



## **Bioaerossóis e seus riscos à saúde ambiental em um *pet shop***

### **Rosimeire Aparecida da Silva Leal**

Mestre em Ciências Ambientais, UB, Fernandópolis, SP, Brasil  
rosileal10112012@gmail.com

### **Joelma Evelin Pereira Kume**

Mestre em Ciências Ambientais, UB, Fernandópolis, SP, Brasil  
joelma.evelin@gmail.com

### **Acacio Aparecido Navarrete**

Professor Doutor, UB, Fernandópolis, SP, Brasil  
acacio.navarrete@ub.edu.br

### **Dora Inés Kozusny-Andreani**

Professora Doutora, UB, Fernandópolis, SP, Brasil  
dora.andreani@ub.edu.br

### **Gisele Herbst Vazquez**

Professora Doutora, UB, Fernandópolis, SP, Brasil  
gisele.vazquez@ub.edu.br

## RESUMO

Pesquisas realizadas em *pet shops* apontam contaminação microbiológica do ar por meio da exposição de bioaerossóis. O objetivo deste estudo foi analisar a presença de microrganismos em bioaerossóis de um *pet shop* em Fernandópolis/SP. Nos dias 21, 23 e 25/11/2022 foram colhidas amostras do ar por meio da exposição de placas de Petri contendo meios de cultura abertas por 30 min a 1,5 m do assoalho, na parte central da sala de trabalho, antes, durante e depois dos procedimentos de banho, tosa e secagem de cães. As placas foram incubadas a 37°C por 24-48h para crescimento de bactérias e leveduras, sendo em seguida realizada a contagem de Unidades Formadoras de Colônia e sua identificação por métodos bioquímicos convencionais. Durante o banho e tosa dos animais, a comunidade microbiana do ar foi quantitativamente superior e qualitativamente diferente das do início e do final do procedimento, fato esse que se repetiu nos três dias de análises. Os resultados indicaram resistência de *Staphylococcus aureus* aos antibióticos Ceftazidina, Tobramicina, Penicilina, Oxacilina e Eritromicina superior a 80% e 100% sensível à Amicacina. Concluiu-se que os bioaerossóis do *pet shop* avaliado apresentam elevada contaminação por microrganismos (*Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus* sp, *Bacillus* sp e *Escherichia coli*) produzidos principalmente durante o banho, tosa e secagem de cães, o que eleva a preocupação quanto ao risco de transmissão de doenças por estes patógenos aos animais atendidos e aos humanos que estão no local e em contato direto com os bioaerossóis e com os equipamentos de trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microrganismos. Contaminação. Qualidade do ar. Clínica veterinária.

## 1 INTRODUÇÃO

Bioaerossóis ou contaminantes biológicos, são micropartículas suspensas no ar, compostas por microrganismos vivos, animais ou vegetais. Esses poluentes biológicos constituem-se de bactérias, vírus, fungos, parasitas, artrópodes, pólen, algas e ácaros ou substância deles derivadas, que invadem o corpo humano e animal por via aérea, via oral e transcutânea, podendo ser nocivos à saúde, com grande capacidade de permanecer suspensas no ar por longos períodos (SIVAGNANASUNDARAM et al., 2019).

De acordo com o Decreto nº 40.400/95 do Estado de São Paulo, *pet shop* é uma loja cujo objetivo é a venda de animais e produtos de uso veterinário e prestação de serviços aos animais de estimação, como tosa e banho (BRASIL, 1995). Ainda de acordo com o decreto, devem contar com instalações mínimas necessárias para funcionamento como: superfície impermeável; espaço para tosa, banho, secagem e penteado; espaço para abrigar os animais destinados à venda, separado das demais dependências, dentre outras. Ressaltando que a aplicação de vacinas e exames devem ser realizados no consultório veterinário.

A presença de bioaerossóis em *pet shops* pode ser atribuída a outros animais infectados que transmitem esses contaminantes por via aérea. A transmissão geralmente ocorre quando patógenos microbianos são dispensados de um animal infectado para outro animal vulnerável por meio de salivação, lambeduras, espirros, latidos entre outros (SETLHARE et al., 2014). Esses microrganismos são capazes de afetar a saúde dos funcionários e clientes da loja, como também podem resultar em surtos de doenças entre os animais de estimação.

Os bioaerossóis têm sido estudados para determinar as fontes de contaminação de doenças epidêmicas, pois sua inalação está relacionada a doenças infecciosas, alergias, câncer e intoxicações agudas, o que os faz uma possível arma para o bioterrorismo. As partículas que compõem os aerossóis podem se depositar em diferentes partes do sistema respiratório. Em ambientes fechados, como em hospitais, a carga microbiana dessas partículas é influenciada

pelo número de ocupantes, natureza, grau da atividade exercida, ventilação e outros fatores ambientais (VANETTI et al., 2020).

Devido as altas concentrações de bactérias e fungos que podem ser patogênicos, é recomendado o monitoramento regular dos bioaerossóis nos ambientes internos dos *pet shops*, para minimizar a transmissão aérea de microrganismos oportunistas e seu grande impacto nos animais. As análises microbiológicas são necessárias para determinar a possibilidade da existência das causas ou fontes contaminantes dificilmente detectáveis (PAGALILAUAN; PAROAN; VITAL 2018). No entanto, a maioria das evidências epidemiológicas sobre sensibilização/alergia em relação à exposição a alérgenos de cães e gatos necessitam de mais avaliações.

Ambiente de instituições veterinárias e o desempenho de funções de médico veterinário ou de funcionários em *pet shop* estão relacionados à exposição a agentes biológicos nocivos (GRZYB; PAWLAK, 2021). Especialmente o contato direto entre veterinários e animais doentes está associado ao risco de contaminação biológica. Na prática veterinária, não apenas os animais são fontes de contaminação por microrganismos, mas também as pessoas ou os componentes do ambiente interno.

Na literatura existem alguns trabalhos disponíveis descrevendo o problema da contaminação microbiológica do ar em clínicas veterinárias de pequenos animais, hospitais veterinários e *pet shops*, com concentração média de aerossol fúngico de 700 a 8.068 UFC.m<sup>-3</sup> (BULSKI; FRACZEK, 2021).

Pessoas que trabalham neste tipo de ambiente são mais frequentemente expostas a doenças dermatológicas causadas por *Microsporium sp*, *Trichophyton sp*, e *Blastomyces dermatitidis* (WEESE; PEREGRINE; ARMSTRONG, 2002). Esses e outros microrganismos não só prejudicam a saúde dos funcionários e clientes da loja, como também podem resultar em surtos de doenças entre os animais de estimação.

Há numerosas propostas para determinação de Valores Máximos Aceitáveis (VMA) ou de conjuntos de valores que classifiquem as condições ambientais, com relação aos marcadores epidemiológicos (fungos e bactérias), por meio de padrões ou normas, indicados por Órgãos Governamentais, ou ainda através de projetos de pesquisa, experiência profissional ou consenso científico. Observa-se, porém, que essas propostas não são uniformes, sugerindo a possibilidade de variações decorrentes de variáveis macrogeográficas, climáticas e até mesmo socioeconômicas e tecnológicas (RAO; BURGE; CHANG, 1996).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da Resolução n° 3, de junho de 1990, estabelece os padrões de qualidade do ar nos ambientes externos que, ultrapassados, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população. No tocante às partículas inaláveis, os padrões primários e secundários são de concentração média anual de 50 mg.m<sup>-3</sup> e concentração de 150 g.m<sup>-3</sup>.dia<sup>-1</sup>, que não devem ser excedidas mais de uma vez por ano (BRASIL, 1990). Já para os níveis de contaminantes biológicos do ar de interiores que variam enormemente em função do tempo e espaço, não existem métodos e padrões amplamente aceitos no Brasil.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a presença de microrganismos em bioaerossóis de um *pet shop* em Fernandópolis/SP. Buscou-se avaliar a hipótese de que a composição da comunidade cultivável de bactérias e leveduras em bioaerossóis varia antes,

durante e depois dos procedimentos de banho, tosa e secagem de cães, com aumento crescente da abundância do início ao final dos procedimentos.

## 2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo quali-quantitativo analítico e de natureza aplicada, no sentido de gerar conhecimento sobre bioaerossóis no interior de uma sala de banho, tosa e secagem de cães de um *pet shop*, de forma a quantificar e identificar os microrganismos presentes e suas respectivas resistências aos antimicrobianos.

A pesquisa foi realizada nos dias 21, 23 e 25 de novembro de 2022 em um *pet shop* localizado no município de Fernandópolis/SP. Visando captar as amostras do ar da sala de banho e tosa, utilizou-se a técnica de sedimentação passiva descrita por Kalwasińska, Burkowska e Wilk (2012) e Hayleeyesus e Manaye (2014). Placas de Petri com diferentes meios de cultura, sendo eles: Tryptone Soya Agar (TSA, OXOID®) e Eosina - Azul de Metileno (EMB, OXOID®) para o cultivo de bactérias e Sabouraud - Dextrose Agar (SAB, OXOID®) para leveduras, foram abertas na parte central da sala a uma altura de 1,5 m do assoalho por 30 min. Este procedimento foi realizado antes, durante e depois do banho, tosa e secagem de cães nas três datas descritas. As amostragens foram realizadas em duplicata.

As placas foram tampadas, identificadas por data, meio de cultura e embaladas separadamente para evitar possível contaminação cruzada. De forma segura, foi realizado o transporte para o laboratório de Microbiologia de uma Universidade em caixas isotérmicas contendo gelo para manutenção da temperatura interna de 10°C.

As placas foram incubadas a 37°C, por 24-48 h para bactérias. Após esse período foi realizada a contagem com um contador manual e a avaliação das características das colônias em relação à forma, tamanho e cor. A metodologia de coloração de Gram foi empregada para identificar as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas que se desenvolveram no meio.

Para a obtenção de culturas puras, uma colônia foi retirada e inoculada em tubo ágar Sabouraud - Dextrose a 4% inclinado (leveduras) e ágar nutriente (bactérias).

Uma vez obtidas as culturas puras, procedeu-se à caracterização das espécies bacterianas Gram-negativas por meio da utilização do sistema Api 20E para identificação de enterobactérias e, para a caracterização das espécies bacterianas Gram-positivas, foram realizados os testes de catalase, coagulase, DNAse, oxidase e hemólise.

Para a identificação das leveduras foram empregadas as características morfológicas macro e microscópicas. A avaliação dos resultados seguiu os padrões referências da Resolução RE nº 09, de 16/01/2003 (BRASIL, 2003).

Para avaliação da susceptibilidade antimicrobiana *in vitro*, utilizou-se o método de Kirby Bauer modificado, tal como recomendado pelo Clinical Laboratory Standard Institute – CLSI (CLSI, 2020). Placas contendo ágar Mueller-Hinton foram previamente inoculadas com a suspensão bacteriana isolada individualmente e os discos impregnados com os antimicrobianos foram distribuídos na superfície. As placas foram incubadas a 37°C ± 1°C por 24 horas. Foram avaliados os antimicrobianos: Gentamicina, Sulfazotrim, Cloranfenicol, Ceftazidina, Ampicilina, Amicacina, Tobramicina, Tetraciclina, Ciprofloxacina, Vancomicina, Penicilina, Oxacilina,

Cefalotina, Eritromicina e Clindamicina. Os resultados foram interpretados de acordo com os protocolos estabelecidos pelo CLSI (CLSI, 2022).

Os dados obtidos foram compilados em uma planilha em formato Microsoft Excel® preenchida com os resultados de identificação dos microrganismos, a composição da comunidade e a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Com esses resultados, foi realizada a análise da ocorrência de cada um dos microrganismos identificados quanto ao dia e momento da avaliação. A relevância dessa abordagem foi observar se houve diferenças significativas quanto a quantidade e identidade dos diferentes microrganismos em relação ao dia e momento de coleta.

Utilizou-se estatística descritiva (média, desvio padrão e mediana), o teste de Kruskal-Wallis e a Análise de Componentes Principais (ACP) (abordagem multivariada) com o objetivo de se verificar as relações entre o dia, o momento de coleta e os tipos de microrganismos. A ACP foi realizada utilizando-se o software CANOCO 5.0 (Biometrics, Wageningen, NL). A análise de similaridade (ANOSIM) foi executada com o programa PRIMER 6.0 (Plymouth Marine Laboratory, Primer E, UK) para avaliar a similaridade de grupos revelados pela análise de agrupamento a partir de dados de contagem e composição de comunidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o porcentual da ocorrência dos microrganismos nos diversos momentos de coleta, ou seja, no início do expediente (IE), durante o banho, tosa e secagem (DBT) e no final do expediente (FE), em três dias de avaliação.

O microrganismo *Staphylococcus aureus* apresentou a maior ocorrência em todos os momentos de coleta e dias de avaliação, com exceção do dia 1, no IE, quando *Candida albicans* se destacou sobre os demais. Ainda em termos absolutos, a quantidade de microrganismos presentes nos bioaerossóis DBT e no FE foram maiores que no IE, bem como no terceiro dia de avaliação, quando houve um grande acréscimo na contaminação do ambiente por *Staphylococcus aureus* em comparação ao primeiro e segundo dias (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentual de ocorrência dos microrganismos identificados nos diversos momentos do expediente e dias de avaliação de um *pet shop*.

Microrganismo	DIA 1					
	(IE)		(DBT)		(FE)	
	N	%	N	%	N	%
<i>Candida albicans</i>	36.000	98,9	334.667	12,8	306.683	12
<i>Escherichia coli</i>	0	0,0	3.200	0,1	3.218	0,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	210	0,6	2.266.743	86,9	2.233.553	87,7
<i>Bacillus sp</i>	170	0,5	3.187	0,1	3.338	0,1
<i>Micrococcus sp</i>	0,0	0,0	2.967	0,1	2.567	0,1
Microrganismo	DIA 2					
	(IE)		(DBT)		(FE)	
	N	%	N	%	N	%
<i>Candida albicans</i>	0,0	0,0	866.667	35	866.733	38
<i>Escherichia coli</i>	0,0	0,0	320	0,01	422	0,02
<i>Staphylococcus aureus</i>	1.667	67,9	1.633.767	65	1.433.383	62
<i>Bacillus sp</i>	773	31,5	1.867	0,1	1.870	0,08
<i>Micrococcus sp</i>	14	0,6	1.172	0,05	867	0,04
Microrganismo	DIA 3					
	(IE)		(DBT)		(FE)	
	N	%	N	%	N	%
<i>Candida albicans</i>	420	11,5	366.777	0,846	293.413	0,676
<i>Escherichia coli</i>	5	0,1	645	0,002	610	0,002
<i>Staphylococcus aureus</i>	3.233	88,4	43.668.333	99,15	43.333.967	99,32
<i>Bacillus sp</i>	0,0	0,0	280	0,001	227	0,001
<i>Micrococcus sp</i>	0,0	0,0	337	0,001	280	0,001

N – Número ( $m^{-3}$ )

Fonte: os autores

Ambientes hospitalares e locais onde há um trânsito intenso de animais, como em exposições, *pet shops*, feiras e canis, são importantes fontes de infecções para uma grande variedade de microrganismos, que podem ser responsáveis por doenças infecciosas superficiais e sistêmicas (PANAGOPOULOU et al., 2002) e estudos mostraram que os *pet shops* têm uma alta concentração de bioaerossóis (LU et al., 2018).

Neste experimento, o ar do *pet shop* apresentou uma elevada contaminação por microrganismos, sendo *Staphylococcus aureus* a bactéria com a maior ocorrência nos três momentos de coleta e dias de avaliação. Já a presença de microrganismos foi maior DBT e no FE devido, provavelmente, a manipulação dos animais durante a tosa, o banho e a secagem de seus pelos, expondo os microrganismos e elevando a concentração de contaminantes em bioaerossóis (Tabela 1).

A presença de microrganismos em bioaerossóis em *pet shops* é considerada comum devido ao grande fluxo de animais, os quais, naturalmente, possuem como microbiota residente na pele e nos pelos, bactérias, tais como estafilococos e estreptococos entre outras (TEIXEIRA; BARBOZA; PEREIRA, 2019). Entretanto, deve-se estar alerta, visto que bactérias Gram-positivas, principalmente *S. aureus*, podem estar relacionadas à proliferação de doenças como pneumonias, endocardite, erisipela, impetigo e furúnculo, entre outras enfermidades infecciosas (ENGELKIRK; DUBEN-ENGELKIRK; BURTON, 2012).

A exposição a agentes biológicos tem sido alvo de investigações, que objetivam correlacionar o impacto na saúde com o tipo de ambiente ocupacional em estudo. Muitos dos organismos transportados através do fluxo de ar são parasitas e habitam trivialmente a

superfície da pele, podendo ser transportados para as áreas próximas, fomentando o fenômeno de contaminação cruzada (CLARK; CALCINA-GOFF, 2009).

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva relacionada aos resultados da ocorrência dos microrganismos presentes no *pet shop* em relação ao momento do expediente e ao dia da avaliação. Os resultados indicam que não houve diferenças significativas na quantificação de cada microrganismo em relação ao dia de avaliação, uma vez que todos os valores de *p* foram superiores ao nível de significância do teste, com exceção dos valores de *Bacillus* sp (*p*= 0,02), que apresentou uma menor contaminação no dia 3.

Nesse contexto não houve diferenças significativas no que se refere à contaminação microbiana nos diferentes dias de análise, ou seja, a contaminação ocorre independentemente do dia de trabalho, não havendo, portanto, um efeito cumulativo da ocorrência dos microrganismos.

Por sua vez, o teste de Kruskal-Wallis indicou que para todos os microrganismos, houve diferenças significativas no momento do expediente em que a avaliação foi realizada (*p*< 0,01), sendo durante o banho, tosa e secagem (DBT) os maiores valores apresentados. Sabe-se que em um ambiente de clínica veterinária e *pet shop*, os instrumentos de tosa são os equipamentos mais compartilhados e menos higienizados no intervalo de uso entre indivíduos (TEIXEIRA; BARBOZA; PEREIRA, 2019), além do uso de secadores, escovas e a própria movimentação, salivação, espirros e latidos dos animais acabam por expor os microrganismos ao ar, elevando a concentração nos bioaerossóis.

Tabela 2 – Estatística descritiva da ocorrência dos diferentes microrganismos nos diversos momentos do expediente e dia da avaliação em um *pet shop*.

Microrganismo	Dia	Início do expediente		Durante o banho e tosa		Final do expediente		Valor de <i>p</i>
		Média±DP	Md	Média±DP	Md	Média±DP	Md	
<i>Bacillus</i> sp	1	170±17	160	3.187±2.629	4900	5.000±141	14	0,02
<i>Bacillus</i> sp	2	773±142	800	1.867±839	2400	2.800±3300	10	
<i>Bacillus</i> sp	3	0,0±0,0	0,0	280±255	340	227±113	0,0	
<b>Valor de <i>p</i></b>				<0,01				
<i>C. albicans</i>	1	36.000±14.731	44.000	334.667±254.883	440.000	460.000±84.853	40	0,61
<i>C. albicans</i>	2	0,0±0,0	0,0	866.667±750.555	1.300.000	866.733±433.463	195	
<i>C. albicans</i>	3	420±82	440	366.777±335.875	440.000	293.413±146.827	240	
<b>Valor de <i>p</i></b>				<0,01				
<i>E. coli</i>	1	0,0±0,0	0,0	3.200±3.020	3.600	4.800±1.697	21	0,85
<i>E. coli</i>	2	0,0±0,0	0,0	320±315	600	615±600	27	
<i>E. coli</i>	3	5±0,2	5	645±554	950	910±870	11	
<b>Valor de <i>p</i></b>				<0,01				
<i>Micrococcus</i> sp	1	0,0±0,0	0,0	2.967±2.815	4.400	2.567±2.290	0,0	0,50
<i>Micrococcus</i> sp	2	14±3,8	16	1.172±1.142	1.400	867±467	0,0	
<i>Micrococcus</i> sp	3	0,0±0,0	0,0	337±292	500	280±113	0,0	
<b>Valor de <i>p</i></b>				<0,01				
<i>S. aureus</i>	1	210±20	210	2.266.743±2.802.287	5.300.000	2.233.553±2.746.245	700	0,10
<i>S. aureus</i>	2	1.667±473	1.500	1.633.767±1.456.438	2.200.000	1.433.383±733.420	130	
<i>S. aureus</i>	3	3.233±1.980	2.500	43.668.333±37.816.861	65.000.000	43.333.967±21.668.000	2.000	
<b>Valor de <i>p</i></b>				<0,01				

Fonte: dados da pesquisa

O teste de Kruskal-Wallis indicou ainda que a quantidade de cada um dos microrganismos avaliados nas amostras de ar deste *pet shop* não apresentou diferenças significativas em relação ao dia de avaliação, com exceção de *Bacillus* sp, ou seja, a contaminação ocorre independentemente do dia de trabalho, não havendo um efeito cumulativo dos microrganismos. Porém, no período DBT verificou-se acréscimo significativo no número de microrganismos.

A umidade das superfícies e a temperatura ambiente favorecem o desenvolvimento de microrganismos patogênicos. Máquinas para tosa animal, banheiras, toalhas e esponjas permitem a fixação de líquidos, microrganismos e ácaros, que podem ser transmitidos de um animal para outro caso não haja uma higienização correta e frequente (COELHO et al., 2010). Mesmo após a higienização dos aparelhos utilizados, é possível que permaneçam úmidos; em caso de haver aglomerados de bactérias nessas áreas, pode haver estímulo ao processo de formação de biofilmes como uma forma de sobrevivência, fazendo com que elas se tornem mais resistentes à sanitização ou à desinfecção devido à matriz extracelular gerada (KASNOWSKI et al., 2010).

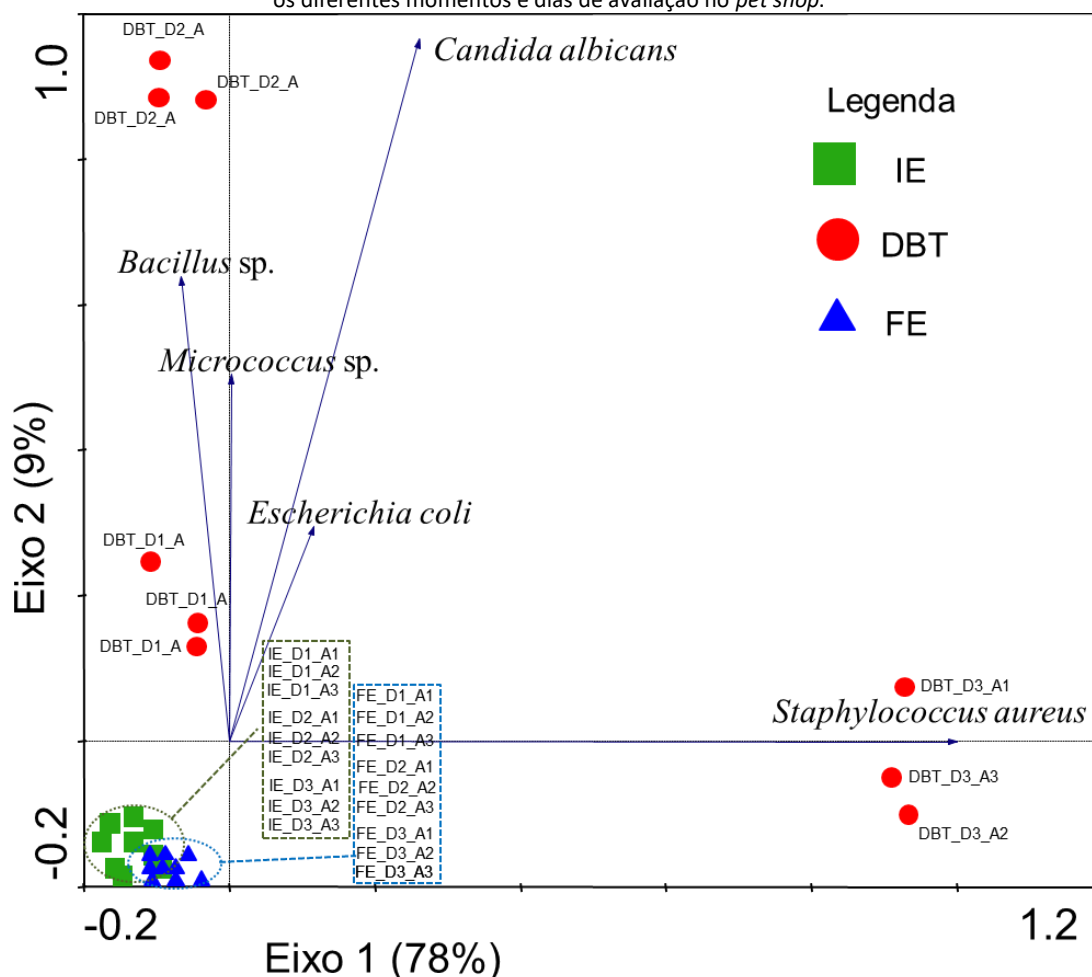
A ventilação artificial, com manutenção inadequada, pode aumentar a concentração de microrganismos no ambiente, sendo a ventilação natural importante por causar efeito de diluição do ar e reduzir a carga microbiana (STOCKWELL et al., 2019). Os filtros de aparelhos de refrigeração das salas hospitalares retêm bioaerossóis juntamente com a umidade, favorecendo a proliferação microbiana e a formação de biofilmes, constituindo numa fonte contínua de contaminação (AFONSO et al., 2004). Além disso, em hospitais, há baixa renovação do ar, elevando o número de partículas virais em até 100.000 vezes. Os nebulizadores e os umidificadores utilizados no ambiente hospitalar também podem ser fontes de patógenos, bem como as superfícies de pias, drenos e lavatórios que apresentam potencial para o crescimento bacteriano após contaminação pela deposição de bioaerossóis (SILVA, 2013).

Assim, uma abordagem multivariada se faz adequada por explorar os dados de uma forma pontual e concisa. A Análise de Componentes Principais (ACP) tem por objetivo analisar inter-relações entre as inúmeras variáveis coletadas. No caso do presente estudo, relacionar a ocorrência dos diversos microrganismos com os dias e os momentos do expediente avaliados com a finalidade de obter pressuposições acerca de qual etapa do banho de cães tende a apresentar maior ou menor ocorrência de determinado microrganismo ou grupo de microrganismos.

A ACP revelou que a comunidade microbiana recuperada pela abordagem dependente de cultivo foi similar antes (IE) e depois do banho e tosa de cães, ou seja, no FE, mas diferiu daquela recuperada durante o banho e tosa (DBT) e que tal diferença foi revelada para os três dias de amostragem (Figura 1).



Figura 1 – Análise de Componentes Principais (ACP) evidenciando a relação entre os microrganismos identificados e os diferentes momentos e dias de avaliação no *pet shop*.



Fonte: dados da pesquisa

Neste estudo, em decorrência da grande quantidade de variáveis coletadas, a abordagem multivariada foi capaz de explorar os dados e analisar suas inter-relações de maneira mais adequada, mostrando ser a comunidade microbiana DBT diferente das do IE e do FE e que tal diferença ocorreu nos três dias de amostragem, sugerindo que a comunidade microbiana é capaz de variar em função dos diferentes animais atendidos no estabelecimento comercial.

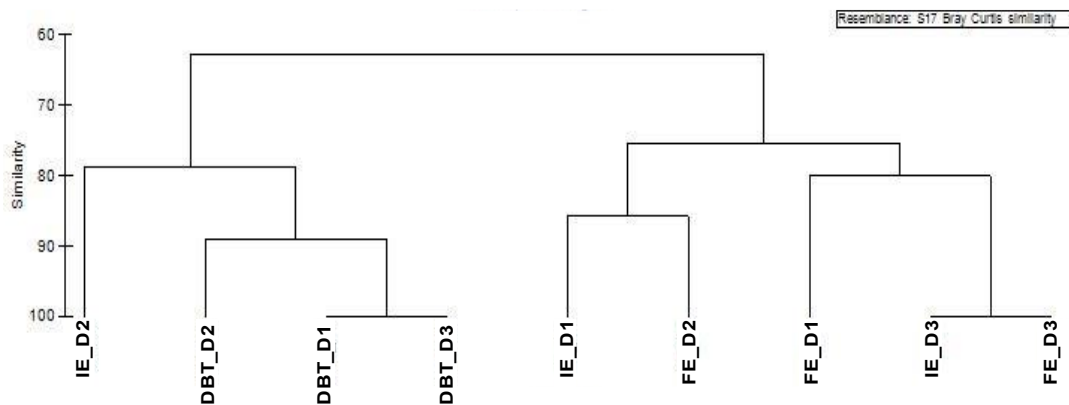
A análise de similaridade entre as comunidades microbianas recuperadas na superfície do meio de cultura disposto na placa de Petri também foi realizada e revelou grupos claramente separados para as comunidades no IE e DBT ( $R = 0,967$ ), bem como para DBT e FE ( $R = 1,0$ ), mas com sobreposição para as comunidades recuperadas no IE e FE ( $R = 0,253$ ). Este resultado confirma o agrupamento no espaço de ordenação da ACP e reforça que a comunidade microbiana na sala do *pet shop* durante o procedimento de banho e tosa envolvendo os cães é quantitativamente alterada, regressando para condição similar à inicial após o final do expediente.

Qualitativamente, ou seja, com base em dados de identificação dos microrganismos recuperados na superfície do meio de cultivo contido nas placas de Petri dispostas no centro da

sala de banho e tosa do *pet shop*, a composição da comunidade microbiana diferiu DBT e no FE (R = 0,593), mas foi similar entre o IE e DBT (R = 0,148).

O dendrograma ilustra tal resultado da análise de similaridade, com a comunidade microbiana no IE no segundo dia de amostragem agrupada próxima às comunidades reveladas DBT (Figura 2).

Figura 2 - Dendrograma de agrupamento em relação aos dias e momento do expediente das análises microbiológicas da qualidade do ar do *pet shop*.



Fonte: dados da pesquisa

Estudos mostram que o acúmulo de microrganismos é particularmente grave em ambientes internos de *pet shops* devido ao alojamento, tratamento e higiene dos animais (LEHTONEN; REPONEN; NEVALAINEN, 1993; ACGIH, 1999). Esses microrganismos não só prejudicam a saúde dos funcionários e clientes da loja, como também podem resultar em surtos de doenças entre os animais de estimação.

Bulski e Fraczek (2021) avaliaram a qualidade micológica do ar em uma clínica veterinária na Cracóvia durante o verão de 2017. A maior concentração de aerossol fúngico foi observada na sala de tratamento cinco horas após a abertura da prática veterinária. Com base na análise da distribuição granulométrica do bioaerossol constatou-se que os fungos isolados do ar podem atingir (no trato respiratório humano) a região da garganta, traquéia e brônquios primários, sendo predominantes o *Penicillium* e o *Cladosporium cladosporoides*, além de *Microsporum canis* e *Trichophyton verrucosum* que podem causar dermatofitoses.

Há fungos e bactérias que podem causar infecções graves e letais se inalados e que por serem facilmente disseminados pelo ar e poeira, é imprescindível que seja feito um monitoramento microbiológico do ar e o seu controle em situações de reformas em ambientes hospitalares fechados. *Staphylococcus aureus* é um exemplo de bactéria patogênica que se dissemina pelo ar e pela poeira (SILVA et al., 2002) e que neste estudo apresentou grande incidência.

Segundo Renström et al. (2011), um terço dos trabalhadores de *pet shops* na Suécia relataram sintomas de vias aéreas no trabalho ou foram sensibilizados por alérgenos. Assim, é essencial aumentar a conscientização sobre os riscos potenciais à saúde, implementar medidas

eficazes de prevenção de alérgenos e desenvolver protocolos de desinfecção rigorosos para promover o bem-estar geral dos funcionários e clientes de *pet shop*.

A exposição ocupacional a gatos e cães pode causar sintomas respiratórios em veterinários (SUSITAIVAL et al., 2003) e a sua exposição prolongada pode ser um risco para a saúde, causando ainda problemas alérgicos ou de dermatofitoses. Para proteger as pessoas de doenças causadas por fatores biológicos, recomenda-se a manutenção adequada do ambiente onde permanecem os animais, com procedimentos de desinfecção e esterilização. Além disso, deve ser introduzido um sistema de ventilação mecânica de alto desempenho ou um sistema de ar-condicionado com adequado controle microbiológico, garantindo a qualidade do ar. Monitorar a qualidade do ar também é muito importante para avaliação da exposição a microrganismos potencialmente patogênicos (BULSKI; FRACZEK, 2021).

Lu et al. (2018) avaliaram a eficiência da desinfecção com dióxido de cloro gasoso na qualidade do ar no interior de um *pet shop* em Taiwan e, concluíram ser benéfica para proteger a saúde dos funcionários, visitantes e animais.

Por fim, neste experimento, foi realizado um antibiograma com o objetivo de avaliar a resistência ou sensibilidade do *Staphylococcus aureus* a determinados antibióticos. A escolha dos antibióticos seguiu os padrões de rotina do laboratório de microbiologia (Quadro 1).

Quadro 1 - Antibiograma de *Staphylococcus aureus*

Antibacteriano	DIA 1						DIA 2						DIA 3						% de resistência	
	AE		DBT		FE		AE		DBT		FE		AE		DBT		FE			
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Gentamicina	R	S	R	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	27,8	
Sulfazotrim	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	11,1
Cloranfenicol	S	S	R	R	R	S	R	R	R	R	S	S	R	S	R	S	R	R	61,1	
Ceftazidina	R	R	R	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	88,9	
Ampicilina	S	R	R	S	S	S	S	S	R	R	R	S	R	S	R	S	R	R	50,0	
Amicacina	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	
Tobramicina	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	R	R	R	83,3	
Tetraciclina	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	S	S	R	R	R	S		66,7	
Ciprofloxacina	S	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R	S	S	S	R	R	S	S	55,5	
Vancomicina	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	R	S	R	R	R	R	R	77,8	
Penicilina	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	83,3	
Oxacilina	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	100	
Cefalotina	S	S	S	S	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	22,2	
Eritromicina	R	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	83,3	
Clindamicina	S	S	R	R	R	S	S	R	R	R	S	S	R	S	R	S	S	R	50,0	

\*R: resistente S: sensível

Fonte: dados da pesquisa

Os resultados evidenciaram os percentuais de *S. aureus* resistentes aos antibióticos estudados de acordo com o momento do expediente e dia de coleta e indicaram resistência superior a 80% aos antibióticos Ceftazidina, Tobramicina, Penicilina, Oxacilina e Eritromicina e 100% de sensibilidade à Amicacina.

De forma geral, os dias e os momentos de avaliação, não interferiram na resistência/sensibilidade de *S. aureus* aos diferentes antibióticos.

Assim, este estudo de caso abre espaço para a avaliação de outros *pet shops* e em outras épocas do ano.

Por fim é essencial aumentar a sensibilização para os potenciais riscos para a saúde e medidas eficazes para evitar alergênicos entre os funcionários de *pet shops* e desenvolver protocolos de desinfecção rigorosos para promover o bem-estar geral, tanto de funcionários, como de clientes da loja.

O Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional da América e a Conferência Americana de Saúde Industrial Governamental (ACGIH) determinaram que o número total de partículas de bioaerossol em ambientes internos não deve exceder 1.000 UFC.m<sup>-3</sup>, enquanto a contagem total cultivável de bactérias não deve ser superior a 500 UFC.m<sup>-3</sup> (NIOSH, 1998; ACGIH, 1989; AIHA, 1996). Além disso, a Administração de Proteção Ambiental de Taiwan (EPA) declarou que para espaços públicos internos, a concentração de bactérias não deve ser superior a 1.500 UFC.m<sup>-3</sup>, enquanto a concentração de fungos não deve exceder 1.000 UFC.m<sup>-3</sup> (CHEN et al., 2016; BULSKI; FRACZEK, 2021). Entretanto, quando a razão de concentração interna/externa de fungos for menor ou igual a 1,3, o limite de concentração de fungos <1000 UFC.m<sup>-3</sup> não se aplica (LU et al., 2018).

Portanto, no Brasil medidas similares se fazem necessárias, cabendo aos setores da saúde desenvolver tais protocolos.

#### 4 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos pode-se concluir que os bioaerossóis do *pet shop* avaliado apresentam elevada contaminação por microrganismos patogênicos (*Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Micrococcus* sp, *Bacillus* sp e *Escherichia coli*).

Em termos quantitativos, a comunidade microbiana presente nos bioaerossóis no *pet shop* durante o banho, tosa e secagem dos cães é alterada, regressando para condição similar à inicial após o final do expediente. Já em termos qualitativos, a comunidade microbiana diferiu durante o banho, tosa e secagem e no final do expediente, mas foi similar entre o início do expediente e durante o banho, tosa e secagem. De forma geral, *S. aureus* apresentou a maior ocorrência nos três momentos de coleta e dias de avaliação.

A presença de microrganismos patogênicos em bioaerossóis em *pet shop* eleva a preocupação quanto à possibilidade de transmissão aos animais atendidos e aos humanos que estão no local e em contato direto com os equipamentos de trabalho.

Espera-se com esse estudo alertar os profissionais e funcionários de *pet shops* quanto a necessidade da execução de protocolos mais rígidos e da adoção de medidas rotineiras de controle de infecções e de higienização dos aparelhos utilizados nesses estabelecimentos.

#### REFERÊNCIAS

ACGIH. **Bioaerosols: assessment and control**. In: Macher, J.; Ammann, H. A.; Milton, D. K.; Burge, H. A.; Morey, P. R. (Eds.). Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1999.

ACGIH. **Guidelines for assessment of bioaerosols in the indoor environment**. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1989.

AFONSO, M. S. M.; TIPPLE, A. F. V.; SOUZA, A. C. S.; PRADO, M. A.; ANDERS, P. S. A qualidade do ar em ambientes hospitalares climatizados e sua influência na ocorrência de infecções. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 6, n. 2, p. 181-188, 2004.

AIHA. **Field guide for the determination of biological contaminants in environmental samples**. Fairfax: American Industrial Hygiene Association, 1996.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 09, de 16 de janeiro de 2003. Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, 10 jan. 2003a. Seção 1, n. p. 45-53, 2003.

BRASIL. **Decreto nº 40.400, de 24 de outubro de 1995**. Disponível em: <http://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/173542/decreto-40400-95>. Acesso em: 23 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990**. Acesso em: 18 mar. 2023. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>

BULSKI, K.; FRACZEK, K. Mycological Air Quality at Animal Veterinary Practice. *Rocznik Ochrona Środowiska*, v. 23, p. 168-179, 2021. <https://doi.org/10.54740/ros.2021.011>

CHEN, Y. Y.; SUNG, F. C.; CHEN, M. L.; MAO, I. F.; LU, C. Y. Indoor Air Quality in the Metro System in North Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*, Dec 2; 13 (12): 1200, 2016. doi: 10.3390/ijerph13121200

CLARK, R. P.; CALCINA-GOFF, M. L. Some aspects of airborne transmission of infection. *JR Soc Interface*, v. 6, p. 767-782, 2009.

CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. (2022). EM100 Connect—CLSI M100-ED32:2022. Disponível em: <http://em100.edaptivedocs.net/GetDoc.aspx?doc=CLSI%20M100%20ED32:2022&scope=user>

CLSI M100. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing A CLSI supplement for global application. S A M P L E. [s.i: s.n.]. 30 th Edition. 2020. Disponível em: [https://clsi.org/media/3481/m100ed30\\_sample.pdf](https://clsi.org/media/3481/m100ed30_sample.pdf)

COELHO, A. I. M.; MILAGRES, R. C. R. M.; MARTINS, J. F. L.; AZEREDO, R. M. C.; SANTANA, A. M. C. Contaminação microbiológica de ambientes e de superfícies em restaurantes comerciais. *Ciênc. Saúde Col.*, v. 15, n. 1, p. 1597-1606, 2010.

ENGELKIRK, P. G.; DUBEN-ENGELKIRK, J.; BURTON, G. W. **Microbiologia para as Ciências da Saúde**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2012.

GRZYB, J., PAWLAK, K. Impact of bacterial aerosol, particulate matter, and microclimatic parameters on animal welfare in Chorzów (Poland) zoological garden. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, p. 3318 - 3330, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10680-9>

HAYLEYESUS, S. F.; MANAYE, A. M. Microbiological quality of indoor air in university libraries. *Asian Pacific J. Trop. Biomed.*, v. 4, (Suppl 1), p. S312-S317, 2014.

KALWASIŃSKA, A.; BURKOWSKA, A.; WILK, I. Microbial air contamination in indoor environment of a university library. *Ann Agric Environ Med*, Lublin, v. 19, n. 1, p. 25-29, 2012.

KASNOWSKI, M. C.; MANTILLA, S. P. S.; OLIVEIRA, L. A. T.; FRANCO, R. M. Formação de biofilme na indústria de alimentos e métodos de validação de superfícies. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, ano VIII, n. 15, 2010. Disponível em: [http://www.faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/fxPTiYWerLkT9Si\\_2013-6-25-16-32-0.pdf](http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/fxPTiYWerLkT9Si_2013-6-25-16-32-0.pdf). Acesso em: 10 set. 2018.

LEHTONEN, M., REPONEN, T., NEVALAINEN, A. Everyday activities and variation of fungal spore concentrations in indoor air. *International Biodeterioration and Biodegradation*, v. 31, n. 1, p. 25–39, 1993.

LU, M. C.; HUANG, D. J.; HSU, C. S.; Chen, G. M. Improvement of indoor air quality in pet shop using gaseous chlorine dioxide. **Environ Monit Assess**, v. 190, n. 371, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6723-2>

NIOSH. Sampling and characterization of bioaerosols. In: P. C. Schlecht. P. C.; O'Connor, P. F. (Eds.), **NIOSH manual of analytical methods**. Cincinnati: US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, 1998.

PAGALILAUAN, H. A. M.; PARAOAN, C. E. M.; VITAL, P. G. Detection of pathogenic bioaerosols and occupational risk in a Philippine landfill site. **Arch. Environ. Occup. Health**, v. 73, n. 2, 2018.

PANAGOPOULOU, P.; FILIOTI, J.; PETRIKKOS, G.; GIAKOUPPI, P.; ANATOLIOTAKI, M.; FARMAKI, E.; KANTA, A.; APOSTOLAKOU, H.; AVLAMI, A.; SAMONIS, G.; ROILIDE, E. Environmental surveillance of filamentous fungi in three tertiary care hospitals in Greece. **Journal of Hospital Infection**, v. 52, n. 3, p. 185- 191, 2002.

RAO, C. Y.; BURGE, H. A.; CHANG, J. C. Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air. **The Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 46, n. 9, p. 899-908, 1996.

RENSTRÖM, A.; OLSSON, M.; HEDRÉN, M.; JOHANSSON, S. G. O.; van HAGE, M. Pet shop workers: exposure, sensitization, and work-related symptoms. **Allergy**, v. 66, p. 1081–1087, 2011.

SETLHARE, G., MALEBO, N., SHALE, K.; LUES, R. Identification of airborne microbiota in selected areas in a healthcare setting in South Africa. **BMC Microbiol.**, v. 14, n. 100, p. 1-10, 2014. DOI: <http://www.biomedcentral.com/1471-2180/14/100>

SILVA, A. C. N.; BERNARDES, R. S.; MORAES, L. R. S.; REIS, J. D. P. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação. **Cad. Saúde Pública**, v. 18, n. 5, p. 1401-1409, 2002.

SILVA, D. P. Infecções hospitalares associadas à qualidade do ar em ambientes climatizados. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 3, n. 4, p. 153-157, 2013.

SIVAGNANASUNDARAM, P.; AMARASEKARA, R. W. K.; MADEGEDARA, R. M. D.; EKANAYAKE, A.; MAGANA-ARACHCHI, D. N. Assessment of airborne bacterial and fungal communities in selected areas of teaching Hospital, Kandy, Sri Lanka. **BioMed Res. Int.**, v. 2019, p. 11- 22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/7393926>

STOCKWELL, R. E.; BALLARD, E. L.; O'ROURKE, P.; KNIBBS, L. D.; L. MORAWSKA, L.; BELL, S. C. Indoor hospital air and the impact of ventilation on bioaerosols: a systematic review. **Journal of Hospital Infection**, v. 103, p.175-184, 2019.

SUSITAIVAL, P.; KIRK, J. H.; SCHENKER, M. B. Atopic symptoms among California veterinarians. **American Journal of Industrial Medicine**, 44(2): 166–71, 2003.

TEIXEIRA, A. L. A.; BARBOZA, L. M.; PEREIRA, J. B. Análise microbiológica de *pet shops*. **Revista Perquirere (UNIPAM)**, v. 16, n. 1, p. 9-20, 2019.

VANETTI, M. D.; OLIVEIRA, C. D.; ALMEIDA, B. C.; VANETTI, M. C. D. Bioaerossóis em ambientes hospitalares. **Boletim do Curso de Medicina UFSC**, v. 6, n. 2, p. 24-30, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32963/bcmufsc.v6i2.4346>.

WEESE, J. S., PEREGRINE, A. S., ARMSTRONG, J. Occupational health and safety in small animal veterinary practice: Part I – Nonparasitic zoonotic diseases. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 631-636, 2002.