

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Veterinária**  
**Programa de Pós-Graduação em Veterinária**



Dissertação

**Potencial da radiação ultravioleta na inibição de fungos leveduriformes e  
filamentosos**

**Anna Luiza Silva**

Pelotas, 2017

**Anna Luiza Silva**

**Potencial da radiação ultravioleta na inibição de fungos leveduriformes e  
filamentosos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Sanidade Animal).

Orientador: Mário Carlos Araújo Meireles

Coorientadora: Renata Osório de Faria

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S586p Silva, Anna Luiza

Potencial da radiação ultravioleta na inibição de fungos leveduriformes e filamentosos / Anna Luiza Silva ; Mário Carlos Araújo Meireles, orientador ; Renata Osório de Faria, coorientador. — Pelotas, 2017.

72 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Ação fungicida. 2. Desinfecção. 3. UV. 4. Contaminação fúngica. 5. Micoses. I. Meireles, Mário Carlos Araújo, orient. II. Faria, Renata Osório de, coorient. III. Título.

CDD : 636.089

Anna Luiza Silva

Potencial da radiação ultravioleta na inibição de fungos leveduriformes e  
filamentosos

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 18/12/2017

Banca examinadora:

Prof. Dr. Mário Carlos Araújo Meireles (Orientador)  
Doutor em Microbiologia e Imunologia pela Universidade Federal de São Paulo

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlete Brum Cleff  
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Raquel Mano Meinerz  
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr<sup>a</sup>. Luiza da Gama Osório  
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **Agradecimentos**

Inicialmente agradeço aos meus familiares, que me apoiaram nesta caminhada desde o primeiro instante e mesmo a distância me mantiveram acolhida. À minha mãe, Raquel Brietzig, que sempre esteve disposta a me ouvir.

Ao meu melhor amigo e namorado, Rubens Zampiron da Silva, por sempre estar presente, me acalmando, incentivando e pelo seu amor diário. Juntamente, agradeço por me emprestar a sua família, obrigada Julema Zampiron da Silva, Luiz Adalmir da Silva e Arthur Zampiron da Silva.

Aos amigos que entenderam o meu período de exclusão, aos que fizeram o impossível para me ajudar, aos que transformaram os dias estressantes em dias mais leves e engraçados e àquelas para toda hora.

Aos meus mestres, orientadores acadêmicos e da vida, Mário Carlos Araújo Meireles e Renata Osório de Faria, obrigada por terem partilhado seus conhecimentos, auxiliando na minha formação pessoal e profissional.

Ao MicVet, pelos anos de ensinamento, apoio no desenvolvimento desse trabalho e principalmente às amigadas que tive a oportunidade de fazer.

À banca examinadora, pela atenção e contribuição dedicadas ao trabalho e ao meu crescimento acadêmico, muito antes dessa dissertação.

Não poderia deixar de agradecer aos animais, sempre presentes, ensinando sobre o amor e carinho.

Aos que partiram, minha saudades e respeito.

À CAPES pela ajuda financeira.

E para finalizar, quero agradecer à Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária pela oportunidade.

***“Não se volte, se a meta for as estrelas”  
Leonardo da Vinci***

## Resumo

SILVA, Anna Luiza. **Potencial da radiação ultravioleta na inibição de fungos leveduriformes e filamentosos.** 2017. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Fungos são seres ubíquos e por essa característica, a contaminação de materiais e ambientes por esses micro-organismos torna-se frequente. Devido a isso, a busca por soluções para a desinfecção é importante. A radiação ultravioleta (UV) é um processo físico de descontaminação muito utilizado, porém, com pouca referência para fungos. O objetivo geral dos trabalhos foi avaliar o efeito germicida da radiação UV sobre o crescimento de fungos com potencial patogênico, e a sua aplicabilidade no ambiente. Para o trabalho utilizou-se os fungos *Candida albicans*, *Cryptococcus gattii*, *Rhodotorula* sp., dermatófitos e espécies do Complexo *Sporothrix schenckii*. Realizou-se inóculos fúngicos, os quais foram inoculados em placas de Petri contendo meio Potato Dextrose Agar (PDA). As placas com os inóculos de leveduras foram expostas por 15 minutos frente à radiação UV e as placas que continham os filamentosos foram expostas por tempos de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. O primeiro estudo descreveu a ação fungicida da luz UV frente as leveduras *C. albicans*, *C. gattii* e *Rhodotorula* sp. revelando inibição total do crescimento das duas primeiras espécies ao tempo de 15 minutos de exposição à UV, enquanto a última espécie, após esse tempo, sofreu apenas diminuição das Unidades Formadoras de Colônias (UFC). O segundo trabalho avaliou a ação da radiação UV frente as espécies de dermatófitos e do Complexo *Sporothrix schenckii*. Os resultados desse segundo experimento demonstraram que aos cinco minutos de exposição à UV, houve diferenças estatísticas (quantitativas) nas UFCs, onde a inibição total do crescimento do primeiro grupo de fungos ocorreu aos 40 minutos e o segundo com 60 minutos. Segundo a metodologia utilizada e os resultados alcançados durante a realização dos experimentos, conclui-se que o método de desinfecção através da utilização da radiação ultravioleta foi eficiente no controle do crescimento, através da ação germicida sobre os fungos estudados.

**Palavras-chave:** ação fungicida; desinfecção; UV; contaminação fúngica; micoses

## Abstract

SILVA, Anna Luiza. **Potential of ultraviolet radiation in the inhibition of yeast and filamentous fungi.** 2017. 72f. Dissertation (Master degree in Sciences) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Fungi are ubiquitous and by this characteristic the contamination of materials and environments by these microorganisms becomes frequent. Because of this, the search for solutions for disinfecting them is important. Ultraviolet (UV) radiation is a widely used in decontamination physical process, but with less reference to fungi. The general objective of the work was to evaluate the germicidal effect of UV radiation on the growth of fungi with pathogenic potential and its applicability in the environment. For the review, the fungi *Candida albicans*, *Cryptococcus gattii*, *Rhodotorula* sp., Dermatophytes and species of the *Sporothrix schenckii* complex were used. Fungal inocula were carried out, which were inoculated into Petri dishes with Potato Dextrose Agar (PDA) medium. The yeast inoculum plates were exposed for 15 minutes against UV radiation and the plates containing the filaments were exposed for times of 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes. The first study described the fungicidal action of UV light against yeasts *C. albicans*, *C. gattii* and *Rhodotorula* sp. revealing total inhibition of the growth of the first two species at 15 minutes exposure to UV, while the last species, after that time, suffered only a decrease of the Colony Forming Units (CFU). The second work demonstrate the action of UV radiation on the fungal species of dermatophytes group and the *Sporothrix schenckii* Complex. The results of this second experiment, at five minutes of exposure to UV, demonstrated statistical (quantitative) differences in CFUs, where the total inhibition of growth of the first group of fungi occurred at 40 minutes and the second with 60 minutes. According to the methodology used and the results obtained during the experiments, it's possible to conclude that the disinfection method through the use of ultraviolet radiation was efficient in controlling the growth, through the germicidal action on the studied fungi.

**Keywords:** fungicidal action; disinfection; UV; fungal contamination; mycoses



## Lista de Figuras

### Artigo 1

- Figura 1 Placas semeadas com *Candida albicans* em três concentrações, após dez dias de incubação. a) Placas de Petri expostas 15 minutos na radiação UV. b) Placas de Petri não expostas à radiação UV..... 34
- Figura 2 Placas semeadas com *Cryptococcus gattii* em três concentrações, após dez dias de incubação. a) Placas de Petri expostas 15 minutos na radiação UV. b) Placas de Petri não expostas à radiação UV..... 35
- Figura 3 Placas semeadas com *Rhodotorula* sp. em três concentrações, após dez dias de incubação. a) Placas de Petri expostas 15 minutos na radiação UV. b) Placas de Petri não expostas à radiação UV..... 36

### Artigo 2

- Figura 1 Sensibilidade de isolados de dermatófitos expostos à UV por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 minutos, resultados expressos pela média de UFC. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (nível de significância 1%)..... 50
- Figura 2 Sensibilidade de isolados de *Sporothrix* spp. expostos à UV por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 minutos, resultados expressos pela média de UFC. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (nível de significância 1%)..... 50

## Lista de Tabelas

### Artigo 2

Tabela 1	Isolados e cepas fúngicas utilizados para a realização do experimento frente à radiação UV, com sua identificação, espécie fúngica e origem.....	46
Tabela 2	Sensibilidade de isolados de dermatófitos e <i>Sporothrix</i> spp. frente à radiação UV expostos em CSB por 5, 10, 15, 20, 30,40, 50 e 60 minutos, resultados apresentados pela média das UFCs.....	48

## Lista de Abreviaturas e Siglas

AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
CSB	Cabine de Segurança Biológica
DHN	1,8 dihidroxinaftaleno
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
HIV	Vírus da imunodeficiência Humana
PBS	Solução Salina Tamponada
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
UTIs	Unidades de Tratamento Intensivo
UV	Ultravioleta

## Lista de Símbolos

°C	Grau Celsius
ml	Mililitro
nm	Nanômetro
µm	Micrômetro
®	Marca registrada

## Sumário

<b>1 Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>2 Revisão da Literatura.....</b>	<b>14</b>
<b>3 Artigos.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Artigo 1.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Artigo 2.....</b>	<b>42</b>
<b>4 Considerações Finais.....</b>	<b>60</b>
<b>Referências.....</b>	<b>61</b>

## 1 Introdução

Os fungos são micro-organismos que se desenvolvem em uma ampla faixa de pH, temperatura, luminosidade e oxigênio, sendo considerados ubíquos e cosmopolitas (MEIRELES; NASCENTE, 2009). Como fonte de energia utilizam de matéria orgânica para obtenção de carbono, sendo encontrados como saprófitos ou decompositores, simbiontes, comensais e parasitas, ressaltando que os resultados destas manifestações podem ser úteis ou não (MURRAY et al., 2014).

Os efeitos nocivos causados pelos fungos com potencial patogênico têm recebido destaque dentre as doenças infecciosas em todo o mundo, havendo um aumento crescente na frequência e gravidade das micoses tanto em humanos como em animais. Esse fato é impulsionado pela utilização de fármacos imunossupressores, além do maior número de animais submetidos a protocolos antineoplásicos, pacientes com diagnóstico de enfermidades imunossupressoras, dentre elas a AIDS (síndrome da imunodeficiência adquirida), o que aumenta a suscetibilidade do indivíduo de apresentar infecções micóticas (GUARNER; BRANDT, 2011; KOZEL; WICKER, 2014; da PAZ, 2017). Além disso, observa-se um aumento progressivo de infecções hospitalares por fungos, com elevadas taxas de morbidade e mortalidade, e junto com isso tornam-se evidentes as contaminações cruzadas e nosocomiais causadas por esses patógenos (COELHO et al., 2016; COLOMBO; GUIMARÃES, 2003).

Em termos gerais, a contaminação cruzada é a transferência de micro-organismos patogênicos e/ou oportunistas de um material para outro, de forma direta ou indireta, e quando ocorre no ambiente hospitalar é denominada de contaminação nosocomial (RODRIGUES et al., 2010). A transmissão de agentes patogênicos e/ou oportunistas pode ocorrer pelo contato com secreções ou fluidos orgânicos contaminados, ou ainda por meio de instrumentos, aparelhos ou por superfícies inanimadas de contato. A maioria dos contaminantes, podem sobreviver por longos períodos no ambiente à espera de uma oportunidade para infectar um hospedeiro susceptível (FERREIRA et al., 2013).

Devido esta problemática, a prevenção de contaminações cruzadas torna-se primordial, transformando os ambientes em locais biologicamente seguros. Por esses motivos o tema é amplamente estudado e recebe a atenção dos pesquisadores e profissionais da área de saúde para a implementação de medidas preventivas a fim de evitar a transmissão de patógenos em dependências hospitalares ou nos demais locais (COELHO et al., 2016; HONORATO, 2009).

Neste contexto várias metodologias foram estudadas para reduzir a contaminação ambiental de micro-organismos, dentre as técnicas se destaca a radiação ultravioleta (UV). Essa no espectro eletromagnético situa-se entre a luz visível e o raio X, encontrando-se na faixa de comprimento de onda de 100 a 400 nanômetros (nm), apresenta efeito germicida na faixa de 200 a 300nm, com maior eficiência no comprimento de onda de 265nm (PIGATTO, 2008). A luz UV é um processo físico de desinfecção, amplamente conhecida pela eliminação de micro-organismos presentes em superfícies, salas, materiais e líquidos. Sendo assim, a sua utilização pode tornar-se uma alternativa para promover o controle ou até mesmo a eliminação de micro-organismos do ambiente (BIANCHI, 2004; ROCHA et al., 2011).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito germicida da radiação ultravioleta sobre o crescimento de fungos com potencial patogênico, ponderando sua aplicabilidade laboratorial e a sua utilização em outros locais com riscos de contaminação frente a esses micro-organismos.

## **2 Revisão da Literatura**

### **2.1 Fungos**

Os fungos compõem um grupo microbiano cosmopolita com uma grande diversidade de gêneros, que colonizam diferentes ambientes, sendo assim considerados ubíquos. São micro-organismos eucariontes, que possuem células com um núcleo distinto, e no interior desse está contido o material genético que forma múltiplos cromossomas lineares (LACAZ et al., 2002; MEIRELES; NASCENTE, 2009).

Dependendo da estrutura, os fungos microscópicos podem ser divididos em multicelulares (filamentosos, miceliais ou bolores) ou unicelulares (leveduras, levedos ou leveduriformes), sendo a célula fúngica constituída por parede celular, membrana plasmática, citoplasma, organelas, membrana nuclear e núcleo (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Além disso, cita-se os fungos dimórficos, em que uma mesma espécie pode ser encontrada na forma leveduriforme ou filamentosa, dependendo das condições nutricionais e de temperatura (MEIRELES; NASCENTE, 2009)

As características das colônias podem ser observadas macro e micromorfologicamente. Enquanto macroscopicamente avalia-se verso e reverso, pigmentação, bordas, superfície, textura ou consistência, velocidade de crescimento, topografia, aspecto e o diâmetro, e microscopicamente, analisa-se para as leveduras o aspecto das células (oval, alongadas ou arredondadas) e nos filamentosos, observa-se as hifas (cenocíticas ou septadas, hialinas ou demáceas, finas ou grossas) e suas estruturas de frutificação (MEIRELES; NASCENTE, 2009; SIDRIM; MOREIRA, 1999).

A propagação vegetativa dos fungos filamentosos pode ocorrer através da reprodução assexuada (anamórfica) e reprodução sexuada (teleomórfica). As leveduras também podem se reproduzir por essas duas formas. Ressaltando que tanto a reprodução assexuada como a sexuada requerem a formação de estruturas e células especializadas, sendo que a reprodução teleomórfica fornece oportunidade



de recombinação genética entre os fungos da mesma espécie (MEIRELES; NASCENTE, 2009).

Estes micro-organismos são seres vivos heterotróficos, aclorofilados que dependem do ambiente para conseguir os nutrientes, precisando viver associados ao material orgânico como fonte de energia e carbono, tanto na forma saprofítica, quanto parasita ou em simbiose. No entanto, apesar de não produzirem a própria fonte de energia, podem sintetizar os mais diversos e complexos metabólitos (KONEMAN et al, 2001; OLIVEIRA, 2014).

Dependendo da correlação entre fungo e o hospedeiro, existem benefícios, como a decomposição de matéria vegetal morta, as micorrizas, a fermentação, além da produção de alimentos e fármacos. Assim como os efeitos podem ser prejudiciais, como as micoses em humanos e animais, sendo que cada vez é maior o número de enfermidades causadas por fungos, principalmente os de vida saprofítica, denominando as micoses oportunistas (GUARNER; BRANDT, 2011; MURRAY, 2014; de PAZ, 2017).

### **2.1.1 Leveduras**

Os fungos unicelulares são denominados de leveduras, onde a própria célula cumpre as funções vegetativas e reprodutivas. Estas apresentam-se como células simples, crescendo e se reproduzindo mais rapidamente que os bolores, e de forma geral, suas colônias tornam-se maduras com 48 horas (LACAZ et al., 2002).

A etimologia da palavra levedura tem origem no termo latino *levare* que significa crescer ou fazer crescer, pois as primeiras leveduras descobertas estavam associadas a processos fermentativos, como o de pães e de vinhos, e esses micro-organismos provocam um aumento da massa pela liberação de gás e formação de espuma (BUNN, 2012).

As leveduras diferentemente da maioria das algas não realizam a fotossíntese, e quando comparadas aos protozoários esses são destituídos de parede celular rígida. A diferenciação com as bactérias ocorre em virtude das suas dimensões maiores e das suas propriedades morfológicas e estruturas de uma célula eucariótica em relação a uma célula procariótica (SIDRIM; MOREIRA, 1999; TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

As colônias das leveduras são glabras e possuem textura cremosa ou leitosa, apresentando coloração branca a bege, porém, algumas espécies podem ser alaranjadas a rosas, ou marrons a pretas (MEIRELES; NASCENTE, 2009). Suas células são microscópicas apresentando o tamanho de aproximadamente 1-5µm de diâmetro a 5-30µm de comprimento, podendo ser arredondadas, ovais ou alongadas, com algumas espécies produzindo pseudo-hifas (LACAZ et al., 2002; SIDRIM; ROCHA, 2004; TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

Os fungos leveduriformes podem ser encontrados em vários lugares, desde solo, ar, água, plantas, alimentos e animais. Algumas espécies de leveduras fazem parte da microbiota comensal e transitória do organismo, entretanto, em virtude de distúrbios nos mecanismos de defesa dos hospedeiros e outros fatores, podem expressar patogenicidade e causar enfermidades (LACAZ et al., 2002; MILAN; ZAROR, 2004).

#### **2.1.1.1 *Candida* spp.**

Existem mais de 200 espécies de leveduras do gênero *Candida*, entretanto, menos de 20 são reconhecidas como causadoras de enfermidades, dentre elas pode-se destacar *C. albicans*, *C. glabrata*, complexo *C. parapsilosis*, *C. topocalis*, *C. krusei*, *C. dubliniensis*, *C. famata*, *C. guilhermondii*, *C. pelliculosa*, *C. rugosa*, *C. lusitaniae*, *C. kefyr*, *C. norvegensis*, *C. lipolytica* e *C. inospícua* (CASTRO, 2017; SARDI et al., 2013; YAPAR, 2014).

No exame morfológico deste gênero observa-se colônias brilhantes ou opacas, com textura cremosa, bordas regulares ou não, e coloração branca a creme, na microscopia notam-se células esféricas ou levemente ovais, com paredes finas e ausência de cápsula, a *C. albicans* e algumas outras espécies do gênero podem apresentar pseudo-hifas (LACAZ et al., 2002; MEIRELES; NASCENTE, 2009).

Algumas espécies de *Candida* são descritas como agentes comensais da microbiota normal de humanos e animais, porém, em virtude de distúrbios nos mecanismos de defesas do hospedeiro, esses fungos podem desencadear micoses oportunistas. O processo de transformação da levedura de comensal a agente infeccioso ocorre principalmente em ambientes hospitalares, em consequência do aumento do número de procedimentos invasivos e uso intensivo de antimicrobianos de amplo espectro, os quais quebram as barreiras de proteção natural do

hospedeiro, principalmente nos pacientes internados em UTIs (Unidades de Tratamento Intensivo). Além disso, o desequilíbrio altera a microbiota residente na superfície das mucosas, podendo facilitar o crescimento excessivo de *Candida* spp., levando à invasão tecidual, o que gera doenças superficiais e invasivas, inclusive em indivíduos aparentemente saudáveis (GUARNER; BRANDT, 2011; MILAN; ZAROR, 2004; QUINN et al., 2005).

*C. albicans* é a espécie mais encontrada causando enfermidades, uma vez que possui uma maior adaptação à existência parasítica em vez de saprofitas. E dentre os fatores que levam a ter esse maior potencial de patogenicidade estão a capacidade de crescer a 37°C, o pleomorfismo, a produção de metabólitos e de fatores de virulência, como proteinases e fosfolipases. Entretanto, diversos estudos indicam a participação cada vez maior de espécies não-*albicans* associadas a enfermidade em pacientes (BRITO et al., 2009; FRANCESCHI, 2016; QUINN et al., 2005).

A incidência de infecções por fungos tem aumentado nas últimas décadas, acarretando altos índices de mortalidade, principalmente por candidemia, uma infecção na corrente sanguínea por leveduras do gênero *Candida*, que é o quarto micro-organismos patogênico mais isolado em hemoculturas nos hospitais humanos brasileiros e o principal patógeno desencadeador de sepse em neonatos. No ambiente hospitalar humano infecções por *Candida* spp. correspondem a 80% de todas as infecções fúngicas (COLOMBO, 2000; COLOMBO; GUIMARÃES, 2003; GUIMARÃES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017).

A candidemia é um problema crescente nos hospitais humanos de todo o mundo e apesar dos avanços no suporte médico de pacientes criticamente doentes, a candidíase leva a hospitalização prolongada e tem uma taxa de mortalidade bruta em torno de 50% (COLOMBO; GUIMARÃES, 2003; DOI et al., 2016).

Na medicina veterinária, as infecções por *Candida* spp. eram escassas, no entanto, há um aumento considerável nos casos de candidíase em animais, com diferentes manifestações clínicas e acometendo variadas espécies. Tornando-se um problema para a clínica veterinária de pequenos e grandes animais, como também para animais silvestres (BRITO et al., 2009).

Apesar da infecção por *Candida* spp. não ser contagiosa, já foi relatada a transmissão vertical de *C. albicans* ocorrendo de mãe para filho no momento do parto, e a transmissão de cepas de *C. parapsilosis* por profissionais da saúde

(TAMURA et al., 2007). A transmissão de candidíase disseminada pode acontecer por via endógena, que é a mais comum, mas, pode dar-se por via exógena, como por exemplo as mãos de profissionais de saúde que manipulam dispositivos médicos nos cuidados aos pacientes. Devido a isso, o cuidado com a desinfecção do gênero *Candida* deve estar cada vez mais em foco (CLEFF; NASCENTE, 2009; COLOMBO; GUIMARÃES, 2003).

#### 2.1.1.2 *Cryptococcus* spp.

A classificação do gênero *Cryptococcus* está atualmente em modificação, até pouco tempo, duas espécies patogênicas tinham relevância clínica, *Cryptococcus neoformans* e *Cryptococcus gattii*, a primeira dividia-se em duas variações e a segunda em cinco sorotipos. As demais espécies do gênero, ainda são pouco relatadas na micologia clínica, porém, existe o aumento de casos de criptococose causadas por isolados não-*neoformans* e não-*gattii* (KHAWCHAROENPORN; APISARNTHANARAK; MUNDY, 2007; PEDROSO, 2008).

Sobre a taxonomia, em 2015 um trabalho propôs um novo arranjo no gênero, onde *C. neoformans* transformou-se em duas espécies, *C. neoformans* e *C. deneoformans*, e *C. gattii* foi dividido em cinco novas espécies, *C. gattii*, *C. bacillisporus*, *C. deuterogattii*, *C. tetragattii*, *C. decagattii* (HAGEN et al., 2015). Essa nova nomenclatura foi sugerida após a análise filogenética de 115 isolados, gerando grande discussão entre a comunidade científica e não sendo totalmente aceita (ALVES, 2016; KWON-CHUNG et al., 2017).

Apesar desta proposta acrescentar conhecimento sobre a diversidade genética e estrutural do gênero *Cryptococcus*, os genótipos publicados com 2.606 cepas já revelaram maior diversidade gênica do que é abrangida por essas sete espécies novas. Percebendo-se assim, que antes da adoção desta classificação merece uma ampla revisão, pois além da possível existência de outras espécies, estas novas são desconhecidas clinicamente, não sabendo a sua relevância clínica e biológica (KWON-CHUNG et al., 2017).

A partir de 2017 tem sido recomendado a utilização dos termos Complexo *Cryptococcus neoformans* e Complexo *Cryptococcus gattii*, assim englobando as novas espécies sugeridas e as que podem ser descobertas no futuro. E após o estudo completo dos isolados e a distinção das espécies, será sugerida a devida

nomenclatura. E com esse novo conhecimento, descrevendo a importância biológica e clínica de cada espécie, os micologistas e médicos serão beneficiados com a nova classificação (ALVES, 2016; KWON-CHUNG et al., 2017).

As colônias do gênero *Cryptococcus* em meio Sabouraud são de coloração branca a creme, lisas e mucoides. Em meio de cultura específico, como por exemplo ágar Níger, a coloração das leveduras tornam-se marrom-escuras, devido a ação da enzima fenoloxidase que atua sobre substratos fenólicos existentes no meio, gerando quinonas como produtos, que sofrem um processo de autopolimerização, transformando-se em melanina. Na microscopia observam-se células globosas com o tamanho variando de 5 a 20µm, com ou sem brotamento e envolvidas por cápsula de polissacarídeo (CASADEVALL; ROSAS; FARIA; XAVIER, 2009; NOSANCHUCK, 2000).

A criptococose é uma micose oportunista sistêmica que acomete órgãos internos e pele, causada pelas leveduras do gênero *Cryptococcus*. Ela ocorre principalmente pela inalação dos propágulos fúngicos, presentes em reservatórios ambientais, que se depositam nos alvéolos pulmonares dos indivíduos. Os pulmões são os sítios primários da infecção, sendo que após a extensão da lesão ocorre a disseminação hematogena ou linfática para outros órgãos, tendo o maior tropismo pelo sistema nervoso central (FARIA; XAVIER, 2009).

A criptococose é uma doença de grande importância, tanto para humanos como para animais, já que as suas consequências são graves principalmente em pacientes imunossuprimidos (SIDRIM; MOREIRA, 1999). A criptococose, no mundo, aumentou significativamente sua ocorrência, após o advento da AIDS, e no Brasil foram registrados mais de 215.000 pacientes com essa síndrome entre os anos de 1980 e 2002, desses, 12.900 (6%) foram diagnosticados com criptococose (NUCCI et al., 2010).

Segundos estudos de Aguiar et al. (2017) ao avaliarem, durante nove anos, um hospital brasileiro onde foram diagnosticados 41 pacientes com criptococose, destes, 85% tinham AIDS e a taxa de mortalidade dessa micose foi de 58,5%. Os autores sugeriram que mesmo que as taxas de detecção de pacientes com o vírus HIV permaneçam estáveis, as infecções oportunistas, como a criptococose, continuam aumentando em morbidade e mortalidade nesses pacientes.

Em veterinária, a criptococose é considerada pouco frequente, quando comparada com as outras micoses. Ela acomete principalmente os felinos e igualmente aos humanos está relacionada a imunidade do hospedeiro. Apesar de não ter grande casuística, é importante conhecer seus aspectos epidemiológicos, relacionados principalmente à transmissão, para assim prevenir as infecções, que muitas vezes levam os pacientes a óbito (CANAVARI et al., 2017; CHIESA, 2016).

### **2.1.1.3 *Rhodotorula* spp.**

As colônias das leveduras do gênero *Rhodotorula* são de coloração laranja, rosa ou vermelha, com aspecto mucoide, podendo também serem pastosas ou secas e rugosas. Microscopicamente são caracterizadas por blastoconídios ovóides ou alongados, observando-se em algumas espécies a formação de pseudo-hifas ou hifas verdadeiras (SIDRIM; ROCHA, 2004).

Estes micro-organismos são caracterizados pela produção de pigmentos carotenoides, o que confere a coloração das colônias. Os carotenoides são corantes naturais com aproximadamente 700 representantes, lipofílicos, encontrados amplamente distribuídos na natureza em algas, plantas, crustáceos, peixes, aves e micro-organismos. Suas propriedades permitem a aplicação nas mais diversas indústrias, sendo uma das características a proteção à radiação UV, e juntamente com as melaninas são conhecidas como pigmentos de proteção frente essa radiação (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017; SILVA, 2004).

*Rhodotorula* spp. são consideradas leveduras saprófitas e contaminantes comum de material biológico, tendo uma ampla distribuição no ambiente e rotineiramente isoladas do solo, ar, água do mar, lagos, leite, ambientes hospitalares e equipamentos médicos. E algumas espécies também são comensais da pele, sistema gastrointestinal, vias respiratórias superiores e urina dos mamíferos (EVANGELISTA, 2008).

Por um longo tempo, essas leveduras foram consideradas não patogênicas, no entanto, várias espécies têm emergido como patógenos oportunistas, particularmente em pacientes imunocomprometidos, mas podendo acometer pacientes imunocompetentes. Casos de fungemia, endocardites, peritonites e meningites já foram descritos, sendo associadas a cateteres contaminados pelo

ambiente ou microbiota humana (GOMEZ-LOPEZ et al., 2005; GONÇALVES et al., 2015).

Nos casos de fungemia por *Rhodotorula* spp. em humanos a mortalidade corresponde a aproximadamente 15%, sendo considerada atualmente um risco nas infecções nosocomiais, além de ser o micro-organismo mais isolado das mãos de profissionais de saúde e pacientes hospitalares (de ALMEIDA et al., 2008; SPADER, 2017; STRAUSBAUGH et al., 1996).

### **2.1.2 Fungos filamentosos**

Diferentemente das leveduras, os fungos filamentosos são multinucleados, possuindo células alongadas e ramificadas, que formam filamentos denominados de hifas. O conjunto de hifas é chamado de micélio, o qual pode ser dividido em micélio vegetativo, que cresce para dentro do substrato e tem a função de sustentação e de absorção de nutrientes, e em micélio aéreo, que se projeta na superfície. Quando o micélio aéreo se diferencia para sustentar as estruturas reprodutivas, recebe o nome de micélio reprodutivo (OLIVEIRA, 2014).

Na maioria dos fungos filamentosos, as hifas contêm septos porosos, que dividem as hifas em distintas unidades celulares, sendo designadas de hifas septadas. Há também as hifas que não possuem septos e se apresentam como células longas e contínuas com muitos núcleos, chamadas de hifas cenocíticas. E ainda, as hifas se diferem por apresentarem coloração (demáceas) ou não (hialinas) e serem haploides (núcleo único por região) ou diploides (dois núcleos por região). Outros aspectos avaliados nos diferentes gêneros fúngicos são a espessura e a angulação das ramificações das hifas (LACAZ et al., 2002; TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

Além dessas diferenciações, os fungos filamentosos possuem uma maior variedade de formas, topografias e cores de colônias, o que facilita a sua identificação. Por exemplo, quanto à textura podem ser aveludados, cremosos, butirosos ou mucoides, cotonosos, serosos, camurças, granulados, membranosos ou coriáceos, verrucosos ou pulverulentos (LACAZ et al., 2002; OLIVEIRA, 2014; SIDRIM; MOREIRA, 1999).

### 2.1.2.1 Dermatófitos

O termo dermatófitos é utilizado para designar um grupo especializado de fungos filamentosos queratinofílicos, isto é, com capacidade para degradar a queratina, obtendo assim nutrientes a partir da pele, unhas e pelos. Além disso, esses fungos são capazes de causar doenças em homens e animais, sendo considerada a zoonose fúngica mais relatada no mundo (CORTEZ et al., 2012; SIDRIM; MOREIRA, 1999).

Este grupo é constituído por inúmeras espécies agrupadas em três gêneros: *Microsporum*, *Trichophyton* e *Epidermophyton*. Podendo ser diferenciados pelo aspecto macroscópico das colônias, bem como suas características microscópicas (MEINERZ; ROSA, 2009).

Os dermatófitos também são classificados devido à sua adaptação em relação ao ambiente, sendo divididos em geofílicos, zoofílicos e antropofílicos. O primeiro grupo apresenta uma característica de manter-se em solos, o segundo são os fungos que se adaptam melhor nos animais, enquanto que os últimos parasitam principalmente o homem (OLIVEIRA, 2014).

Os sinais clínicos da dermatofitose são variáveis, influenciáveis principalmente pela relação hospedeiro-fungo e do grau da resposta inflamatória, mas as principais alterações cutâneas observadas em humanos e animais são alopecia, presença de pápulas, pústulas e ocasionalmente, furúnculos (CRUZ, 2010).

Essa micose é considerada um problema de saúde pública, e sua prevalência pode apresentar variações regionais, na literatura é descrita afetando cerca de 25% da população mundial, sendo considerada a terceira dermatopatia em crianças menores de 12 anos e o segundo quando descrito à população adulta (CORTEZ et al., 2012; DALLA LANA et al., 2016; VENA et al., 2012).

A transmissão da dermatofitose ocorre através do contato direto com pelos, pele ou crostas contaminadas pelos fungos provenientes de portadores sintomático ou assintomático, porém, pode acontecer indiretamente por fômites com a presença de arthroconídios (MATTEI; MADRID, 2011).

Neves et al. (2015) ao estudarem a epidemiologia dos dermatófitos, confirmaram a presença de propágulos fúngicos viáveis no ambiente domiciliar de animais apresentando dermatofitose, sendo o fungo encontrado em quaisquer dos



locais ou superfícies pesquisadas. Os autores destacam que o ambiente também deve ser limpo e desinfetado simultaneamente ao tratamento dos *pets*, evitando uma disseminação desses micro-organismos para outros animais e/ou seres humanos.

As medidas de controle utilizadas na dermatofitose visam principalmente interferir na cadeia de transmissão da enfermidade, entretanto, esse controle é particularmente difícil devido à existência de animais portadores assintomáticos. Além disso, estes fungos possuem resistência aos agentes físicos e químicos, o que permite que permaneçam viáveis em materiais inanimados por mais de 18 meses (MEINERZ; ROSA, 2009; MORIELO; DEBOER; VOLK, 2002; PINHEIRO; MOREIRA; SIDRIM, 1997).

### **2.1.3 Fungos dimórficos**

Fungos dimórficos podem-se apresentar tanto na forma leveduriforme quanto na forma filamentosa, dependendo das condições de crescimento, como nutricionais e temperatura, sendo influenciado principalmente pelo último. Assim, em sua maioria, a 37°C estão na forma de levedura e a 25°C mostram-se como filamentosos. Esta variabilidade morfológica é uma característica maioritária de fungos patogênicos (LACAZ et al., 2002; MEIRELES; NASCENTE, 2009; SIDRIM; MOREIRA, 1999).

Várias espécies fazem parte desse grupo de fungos, dentre elas pode-se incluir *Coccidioides immitis*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Blastomyces dermatitidis*, *Histoplasma capsulatum* e *Sporothrix* spp. (CRUZ, 2010; MEIRELES; NASCENTE, 2009).

#### **2.1.3.1 Complexo *Sporothrix schenckii***

O Complexo *Sporothrix schenckii* é composto por fungos dimórficos, cosmopolitas, saprófitos e parasitas facultativos. Sua forma filamentosa pode ser encontrada em solos ricos de matéria orgânica e vegetação em decomposição, principalmente em locais quentes e úmidos, e sua fase leveduriforme está presente nas lesões de indivíduos com esporotricose (LACAZ et al., 1998; CRUZ, 2010).

Durante muito tempo, considerou-se que apenas *Sporothrix schenckii* era a espécie patogênica, causadora da esporotricose (MARIMON et al., 2007). Porém, com o advento do sequenciamento de DNA, os estudos genômicos, da morfologia, nutrição e fisiologia, *S. schenckii* passou a ser considerado um complexo, que inclui as espécies *S. schenckii sensu stricto*, *S. globosa*, *S. mexicana*, *S. luriae*, *S. pallida*, *S. chilensis*, *S. albicans* e *S. brasiliensis*. Dentre essas espécies, algumas ainda não foram descritas como causadoras da enfermidade (MARIMON et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011; VERGARA et al., 2012; RODRIGUES et al., 2013).

A esporotricose atualmente é descrita como uma micose de implantação, que acomete o homem e diversos animais, possui ocorrência mundial, com uma maior frequência em zonas temperadas e tropicais. Uma vez que a esporotricose não é uma doença de notificação obrigatória, sua prevalência mundial exata é desconhecida, mas ela já foi relatada nos Estados Unidos, América do Sul (Brasil, Colômbia, Guatemala, México e Peru), Ásia (China, Índia e Japão) e na Austrália (CHAKRABARTI et al., 2015). A esporotricose é uma doença negligenciada que tem tido um aumento significativo no número de acometidos nos últimos anos, e reconhecidamente tornou-se um problema em saúde pública (CRUZ, 2010; GREMIÃO, 2015).

A transmissão desta micose ocorre através da inoculação do *Sporothrix* spp. por ação traumática na derme por espinhos, feras de madeiras, material vegetal, assim como por arranhadura e mordedura de animais contaminados ou pelo contato da pele com solução de continuidade (ARAÚJO et al., 2015; CRUZ, 2010; MADRID et al., 2012). A transmissão zoonótica da esporotricose é considerada rara mundialmente, porém, em alguns locais o panorama se altera, e a principal forma de disseminação ocorre através de felinos doentes (FREITAS, 2009). Esses animais recebem grande destaque na transmissão da doença, pois apresentam grande número de leveduras em suas lesões e por carregarem o fungo nas garras e cavidade oral (SCHUBACH et al., 2006).

A esporotricose tem recebido destaque na medicina humana e animal pelo crescente aumento de casos relatados, pelo alto potencial zoonótico e por apresentar um alto índice de resistência ao tratamento. A importância da esporotricose e a presença do Complexo *Sporothrix schenckii* em vários estados e municípios do Brasil, especialmente no Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e em Pelotas (RS), onde o problema tem sido relatado com maior frequência, é imperativo

estudos envolvendo variáveis da cadeia de transmissibilidade com utilização de processos físicos na descontaminação do agente *Sporothrix* spp. por exemplo. Avançar nessa forma de controle se justifica especialmente quando já se tem relatos do Complexo *S. schenckii* em ambientes hospitalares e domiciliares, o que reforça a necessidades dos cuidados na desinfecção ambiental, pelo risco da contaminação de animais e humanos (MATOS et al, 2016; MATTEI et al., 2011; WALLER et al., 2016).

## 2.2 Contaminação fúngica

Devido as características já descritas do desenvolvimento fúngico, esses micro-organismos tem a capacidade de crescer nos mais variados locais, gerando muitas vezes contaminações extensas com perdas econômicas, transmissão de enfermidades e dificuldades na descontaminação ambiental (LACAZ et al., 2002).

Nos hospitais, as infecções fúngicas estão cada vez mais comuns e possuem grande importância em pacientes imunocomprometidos, por serem difíceis de tratar e muitas vezes anteciparem a morte (MORRIS et al., 2000). Um estudo realizado sobre a epidemiologia da septicemia em humanos descreveu um aumento de 207% das infecções micóticas entre 1979 a 2000, estando relacionados os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Candida* e *Cryptococcus* (PFALLER; DIEKEMA, 2007).

A contaminação por fungos em hospitais, laboratórios, bibliotecas, sistema de manipulação de ar e nos mais diversos locais, ocorre através do ar, água, pessoas e objetos contaminados, sendo dificultoso o controle da sua propagação (BORTOLETTO; MACHADO; COUTINHO, 2002; LEVETIN et al., 2001; MARTINS, 2016; SHERLOCK et al., 2008). Porém, rotinas de higiene, baseadas em limpeza de superfícies, desinfecção e esterilização de materiais, juntamente com antissepsia auxiliam na diminuição do problema (AVANCINI; GONZÁLES, 2014).

Diversos estudos descrevem a contaminação de fungos em unidades de manipulação de ar, esses agentes contaminam filtros de ar, bobinas de refrigeração e ductos. As pessoas que convivem com o ar contaminado, podem desenvolver doenças infecciosas e doenças de hipersensibilidade, como alergias, rinite e asma. Sendo um problema que afeta desde edifícios comerciais, até hospitais e domicílios (LEVETIN et al., 2001; MENZIES et al., 1999).

Um exemplo concreto do problema, foi a contaminação fúngica que ocorreu em dezembro de 1996, no acervo da Biblioteca de Manguinhos da Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, na época existiam aproximadamente 620.000 volumes no local, que precisou ser interditado por um período de cinco meses para controlar o crescimento dos fungos (BORTOLETTO; MACHADO; COUTINHO, 2002).

Avaliando-se o exposto, percebe-se a importância da descontaminação fúngica, uma vez que a taxa de morbidade por infecções fúngicas tem aumentado e a mortalidade igualmente, mesmo quando administrada a medicação correta. Devido esses dados, nota-se que mais estudos devem ser realizados sobre o tema, focando na prevenção de infecções e diminuição de contaminações cruzadas (ANDERSEN et al., 2009; COELHO et al., 2017; NUCCI et al., 2010; PFALLER; DIEKEMA, 2007).

### **2.3 Descontaminação**

Descontaminação é o processo ou tratamento que remove os micro-organismos patogênicos de um objeto, tornando, assim os materiais, instrumentos ou superfícies seguro para uso pelos profissionais competentes. O procedimento de descontaminação pode variar entre processo de esterilização, desinfecção e limpeza (KALIL; da COSTA, 1994).

Limpeza ou lavagem é o processo de remoção de sujidades e/ou matéria orgânica, pré-requisito essencial no processo de desinfecção e esterilização. A lavagem pode ser realizada manual ou automaticamente, a primeira é realizada com água fria ou morna, e detergente ou produtos enzimáticos com o auxílio da ação mecânica. Já a lavagem automática é realizada com o recurso de máquinas automatizadas, onde a remoção da sujidade e da matéria orgânica, ocorre pela ação mecânica, térmica e química de ondas ultrassônicas e jatos d'água (de LEMOS, 2016; SABIR; RAMACHANDRA, 2004).

A desinfecção é o processo que elimina todos os micro-organismos, com exceção dos esporos bacterianos, que estão em superfícies inanimadas. Esse processo não deve ser confundido com a esterilização, visto que não elimina totalmente todas as formas de vida microbiana (TENGAN et al., 2016; WICHELHAUS et al., 2006). Os fatores que afetam a eficácia da desinfecção são a falta de limpeza prévia da superfície, a carga orgânica presente, tipo e nível de

contaminação bacteriana, as características do micro-organismos, a concentração e o tempo de exposição, presença de biofilmes, temperatura e pH (CAMPOS; VALENTE; AVANCINI, 2016).

Esterilização é a eliminação ou destruição completa de todas as formas de vida microbiana, incluindo esporos, é considerado o meio mais eficaz para eliminar todas as fontes viáveis de organismos que possam causar infecção e/ou doença. Sua eficácia também é afetada igualmente como na desinfecção, mas, se destaca por ser o método mais eficiente, mais rápido, não corrosivo e mais seguro, ele usualmente é dividido em esterilização química e esterilização física (KALIL; da COSTA, 1994; PAIVA et al., 2014).

Deve-se lembrar, no entanto, que as questões de desinfecção e de esterilização não são assim tão simples como se apresentam. É necessário considerar que existem processos inadequados para determinados tipos de materiais, como por exemplo utensílios termossensíveis. Ressaltando que frequentemente os fômites em medicina veterinária são objetos de plásticos e/ou borracha que em altas temperaturas são danificados, tornando difícil sua descontaminação (AVANCINI; GONZÁLES, 2014; KALIL; da COSTA, 1994).

### **2.3.1 Radiação ultravioleta**

Por definição radiação é a emissão de partículas ou energia em forma de ondas, onde o comprimento de onda é a distância de pico a pico de uma onda e usualmente é expresso em centímetro ou nanômetro (nm). Dentre as radiações existe a ultravioleta (UV), um componente invisível da radiação solar, que no espectro eletromagnético situa-se entre a luz visível e os raios-X (de OLIVEIRA, 2003; USEPA, 2006).

De acordo com o comprimento de onda, a radiação UV é dividida em três categorias, UV-A (316-400nm), UV-B (281-315nm) e UV-C (100-280nm), ou seja, essa radiação encontra-se na faixa de comprimento de onda de 100 a 400nm, e a faixa com maior efeito sobre o ácido desoxirribonucleico (DNA) celular está entre 250 a 270nm, com o efeito germicida tendo maior eficiência no comprimento de onda de 254nm (AGUIAR, 2000; VARGAS, 2011).

A fonte primária de radiação ultravioleta é o sol, podendo também ser emitida por lâmpadas incandescentes e fluorescentes, solda elétrica, maçarico de plasma e equipamentos a laser. A radiação proveniente de fontes naturais é quase que totalmente absorvida pelo ozônio da atmosfera terrestre, e apenas as faixas mais energéticas do espectro ultravioleta chegam até a superfície. A absorção da UV pela atmosfera protege a vida no planeta, mas mesmo assim, os raios ultravioletas que atingem a superfície da terra têm energia suficiente para inativar micro-organismos menos resistentes (NOGUEIRA, 2003; VARGAS, 2011).

A luz UV produzida artificialmente por lâmpadas de vapores de mercúrio, pode ser de baixa ou média pressão, devido à pressão de vapor de mercúrio dentro da lâmpada. Nas de baixa pressão, o mercúrio em temperatura moderada (40°C) emite essencialmente luz monocromática, e em torno de 85% de sua energia no comprimento de onda de 253,7nm, assim, são fonte eficientes para o sistema de desinfecção. Nas lâmpadas de média pressão, o vapor de mercúrio em temperaturas altas (600-900°C) produz luz UV de espectro bem largo (policromático). As lâmpadas de média pressão desinfetam mais rápido e tem maior capacidade de penetração devido à alta intensidade. Entretanto, essas lâmpadas operam em temperaturas muito altas e comum grande consumo de energia. Apesar das vantagens das lâmpadas de média pressão, as de baixa pressão de vapor de mercúrio são as mais utilizadas devido ao custo e facilidade de aquisição no mercado (SOMMER et al., 2008; USEPA, 2006).

A radiação UV vem sendo utilizada como um processo físico de desinfecção, amplamente conhecida pela eliminação de micro-organismos presentes em superfícies, salas, materiais e líquidos. Estudos evidenciam sua letalidade frente a bactérias, vírus, fungos e algas, mostrando-se como uma forma eficiente e ambientalmente segura na descontaminação de objetos contaminados por desses agentes (PIGATTO, 2008; ROCHA et al., 2011; UEKI et al., 2008).

Deve-se ressaltar que a luz UV não tem poder de penetração, agindo apenas na superfície onde os raios incidem, sendo a sua ação germicida afetada pelo acúmulo de sujidades, matérias orgânicas e pela distância do plano a ser desinfetado. Demonstrando a importância de adotar-se os devidos cuidados para alcançar melhores resultados de desinfecção (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005; UEKI et al., 2008).

Os raios UV agem diretamente sobre o DNA presente no interior das células, provocando mutações ou até mesmo a morte celular. Acredita-se que o efeito da UV está relacionado com a formação de dímeros entre moléculas adjacentes de timina numa mesma cadeia de polinucleotídeo, e essa dimerização está ligada à capacidade de bloquear a replicação do DNA, causando o efeito letal (CAMACHO, 1995; CRUZ, 2010).

Sua eficácia depende de alguns fatores que influenciam sua capacidade na eliminação da carga microbiana, como por exemplo, tempo de exposição, tamanho da população, características dos micro-organismos e condições ambientais. Devido a isso, é necessário o estudo sobre a eficiência da inativação de diferentes micro-organismos expostos à UV, uma vez que cada um comporta-se com maior ou menor resistência diante a diferentes doses de radiação (da COSTA, 2007; WRIGHT; CAIRNS, 1998).

### **3 Artigos**

#### **3.1 Artigo 1**

##### **Luz ultravioleta na inibição do crescimento de leveduras**

**SILVA, Anna Luiza; SERRA, Emanoele Figueiredo; RIPOLL, Márcia Kutscher; WALLER, Stefanie Bressan; OSÓRIO, Luiza da Gama; GOMES, Angelita dos Reis; de FARIA, Renata Osório; MEIRELES, Mário Carlos Araújo.**

**Publicado na revista Science and Animal Health  
v. 5, n. 2, p. 101-111, 2017**



## LUZ ULTRAVIOLETA NA INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE LEVEDURAS

SILVA, Anna Luiza<sup>1</sup>;  
SERRA, Emanoele Figueiredo<sup>1</sup>;  
RIPOLL, Márcia Kutscher<sup>1</sup>;  
WALLER, Stefanie Bressan<sup>1</sup>;  
OSÓRIO, Luiza da Gama<sup>1</sup>;  
GOMES, Angelita dos Reis<sup>1</sup>;  
FARIA, Renata Osório de<sup>1</sup>;  
MEIRELES, Mário Carlos Araújo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Diagnóstico e Pesquisa em Micologia Veterinária, Departamento de Veterinária Preventiva, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil.

### RESUMO

A luz ultravioleta (UV) possui ação germicida, sendo amplamente utilizada na descontaminação de superfícies e materiais em laboratório. Essa radiação provoca alterações fotobioquímicas que promovem a inviabilidade ou morte dos micro-organismos atingidos. As leveduras são células eucariotas, ou seja, possuem núcleo que protege o seu material genético, sendo um dos motivos para necessitarem de uma maior exposição à UV quando comparadas às células procariontas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da radiação ultravioleta sobre as leveduras expostas em cabine de segurança biológica. No estudo foram utilizados um isolado de *Cryptococcus gattii*, um de *Rhodotorula* sp. e uma cepa padrão de *Candida albicans* (ATCC 14053). Utilizou-se a Norma M27-A2 do NCCLS para a preparação dos inóculos, diluindo-os nas concentrações 1, 5 e 10 da escala McFarland. Cada inóculo foi semeado em seis placas de *Potato Dextrose Agar* (PDA). Após, metade das placas foi exposta à radiação ultravioleta por 15 minutos em cabine de segurança biológica. Todas as placas foram incubadas em estufa a 37 °C por 10 dias. As placas semeadas com *C. albicans* e *C. gattii* e expostas à UV tiveram seu crescimento inibido. As placas semeadas com *Rhodotorula* sp. e expostas à radiação UV tiveram crescimento, porém com uma diminuição nas unidades formadoras de colônias (UFC) quando comparado com as não expostas. Nas condições deste trabalho, comprovou-se a eficácia desse método de descontaminação em relação a *C. albicans* e *C. gattii*, assim como a necessidade de maiores pesquisas da atuação da UV frente ao gênero *Rhodotorula*.

**Palavras-chave:** Descontaminação. Desinfecção. Fungos. Fungicida. UV.

### INTRODUÇÃO

Fungos são seres ubíquos que se destacam por crescerem e se propagarem pela poeira ambiental, por isso, dificilmente um ambiente está livre da contaminação fúngica, fato que ocorre também em laboratórios e seus equipamentos (ANVISA, 2010; NOBRE; CLEFF, 2009). Com isso, deve-se destacar a importância da desinfecção, pois esta resulta na redução da carga microbiana (ANVISA, 2010; MATTEI et al., 2014).

As instalações, equipamentos e procedimentos de um laboratório de micologia devem estar de acordo com as normas de biossegurança vigentes no país, pois a correta aplicação desses regimentos contribui para a proteção das amostras processadas em relação a contaminantes externos, da equipe que manuseia e do meio ambiente (BRASIL, 2006; SANGIONI, 2012; UEKI et al., 2006).

As cabines de segurança biológicas (CSB) são consideradas o principal equipamento de contenção de micro-organismos nos laboratórios, sendo capazes de proporcionar a diminuição de aerossóis e borrifos gerados nos procedimentos realizados dentro delas (BRASIL, 2006). Dependendo das características de construção e aplicações, as CSB são classificadas em classe I, II e III, a escolha dependerá dos riscos e dos agentes biológicos a serem manipulados (UEKI et al., 2008). Todas as CSB devem possuir em seu interior uma lâmpada ultravioleta (UV) e, segundo normas de biossegurança, após utilização da CSB, a luz UV precisa permanecer ligada durante 15 minutos para a descontaminação (BRASIL, 2006; SANGIONI, 2012).

A radiação ultravioleta é um processo físico de desinfecção frequentemente utilizado em laboratórios (PIGATTO, 2008). Esse processo corresponde às ondas eletromagnéticas com comprimento na faixa de 100 a 400 nanômetros (nm), onde o comprimento de onda de 254 nm possui atividade germicida mais efetiva (RIBEIRO et al., 2004). Estudos evidenciam que ela é letal para bactérias, esporos, vírus, fungos e algas (UEKI et al., 2008), mostrando-se como uma forma eficiente e ambientalmente segura na desinfecção de sólidos e líquidos (ROCHA et al., 2011).

Ao contato com os micro-organismos, a UV provoca alterações fotobioquímicas que modificam o DNA ou RNA celular e de organelas intracelulares, promovendo a inviabilidade ou a morte das mesmas (LENZI, 2005). As leveduras são células eucariotas e por possuírem núcleo necessitam de uma maior exposição a essa radiação quando comparadas às células procariotas. Desta forma, o uso de células fúngicas torna-se uma opção viável para a avaliação da UV como método de desinfecção (LOBO et al., 2009; TORTORA et al., 2005).

A partir das informações supracitadas, o estudo proposto visa analisar o efeito da radiação ultravioleta sobre o crescimento das leveduras expostas em CSB e sua eficiência na descontaminação em laboratórios.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

No experimento foram utilizados isolados de *Cryptococcus gattii*, *Rhodotorula* sp. e uma cepa padrão de *Candida albicans* (ATCC 14053), todos provenientes da micoteca do Centro de Diagnóstico e Pesquisa em Micologia Veterinária (MicVet) pertencente a Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

A metodologia foi estabelecida através da Norma M27-A2 do NCCLS. Para a preparação do inóculo, as leveduras foram repicadas por esgotamento em placa de Petri contendo meio de cultura Potato Dextrose Agar (PDA) e acondicionadas em estufa a 37 °C por 48 horas.

Após, suspendeu-se a colônia obtida nas placas em um tubo de ensaio contendo solução salina tamponada (PBS) acrescida com uma gota de Tween 20. As soluções foram homogeneizadas em agitador de tubos durante 15 segundos, e o inóculo das três leveduras foram ajustados às concentrações de 1, 5 e 10 de acordo com escala de McFarland.

Posteriormente, em triplicata, inoculou-se 10 µL de cada solução em placas de Petri de plástico contendo PDA e em seguida foram espalhados pelo método de surface plate. Metade das placas semeadas foram destampadas e expostas à radiação ultravioleta em uma câmara de segurança biológica (BioFlux II A/Filtracom) por 15 minutos com o fluxo laminar ligado.

Para o controle negativo, três placas foram semeadas com o PBS sem a exposição à luz UV. Ao final, todas as placas foram incubadas em estufa a 37 °C por dez dias com avaliação diária do crescimento fúngico.

Para realização do estudo foi utilizada uma lâmpada nova de ultravioleta de baixa pressão de vapor de mercúrio com potência nominal de 30W (Phillips®), localizada na parte superior da câmara de fluxo laminar com uma altura de 45 cm das placas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os fungos leveduriformes comumente possuem crescimento entre 24 a 48 h após incubação em estufa com temperatura em torno de 37 °C (MEIRELES; NASCENTE, 2009). Neste experimento, optou-se por avaliar as placas até o décimo dia de incubação, para assim garantir a ausência de crescimento tardio dos micro-organismos.

O gênero *Candida* é composto por centenas de espécies, com destaque para a *C. albicans*, que é a mais frequentemente envolvida com patologias nos homens e animais domésticos.

Suas colônias são brancas a creme, com textura cremosa e podem ser lisas ou rugosas. Na microscopia notam-se células arredondadas, sem a presença de cápsula e podem apresentar pseudo-hifas (CRUZ, 2010).

A infecção por *Candida* spp. pode ser facilitada por vários processos patológicos, fisiológicos ou traumáticos, sendo os mais comuns a imunossupressão. Dessa forma, a candidíase é considerada uma micose oportunista e é o quarto patógeno mais isolados de hemoculturas nos hospitais brasileiros (COLOMBO et al., 2006; MALUCHE; SANTOS, 2008).

Neste estudo, as placas semeadas com *Candida albicans* e expostas na CSB com radiação UV por 15 min, tiveram seu crescimento inibido até o último dia de incubação (figura 1), em todas as concentrações testadas. Resultado semelhante ao de Vargas (2011), que observou que após 60 s de exposição à radiação UV, havia uma redução decimal de *C. albicans*. Sendo que o estudo descreve a *C. albicans* como mais resistente a radiação UV, em comparação a *Saccharomyces boulardii*, uma vez que a segunda levedura necessitou apenas de 40 s de exposição para sua redução decimal. Embora exista a descrição dessa maior resistência a ação UV, em comparação a outros micro-organismos, a *C. albicans* no estudo atual foi inibida.

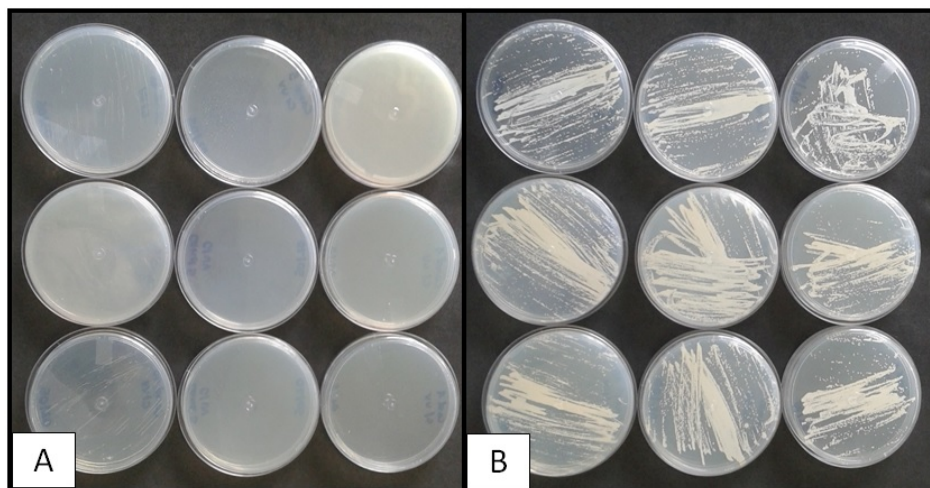


FIGURA 1 PLACAS SEMEADAS COM *CANDIDA ALBICANS* EM TRÊS CONCENTRAÇÕES, APÓS DEZ DIAS DE INCUBAÇÃO. A) PLACAS DE PETRI EXPOSTAS 15 MINUTOS NA RADIAÇÃO UV. B) PLACAS DE PETRI NÃO EXPOSTAS A RADIAÇÃO UV

As colônias do gênero *Cryptococcus* são de coloração creme, lisas e mucoides e, quando semeadas em ágar inclinado, o fungo escorre pela superfície do meio e se deposita no fundo (CRUZ, 2010). Na microscopia observam-se células globosas, com ou sem brotamento e envolvidas por cápsula de polissacarídeo (de FARIA; XAVIER, 2009). Os resultados das placas

semeadas com *Cryptococcus gattii* neste estudo, assemelham-se com a levedura anterior (Figura 2), pois em todas as placas expostas na radiação UV houve o crescimento inibido até o último dia de incubação.

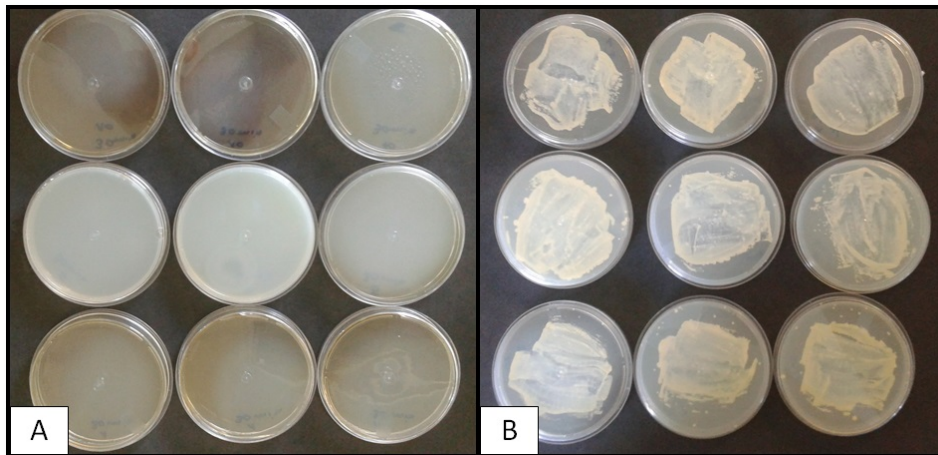


FIGURA 2 PLACAS SEMEADAS COM *CRYPTOCOCCUS GATTII* EM TRÊS CONCENTRAÇÕES, APÓS DEZ DIAS DE INCUBAÇÃO. A) PLACAS DE PETRI EXPOSTAS 15 MINUTOS NA RADIAÇÃO UV. B) PLACAS DE PETRI NÃO EXPOSTAS A RADIAÇÃO UV

As colônias do gênero *Rhodotorula* são de coloração alaranjada a avermelhada com aspecto mucoide devido à presença de cápsula, podendo se apresentar também como pastosas e rugosas (SIDRIM; ROCHA, 2004). Essas leveduras são consideradas saprófitas e contaminantes comuns de amostras.

Um estudo realizado em 2015 comprovou a presença de leveduras do gênero *Rhodotorula* em ambientes hospitalares, pois houve o isolamento do fungo em 20,7% das amostras coletadas (GONÇALVES et al., 2015). Além disso, cada vez mais há relatos que citam esse micro-organismo como um patógeno oportunista emergente, principalmente em pacientes imunocomprometidos (GOMEZ-LOPEZ et al., 2005). Com esses resultados, percebe-se a importância de estudos que descrevam formas de desinfecção frente *Rhodotorula* spp. (GONÇALVES et al., 2015).

Nas placas semeadas com *Rhodotorula* sp. e expostas à luz UV por 15 min, não houve inibição em nenhuma concentração testada (Figura 3), porém houve uma diminuição das unidades formadoras de colônias (UFC) quando comparadas com as placas não expostas a UV. Esses resultados corroboram com os encontrados por Santiago (2015) que testou leveduras extremófilas quanto à capacidade de resistir a radiação ultravioleta. As espécies

de *Rhodotorula* testadas resistiram a intensidades maiores que  $900 \text{ J/m}^2$  de radiação UV, a explicação dada pela autora, foi ao fato dessas leveduras produzirem carotenóides, um pigmento fotoprotetor capaz de absorver a radiação UV em comprimentos de onda diferentes (WYNN-WILLIAMS; EDWARDS, 2002). Porém sugere-se maiores estudo sobre o comportamento da *Rhodotorula* spp. frente a UV.

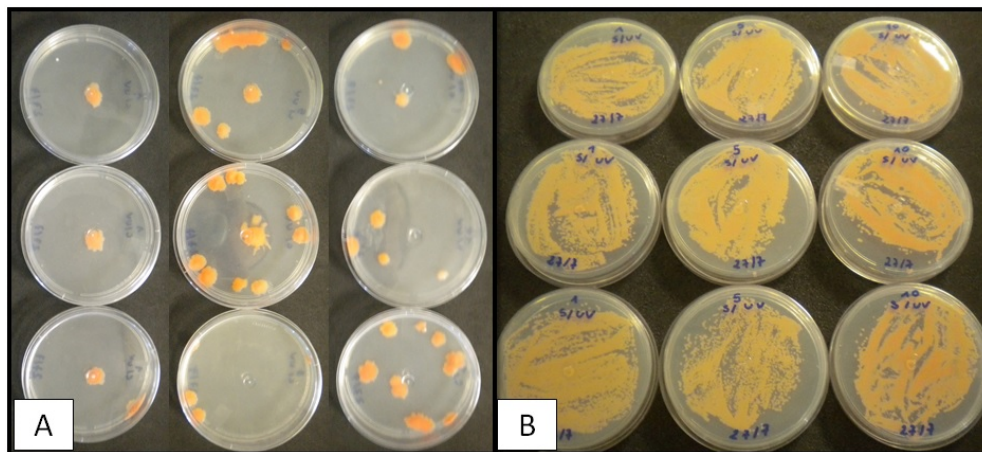


FIGURA 3 PLACAS SEMEADAS COM *RHODOTORULA* SP. EM TRÊS CONCENTRAÇÕES, APÓS DEZ DIAS DE INCUBAÇÃO. A) PLACAS DE PETRI EXPOSTAS 15 MINUTOS NA RADIAÇÃO UV. B) PLACAS DE PETRI NÃO EXPOSTAS A RADIAÇÃO UV

No controle negativo, placas semeadas com PBS e não expostas à UV, não houve crescimento de micro-organismos. Demonstrando com isso a inocuidade dos materiais utilizados para a realização do experimento, bem como do ambiente ao qual foram expostos (CSB).

Ueki et al. (2006) realizaram um estudo semelhante, onde testaram a ação germicida da radiação ultravioleta frente a micobactérias. Todas as placas que tiveram exposição direta à UV durante cinco minutos, apresentaram inibição do crescimento das bactérias. Os autores sugerem que esses resultados demonstram que a UV garante a descontaminação adequada das CSB e de materiais.

As micobactérias precisaram apenas de cinco minutos de exposição a luz UV para serem inibidas no estudo de Ueki et al. (2006), uma vez que são mais sensíveis a radiação UV quando comparadas às células fúngicas. Isso ocorre, pois, além das leveduras terem o DNA protegido por membrana, as células são maiores e possuem uma parede celular espessa e muito resistente, composta de oligossacarídeos (LOBO et al., 2009; TORTORA et al., 2005).

Com as condições estabelecidas neste trabalho, salienta-se a eficácia da luz UV frente a *Candida albicans* e *Cryptococcus gattii* e a importância de maiores estudos da ação germicida da UV frente a *Rhodotorula* sp.

Percebe-se também, que a prática laboratorial de utilizar 15 min de luz UV antes da manipulação em CSB é eficiente, porém existem limitações. Primeiro, deve-se estar ciente que a radiação UV é um método secundário, necessitando junto a ela empregar as boas práticas e descontaminação química, como hipoclorito de sódio ou álcool etílico (SANGIONI, 2012; UEKI et al., 2008). Também deve-se ressaltar que a luz UV não penetra em materiais, agindo apenas na superfície e que seu potencial é afetado pelo acúmulo de sujidades e pela distância do plano a ser desinfetado. Sendo assim, é importante adotar os cuidados devidos para alcançar melhores resultados de desinfecção (UEKI et al., 2008).

## CONCLUSÃO

Nas condições deste experimento a ação germicida da luz UV sobre a *Candida albicans* e o *Cryptococcus gattii* foi efetiva. Entretanto, nas placas semeadas com *Rhodotorula* sp. não houve a inibição total em nenhuma concentração testada, mostrando a necessidade de maiores estudos da ação UV frente a esse gênero.

## ULTRAVIOLET LIGHT IN THE INHIBITION OF YEAST GROWTH

### ABSTRACT

The ultraviolet light (UV) has germicide action, as it is widely utilized as a decontamination method to surfaces and laboratory supplies. This radiation causes photobiochemistry changes that promote microorganisms' unavailability or death. The yeasts are eukaryotic cells, have a nucleus that protects their genetic material, being one of the reasons they need a higher UV light exposition when compared to prokaryotic cells. The goal of this paper was to evaluate the efficiency of the ultraviolet radiation on the yeasts growth exposed in biological safety cabinet. In this study were used an isolated strain of *Cryptococcus gattii*, one of *Rhodotorula* sp. and a pattern strain of *Candida albicans* (ATCC 14053). Standard M27-A2 of the NCCLS were used for the preparation of the inoculum in the concentrations 1, 5 and 10 of the McFarland scale. Each inoculum was sown in six plates of Potato Dextrose Agar (PDA). After that, half of the plates were exposed to the ultraviolet radiation for 15 minutes in biological safety cabinet. All the plates were incubated at 37°C for 10 days. The plates sown with *C. albicans* and *C. gattii* and exposed to UV há their growth inhibited. The

plates sown with *Rhodotorula* sp. and exposed to UV radiation had growth, however, they had less colony-forming units when compared to the non-exposed plates. In these work conditions, it was proved the efficacy of this method of decontamination in relation to those with *C. albicans* and *C. gattii*. Also, it is evident the need for more research in the action of UV radiation in front to *Rhodotorula* spp.

**Key words:** Decontamination. Disinfection. Fungi. Fungicide. UV.

## LUZ ULTRAVIOLETA EN LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE LEVEDURAS

### RESUMEN

La luz ultravioleta (UV) tiene acción germicida, siendo ampliamente utilizada en la descontaminación de superficies y materiales en laboratorio. Esta radiación provoca cambios fotoquímicos que promueven la inviabilidad o muerte de los microorganismos afectados. Las levaduras son células eucariotas, poseen núcleo que protege su material genético, siendo uno de los motivos para necesitar una mayor exposición a la UV cuando se compara con las células procariotas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la radiación ultravioleta sobre las levaduras expuestas en cabina de seguridad biológica. En el estudio se utilizó un aislado de *Cryptococcus gattii*, uno de *Rhodotorula* sp. y una cepa estándar de *Candida albicans* (ATCC 14053). Se utilizó la Norma M27-A2 del NCCLS para la preparación de los inóculos, diluyéndolos en las concentraciones 1, 5 y 10 de la escala McFarland. Cada inóculo fue sembrado en seis placas de Potato Dextrosa Agar (PDA). Después de la mitad de las placas fue expuesta a la radiación ultravioleta durante 15 minutos en cabina de seguridad biológica. Todas las placas se incubaron a 37 ° C durante 10 días. Las placas sembradas con *C. albicans* y *C. gattii* y expuestas a la UV tuvieron su crecimiento inhibido. Las placas sembradas con *Rhodotorula* sp. y expuestas a la radiación UV tuvieron crecimiento, pero con una disminución en las unidades formadoras de colonias (UFC) en comparación con las no expuestas. En las condiciones de este trabajo, se comprobó la eficacia de este método de descontaminación en relación a *C. albicans* y *C. gattii*, así como la necesidad de mayores investigaciones de la actuación de la UV frente al género *Rhodotorula*.

**Palabras clave:** Descontaminación. Desinfección. Hongos. Fungicida. UV.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio financeiro.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Segurança do paciente em serviços de saúde: Limpeza e desinfecção de superfície**. Brasília: Anvisa, 2010. 116p.
- BRASIL. **Biossegurança em laboratórios biomédicos e de microbiologia**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. 3ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 290p.
- COLOMBO, A. L.; NUCCI, M.; PARK, B.J.; et al. Epidemiology of Candidemia in Brazil: a Nationwide Sentinel Surveillance of Candidemia in Eleven Medical Centers. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 44, p. 2816-2823, 2006.
- CRUZ, L. C. H. da. **Micologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2010. 348p.
- de FARIA, R. O.; XAVIER, M. O. Criptococose. In: MEIRELES, M. C. A.; NASCENTE, P. da S. **Micologia Veterinária**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009. Cap. 5, p. 191-203.
- GOMEZ-LOPEZ, A.; MELLADO, E.; RODRIGUEZ-TUDELA, J; et al. Susceptibility profile of 29 clinical isolates of *Rhodotorula* spp. and literature review. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**. v. 55, p. 312–316, 2005.
- GONÇALVES, C. L.; MOTA, F. V.; MENDES, J. F.; et al. Leveduras isoladas em unidade de terapia intensiva do sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 5, n. 2, p. 111-112, 2015.
- LENZI, C. F. **Estudos de complementação fenotípica de mutante pso 2-1 de *Saccharomyces cerevisiae* pelos genes uvr de *Escherichia coli***. 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- LOBO, M. G.; COSTA, B. P. da; WISBECK, E. Avaliação da desinfecção de água por reator utilizando radiação ultravioleta. **Revista de Ciências Ambientais**, v.3, p. 21-36, 2009.
- MALUCHE, M.E.; SANTOS, J.I. *Candida* sp. e infecções hospitalares: aspectos epidemiológicos e laboratoriais. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**. v.40, n 1, p. 65-67, 2008.
- MATTEI, A. S.; MADRID, I. M.; SANTIN, R.; et al. Presença de fungos com potencial patogênico em instrumento de tosa. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p.40-45, 2014.
- MEIRELES, M. C. A.; NASCENTE, P. da S. **Micologia Veterinária**. 1. ed. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009. 456p.
- NCCLS. **Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a Terapia Antifúngica das Leveduras**. 2. ed. NCCLS document M27-A2. Estados Unidos, 2002.

- NOBRE, M. de O.; CLEFF, M. B. A Célula Fúngica. In: MEIRELES, M. C. A.; NASCENTE, P. da S. **Micologia Veterinária**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009. Cap. 3, p. 31-40.
- PIGATTO, G. **Irradiação UV em *Xantomonas campestris* pv. *campestris* visando a produção da goma xantana**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, 2008.
- RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; et al. Avaliação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. **Pharmacia Brasileira**, v.16, p.86-88, 2004.
- ROCHA, B. C. C. de M.; REIS, R. P. A.; de ARAÚJO, J. V. G. Avaliação de sistema de tratamento de tratamento de água de chuva coletadas em telhado de cimento amianto, utilizando filtração e desinfecção por UV e cloro. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 1, n. 3, p. 12-18, 2011.
- SANGIONI, L. A.; PEREIRA, D. I. B.; VOGEL, F. S. F.; BOTTON, S. de A. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, 2013.
- SANTIAGO, I. F.; **Diversidade e bioprospecção de fungos associados a líquens presentes em ecossistemas extremos**. Belo Horizonte: UFMG, 2015. 136p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
- SIDIRM, J.; ROCHA, M. **Micologia médica à luz de autores contemporâneos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 388p.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- UEKI, S. Y. M.; GEREMIAS, A. L.; MONIZ, L. L.; et al. Cabine de Segurança Biológica: efeito da luz ultravioleta nas micobactérias. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, n. 3, p. 222-224, 2006.
- UEKI, S. Y. M.; CHIMARA, E.; YAMAUCHI, J. U.; et al. Monitoramento em cabine de segurança biológica: manipulação de cepas e descontaminação em um laboratório de micobactérias. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 44, n. 4, p. 263-269, 2008.
- VARGAS, K. C. **Estudos dos efeitos da radiação ultravioleta C e TFD em células de *Saccharomyces boulardii* e *Candida albicans***. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.
- WYNN-WILLIAMS, D.; EDWARDS, H.M. Environmental UV Radiation: Biological Strategies for Protection and Avoidance. In: **Astrobiology**. Horneck, G., and Baumstark-Khan, C. Springer Berlin Heidelberg, p. 245-260, 2002.

*Autor para correspondência:*

*Anna Luiza Silva*

*Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Veterinária, Campus Universitário, Capão do Leão (RS), CEP*

*96010-900, Brasil.*

*annavet@live.com*

### 3.2 Artigo 2

**Atividade antifúngica da radiação ultravioleta frente à dermatófitos e  
*Sporothrix* spp.**

**SILVA, Anna Luiza; RIPOLL, Márcia Kutscher; SERRA, Emanoele Figueiredo;  
WALLER, Stefanie Bressan; de MARTINS, Otávia Almeida; OSÓRIO, Luiza da  
Gama; GOMES, Angelita dos Reis; de FARIA, Renata Osório; MEIRELES, Mário  
Carlos Araújo.**

**Será submetido à revista Iberoamericana de Micología**

Atividade antifúngica da radiação ultravioleta frente à dermatófitos e *Sporothrix* spp.

Anna Luiza Silva<sup>a\*</sup>; Márcia Kutscher Ripoll<sup>a</sup>; Emanoele Figueiredo Serra<sup>b</sup>; Stefanie Bressan Waller<sup>a</sup>; Otávia Martins de Almeida<sup>a</sup>; Luiza da Gama Osório<sup>a</sup>; Angelita dos Reis Gomes<sup>a</sup>; Renata Osório de Faria<sup>a</sup>; Mário Carlos Araújo Meireles<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro de Diagnóstico e Pesquisa em Micologia Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas/RS, Brasil.

<sup>b</sup>Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas/RS, Brasil

\*Anna Luiza Silva, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Veterinária, Campus Universitário, Capão do Leão (RS), CEP 96010-900, Brasil. Telefone: (53) 3275-7140. annavet@live.com

### Resumo

**Introdução:** Fungos dos gêneros dermatófitos e *Sporothrix* spp. são agentes etiológicos de micoses zoonóticas de importância em saúde pública. Além disso, são micro-organismos que possuem permanência ambiental prolongada e resistência já relatada frente alguns agentes químicos. A radiação ultravioleta (UV) são ondas com os comprimentos nas faixas de 100 a 400 nanômetros, e é utilizada frequentemente como um processo de desinfecção. Os raios UV agem sobre o ácido desoxirribonucleico (DNA) das células, provocando mutações ou a morte celular.

**Objetivo:** Avaliar a utilização da UV frente a isolados de dermatófitos e *Sporothrix* spp.

**Metodologia:** Para o experimento foram utilizados nove isolados de dermatófitos, dez de *Sporothrix* spp. e uma cepa padrão de *S. schenckii*. Com o inóculo de cada fungo, foi realizado um *surface plate* em placas de Petri contendo meio *Potato Dextrose Agar* (PDA). Após, em triplicata, as placas foram expostas à radiação UV à uma distância de 45 centímetros, por tempos de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. As placas foram incubadas em estufa de 25°C. O experimento seguiu o delineamento em blocos ao acaso, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey, com o nível de 1% de significância.

**Resultados:** Todos os micro-organismos fúngicos com cinco minutos de exposição à UV tiveram diminuição estatisticamente representativa das unidades formadoras de colônia (UFC). Para a inibição de todas as UFC os dermatófitos precisaram de 40 minutos de exposição à e *Sporothrix* spp. de 60 minutos.

**Conclusão:** A utilização de radiação UV foi eficaz na eliminação de fungos do gênero dermatófitos e do complexo *Sporothrix schenckii*.

**Palavras-chaves:** Ação fungicida, descontaminação, fungos, micoses, UV.

## Introdução

A presença de fungos no ambiente é inevitável, sendo característico desses micro-organismos desenvolverem-se em uma ampla faixa de pH, temperatura, luminosidade e oxigênio, e muitas vezes podem ser dispersos ou carregados pelo ar, água, vento, pessoas, animais e objetos [23]. Em alguns locais e situações, esses agentes são indesejáveis, podendo representar riscos à saúde humana e animal. Devido a isso, hospitais, laboratórios, clínicas ou locais com movimento intenso de indivíduos têm se preocupando com as contaminações cruzadas, estando em destaque o estudo sobre a manutenção de ambientes biologicamente seguros [5; 11].

Nesse sentido vários estudos acerca de métodos de descontaminação foram desenvolvidos, salientando que a essa é o processo pelo qual um material ou superfície torna-se seguro para o seu manuseio e uso, variando entre a esterilização, desinfecção e limpeza. Existem diversas formas para realizar a descontaminação, sendo necessário considerar a efetividade de cada método e a existência de processos inadequados para determinados tipos de materiais [1; 13].

Dentre os processos de desinfecção físicas, a radiação ultravioleta (UV) tem sido utilizada, compreendendo faixas de ondas de comprimento de 100 a 400 nanômetros (nm), com ação germicida compreendendo a faixa de 250 a 270nm [28; 30]. Os efeitos biológicos causados pelos raios UV no DNA celular, variam conforme o comprimento de onda, a energia do fóton e a duração da exposição [6]. Sendo necessário o estudo sobre a eficiência da UV na inativação de diferentes micro-organismos, pois cada um comporta-se com maior ou menor resistência diante a diferentes doses de radiação [36].

Dentre os agentes fúngicos que podem representar risco ambiental se destacam os fungos do Complexo *Sporothrix schenckii* e dermatófitos, sendo esses considerados agentes zoonóticos de importância em veterinária e saúde pública. A dermatofitose é considerada uma

das infecções cutâneas, tanto nos animais como no homem, mais comuns no mundo, e a esporotricose recebe destaque principalmente nas áreas em que é considerada endêmica, no Brasil é caracterizada pelo elevado número de pacientes e pela transmissão zoonótica, a qual envolve principalmente os felinos domésticos[3; 6; 27].

Uma das formas frequentes da transmissão indireta da dermatofitose se dá através de fômites com presença de propágulos fúngicos (artroconídios), o quais são resistentes ao ambiente e desinfetantes, podendo permanecer meses em locais e objetos. Tornando a descontaminação de utensílios de uso compartilhado, uma importante forma de interferência na cadeia de transmissibilidade da doença [20; 23; 25]. Fungos do Complexo *Sporothrix schenckii* já foram isolados de ambientes hospitalares e domiciliares, demonstrando a necessidade de aumentar os cuidados com a desinfecção nesses locais, pelo risco de animais ou humanos se contaminarem. Salientando que indivíduos imunodeprimidos são mais suscetíveis a essas micoses, as quais tendem a ter uma evolução mais grave e com resposta terapêutica com maior chance de falhas [19; 21; 24].

Como os efeitos biológicos da radiação ultravioleta variam entre os micro-organismos e pela importância do estudo sobre descontaminação, a atual pesquisagem como objetivo avaliar a utilização da UV frente a dermatófitos e *Sporothrix* spp., afim de determinar o tempo e a eficácia desse método de desinfecção frente a esses agentes.

## **Metodologia**

### Isolados fúngicos

Para o experimento foram utilizados nove isolados de dermatófitos, dez isolados de *Sporothrix* spp. e uma cepa padrão de *Sporothrix schenckii*, disponibilizados pela micoteca do Laboratório de Diagnóstico e Pesquisa em Micologia Veterinária (MicVet), da Faculdade de

Veterinária da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). A descrição detalhada dos isolados encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1: Isolados e cepas fúngicas utilizados para a realização do experimento frente à radiação UV, com sua identificação, espécie fúngica e origem**

Identificação	Isolados	Espécie fúngica	Origem
Mc 1	Mc 001	<i>Microsporium canis</i>	Felina
Mc 2	Mc 002	<i>Microsporium canis</i>	Felina
Mc 5	Mc 005	<i>Microsporium canis</i>	Felina
Mg 1	Mg 001	<i>Microsporium gypseum</i>	Felina
Mg 2	Mg 002	<i>Microsporium gypseum</i>	Canina
Mg 3	Mg 003	<i>Microsporium gypseum</i>	Canina
Mg 4	Mg 004	<i>Microsporium gypseum</i>	Canina
Mn 1	Mn 001	<i>Microsporium nanum</i>	Felina
Tm 1	Tm 001	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	Humana
Sb 1	S 126	<i>Sporothrix brasiliensis</i>	Canina
Sb 2	S 141	<i>Sporothrix brasiliensis</i>	Felina
Sb 3	S 146	<i>Sporothrix brasiliensis</i>	Felina
Sg 1	HCPA	<i>Sporothrix globosa</i>	Humana
Sg 2	S 180	<i>Sporothrix globosa</i>	Humana
Sm 1	S 182	<i>Sporothrix mexicana</i>	Ambiente
Sp 1	S 183	<i>Sporothrix pallida</i>	Ambiente
Sp 2	S 184	<i>Sporothrix pallida</i>	Inseto
Sc 1	S 469	<i>Sporothrix chilensis</i>	Humana
Sc 2	S 470	<i>Sporothrix chilensis</i>	Ambiente
Ss 1	ATCC 201679	<i>Sporothrix schenckii</i>	Humana

#### Inóculo fúngico

O inóculo foi preparado através da Norma M38-A2 [26] adaptada para os dermatófitos, onde os isolados foram repicados em placa de Petri contendo meio de cultura *Potato Dextrose Agar* (PDA) e acondicionados em estufa a 25°C durante sete a dez dias. Posteriormente, cobriu-se as colônias com aproximadamente 3ml de solução salina estéril e



uma gota de Tween 20, com o auxílio de uma lâmina de bisturi estéril raspou-se as colônias. A suspensão, resultado de conídios e fragmentos de hifas, foi transferida para um tubo de ensaio estéril. O tubo foi homogeneizado em agitador de tubos (AP56/Phoenix<sup>®</sup>) por 15 segundos e após, deixando-se decantar por cinco minutos. O sobrenadante foi transferido para outro tubo de ensaio estéril contendo solução salina, o qual foi homogeneizado novamente e ajustado para uma densidade óptica (DO) que variou de 0,20 a 0,30 (transmitância de 50 a 60%) analisado em espectrofotômetro (Q798DP/Quimis<sup>®</sup>).

#### Teste de exposição à radiação ultravioleta

Os testes de exposição à radiação ultravioleta foram realizados com base no estudo de Silva et al. (2017) [33], em triplicata, na cabine de segurança biológica (Bioflux II A/Filtracom<sup>®</sup>) equipada na parte superior com uma lâmpada de ultravioleta de baixa pressão de vapor de mercúrio com potência nominal de 30W (Phillips<sup>®</sup>). Para execução da técnica, adicionou-se 100 microlitros de inoculo em placas de Petri contendo PDA, e com auxílio de uma alça de Drigalsky espalhou-se a suspensão fúngica pela superfície do meio de cultura. As superfícies das placas após inoculadas, ficaram expostas à luz UV com uma distância de 45 centímetros, pelos tempos de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. Para o controle positivo, três placas foram inoculadas da mesma forma como descrito anteriormente, porém, não foram expostas a UV. No controle negativo, três placas foram semeadas com a solução salina estéril, também sem exposição a luz UV. Ao final, todas as placas foram incubadas em estufa a 25°C com observação diária do crescimento fúngico. O tempo de avaliação do teste dependeu do gênero fúngico, sendo os dermatófitos incubados por trinta dias e *Sporothrix* spp. por quinze dias.

## Análise estatística

O experimento seguiu o delineamento em blocos ao acaso, analisando a média das contagens de unidades formadoras de colônias (UFC) das placas, separando os resultados de dermatófitos e *Sporothrix* spp. Estes dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação de média realizada pelo teste de Tukey, através do software BioEstat 5.3. Foi considerado o nível de 1% para obtenção de significância estatística.

## Resultados

No presente estudo, a análise do resultado foi realizada através da média da contagem de UFC das placas de cada espécie fúngica. Pode-se observar que para a inibição total de todos os fungos foram necessários 60 minutos de exposição à radiação UV (Tabela 2).

**Tabela 2: Sensibilidade de isolados de dermatófitos e *Sporothrix* spp. frente à radiação UV expostos em cabine de segurança biológica por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos, resultados apresentados pela média das UFC. CONTINUA**

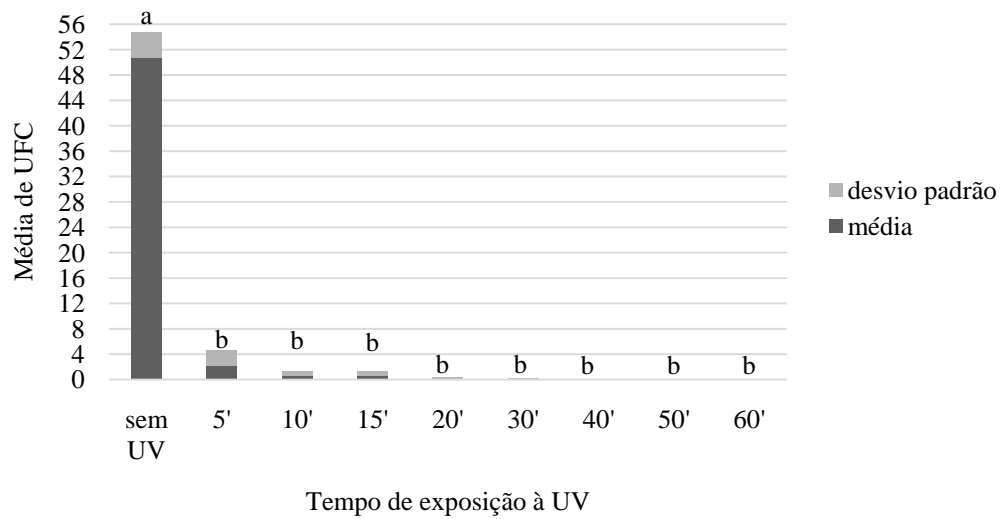
Identificação	Sem UV	5'	10'	15'	20'	30'	40'	50'	60'
Mc 1	47,33	1	0	0	0	0	0	0	0
Mc 2	44,67	0	0	0	0	0	0	0	0
Mc 5	45,67	0,33	0,33	0,33	0	0	0	0	0
Mg 1	51,67	2,3	0,33	0,33	0	0	0	0	0
Mg 2	56,33	4,6	1	0,33	0,33	0	0	0	0
Mg 3	54,33	2,6	0,33	0,33	0	0	0	0	0
Mg 4	57,67	14,33	0,33	0,33	0	0	0	0	0
Mn 1	52,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0
Tm 1	49,33	1,67	1,67	1,67	0,33	0,33	0	0	0
Sb 1	63,67	11,33	1,33	1,33	1	0	0	0	0
Sb 2	57	0,33	0,33	0,33	0	0	0	0	0
Sb 3	75,67	52	6,67	3,67	1	1	1	0,33	0
Sg 1	120,67	118,33	41,67	8,33	4	0	0	0	0
Sg 2	109,67	58,33	8	1,33	0,67	0	0	0	0
Sm 1	58	3,33	1	0,33	0	0	0	0	0
Sp 1	55,67	37,33	3,33	0,67	0,33	0	0	0	0
Sp 2	63,33	21	1,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0	0

**Tabela 2: Sensibilidade de isolados de dermatófitos e *Sporothrix* spp. frente à radiação UV expostos em cabine de segurança biológica por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos, resultados apresentados pela média das UFC. CONTINUAÇÃO**

Identificação	Sem UV	5'	10'	15'	20'	30'	40'	50'	60'
Sc1	59	16,67	6,67	2	1	0,33	0,33	0,33	0
Sc2	62,33	14	4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0
Ss 1	78	56,33	13	4,33	2	1,33	1,33	0	0
Inibidos	0 (0)	1 (5%)	2 (10%)	0 (0)	6 (30%)	5 (25%)	1 (5%)	2 (10%)	3 (15%)
Total inibidos	0%	5%	15%	15%	45%	70%	75%	85%	100%

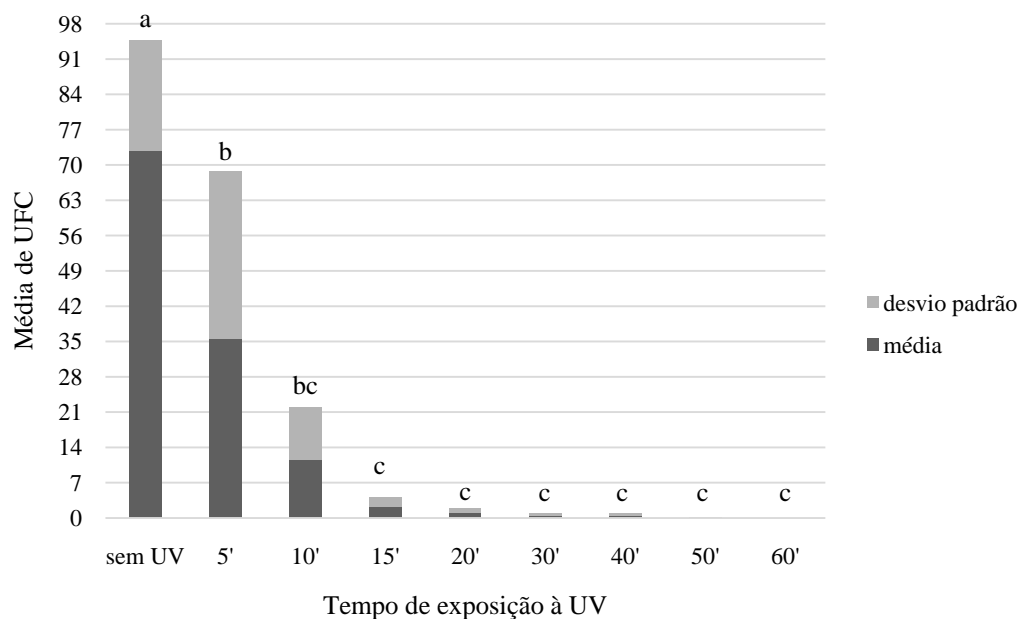
Foi constatado uma diminuição nas UFC das placas sem exposição à UV para as placas com cinco minutos de exposição. Avaliando os dermatófitos, percebe-se que um isolado de *M. canis* com esse tempo de exposição não apresentou crescimento, e o isolado mais resistente foi o *T. mentagrophytes*. Já observando os isolados de *Sporothrix* spp., nota-se que apesar da diminuição significativa aos cinco minutos, nenhum foi inibido o seu crescimento antes dos 20 minutos de exposição, e os dois *S. chilensis* testados e um *S. brasiliensis* só foram inibidos o crescimento aos 60 minutos.

Nos resultados obtidos para os dermatófitos, foi observado diferença estatística na inibição com o tempo de cinco minutos de exposição à UV (FIGURA 1), enquanto que com 40 minutos de exposição foi obtido uma inibição completa do crescimento fúngico.



**Figura 1:** Sensibilidade de isolados de dermatófitos expostos à UV por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 minutos, resultados expressos pela média de UFC. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey (nível de significância 1%)

Todos os isolados do Complexo *Sporothrix schenckii* foram inibidos após 60 minutos de exposição à UV. A semelhança do que ocorreu com os dermatófitos, o Complexo *Sporothrix schenckii* sofreu o efeito significativo da radiação com cinco minutos de exposição (FIGURA 2).



**Figura 2:** Sensibilidade de isolados de *Sporothrix* spp. expostos à UV por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 minutos, resultados expressos pela média de UFC. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey (nível de significância 1%).

## Discussão

As normas de biossegurança brasileira destinadas aos laboratórios microbiológicos recomendam a utilização de lâmpadas de radiação ultravioleta no interior de cabines de segurança biológica (CSB). O tempo de exposição indicado é 15 minutos antes e após o manuseio de micro-organismos no interior das CSB [4; 32]. Segundo Ueki et al. (2006) [35] ao testarem o efeito da luz UV frente as micobactérias em CSB, constataram que o crescimento foi inibido a partir de cinco minutos, demonstrando nesse caso, que a prática de biossegurança é recomendável para a descontaminação da própria CSB e dos materiais retirados da cabine.

As células bacterianas foram neste trabalho mais sensíveis a radiação ultravioleta quando comparadas às células fúngicas [16; 35], o que foi constatado neste estudo, pois a maioria dos dermatófitos e *Sporothrix* spp. precisaram de um maior tempo de exposição a esse método de descontaminação. Acredita-se que essa resistência ocorra devido aos fungos serem células eucariotas e assim terem o seu DNA protegido por membrana, além disso, as células são maiores e possuem uma parede celular espessa e muito resistente, composta de oligossacarídeos [34].

Os dermatófitos constituem um grupo de fungos que se assemelham taxonomicamente, fisiologicamente, morfológica e imunologicamente. A denominação é utilizada para as espécies queratinofílicas, capazes de causar doença em homens e animais, sendo pertencentes dos gêneros: *Microsporum*, *Trichophyton* e *Epidermophyton* [23]. A enfermidade causada por esses fungos é denominada de dermatofitose, uma das zoonoses mais relatas do mundo, considerada o terceiro distúrbio de pele em crianças menores de 12 anos e o segundo quando descrito à população adulta [6; 8].

A dermatofitose é considerada um problema de saúde pública e veterinária, e diversos estudos foram realizados para pesquisar sua epidemiologia. Sendo o isolamento de dermatófitos descritos em diversos locais, como em superfícies de fômites [29], materiais de

clínicas veterinárias, utensílios de banho e tosa animal [2; 17] e em profissionais de saúde de uma unidade intensiva [10]. Considerando a bibliografia consultada, percebe-se a importância de estudar métodos de descontaminação frente a esses agentes, destacando o fato dos dermatófitos poderem permanecer viáveis em locais por mais de 18 meses e serem muito resistentes as condições físicas e químicas do ambiente e a alguns desinfetantes [22].

Conforme a literatura pesquisada, não há referência ao tempo recomendado de exposição à luz UV que iniba os dermatófitos, portanto, considerou-se a indicação das normas de biossegurança, que descreve como 15 minutos de exposição. Embora não se tenha obtido, com esse tempo, a inibição total de todos os dermatófitos testados, houve diferença estatística na diminuição das UFC a partir de cinco minutos, demonstrando que esse método foi efetivo para desinfecção frente a esses fungos, o que sugere maiores estudos para a sua aplicação.

O Complexo *Sporothrix schenckii* é composto por fungos dimórficos, cosmopolitas, saprófitos e patogênicos. Sua forma filamentosa pode ser encontrada, em solos ricos de matéria orgânica e vegetação em decomposição, principalmente em locais quentes e úmidos, e sua fase leveduriforme está presente nas lesões de humanos e animais com esporotricose [7; 14]. As espécies que compreendem o Complexo *Sporothrix schenckii* são *S. schenckii*, *S. brasiliensis*, *S. globosa*, *S. mexicana*, *S. luriei*, *S. pallida*, *S. chilensis* e *S. albicans* [18; 31].

A esporotricose é uma micose de implantação, possuindo ocorrência mundial, com uma maior frequência em zonas temperadas e tropicais, sendo grande o número de casos provenientes do México e Brasil. A esporotricose é uma enfermidade negligenciada e tem um significativo aumento no número de animais e humanos acometidos por essa micose, se tornando um problema em saúde pública [7; 9].

Junto com outras medidas de proteção, a eliminação de fungos do complexo *Sporothrix schenckii* de ambientes domiciliares e veterinários é um fator determinante para minimizar a disseminação dessa enfermidade. Pois a permanência do fungo no ambiente serve

como fonte infectante para o animal acometido com a micose, para outros animais ou até mesmo para o homem, sendo necessário intensificar as pesquisas para eliminação do fungo em locais e equipamentos [19].

Apesar da luz UV ser efetiva na diminuição de UFC dos *Sporothrix* spp. a partir de cinco minutos, um controle total do crescimento se dá aos 60 minutos de exposição, o que permite aos autores sugerirem que esta ação tardia se deva pela presença de melanina. Corroborando com estudo de Lacerda (2010) [15], o qual descreve que a resistência desse fungo à radiação gama pode estar intimamente relacionada com esse pigmento, que funciona na neutralização dos radicais livres produzidos pela hidrólise da água e responsáveis pelos efeitos indiretos das radiações.

Os micro-organismos, plantas e animais como forma de proteção podem produzir melaninas, que são pigmentos marrons escuros ou pretos, compostos de vários tipos de monômeros fenólicos ou indólicos, geralmente combinados com proteínas ou com carboidratos. A melanina fúngica melhor caracterizada é DHN (1,8 dihidroxinaftaleno), também denominada como melanina pentacetídeo, além de proteger contra os estresses ambientais, dentre eles a radiação UV, esses pigmentos aumentam a patogenicidade dos fungos, mecanismo que ainda não é bem elucidado, mas sabe-se que atua contra a ação do sistema de defesa do hospedeiro [12; 15].

Segundo os resultados encontrados no presente estudo, a desinfecção com radiação UV torna-se um método de descontaminação promissor, podendo ser aplicado não apenas em ambientes laboratoriais, como em locais onde há o risco de contaminações por esses micro-organismos.

## **Conclusão**

Os resultados obtidos nas condições empregadas nesse estudo, permitem concluir que a radiação ultravioleta como método de desinfecção foi efetiva no controle do crescimento dos dermatófitos e fungos do Complexo *Sporothrix schenckii*, porém, para inibição total dos fungos considerados foi necessário 60 minutos de exposição.

## **Conflito de interesses**

Os autores declaram não existir conflitos de interesse

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio financeiro.

## **Referências**

- [1] Avancini CAM, Gonzáles NH. Micro-organismos isolados em superfície de mesas de exames e procedimentos descontaminadas de hospital veterinário e a inativação *in vitro* por desinfetantes. Vet e Zootec. 2014; 21 (3): 440-450.
  
- [2] Bagcigil AF, Ikiz S, Özgür NY, Ilgaz A. Recovery of dermatophytes in pet grooming tools from veterinary clinics and pet grooming salons. J Small Anim Pract. 2010; 51(1): 39-42.
  
- [3] Barros MBL, Schubach AO, do Valle ACF, Calhardo MCG, Conceição-silva F, Schubach MP, Reis RS, Wanke B, Marzochi KBF, Conceição MJ. Cat-transmitted sporotrichosis



epidemic in Rio de Janeiro, Brazil: Description of a series of cases. *Clin Infect Dis.* 2004; 38(4): 529-535.

[4] Brasil. Biossegurança em laboratórios biomédicos e de microbiologia. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. 3 ed. Brasília, Ministério da Saúde, 2006.

[5] Coelho SA, de Oliveira JTM, Perestrelo MF, Júnior ESC, Noberg AN. Elementos fúngicos isolados de macas do ambulatório de fisioterapia da clínica-escola do centro universitário Uniabeu. II Seminário Científico da FACIG, 2017.

[6] Cortez AC, de Souza JV, Sadahiro A, Oliveira JÁ. Frequency and aetiology of dermatophytosis in children age 12 and under in the state of Amazonas, Brazil. *Ver Iberoam Micol.* 2012; 29(4): 223-226.

[7] Cruz LCH. *Micologia Veterinária.* 2 ed. Rio de Janeiro, Revinter, 2010.

[8] Dalla lana DF, Batista BG, Alves SH, Fuentefria AM. Dermatofitoses: agentes etiológicos, formas clínicas, terapêutica e novas perspectivas de tratamentos. *Clin Biomed Res.* 2016; 36(4): 230-241.

[9] Gremião IDF, Menezes RC, Schubach TMP, Figueiredo ABF, Cavalcanti MCH, Pereira SA. Feline sporotrichosis: epidemiological and clinical aspects. *Med Mycol.* 2015; 53(1): 15-21.

- [10] Hinrichsen SL, Marsden A, Moura L, Martins RC, Lira, MC, Vilella TAS. Doenças dermatológicas em profissionais de saúde de uma Unidade de Terapia Intensiva em Recife, PE. *Ver Soc Bras Med Trop.* 2008; 65(4): 100-104.
- [11] Honorato GM. Verificação de fungos anemófilos na U.T.I do Hospital Santa Lucinda (Sorocaba/SP), antes e depois de sua limpeza. *Rev Eletrônica Bio.* 2009; 2(3): 19-31.
- [12] Jacobson ES. Pathogenic roles for fungal melanins. *Clin Microbiol Rev.* 2000; 13(4): 708-717.
- [13] Kalil EM, da Costa AJF. Desinfecção e esterilização. *Acta Ortop Bras.* 1994; 2 (4): 1-4.
- [14] Lacaz CS, Porto E, Heins-vaccari EM, de Melo NT. Guia para identificação: fungos, actinomicetos, algas de interesse médico. São Paulo, Sarvier, 1998.
- [15] Lacerda CMS. Efeitos da radiação gama em leveduras de *Sporothrix schenckii*. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais, 2010.
- [16] Lobo MG, Costa BP, Wisbeck E. Avaliação da desinfecção de água por reator utilizando radiação ultravioleta. *Rev Ciênc Ambient.* 2009; 3: 21-36.
- [17] Mancianti F, Papini P. Isolation of keratinophilic fungi from the floors of private veterinary clinics in Italy. *Vet Res Commun.* 1996; 20: 161-166.

- [18] Marimon R, Cano J, Gené J, Sutton DA, Kawasaki M, Guarro J. *Sporothrix brasiliensis*, *S. globosa*, and *S. mexicana*, Three new *Sporothrix* species of clinical interest. J Clin Microbiol. 2007; 45(10): 3198-3206.
- [19] Matos CB, Guterres KA, Giordani C, Madrid IM, Meireles MCA, Cleff MB. Atividade germicida de extratos vegetais de *Origanum vulgare* e *Rosmarinus officinalis* frente a fungos do complexo *Sporothrix schenckii*. Acta Veterinaria Brasilica. 2016; 10 (3): 246-252
- [20] Mattei AS, Madrid IM. Dermatofitose. En: Manual de Zoonoses. 1 ed. Vol II, 2011: 37-47.
- [21] Mattei A, Madrid IM, Santin R, Silva FV, Carapeto LP, Meireles MCA. *Sporothrix schenckii* in a hospital and home environment in the city of Pelotas/RS – Brazil. An Acad Bras Ciênc. 2011; 83(4): 1359-1362.
- [22] Meinerz A, Rosa C. Micoses: Dermatofitose. En: Meireles MCA, Nascente PS. Micologia Veterinária. Pelotas, Universitária UFPEL, 2009: 85-96.
- [23] Meireles MCA, Nascente PS. Micologia Veterinária. 1. ed. Pelotas, Universitária UFPEL, 2009.
- [24] Menozzi CAC, Castelo-Branco FS, França RRF, Domingos JLO, Boechat N. Otimização da síntese do fluconazol: um importante fármaco antifúngico da classe dos azóis. Rev Virtual Quim. 2017; 9(3), 1216-1234.

- [25] Morielo KA, Deboer DJ, Volk L. Determination of strain variability of *Microsporium canis* to desinfectantes. *Vet Dermatol.* 2002; 13 (4): 211-229.
- [26] NCCLS. Método de referência para testes de diluição em caldo para a determinação da sensibilidade a terapia antifúngica para fungos filamentosos. 2. ed. NCCLS document M38-A2. Estados Unidos, 2002.
- [27] Pereira AS, Gremião IDF, Kitada AAB, Boechat JS, Viana PG, Schubach TMP. The epidemiological scenario of feline sporotrichoses in Rio de Janeiro, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Ver Soc Bras Med Trop.* 2014; 47(3): 392-393.
- [28] Pigatto G. Irradiação UV em *Xanomonas campestris* pv. *campestris* visando a produção da goma xantana. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, 2008.
- [29] Rezende C, Malta RCG, Junior VMS, Gonçalves RF, Manzato VM. Pesquisa de dermatófitos em superfícies inanimadas de academia. *Rev UNIFEV: Ciênc Tecnol.* 2017; 1(1): 121-134.
- [30] Rocha BCCM, Reis RPA, de Araújo JVG. Avaliação de sistema de tratamento de tratamento de água de chuva coletadas em telhado de cimento amianto, utilizando filtração e desinfecção por UV e cloro. *Rev Elet Eng Civil.* 2011; 1(3): 12-18.
- [31] Rodrigues AM, de Hoog S, de Camargo ZP. Emergence of pathogenicity in the *Sporothrix schenckii* complex. *Med Mycol.* 2013; 51(4): 405-412.

[32] Sangioni LA, Pereira DIB, Vogel FSF, Botton SA. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. *Ciênc Rural*. 2013; 43(1): 91-99.

[33] Silva AL, Serra EF, Ripoll MK, Waller SB, Osório LG, Gomes AR, de Faria RO, Meireles MCA. Luz Ultravioleta na inibição do crescimento de leveduras. *Sci Anim Health*. 2017; 5(2): 101-111.

[34] Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiologia*. Porto Alegre, Artmed, 2005.

[35] Ueki SYM, Geremias AL, Moniz LL, Latrilha FO, Brito AC, Giampaglia CMS, Simeão CS, Telles MAS. Cabine de Segurança Biológica: efeito da luz ultravioleta nas micobactérias. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2006; 65(3): 222-224.

[36] Wrigth HB, Cairns WL. Desinfección de agua por medio de luz ultravioleta. Simposio regional sobre calidad del agua: desinfección efectiva, 1998.

#### 4 Considerações Finais

Conforme a pesquisa realizada, constatou-se que entre as leveduras a ação germicida da luz ultravioleta (UV) sobre a *Candida albicans* e o *Cryptococcus gattii* foi efetiva. Entretanto, para *Rhodotorula* sp. não houve inibição com a exposição de 15 minutos frente à UV, existindo, porém, a diminuição de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), o que pode representar que com um maior tempo de exposição frente a esse fungo a radiação pode ser eficaz.

Quando avaliado os fungos filamentosos, constatou-se que com cinco minutos de exposição à UV houve diminuição estatística nas UFCs, sendo a total inibição dos dermatófitos com 40 minutos e do Complexo *Sporothrix schenckii* com 60 minutos de exposição.

Conclui-se que esse método de desinfecção foi eficaz para os micro-organismos testados, porém, em alguns casos foi necessário um tempo maior do que o descrito na literatura consultada. Sendo assim, sugere-se a utilização de um novo protocolo de desinfecção, onde o tempo de exposição à radiação UV deve ser de 60 minutos frente aos fungos testados. Além disso, maiores estudos sobre a aplicação de radiação UV no dia-a-dia tornam-se indispensáveis, buscando formas da sua utilização na descontaminação ambiental.

Os resultados obtidos são relevantes, pois cada vez mais a desinfecção é um assunto importante e que merece uma atenção especial, principalmente pela existência de micro-organismos resistentes e pelo aumento de contaminações cruzadas. Sendo assim, imprescindível a pesquisa sobre descontaminações afim de prevenir as infecções, e diminuir a dependência e abusos na utilização de antimicrobianos.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Segurança do paciente em serviços de saúde: Limpeza e desinfecção de superfície**. Brasília: Anvisa, 2010. 116p.

AGUIAR, A. M. DE S.; NETO, M. DE L. F.; DE BRITO, L. L. A.; DOS REIS, A. A.; MACHADO, P. M. R.; SOARES, A.F.S., VIEIRA, M.B.C.M., LIBÂNIO, M. Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com cor e turbidez moderadas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 37-47, 2002.

ALVES, Gleica Soyan Barbosa. **Genotipagem de *Cryptococcus neoformans* e *C. gatti* isolados de poeira domiciliar e avaliação da susceptibilidade a antifúngicos e da presença do antígeno em moradores de uma comunidade rural do Amazonas**. 2016. 70f (Mestrado em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

ARAÚJO, M. L.; RODRIGUES, A. M.; FERNANDES, G. F.; DE CAMARGO, Z. P.; DE HOOG, G. S. Human sporotrichosis beyond the epidemic front reveals classical transmission types in Espírito Santo, Brazil. **Mycoses**, v. 58, n. 8, p. 485-490, 2015.

AVANCINI, C. A. M.; GONZÁLES, N. H. Micro-organismos isolados em superfície de mesas de exames e procedimentos descontaminadas de hospital veterinário e a inativação *in vitro* por desinfetantes. **Veterinária e Zootecnia**, v. 21, n. 3, p. 440-450, 2014.

BAGCIGIL, A. F.; IKIZ, S.; ÖZGÜR, N. Y.; A. ILGAZ. Recovery of dermatophytes in pet grooming tools from veterinary clinics and pet grooming salons 2010. **Journal of Small Animal Practice**, v. 51, n. 1, p. 39-42, 2010.

BARROS, M. B. DE L.; SCHUBACH, A. DE O.; DO VALLE, A. C. F.; CALHARDO, M. C. G.; CONCEIÇÃO-SILVA, F. et al. Cat-transmitted sporotrichosis epidemic in Rio de Janeiro, Brazil: Description of a series of cases. **Clinical Infectious Diseases**, v. 38, n. 4, p. 529-535, 2004

BORTOLETTO, M. E.; MACHADO, R. R.; COUTINHO, E. Contaminação fúngica do acervo da biblioteca de Manguinhos da fundação Oswaldo Cruz: ações desenvolvidas para sua solução. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 14, p. 9-18, 2002.

BRASIL. **Biossegurança em laboratórios biomédicos e de microbiologia**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. 3ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 290p.

BRITO, E. H. S.; FONTENELLE, R. O. DOS S.; BRILHANTE, R. S. N.; CORDEIRO, R. DE A. SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G. Candidose na medicina veterinária: um enfoque micológico, clínico e terapêutico. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2655-2664, 2009.

BUNN, KARL. **Glossário da Medicina Oculta de Samael Aun Weor**. 1. ed. Curitiba: EDISAW, 2012, 498p.

CAMACHO, PAULO RODRIGO Rodrigues. **Desinfecção de efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários por meio da radiação ultravioleta**. 1995. 94f (Mestrado). EESC/USP, São Carlos, 1995.

CAMPOS, F. L.; VALENTE, P.; AVANCINI, C. A. M. Atividade dos desinfetantes iodóforo e composto quaternário de amônio sobre *Candida* padrão e isolados clínicos de mastite bovina. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 4, p. 716-725, 2016.

CANAVARI, I. C.; VARGAS, G. H.; TINUCCI-COSTA, M.; CAMPLES, A. C. Criptococose: Revisão de literatura. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 18, n. 9, p. 1-5, 2017.

CHAKRABARTI, A.; BONIFAZ, A.; GUTIERREZ-GALHARDO, M. C.; MOCHIZUKI, T.; LI, S. Global epidemiology of sporotrichosis. **Medical Mycology**, v. 53, n. 1, p. 3-14, 2015.

CHIESA, S. C. Criptococose. In: **Tratado de Medicina Externa**. São Paulo: 2016, p. 281-312.

CLEFF, Marlete Brum; NASCENTE, Patrícia. Candidíase. In: **Micologia Veterinária**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009, p. 73-84.



COELHO, S. A.; DE OLIVEIRA, J. T. M.; PERESTRELO, M. F.; JÚNIOR, E. S. C.; NOBERG, A. N. Elementos fúngicos isolados de macas do ambulatório de fisioterapia da clínica-escola do centro universitário Uniabeu. In: Seminário Científico Da FACIG, 2, 2017. **Anais do Seminário Científico da FACIG**, 2017.

COLOMBO, A. L. Epidemiology and treatment of hematogenous candidiasis: a Brazilian perspective. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 4, p. 113-118, 2000.

COLOMBO, A. L.; GUIMARÃES, T. Epidemiologia das infecções hematogênicas por *Candida* spp. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36. n. 5. p. 599-607, 2003.

COLOMBO, A. L.; NUCCI, M.; PARK, B.J.; NOUÉR, S. A.; ARTHINGTON-SKAGGS, B.; DA MATTA, D. A.; DAVID WARNOCK, D.; MORGAN, J. Epidemiology of Candidemia in Brazil: a Nationwide Sentinel Surveillance of Candidemia in Eleven Medical Centers. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 44, p. 2816-2823, 2006.

CORTEZ, A. C.; DE SOUZA, J. V.; SADAHIRO, A. DE OLIVEIRA J. A. Frequency and aetiology of dermatophytosis in children age 12 and under in the state of Amazonas, Brazil. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 29. n. 4. p. 223-226, 2012.

CRUZ, Luiz Celso Hygino. **Micologia Veterinária**. 2. ed. Revinter, 2010. 348p.  
DA COSTA, Juliana Berniger. **Avaliação ecotoxicológica de efluente de tratamento decundário de esgoto sanitário após desinfecção com ácido peracético, cloro, ozônio e radiação ultravioleta**. 2007. 180f. (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2007

DALLA LANA, D. F.; BATISTA, B. G.; ALVES, S. H.; FUENTEFRIA, A. M. Dermatofitoses: agentes etiológicos, formas clínicas, terapêutica e novas perspectivas de tratamentos. **Clinical & Biomedical Research**, v. 36., n. 4, 2016.

DE AGUIAR, P. A. D. F.; PEDROSO, R. DOS S.; BORGES, A. S.; MOREIRA, T. DE A.; DE ARAÚJO, L. B.; RÖDER, D. V. D. B. The epidemiology of cryptococcosis and the characterization of *Cryptococcus neoformans* isolated in a Brazilian University Hospital. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 59, p. 1-9, 2017.

DE ALMEIDA, G. M. D.; COSTA, S. F.; MELHEM, M.; MOTTA, A. L.; SZESZS, M. W.; MIYASHITA, F.; PIERROTTI, L. C.; ROSSI, F.; BURATTINI, M. N. *Rhodotorula* spp. isolated from blood cultures: clinical and microbiological aspects. **Medical Mycology**, v. 46, n. 6, p. 547-556, 2008.

DE FARIA, Renata Osório; XAVIER, Melissa. Criptococose. In: **Micologia Veterinária**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009, p. 191-203.

DOI, A. M.; PIGNATARI, A. C. C.; EDMOND, M. B.; MARRA, A. R.; CAMARGO, L. F. A.; SIQUEIRA, R. A.; MOTA, V. P.; COLOMBO, A. L. Epidemiology and microbiologic characterization of nosocomial candidemia from a Brazilian National Surveillance Program. **PloS one**, v. 11, n. 1, 2016.

FERREIRA, A. M.; BARCELOS, L. DA S.; RIGOTTI, M. A.; DE ANDRADE, D.; ANDREOTTI, J. T.; DE ALMEIDA, M. G. Superfícies do ambiente hospitalar: um possível reservatório de micro-organismos subestimado? – Revisão integrativa. **Revista de Enfermagem UFPEL**, v. 7, p. 4171-4182, 2013.

FRANCESCHI, Natália Tomazi. **Associação entre isolamento de *Candida* spp. da mucosa oral de gatos acometido por retovirose e/ou gengivoertomatite**. 2016. 50f (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

FREITAS, Dayvison Francis Saraiva. **Dez anos de epidemia de esporotricose no estado do Rio de Janeiro: estudo clínico-epidemiológico e terapêutico dos casos atendidos no Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas entre 2005-2008**. 2009. 53f (Mestrado em Pesquisa Clínica em Doenças Infecciosas). Fundação Oswaldo Cruz, 2009.

GOMEZ-LOPEZ, A.; MELLADO, E.; RODRIGUEZ-TUDELA, J. et al. Susceptibility profile of 29 clinical isolates of *Rhodotorula* spp. and literature review. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 55, p. 312–316, 2005.

GONÇALVES, C. L.; MOTA, F. V.; MENDES, J. F.; FERREIRA, G. F.; VIEIRA, J. N.; PEREIRA, E.; VA NASCENTE, P. S. Leveduras isoladas em unidade de terapia intensiva do sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 5, n. 2, p. 111-112, 2015.

GREMIÃO, I. D. F.; MENEZES, R. C.; SCHUBACH, T. M. P.; FIGUEIREDO, A. B. F.; CAVALCANTI, M. C. H.; PEREIRA, S. A. Feline sporotrichosis: epidemiological and clinical aspects. **Medical Mycology**, v. 53, n. 1, p. 15-21, 2015.

GUARNER, J.; BRANDT, M. E. Histopathologic diagnosis of fungal infections in the 21st century. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 24, n. 2, p. 247-280, 2011.

GUIMARÃES, T.; NUCCI, M.; MENDONÇA, J. S.; MARTINEZ, R.; BRITO, L.; SILVA, N.; MORETTI, M. L.; SALOMÃO, R.; COLOMBO, A. L.. Epidemiology and predictors of a poor outcome in elderly with candidemia. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 16, n. 6, p. 442-447, 2012.

HAGEN, F.; KHAYHAN, K.; THEELEN, B.; KOLECJA, A.; POLACHEK, I.; SIONOV, E.; FALK, R.; PARNMENG, S.; LUMBSCH, H. T.; BOEKHOUT, T. Recognition of seven species in the *Cryptococcus gatti*/*Cryptococcus neoformans* species complex. **Fungal Genetics and Biology**, v. 78, p. 16-48, 2015.

HINRICHSEN, S. L.; MARSDEN, A.; MOURA, L.; MARTINS, R. C.; LIRA, M. DA C. SANTOS VILELLA, T. A.. Doenças dermatológicas em profissionais de saúde de uma Unidade de Terapia Intensiva em Recife, PE. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 65, n. 4, p. 100-104, 2008.

HONORATO, G. M. Verificação de fungos anemófilos na U.T.I do Hospital Santa Lucinda (Sorocaba/SP), antes e depois de sua limpeza. **Revista Eletrônica de biologia**, v. 2, n. 3, p. 19-31, 2009.

JACOBSON, E.S. Pathogenic roles for fungal melanins. **Clinical Microbiology Reviews**, v.13, n.4, p.708-717, 2000.

KALIL, E. M.; DA COSTA A. J. F. Desinfecção e esterilização. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 2, n. 4, p. 1-4, 1994.

KHAWCHAROENPORN, T. APISARNTHANARAK, A.; MUNDY, L. M. Non-neoformans cryptococcal infections: a systematic review. **Infection**, v. 35, n.2, p. 51-58, 2007.

KOZEL, T.R.; WICKES, B. Fungal diagnostics. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, v.4, n.4, 2014.

KWON-CHUNG, K.; BENNETT, J. E.; WICKES, B. L.; MEYER, W.; CUOMO, C. A. et al. The case for adopting the "Species Complex" Nomenclature for the etiologic agentes of Cryptococcosis. **mSphere**, v.2, n. 1, 2017.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T. S. **Guia para identificação: fungos, actinomicetos, algas de interesse médico**. São Paulo: Sarvier, 1998. 445 p.

LACERDA, Camila Maria De Souza. **Efeitos da radiação gama em leveduras de *Sporothrix schenckii***. 2010. 88f (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Belo Horizonte, 2010.

LENZI, Cassius Frosi. **Estudos de complementação fenotípica de mutante pso 2-1 de *Saccharomyces cerevisiae* pelos genes UVR de *Escherichia coli***. 2005. 85f (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LOBO, M. G.; COSTA, B. P. da; WISBECK, E. Avaliação da desinfecção de água por reator utilizando radiação ultravioleta. **Revista de Ciências Ambientais**, v.3, p. 21-36, 2009.

MADRID, I. M.; MATTEI, A. S.; FERNANDES, C. G.; NOBRE, M. O.; MEIRELES, M. C. Epidemiological Findings and Laboratory Evaluation of Sporotrichosis: A Description of 103 Cases in Cats and Dogs in Southern Brazil. **Mycopathologia**, v. 173, n. 4, p. 265-273, 2012.

MALUCHE, M.E.; SANTOS, J.I. *Candida* sp. e infecções hospitalares: aspectos epidemiológicos e laboratoriais. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 40, n. 1, p. 65-67, 2008.

MANCIANTI, F.; PAPINI, P. Isolation of keratinophilic fungi from the floors of private veterinary clinics in Italy. **Veterinary Research Communications**, v. 20, p. 161-166, 1996.

MARIMON, R.; CANO, J.; GENÉ, J.; SUTTON, D. A.; KAWASAKI, M.; GUARRO, J. *Sporothrix brasiliensis*, *S. globosa*, and *S. mexicana*, Three new *Sporothrix* species of clinical interest. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 45, n. 10, p. 3198-3206, 2007.

MATOS, C. B.; GUTERRES, K. A.; GIORDANI, C.; MADRID, I. M.; MEIRELES, M. C. A.; CLEFF, M. B. Atividade germicida de extratos vegetais de *Origanum vulgare* e *Rosmarinus officinalis* frente a fungos do complexo *Sporothrix schenckii*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 3, p. 246-252, 2016.

MATTEI, A. S.; MADRID, I. M. Dermatofitose. **Manual de Zoonoses**. Volume II. 1 ed., 2011. p. 37-47.

MATTEI, A. S.; MADRID, I. M.; SANTIN, R.; SCHUCH, L.F. D.; MEIRELES, M. C. Presença de fungos com potencial patogênico em instrumento de tosa. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p.40-45, 2014.

MATTEI, A.; MADRID, I.M.; SANTIN, R.; SILVA, F.V.; CARAPETO, L.P.; MEIRELES, M.C.A. *Sporothrix schenckii* in a hospital and home environment in the city of Pelotas/RS – Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.83, n.4, 2011.

MEINERZ, A. R.; ROSA, C. MICOSES: Dermatofitose. In: **Micologia Veterinária**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009. p. 85-96.

MEIRELES, Mário Carlos Araújo; NASCENTE, Patrícia da Silva. **Micologia Veterinária**. 1. ed. Pelotas: Universitária UFPEL, 2009. 456p.

MENOZZI, C. A. C.; CASTELO-BRANCO, F. S.; FRANÇA, R. R. F.; DOMINGOS, J. L. O.; BOECHAT, N. Otimização da síntese do fluconazol: um importante fármaco antifúngico da classe dos azóis. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n.3, p. 1216-1234, 2017.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Mercados. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2017.

MILAN, E. P.; ZAROR, L. Leveduras: identificação laboratorial. In: **Micologia Médica à Luz de Autores Contemporâneos**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2004. p. 89-101.

MORIELO, K. A.; DEBOER, D. J.; VOLK, L. Determination of strain variability of *Microsporium canis* to desinfectantes. **Veterinary Dermatology**, v. 13, n. 4, p. 211-229, 2002.

MURRAY, Patrick et al. **Microbiologia Médica**. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 33p.

NCCLS. **Método de referência para testes de diluição em caldo para a determinação da sensibilidade a terapia antifúngica para fungos filamentosos**. 2. ed. NCCLS document M28-A2. Estados Unidos, 2002.

NCCLS. **Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a Terapia Antifúngica das Leveduras**. 2. ed. NCCLS document M27-A2. Estados Unidos, 2002.

NEVES, J. J. A.; PAULINO, A. O.; VIEIRA, R. G.; RAMOS, C. C.; NISHIDA, E. K.; COUTINHO, S. D. A. Presence of dermatophytes in infected pets and household environment. **Mycoses**, v. 58, p. 138, 2015.

NOBRE, Márcia de Oliveira; CLEFF, Marlete Brun. A Célula Fúngica. In: **Micologia Veterinária**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009. p. 31-40.

NOGUEIRA, Ana Carolina Santos. **Efeito da radiação ultravioleta na cor, na perda proteica e nas propriedades mecânicas do cabelo**. 2003. 70f(Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

NUCCI, M.; QUEIROZ-TELLES, F. TOBÓN, A. M.; RESTREPO, A.; COLOMBO, A. L. Epidemiology of opportunistic fungal infections in Latin America. **Clinical Infectious Diseases**, v. 51, n. 5, p. 561-570, 2010.

PAIVA, R. M. C.; SOARES, S. M. F.; MELGAÇO, C. A.; MAGALHÃES, S. R. Emprego de métodos físicos e químicos para a esterilização do instrumental ortodôntico. **Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio verde**, v. 4, n. 1, p. 114-131, 2014.

PAULA, A. O.; SALGE, A. K. M.; PALOS, M. A. P. Infecções relacionadas à assistência em saúde em unidades de terapia intensiva neonatal: uma revisão integrativa. **Revista electrónica trimestral de Enfermería**, v. 45, p. 1-14, 2017.

DA PAZ, Giselle Souza. **Pesquisa molecular de fungos patogênicos em quirópteros da região de Botucatu-SP**. 2017. 72f (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

PEDROSO, Reginaldo dos Santos. **Caracterização molecular, virulência e suscetibilidade ao fluconazol de espécies ambientais de *Cryptococcus*, antes e após inoculação em modelo murino**. 2008. 44f (Doutorado). Universidade de São Paulo, Riberão Preto, 2008.

PEREIRA, S. A.; GREMIÃO, I. D. F.; KITADA, A. A. B.; BOECHAT, J. S.; VIANA, P. G.; SCHUBACH, T. M. The epidemiological scenario of feline sporotrichoses in Rio de Janeiro, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 47, n. 3, 2014.

PFALLER, M.A.; DIEKEMA, D.J. Epidemiology of invasive candidiasis: a persistent public health problem. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 20, n. 1, p. 133–163, 2007

PIGATTO, Gisele. **Irradiação UV em Xandomonas campestris pv. campestris visando a produção da goma xantana**. 2008. 81f (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2008.

QUINN, Paul J. et al. Leveduras e produção de doenças. In: **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2005. p. 233-239.

REZENDE, C.; MALTA, R. C. G.; JUNIOR, V. M. dos S.; GONÇALVES, R. F.; MANZATO, V. M. Pesquisa de dermatófitos em superfícies inanimadas de academia. **Revista UNIFEV: Ciência & Tecnologia**, v.1, n.1, 2017.

RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; SILVA, V. A.; VOLPATO, N. M.; GARCIA, S. Avaliação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. **Pharmacia Brasileira**, v. 16, p. 86-88, 2004.

ROCHA, B. C. C. de M.; REIS, R. P. A.; de ARAÚJO, J. V. G. Avaliação de sistema de tratamento de tratamento de água de chuva coletadas em telhado de cimento amianto, utilizando filtração e desinfecção por UV e cloro. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 1, n. 3, p. 12-18, 2011.

RODRIGUES, A. M.; de HOOG, S.; de CAMARGO, Z. P. Emergence of pathogenicity in the *Sporothrix schenckii* complex. **Medical Mycology**, v. 51, n. 4. p. 405-412, 2013.

RODRIGUES, F. M.; VIROLI, S. L.; PAVLK, M. C. de M.; SANDI, A. L. S. Avaliação das condições higiênico-sanitárias do comércio ambulante de alimentos na cidade de Paraíso do Tocantins. **Revista ACTA Tecnológica**, v. 5, n. 1, p. 100-112, 2010.

SABIR, N.; RAMACHANDRA, V. Decontamination of anaesthetic equipment. Continuing Education in Anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia: Continuing Education in Anaesthesia. Critical Care & Pain**, v. 4, n. 4, p. 103-106, 2004.

SANGIONI, L. A.; PEREIRA, D. I. B.; VOGEL, F. S. F.; BOTTON, S. A. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, 2013.

SANTIAGO, Iara Furtado. **Diversidade e bioprospecção de fungos associados a líquens presentes em ecossistemas extremos**. 2015. 136f (Doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SARDI, J. C. O. L.; SCORZONI, T.; BERNARDI, A. M. F.; GIANNINI, M. J. S. M. *Candida* species: Current epidemiology, pathogenicity, biofilm formation, natural antifungal products and new therapeutic options. **Journal of Medical Microbiology**, v. 62, n. 1, p. 10-24, 2013.

SCHUBACH, T. M.; SCHUBACH, A.; OKAMOTO, T.; BARROS, M.B.; FIGUEIREDO, F.B.; CUZZI, T.; PEREIRA, S. A.; DOS SANTOS, I. B.; ALMEIDA PAES, R.; PAES LEME, L. R.; WANKE, B. Canine sporotrichosis in Rio de Janeiro, Brazil: clinical presentation, laboratory diagnosis and therapeutic response in 44 cases (1998-2003). **Medical Mycology**, v. 44, n. 1, p. 87-92, 2006.

SHERLOCK, O.; O'CONNELL, N.; CREAMER, E.; HUMPHREYS, H. Is it really clean? An evaluation of the efficacy of four methods for determining hospital cleanliness. **Journal of Hospital Infection**, p. 1-7, 2009

SIDIRM, José Júlio Costa; ROCHA, Marcos Fábio Gadelha. **Micologia médica à luz de autores contemporâneos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 388p.

SILVA, A. L.; SERRA, E. F.; RIPOLL, M. K.; WALLER, S. B.; OSÓRIO, L. da G.; GOMES, A. dos R.; de FARIA, R. O.; MEIRELES, M. C. A. Luz Ultravioleta na inibição do crescimento de leveduras. **Science and Animal Health**, v. 5, n. 2, p. 101-111, 2017.

SILVA, Maybi Cristina. **Alterações na biossíntese de carotenóides em leveduras induzidas por agentes químicos**. 2004. 105f (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SPADER, Tatiana Borba. **Avaliação da suscetibilidade de *Rhodotorula mucilaginosa* frente a associações de antifúngicos com fármacos diversos**. 2017 (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

STRAUSBAUGH, L. J.; SEWELL, D. L.; TJOELKER, R. C.; HEITZMAN, T.; WEBSTER T. et al. Comparison of three methods for recovery of yeasts from hands of healthcare workers. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 34, n. 2, p. 471-473, 1996.



TENGAN, C.; DO PRADO, I. D.; LIMA, A. C. DE O.; MENDES, K. L. C.; QUERIDO, S. M. R. Avaliação microbiológica in vitro da desinfecção de instrumentais na prática ortodôntica. **Ciência & Saúde**, v.1, n. 3, p. 34-41, 2016.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 967p.

UEKI, S. Y. M.; CHIMARA, E.; YAMAUCHI, J. U.; LATRILHA, F. O.; SIMEÃO, F. C. S.; MONIZ, L. L.; GIAMPAGLIA, C. M. S.; TELLES, M. A. S. Monitoramento em cabine de segurança biológica: manipulação de cepas e descontaminação em um laboratório de micobactérias. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 44, n. 4, p. 263-269, 2008.

UEKI, S. Y. M.; GEREMIAS, A. L.; MONIZ, L. L.; LATRILHA, F. O.; BRITO, A. C.; GIAMPAGLIA, C. M. S.; SIMEÃO, F. C. S.; TELLES, M. A. S. Cabine de Segurança Biológica: efeito da luz ultravioleta nas micobactérias. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, n. 3, p. 222-224, 2006.

VARGAS, Karina Colasso. **Estudos dos efeitos da radiação ultravioleta C e TFD em células de *Saccharomyces boulardii* e *Candida albicans***. 2011. 78f (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

VENA, G.A.; CHIECO, P.; POSA P.; GAROFALO, A. R.; BOSCO, A.; CASSANO, N. Epidemiology of dermatophytoses: retrospective analysis from 2005 to 2010 and comparison with previous data from 1975. **New Microbiologica**, v. 35, n. 2, p. 207-213, 2012.

WALLER, S. B.; MADRID, I. M.; SILVA, A. L.; DIAS DE CASTRO, L. L.; CLEFF, M. B.; FERRAZ, V.; MEIRELES, M. C.; ZANETTE, R.; DE MELLO, J. R. Author information. In Vitro Susceptibility of *Sporothrix brasiliensis* to Essential Oils of Lamiaceae Family. **Mycopathologia**, v. 181, n. 11-12, p. 857- 863, 2016.

WICHELHAUS, A.; BADER, R.; SANDER, F. G.; KRIEGER, D.; MERTENS, T. Desinfection os Orthodontic Pliers. **Journal Orofacial Orthopedias**, v. 5, p. 317-336, 2006.

WRIGTH, H. B.; CAIRNS, W. L. 1998. Desinfección de agua por medio de luz ultravioleta. In: Simposio regional sobre calidad del agua: desinfección efectiva. 1998. **Anais do Simposio Regional Sobre Calidad del Agua**. 1998.

WYNN-WILLIAMS, D.; EDWARDS, H.M. Environmental UV Radiation: Biological Strategies for Protection and Avoidance. In: **Astrobiology**. C. Springer Berlin Heidelberg, 2002. p. 245-260.

YAPAR, N. Epidemiology and risk factors for invasive candidiasis. **Therapeutics and Clinical Risk Management**, v. 10, p. 95-105, 2014