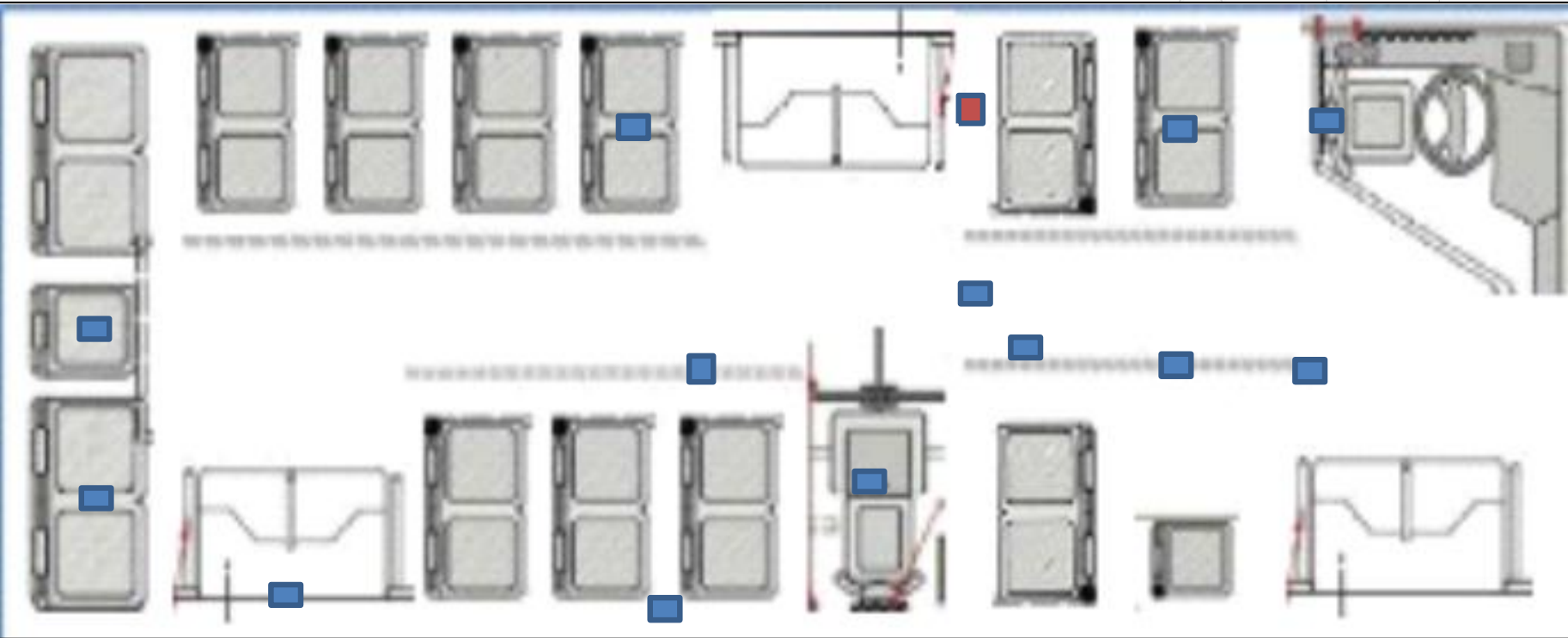
# Ônibus parado

## Condição 3



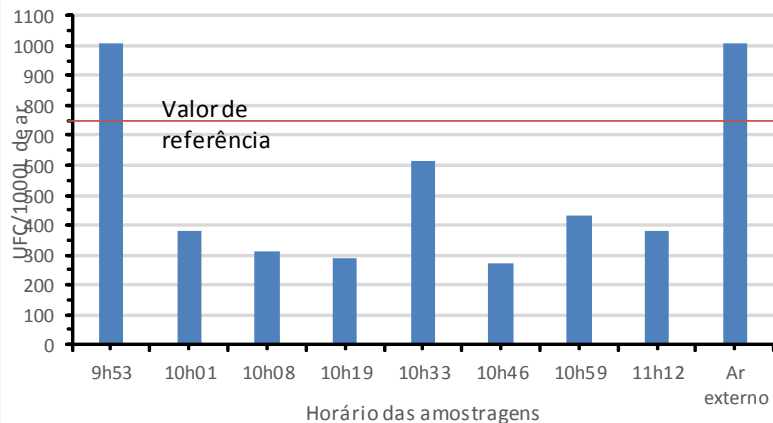
# Ônibus em trânsito

## Pontos de amostragem – ônibus em trânsito/com passageiros

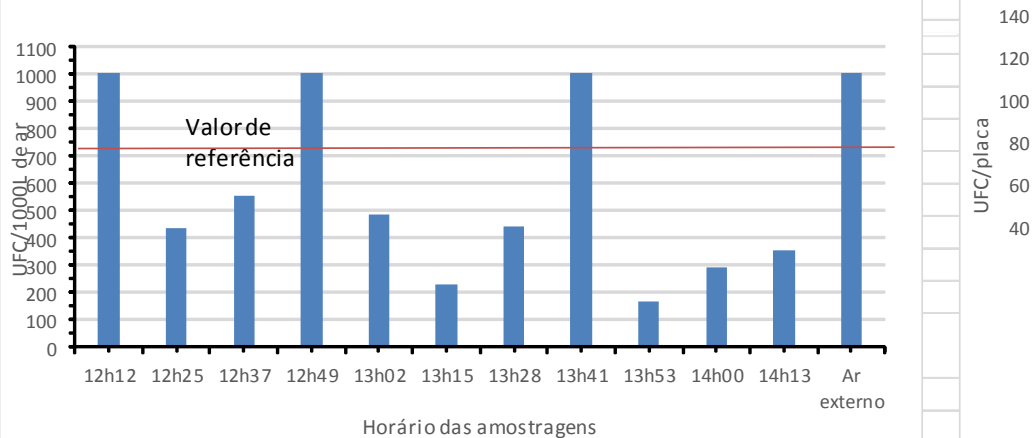


# Ônibus em trânsito

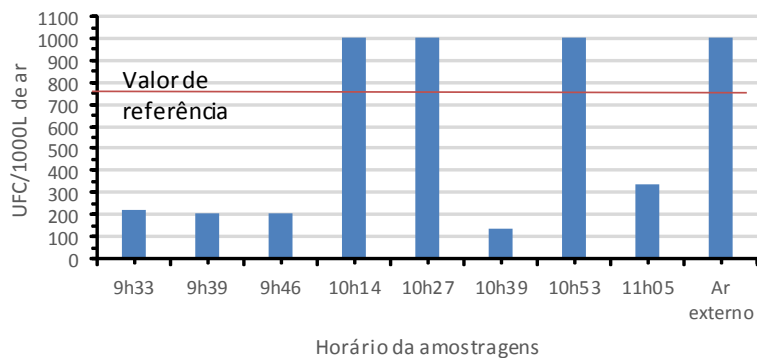
Numero de bactérias totais (UFC/m3) em meio TSA - Ida



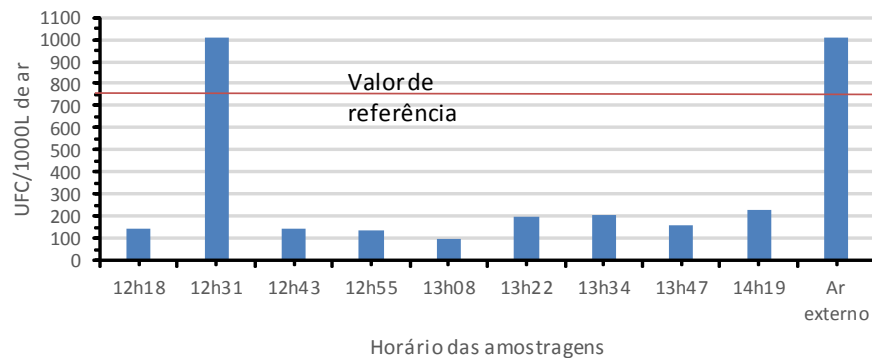
Numero de bactérias totais (UFC/m3) em meio TSA -Volta



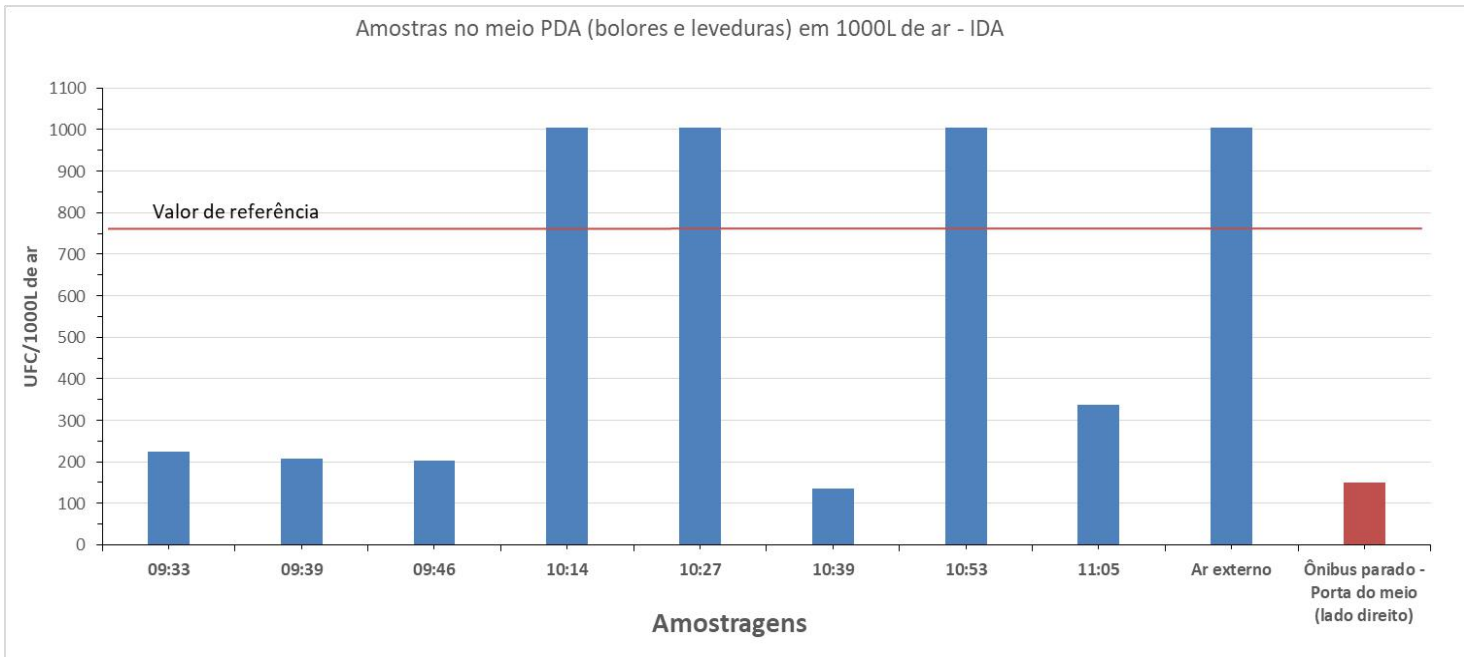
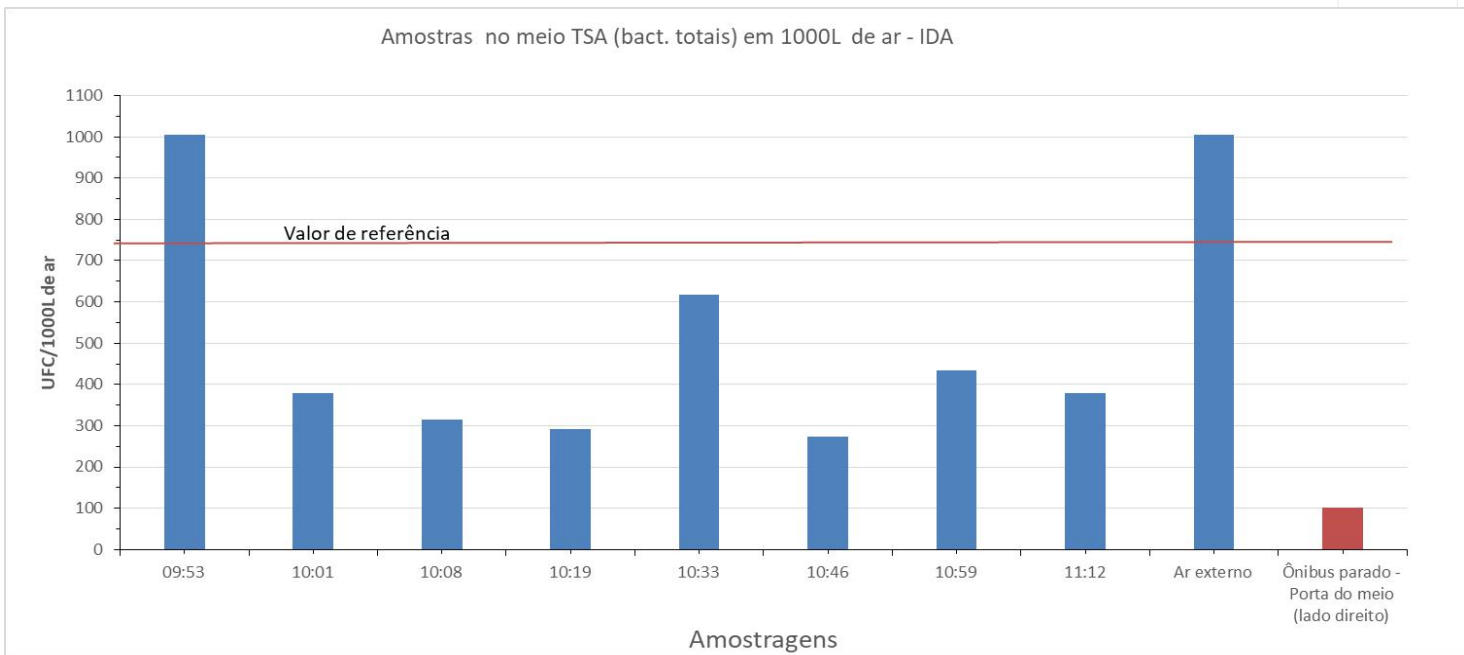
Numero de bolores e leveduras (UFC/m3) em meio PDA - Ida



Numero de bolores e leveduras (UFC/m3) em meio PDA -Volta



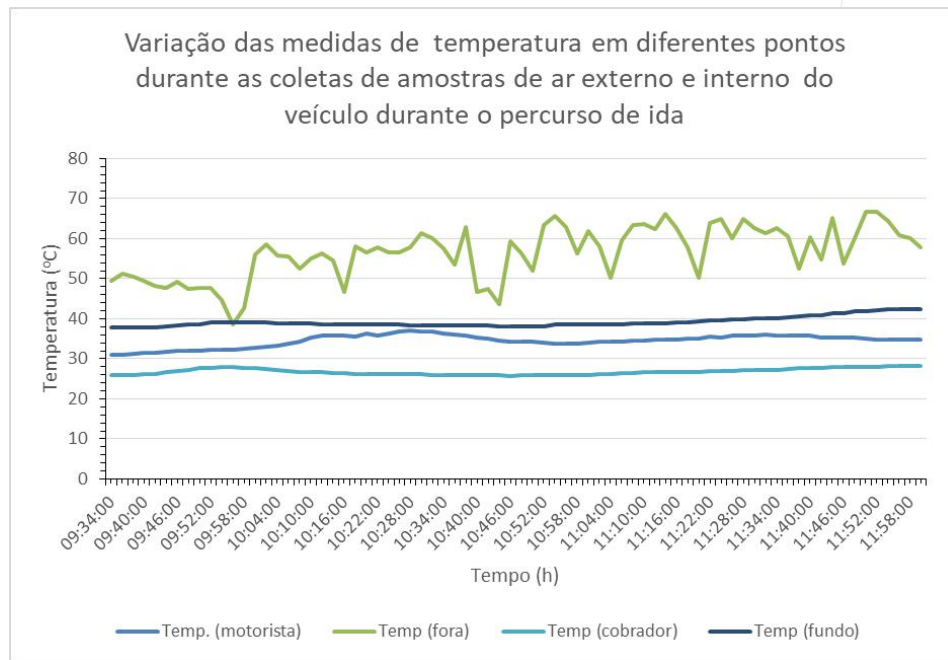
IDA





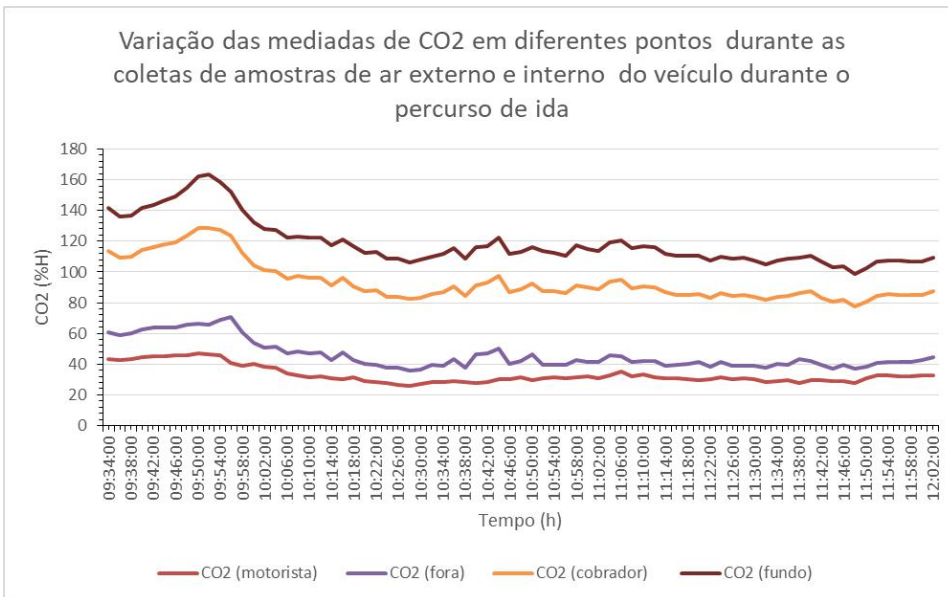
# Ônibus em trânsito

## Temperatura



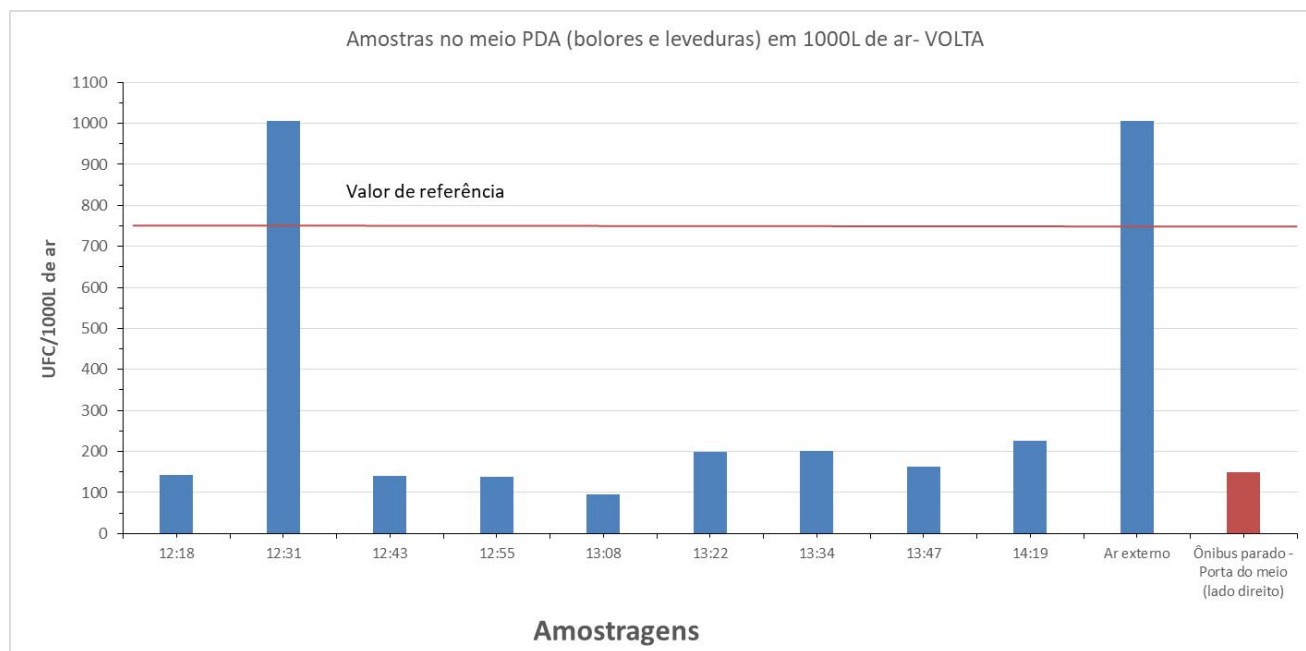
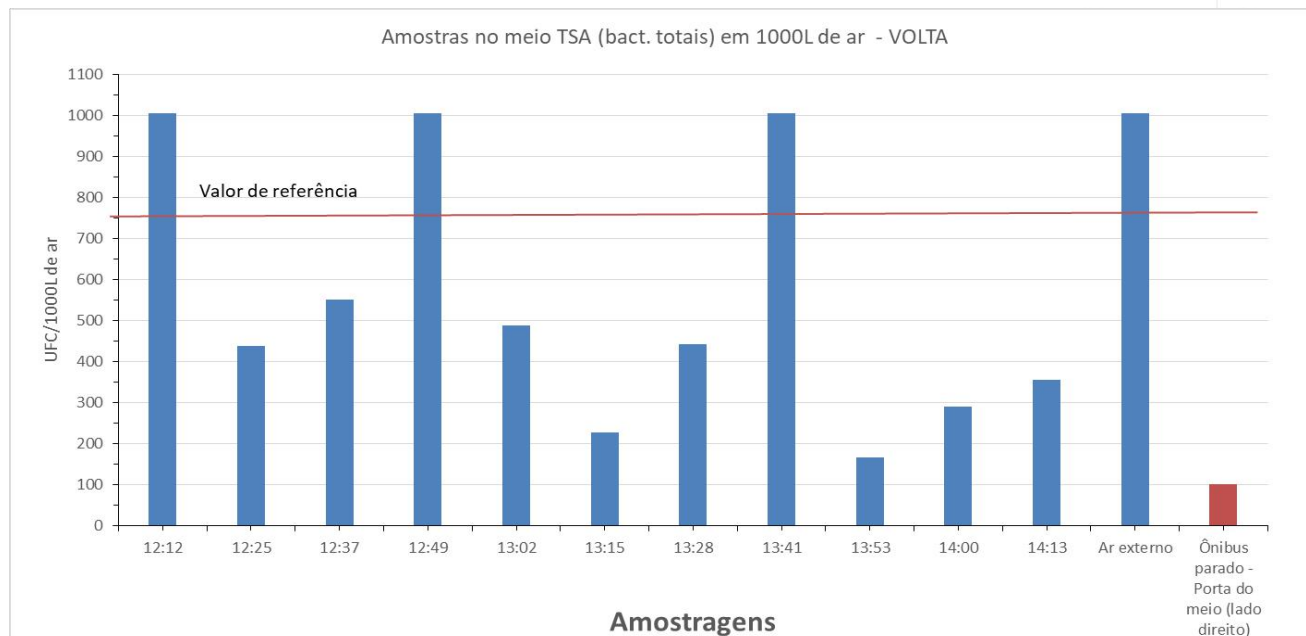
IDA

## CO2



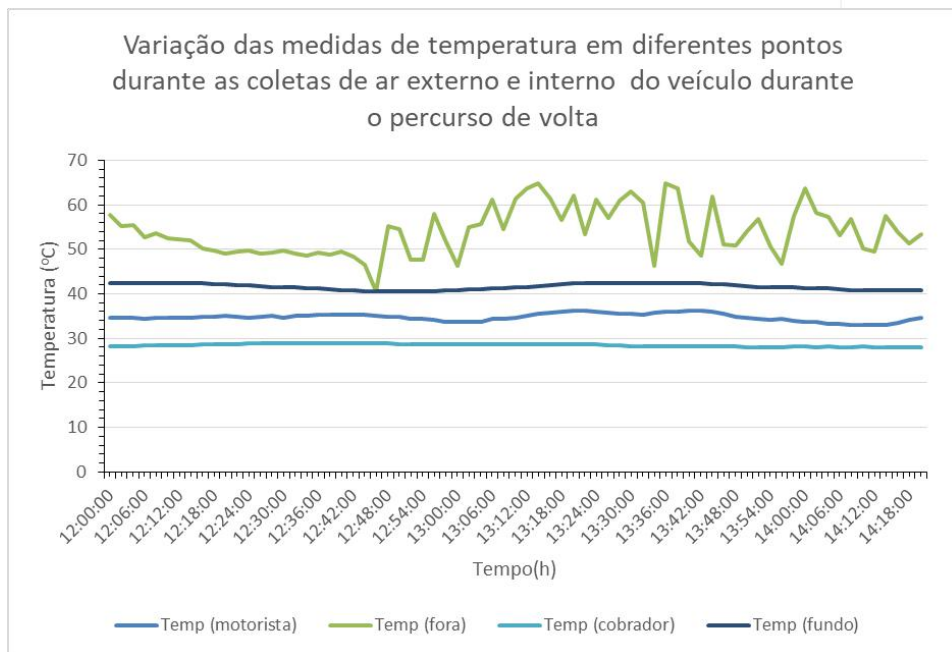
## Análises do ar

**VOLTA**



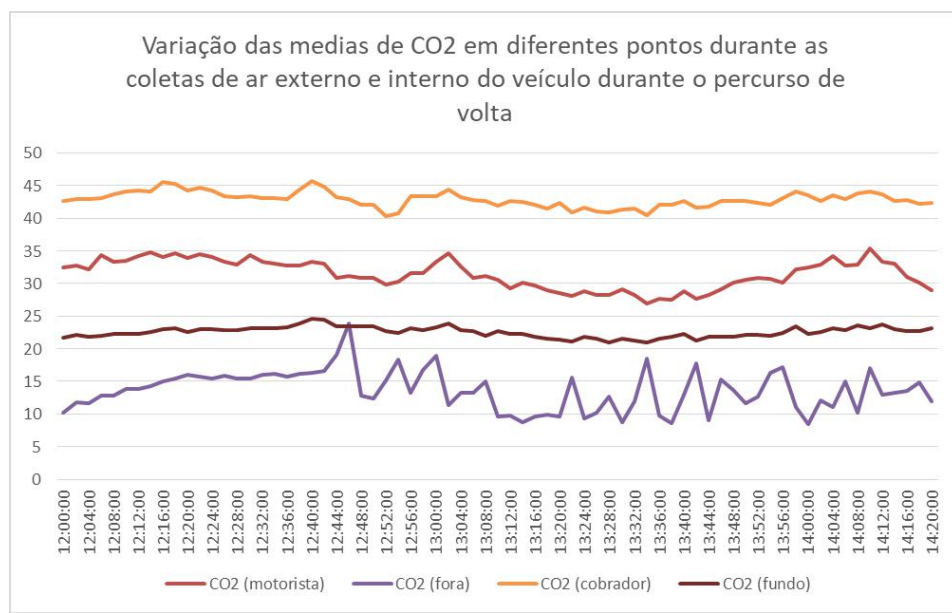
# Ônibus em trânsito

## Temperatura

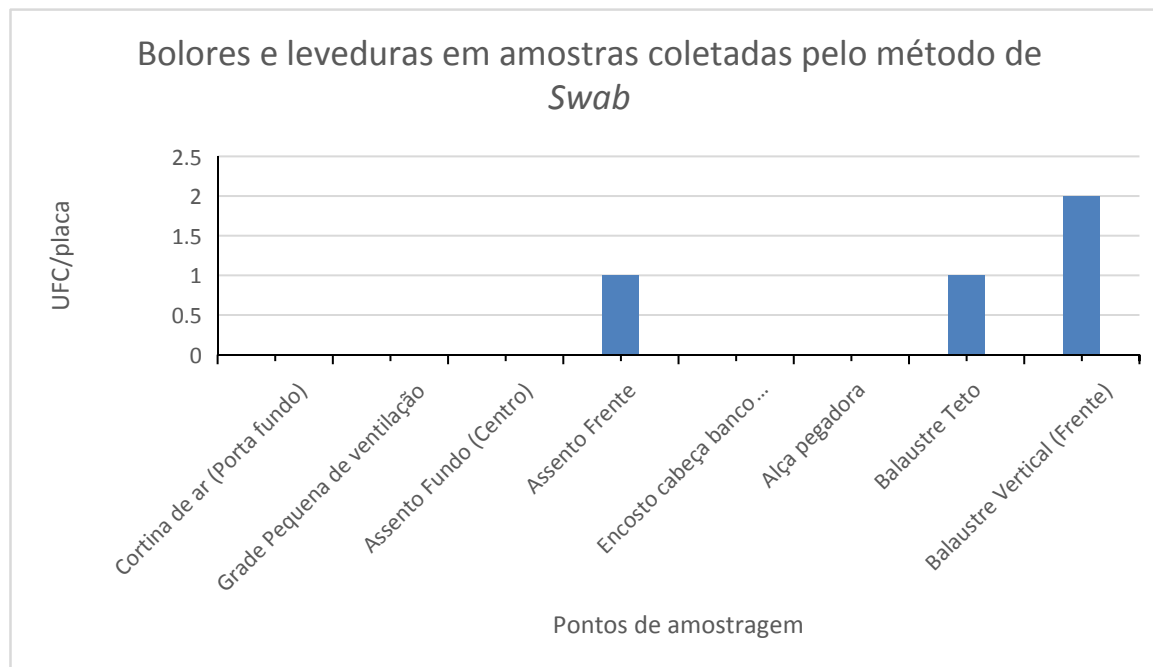
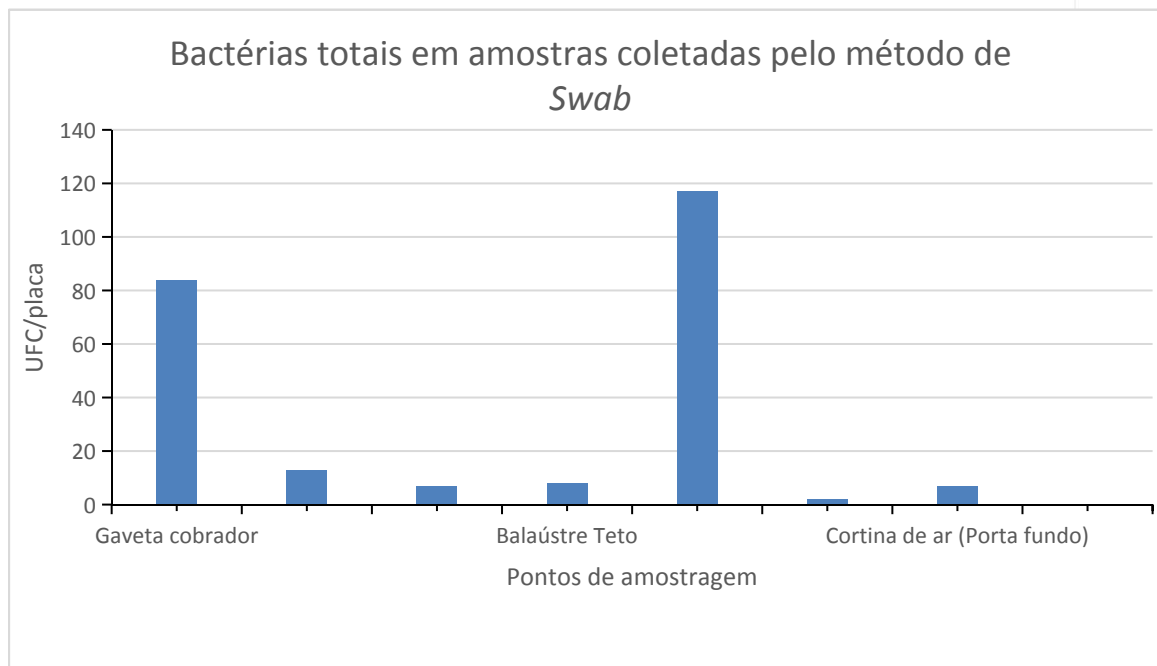


## VOLTA

## CO2



## Análises por Swab

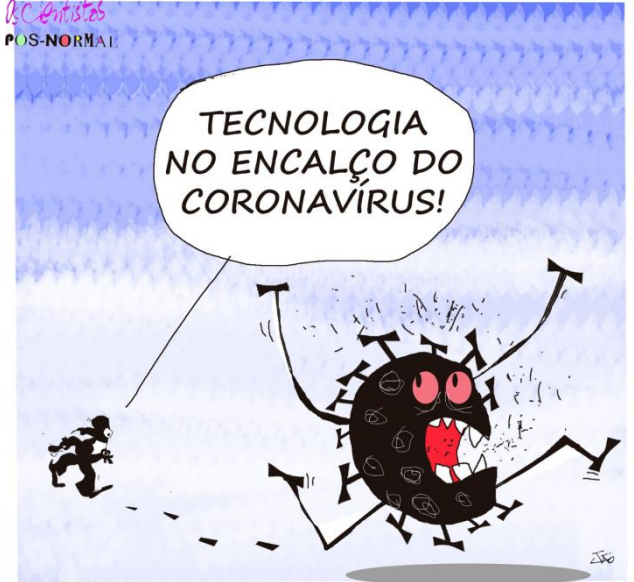


## Conclusões

- Nas condições ensaiadas, para o ônibus estacionado foi constatada a redução da população microbiana durante a circulação de ar no interior do ônibus com o sistema de ar condicionado ligado (condições 2 e 3)
- As amostras de ar interior na condição 1 (ônibus com ar desligado) apresentaram valores maiores que os de referência ( $>750$  UFC/m<sup>3</sup>) e para as condições 2 e 3 os valores de contagem microbiana alcançaram valores abaixo do valor de referência ( $<750$  UFC/m<sup>3</sup>).
- Nos testes realizados com a coleta de *swab* das grades de ventilação o número de microrganismos na condição 1 apresentou contagens superiores a 300 UFC/placa
- No ônibus em transito foram encontradas variações na população microbiana no ar, ao longo da viagem, inferiores a 750 UFC/m<sup>3</sup> na maioria das amostras



NÃO SOMOS  
BEM-VINDOS!



# Obrigada

patrileo@ipt.br