



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFPR

JULIANA MÜLLER

**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DESCARTADA POR
DESTILADORES E SEU POTENCIAL PARA REUSO**

Monografia de conclusão de curso apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia R. Dalzoto
Co-orientadora: Profa. Dra. Ida Chapaval Pimentel

CURITIBA
2011

JULIANA MÜLLER

**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DESCARTADA POR
DESTILADORES E SEU POTENCIAL PARA REUSO**

Monografia de conclusão de curso apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia R. Dalzoto
Co-orientadora: Profa. Dra. Ida Chapaval Pimentel

CURITIBA

2011

*A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade:
Só tem valor quando acaba (João Guimarães Rosa)*

RESUMO

A escassez de água é um dos graves problemas que vem ocorrendo no mundo todo. Portanto, a adoção de medidas que poupem este recurso é de grande importância nos dias de hoje. Uma das alternativas é o reaproveitamento da água descartada de destiladores, uma vez que esta apresenta potencial para reuso, embora normalmente seja descartada diretamente para a rede coletora de esgoto. Este trabalho teve como objetivos principais estimar a quantidade de água descartada no processo de destilação, avaliar a qualidade microbiológica de águas de descarte de quatro destiladores de diferentes laboratórios do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná – UFPR e propor a reutilização destas águas de descarte. Além disso, foram avaliadas as condições microbiológicas destas águas por meio da contagem e isolamento de bactérias heterotróficas, colimetria e contagem, isolamento e identificação de fungos. Verificou-se que para a produção de um litro de água destilada há um descarte de 25,12 litros de água. As amostras de água de descarte dos quatro destiladores apresentaram-se contaminadas com bactérias heterotróficas, porém apenas uma delas apresentou valores superiores ao limite de 500 UFC/mL instituído pela Portaria 518 (2004) da ANVISA, que estabelece padrões para a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. As médias, em UFC/mL, das bactérias heterotróficas isoladas em cada amostra avaliada foram de 1388,5, 49, 129 e 26 UFC/mL. O exame colimétrico resultou em ausência de coliformes Totais e Termotolerantes para as quatro amostras estudadas. Foram isolados fungos filamentosos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Phoma* sp. Através da comparação dos resultados das análises microbiológicas com os valores máximos permitidos pela Portaria 518 (2004), percebeu-se que todas as amostras de água de descarte estão de acordo com a Portaria em relação a Coliformes Totais e Termotolerantes. Em relação a bactérias heterotróficas apenas uma amostra de água de descarte está fora do recomendado pela mesma Portaria. Assim, com exceção da água de descarte de um dos destiladores analisados, todas as outras amostras mostraram ter potencial para reutilização em atividades, tais como na lavagem de vidrarias, nas limpezas em geral e na irrigação de jardins e gramas.

Palavras-chave: Água de reuso. Descarte de destilação. Bactérias heterotróficas. Coliformes.

ABSTRACT

Water scarcity is one of the serious problems that have occurred worldwide. Therefore, the adoption of measures that save this resource is of great importance today. It is therefore necessary to adopt methods to conserve water as a natural resource for beneficial uses. The reuse of discharge water from distillers is an alternative, since this water presents potential for reuse, even though it is normally discharged directly into the sewage system. This paper had the main goals of estimating the amount of water discharged in the process of distillation, evaluate the microbiological quality of the discharged water from four distillers from different laboratories of the Biological Sciences Division of the Federal University of Parana – UFPR and propose a system to reuse these discharged waters. Moreover, the microbiological condition of these waters was evaluated through counting and isolating heterotrophic bacteria; colimetry and counting, isolation and identification of fungi. It was verified that for the production of 1 liter of distilled water 25,12 liters of water are discharged. The samples of discharged water from the four distillers were contaminated with heterotrophic bacteria; however only one of them presented amounts of this bacteria superior to the limit of 500 UFC/mL established by the Ordinance 518 (2004) of ANVISA, which presents the standards for water quality for human consumption and its standard of potability. The averages, in UFC/mL, of heterotrophic bacteria in each sample evaluated were 1388, 5; 49; 129 and 26 UFC/mL. In addition to the heterotrophic bacteria, yeast from water samples was isolated. The colimetric test resulted in absence of coliforms for the studied samples. Were isolated filamentous fungi belonging to the genders *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Phoma sp.*, were isolated from the analyzed samples. Through the comparison of results of the microbiological analysis with maximum values allowed by the Ordinance 518, it was noticed that all water samples from distillers' discharge are in conformance with the Ordinance regarding total and thermotorelant coliforms. For heterotrophic bacteria, only a sample of discard water is outside the recommended by the same Ordinance. Therefore, except for the water of discharge from one of the distillers analyzed, all the other samples showed to have potential to be reused in activities such as glassware washing, general cleaning and grass and yard irrigation.

Key words: Water of reuse. Discharge of distillers. Heterotrophic bacteria. Coliforms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DE ÁGUA SALGADA E ÁGUA DOCE NO MUNDO	4
FIGURA 2- DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO MUNDO.....	5
FIGURA 3 – EQUIPAMENTO DE DESTILADOR DE ÁGUA.....	6
FIGURA 4 - RELAÇÃO ENTRE ÁGUA DESCARTADA E ÁGUA DESTILADA NO EQUIPAMENTO DE DESTILADOR DE ÁGUA DO LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA E BIOLOGIA MOLECULAR DO DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA BÁSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.....	18
FIGURA 5 – FREQUÊNCIA DE MORFOTIPOS DE BACTÉRIAS ISOLADOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR	23
FIGURA 6 – MORFOLOGIA COLONIAL DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE ÁGUAS DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, APÓS CRESCIMENTO A 28°C POR 48 HORAS. (a) Morfotipo T1. (b) Morfotipo T2. (c) Morfotipo T3. (d) Morfotipo T4. (e) Morfotipo T5. (f) Morfotipo T6. (g) Morfotipo T7.....	26
FIGURA 7 – MICROMORFOLOGIA DAS BACTÉRIAS ISOLADAS DA ÁGUA DE REUSO DE DESTILADORES DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS –UFPR, CORADAS POR MEIO DE COLORAÇÃO DE GRAM, APÓS CRESCIMENTO A 28°C POR 48 HORAS. (a) Morfotipo T1. (b) Morfotipo T2. (c) Morfotipo T3. (d) Morfotipo T4. (e) Morfotipo T5. (f) Morfotipo T6. (g) Morfotipo T7. Aumento 1000 x. 29	
FIGURA 8 - EXAME COLIMÉTRICO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR	30
FIGURA 9 - FREQUÊNCIA DE GÊNEROS FÚNGICOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICA - UFPR.....	36
FIGURA 10 – (1) <i>Aspergillus</i> sp. 1, (2) <i>Aspergillus</i> sp. 2, (3) <i>Penicillium</i> sp., (4) <i>Aspergillus</i> sp. 3 e (5) <i>Phoma</i> sp. EM MEIO BDA, CRESCIDO POR 7 DIAS A 28°C. (a) Verso. (b) Reverso. (c) Micromorfologia. Aumento 400 x.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	9
TABELA 2 - CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS (UFC/mL) EM ÁGUAS DESCARTADAS PELOS QUATRO DESTILADORES ANALISADOS DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR	20
TABELA 3 - MEDIAS DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS (UFC/mL) ENCONTRADAS NAS QUATRO AMOSTRAS ANALISADAS DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR	20
TABELA 4 - DADOS TRANSFORMADOS DE CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS (UFC/mL) ISOLADAS DE ÁGUAS DESCARTADAS PELOS QUATRO DESTILADORES ANALISADOS DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR.....	21
TABELA 5 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS ISOLADAS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, A PARTIR DE DADOS TRANSFORMADOS COM $\text{LOG}(X+2)$	21
TABELA 6 - MÉDIAS DE CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS NOS DIFERENTES DESTILADORES	22
TABELA 7 - MORFOTIPOS BACTERIANOS ENCONTRADOS EM AMOSTRAS DE CADA DESTILADOR ANALISADO (UFC/mL). Continua.	24
TABELA 8 - EXAME COLIMÉTRICO DE ÁGUAS DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - UFPR	30
TABELA 9 - CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR	34
TABELA 10 - CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, DADOS TRANSFORMADOS COM $\text{LOG}(X+2)$	34
TABELA 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE	

LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, A PARTIR DE DADOS TRANSFORMADOS COM $\text{LOG}(X+2)$	34
TABELA 12 - CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUAS DESCARTADAS PELOS QUATRO DESTILADORES ANALISADOS. Continua.	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – MORFOTIPOS BACTERIANOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE QUATRO LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR.....	23
QUADRO 2 - BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS ISOLADAS DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, CARACTERIZADAS POR COLORAÇÃO DE GRAM.....	28
QUADRO 3 - MORFOTIPOS DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE QUATRO LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR CRESCIDOS POR 7 DIAS	35
QUADRO 4 - GÊNEROS DOS MORFOTIPOS DE FUNGOS FILAMENTOSOS ENCONTRADOS NAS ÁGUAS DE DESCARTE DOS DESTILADORES ANALISADOS	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	OBJETIVO GERAL	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E SUA DISTRIBUIÇÃO NO PLANETA E NO BRASIL	4
3.2	ESCASSEZ DA ÁGUA	5
3.3	USO DE ÁGUA DESTILADA EM LABORATÓRIOS	6
3.4	ÁGUA DE REUSO	7
3.5	IMPORTÂNCIA DO REUSO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	8
3.6	QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE REUSO	8
3.6.1	COLIMETRIA	9
3.6.2	BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS	10
3.6.3	FUNGOS ENCONTRADOS NA ÁGUA	10
4	MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1	ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA FABRICAÇÃO DE ÁGUA DESTILADA	14
4.2	COLETAS	14
4.3	CONTAGEM, ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS DAS ÁGUAS DE DESCARTE DE DESTILADORES	15
4.3.1	ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS E FUNGOS	15
4.3.2	CARACTERIZAÇÃO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS	16
4.3.3	EXAME COLIMÉTRICO DA ÁGUA	16
4.3.4	CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS FILAMENTOSOS	17
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1	ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA FABRICAÇÃO DE ÁGUA DESTILADA	18
5.2	CONTAGEM, ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS	

DAS ÁGUAS DE DESCARTE DE DESTILADORES.....	20
5.2.1 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS	20
5.2.2 CARACTERIZAÇÃO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS POR MACROMORFOLOGIA COLONIAL.....	22
5.2.3 CARACTERIZAÇÃO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS POR MICROMORFOLOGIA	28
5.2.4 EXAME COLIMÉTRICO DA ÁGUA	30
5.2.4 CONTAGEM E ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS	33
5.2.5 CARACTERIZAÇÃO DOS FUNGOS FILAMENTOSOS POR MACROMORFOLOGIA E MICROMORFOLOGIA.....	35
5.3 SUGESTÕES DE REUSO DA ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DE LABORATÓRIOS DA UFPR.....	41
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável em quantidade, mas não em qualidade. É um elemento de fundamental importância para os aspectos vitais, sociais e econômicos. Além de ser um componente bioquímico essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos, é indispensável para a sociedade, pois o uso da água está interligado com todos os aspectos do desenvolvimento da civilização humana.

Estima-se que o Brasil concentre entre 12% e 16% do volume total de recursos hídricos do planeta (CLARKE E KING, 2005). No entanto, a distribuição desta água não é igualitária em todas as regiões do país.

A preocupação quanto à água não está somente relacionada à sua escassez, mas também ao aumento de sua demanda devido ao crescimento demográfico e ao contínuo desenvolvimento das atividades industriais. Assim sendo, seu uso racional em todos os setores se torna cada vez mais necessário.

Em laboratórios, faz-se necessário o uso de água destilada, proveniente de um processo de destilação que torna a água do sistema convencional de distribuição em uma substância pura. Um dos equipamentos que possui maior consumo de água dentro dos laboratórios é o destilador de água. Esse equipamento necessita de um grande volume de água potável para o processo de destilação, sendo que apenas uma pequena parcela deste volume (em torno de 4%) é transformada em água destilada, e o restante (aproximadamente 96%) é totalmente desprezado, utilizado apenas para o resfriamento (NUNES *et al.*, 2006). Estima-se que, para produzir 1 litro de água destilada, em média 21 litros de água potável são desperdiçados (MARSARO; GUIMARÃES, 2007).

A necessidade de usar a água de forma sustentável em laboratórios, buscando a minimização dos impactos desse setor no meio ambiente, torna-se evidente. Para tanto, é necessário o desenvolvimento e a implantação de tecnologias e medidas que visem o reuso e aproveitamento de água descartada dos destiladores para fins não potáveis.

A reutilização da água pode propiciar uma flexibilidade no atendimento das demandas de curto prazo, assegurando, assim, um aumento no suprimento de longo prazo (MARSARO; GUIMARÃES, 2007).

Este trabalho teve como objetivos a avaliação da qualidade microbiológica da água descartada por destiladores de diferentes laboratórios do Setor de Ciências Biológicas, da UFPR, bem como propor alternativas para reuso desta água, buscando, assim, uma maior preservação deste recurso natural.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- O objetivo geral desse trabalho é avaliar a qualidade microbiológica da água descartada pelos equipamentos destiladores de quatro laboratórios do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná e propor alternativas para reuso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar o consumo médio de água potável na fabricação de água destilada, usando como modelo o destilador recém-adquirido do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LabMicro - do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná e relacionar a quantidade de água descartada no processo de destilação e a quantidade de água destilada produzida.
2. Realizar contagem de bactérias heterotróficas isoladas da água de descarte dos destiladores, e caracterizá-las morfológicamente e por meio de coloração de Gram.
3. Avaliar a qualidade microbiológica da água descartada, por meio de exame colimétrico.
4. Realizar contagem de fungos filamentosos presentes na água descartada e caracterizar os isolados por macro e micromorfologia, visando à identificação ao nível de gênero.
5. Verificar possíveis reutilizações da água descartada, levando em consideração os resultados das análises biológicas das amostras de água.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E SUA DISTRIBUIÇÃO NO PLANETA E NO BRASIL

A água é um recurso natural de importância fundamental em todos os aspectos vitais, sociais e econômicos do nosso planeta.

Conforme Rebouças *et al.* (2006), 97,5% do volume total de água na Terra formam os oceanos e mares e somente 2,5% são de água doce, conforme a figura 1. No entanto, 68,9% destas águas doces estão congelados nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas (TOMAZ, 2003). Do restante, 29,9% constituem as águas subterrâneas doces; 0,9% representam a umidade dos solos e as águas dos pântanos, e aproximadamente 0,3% correspondem à água doce constituinte em rios e lagos (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

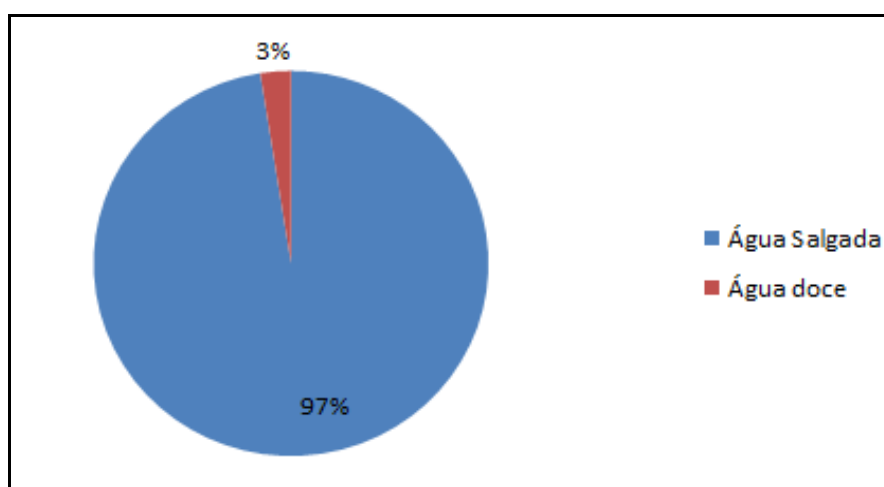


FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DE ÁGUA SALGADA E ÁGUA DOCE NO MUNDO

FONTE: O autor (2011). Adaptado de Rebouças *et al.* (2006).

O Brasil é um país privilegiado no cenário mundial, pois possui uma produção hídrica que representa 53% da produção de água doce do continente sul americano e 12% do total mundial (REBOUÇAS *et al.*, 2006). No entanto, esse recurso não é distribuído de forma homogênea em todo o país e encontra-se ameaçado por fatores socioeconômicos diversos (CLARK; KING, 2005). Cerca de 70% desse total está na Bacia Amazônica onde a densidade populacional é a menor

do país. Por outro lado, a região mais árida do Brasil, o nordeste, onde vivem cerca de 28% da população, possui somente 5% da água doce (CASTRO; SCARIOT, 2005).

3.2 ESCASSEZ DA ÁGUA

Atualmente, o problema da escassez de água tem ganhado bastante atenção e tem sido agravado pela falta do uso sustentável e do manejo adequado da água.

Em média 500 milhões de pessoas vivem em países com escassez crônica de água e outras 2,4 bilhões vivem em países onde o sistema hídrico está ameaçado (CLARKE; KING, 2005).

Conforme Bazzarella (2005), o problema da escassez de água é oriundo da má distribuição e má gestão deste recurso. A figura 1 mostra como as reservas de água doce são mal distribuídas na superfície do planeta.



FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO MUNDO

FONTE: Bazzarella (2005)

Embora o Brasil esteja em primeiro lugar em disponibilidade hídrica em rios do mundo, a poluição e o uso inadequado comprometem esse recurso em várias regiões do País (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL,

2008). Segundo Castro e Scariot (2005), a alta densidade populacional, a poluição e a agricultura, aliadas à falsa visão de que a água é um recurso infinito, já provocaram o aumento na escassez de água de melhor qualidade para as regiões Sul e Sudeste do país, onde vivem 60% da população.

Tais fatos deixam clara a necessidade da preservação da água de melhor qualidade para o consumo humano. Nos laboratórios, onde há o uso de água destilada, é possível fazer um reaproveitamento da água descartada pelos equipamentos de destilação em finalidades não potáveis, evitando assim o uso de água potável em atividades que não dependem de água com tão boa qualidade.

3.3 USO DE ÁGUA DESTILADA EM LABORATÓRIOS

Nos processos laboratoriais, quaisquer impurezas e sais dissolvidos contidos na água devem ser eliminados para que os resultados de experimentos não sejam prejudicados pela presença das mesmas. Sendo assim, a destilação da água, processo no qual as impurezas são separadas, é necessária. O aparelho onde este processo ocorre denomina-se destilador (Figura 2).



FIGURA 3 – EQUIPAMENTO DE DESTILADOR DE ÁGUA

FONTE: Marsaro e Guimarães (2007)

Este equipamento necessita de um grande volume de água para o processo de destilação, sendo que uma pequena parte se transforma em água destilada e o restante é utilizado para resfriamento (NUNES *et al.*, 2006). No processo de destilação, a água vinda da rede de abastecimento entra no destilador através de uma mangueira e é aquecida até seu ponto de ebulição (100°C), até que evapore. O vapor da água vai para um condensador onde se resfria e se condensa, transformando-se em água líquida, sendo esta a água destilada. A parte utilizada no processo de resfriamento normalmente é descartada diretamente para a rede coletora de esgoto, sem que haja qualquer reaproveitamento.

A destilação tem como base de funcionamento as temperaturas de ebulição de cada substância presente na água. Todas elas diferem na temperatura de ebulição podendo, assim, ser separadas uma a uma (MARSARO; GUIMARÃES, 2007).

3.4 ÁGUA DE REUSO

Água de reuso é aquela proveniente do tratamento de algum efluente, para posterior reutilização em uma determinada finalidade, que pode ser interna ao próprio empreendimento, ou outra externa, para uma finalidade distinta da primeira (SAUTCHÚK *et. al*, 2005). Tem-se como exemplo a prática de reuso de efluentes urbanos tratados para fins agrícolas.

Conforme o Manual de Orientações para o Setor Industrial, o reuso de água traz benefícios sociais e ambientais, tais como:

- Redução do lançamento de efluentes industriais em cursos de água, possibilitando melhorar a qualidade das águas.
- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada.
- Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, por exemplo.
- Mudanças nos padrões de produção e consumo.
- Redução dos custos de produção.

- Habilitação para receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.

Para que seja possível o reaproveitamento da água de resfriamento dos destiladores pode-se construir um sistema de armazenagem de água com tubulações que levem a água que seria descartada até um reservatório. Em seguida, pode-se fazer o reuso desta água em atividades que não exijam o uso de água potável proveniente da rede pública de abastecimento. Porém, é necessário um controle de sua qualidade para verificação da necessidade de tratamento específico. Alguns possíveis reusos de água são: rega de jardins e hortas; lavagem de roupa; lavagem de veículos; lavagem de vidros, calçadas e pisos (NUNES *et al.*, 2006).

3.5 IMPORTÂNCIA DO REUSO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

O crescimento demográfico com conseqüente crescimento na demanda de água, aliado a outros motivos, como a limitação de reservas de água doce no planeta, e a variedade da distribuição de recursos hídricos, vêm exigindo atenção maior no que diz respeito à conservação da água. Desta forma, as práticas conservacionistas como o uso eficiente e o reuso da água, constituem uma maneira importante de se poder preservar este recurso natural.

Além da escassez quantitativa da água, o que constitui fator limitante ao desenvolvimento, existe também a escassez qualitativa proveniente da grande poluição, que engloba problemas muito mais sérios à saúde pública, à economia e ao ambiente em geral (REBOUÇAS *et al.*, 2006). Esses fatores corroboram com a importância da conservação da água.

3.6 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE REUSO

As características de qualidade das águas derivam dos ambientes naturais e antrópicos onde se originam, circulam, percolam ou ficam estocadas (REBOUÇAS *et al.*, 2006). Na avaliação da qualidade de uma água, considera-se a composição de

uma amostra, cujos constituintes são referidos em termos de características físicas, microbiológicas e químicas, a depender do objetivo a ser alcançado.

Atualmente o desenvolvimento econômico e social intensificou o uso de insumos químicos e o lançamento de efluentes, trazendo problemas de escassez qualitativa de água para o consumo humano (SHUBO, 2003).

3.6.1 Colimetria

Segundo a Portaria 518 (2004) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que dispõe sobre a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico, de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1 - PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Bactérias Heterotróficas	500 UFC/mL

FONTE: Portaria 518 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2004)

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de Escherichia coli deve ser preferencialmente adotada.

De acordo com as definições contidas na Portaria 518 (2004) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*,

Klebsiella e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. Coliformes termotolerantes fazem parte de um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. A *E. coli* é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (PORTARIA 518, 2004).

3.6.2 Bactérias heterotróficas

Em relação às bactérias heterotróficas, a Portaria 518 (2004) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) as define como um grupo capaz de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriado, sob condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0, \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. A contagem de bactérias heterotróficas em uma amostra de água não pode exceder 500 UFC/mL (PORTARIA 518, 2004).

A contagem de bactérias heterotróficas fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. Apesar da maioria das bactérias heterotróficas não ser patogênica, estas podem representar riscos a saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis (DOMINGUES *et al.*, 2007).

A Portaria 518 (2004) limita a contagem de bactérias heterotróficas na água potável em 500 UFC/mL.

3.6.3 Fungos encontrados na água

Os fungos são micro-organismos eucarióticos, aclorofilados e que se reproduzem por esporos assexuais ou sexuais (LACAZ *et al.*, 1998). Os fungos são

caracterizados morfologicamente como leveduriformes (unicelulares) ou filamentosos (VIEGAS, 2010). Os filamentos formam uma rede conhecida como micélio que caracteriza o seu aspecto macroscópico (MIDGLEY *et al.*, 1998).

Apresentam nutrição heterotrófica e podem viver como saprofitas, parasitas ou comensais em uma variedade de substratos orgânicos e em uma ampla variação de habitats, sugerindo sua distribuição ubiqüitária na natureza (MIDGLEY *et al.*, 1998). Em função da variabilidade enzimática possuída pelos fungos, estes conseguem habitar os mais variados substratos (TEPARELLO, 2010).

Os fungos dispersos pelo ar atmosférico são denominados de anemófilos e os mais frequentes no Brasil pertencem aos gêneros: *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Cephalosporium* sp., *Rhodotorula* sp., *Aureobasidium* sp., *Candida* sp., *Curvularia* sp., *Rhizopus* sp., *Helminthosporium* sp. e *Trichoderma* sp. (TRABULSI *et al.*, 2008).

Segundo Trabulsi *et al.* (2008), os fungos anemófilos são frequentemente encontrados como componentes da microbiota transitória do homem e animais domésticos, como contaminantes de alimentos, deteriorantes de acervos e madeiras e em água doce e salgada.

Os fungos possuem uma alta capacidade de degradação de substâncias complexas, tais como corantes de indústrias têxteis (SOUZA; ROSADO, 2009). São utilizados em processos industriais de fabricação de pão, cervejas, vinhos e queijos, sendo também utilizados na produção comercial de ácidos orgânicos, fármacos e antibióticos, como por exemplo, a penicilina (VIEGAS, 2010).

Alguns trabalhos demonstram a existência de fungos na água. Varo *et al.* (2007) em um estudo de água utilizada em uma unidade de hemodiálise em São Paulo, verificaram a presença de vários fungos, com prevalência de *Trichoderma* sp, *Cladosporium* sp, *Aspergillus* sp e *Fusarium* sp. Figel (2011) também encontrou fungos nos sistemas de água de diálise em Curitiba, Paraná. Das amostras analisadas, 66% apresentaram fungos, sendo estes dos gêneros *Acremonium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Trichoderma* spp. Em estudo sobre água potável da rede de abastecimento público e dentro do hospital na cidade de Thessalonini, Grécia, foram isolados fungos, cujos gêneros prevalentes foram *Aspergillus* e *Penicillium* (ARVANITIDOU *et al.*, 1999 apud FIGEL, 2011).

Sessegolo *et al.* (2011) avaliaram amostras de água potável e de esgoto doméstico, sendo que 18,7% estavam contaminadas com o gênero *Penicillium*, 18,7% apresentavam leveduras e 6,2% continham o gênero *Aspergillus*. Já o esgoto doméstico teve 50% do material positivo para leveduras, 12,5 % para *Penicillium sp.*, e 6,2% para *Aspergillus sp* e *Geotrichum sp.*

Existem várias maneiras de fungos causarem doenças no homem. Essas incluem a invasão dos tecidos pelos patógenos e pela resposta alérgica no hospedeiro (MIDGLEY *et al.*, 1998). As doenças ocorrem após a invasão tecidual e, segundo Midgley *et al.* (1998), são classificadas como micoses superficiais, subcutâneas e sistêmicas, e a penetração do fungo pode ocorrer pelas seguintes maneiras: diretamente pela epiderme; por implantação transcutânea através de um trauma superficial, por inalação ou a partir de um foco profundo de infecção preexistente no organismo.

Fungos do gênero *Aspergillus* são conhecidos como patógenos humanos que podem causar uma grande variedade de processos patológicos dependendo do fator predisponente, sendo as principais espécies envolvidas *A. fumigatus*, *A. flavus* e *A. niger* (MIDGLEY *et al.*, 1998). Espécies de *Aspergillus* são componentes comuns da microbiota de dispersão aérea, portanto, a exposição a esses fungos é generalizada (MIDGLEY *et al.*, 1998).

O gênero *Aspergillus* é constituído por 185 espécies, sendo a principal patologia relacionada a pacientes imunodeficientes, a aspergilose invasiva, que é uma infecção aérea, adquirida por inalação, porém estudos têm sugerido que a água seja fonte de infecção por estes fungos (VARO *et al.*, 2007).

Como exemplo de infecções exógenas tem-se as dermatofitoses, as micoses subcutâneas e a aspergilose (MIDGLEY *et al.*, 1998). A aspergilose é causada por fungos do gênero *Aspergillus* e é comum em pacientes com doença pulmonar crônica como enfisema ou sinusite crônica (MIDGLEY *et al.*, 1998).

A aspergilose pulmonar, na sua forma aguda, causa febre, mal estar, dispnéia

e disseminação hematogênica (TAPARELLO, 2010). Em indivíduos imunodeprimidos, a evolução é rápida, com lesões necróticas no cérebro e meningites. Aspergilose cutânea apresenta lesões constituídas por pápulas, pústulas e ulcerações (LACAZ; PORTO; MARTINS, 1991).

Durante o processo de degradação dos nutrientes, os fungos liberam micotoxinas que causam irritação da pele e mucosas, náuseas, cefaléias e efeitos cancerígenos, dependendo do tipo, natureza e contato com o fungo (VIEGAS, 2010). As micotoxinas de *Aspergillus sp.* são altamente tóxicas e carcinogênicas para o homem e outros animais (SESSEGOLO *et al.*, 2011).

Conforme Viegas (2010), ao nível da pele, a micose por fungo só é desencadeada se estiverem presentes condições suficientes para que ela exista, pois depende de variáveis ligadas ao agente, ao hospedeiro e ao ambiente. Normalmente ocorrem infecções em indivíduos que estão debilitados, imunocomprometidos ou que tem dispositivos protésicos implantados ou cateteres vasculares (VIEGAS, 2010).

Fungos do gênero *Penicillium sp.* são espécies saprófitas, amplamente difundidas na natureza, normalmente contaminantes de alimentos e produtores de micotoxinas. (VIDOTTO, 2004). Fungos como o *Penicillium* são importantes decompositores que reciclam matéria orgânica no solo (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Existem, aproximadamente, 225 espécies de *Penicillium*. (TAPARELLO, 2010). Por vezes, esses fungos estão associados a infecções pulmonares, otomicoses, queratites, endoftalmite e infecções do trato urinário (MARTINS; MELO; HEINS-VACCARI, 2005).

Segundo Richardson e Warnock (1993), os esporos de *Penicillium* podem ser encontrados em todos os ambientes espalhados pelo ar, portanto apresentando uma grande distribuição. Fungos do gênero *Penicillium* são frequentemente isolados em laboratórios de micologia (SIDRIM; MOREIRA, 1999).

Em indivíduos debilitados, a inalação de esporos de *Penicillium* pode desencadear uma patologia conhecida como penicilose, caracterizada por uma doença pulmonar, que pode se espalhar pelos vasos sanguíneos vizinhos, disseminando-se pelo líquido cefalorraquidiano (LCR), rins e endocárdio, sendo esta forma disseminada geralmente fatal. (KERN; BLEVINS, 1999)

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA FABRICAÇÃO DE ÁGUA DESTILADA

O consumo médio de água potável na fabricação de água destilada foi avaliado usando como modelo o destilador recém-adquirido do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LabMicro - do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná. Este destilador é regulado de forma que a vazão de água descartada seja de 4 litros por minuto. A regulação dessa vazão é feita através de um cronômetro e de um frasco Erlenmeyer de 4 litros, até que seja atingida a vazão pretendida. Sabendo-se disso, calculou-se a quantidade de água consumida na fabricação de 1 litro de água destilada e fez-se uma relação entre o consumo de água descartada e a quantidade de água destilada produzida. O cálculo envolveu uma regra de três simples. Contabilizou-se o tempo obtido para que o destilador fabrique 1 litro de água destilada e então multiplicou-se esse valor pela vazão de água descartada, obtendo-se o resultado da quantidade de água potável descartada na produção de 1 litro de água destilada.

4.2 COLETAS

Foram selecionados quatro destiladores para a análise microbiológica da água de descarte, localizados nos laboratórios de Neurobiologia, de Parasitologia Molecular e de Microbiologia e Biologia Molecular, pertencentes ao Departamento de Patologia Básica e do Laboratório de Genética Molecular Humana, localizado no departamento de Genética da UFPR. As coletas foram feitas em frascos de vidro, previamente esterilizados em autoclave.

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LabMicro - do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná.

Todas as coletas foram realizadas na parte da manhã, pois supõe-se que neste período haja um maior número de micro-organismos, já que o equipamento manteve-se sem funcionamento durante todo o período noturno.

Todas as análises foram realizadas com materiais autoclavados a 121°C a 1 atm, durante 40 minutos; a desinfecção das bancadas foi feita com álcool 70% e meios de cultura foram autoclavados a 121°C a 1 atm, por 20 minutos.

Por fim, os resultados obtidos foram comparados com os valores previstos na Portaria 518 (2004) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005.

4.3 CONTAGEM, ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS DAS ÁGUAS DE DESCARTE DE DESTILADORES

4.3.1 Isolamento de bactérias heterotróficas e fungos

Para o isolamento de bactérias e fungos, foi empregada a técnica de espalhamento em superfície. O método baseia-se na inoculação de 0,1 mL de água na superfície do meio de cultura solidificado, contidos em placas de Petri, com posterior espalhamento do inóculo com alça de Drigalski (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

Os meios de cultura utilizados foram o Ágar Simples (5g Peptona DIFCO, 3g extrato de levedura OXOID, 5g NaCl e 15g ágar microbiológico VETEC para 1000mL de meio) para bactérias e o Batata Dextrose Agar – BDA (200 gramas de batata, 50 gramas de dextrose BIOTEC e 15 gramas de Ágar Ágar VETEC, para 1000 mL de meio) para fungos. Após a coleta de água descartada do destilador, semeou-se 0,1 mL da amostra de água em cada placa de Petri. Após a semeadura incubou-se as placas invertidas em estufa a 28°C, onde permaneceram por sete dias até o crescimento, no caso de fungos e 48 horas no caso de bactérias. Após essa etapa realizou-se a contagem das bactérias e fungos nas placas e, posteriormente, foram feitos os isolamentos dos diferentes morfotipos de bactérias e de fungos. O isolamento foi feito em tubos inclinados com os respectivos meios de cultura para

fungos e bactérias. Posteriormente incubou-se os isolados em estufa a 28°C, durante 48 horas no caso das bactérias, e 7 dias no caso dos fungos.

4.3.2 Caracterização de bactérias heterotróficas

As bactérias heterotróficas isoladas foram caracterizadas morfológicamente através das características coloniais e da coloração de Gram, conforme Stighen (2009), sendo classificadas em gram positivas e gram negativas.

4.3.3 Exame colimétrico da água

O exame colimétrico da água foi realizado pela técnica dos Tubos Múltiplos de acordo com o descrito em Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

Inoculou-se as diluições de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL em uma série de cinco tubos para cada diluição. Em seguida levou-se à incubadora sob temperatura de 35°C +- 0,5. Após 24 horas examinou-se a turbidez do meio e a formação de gás. Como não houve produção de gás, esperou-se mais 24 horas e verificou-se novamente a ocorrência de gás nos tubos. Quando há formação de gás, anota-se o número de tubos positivos e negativos. Os tubos com produção de gás devem ser submetidos a um teste de confirmação, no qual são repicados para o caldo lactosado bile verde brilhante a 2%, com incubação à 35°C ± 0,5 num período de 24 a 48 +- 3 horas. Verifica-se novamente a produção de gás para um resultado positivo. Em seguida é feito o ensaio diferencial para coliformes fecais, realizado a partir dos tubos positivos do ensaio inicial. De cada tubo positivo, é inoculado um tubo com meio EC e incubado em banho-maria a 44,5°C ± 0,2 durante 24 ± 2 horas com agitação constante. A produção de gás dentro de 24 horas é considerada positiva para a presença de coliformes fecais.

A densidade de coliformes é expressa como NMP de coliformes por 100 mL, o qual é obtido através de tabelas, em que são dados limites de confiança de 95% para cada valor de NMP calculado.

4.3.4 Caracterização e identificação dos fungos filamentosos

A caracterização dos isolados fúngicos por macromorfologia foi realizada por inspeção visual do verso e reverso das colônias.

A caracterização micromorfológica dos isolados foi feita por meio da técnica do microcultivo (KERN; BLEVINS, 1999). Foram utilizadas placas de Petri com duas lâminas cruzadas em seu interior e pedaços de algodão. Sobre uma das lâminas foi colocado um cubo de meio BDA com 1 cm². Um fragmento da colônia retirada do tubo de estoque foi inoculado nos 4 lados do cubo e uma lamínula foi colocada sobre ele. O algodão foi umedecido com água destilada esterilizada e o material incubado a 28°C. As lâminas foram observadas periodicamente em microscópio ótico e quando a maturação foi evidente, retirou-se a lamínula da lâmina e colocou-se sobre uma lâmina limpa com uma gota de lactofenol azul de algodão ou lactofenol de Amann e observou-se ao microscópio ótico. As margens da lâmina foram vedadas com esmalte incolor para torná-las permanentes.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os experimentos foram realizados em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 tratamentos (4 destiladores de 4 laboratórios distintos) e 10 repetições. Os dados de crescimento bacteriano e fúngico, respectivamente, obtidos por meio de contagem, foram transformados de acordo com a fórmula $\log(x+2)$. Posteriormente, os dados foram submetidos a uma análise de variância, ao nível de probabilidade $p < 0,01$.

Quando necessário, as médias foram comparadas por meio do Teste de Tuckey.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA FABRICAÇÃO DE ÁGUA DESTILADA

O tempo para a fabricação de 1 litro de água destilada a uma vazão de 4 litros/minuto no destilador do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LabMicro - do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná foi de 6,28 minutos. Sendo assim, a quantidade de água potável consumida na fabricação de 1 litro de água destilada foi de 25,12 litros de água, conforme pode ser observado do gráfico 1.

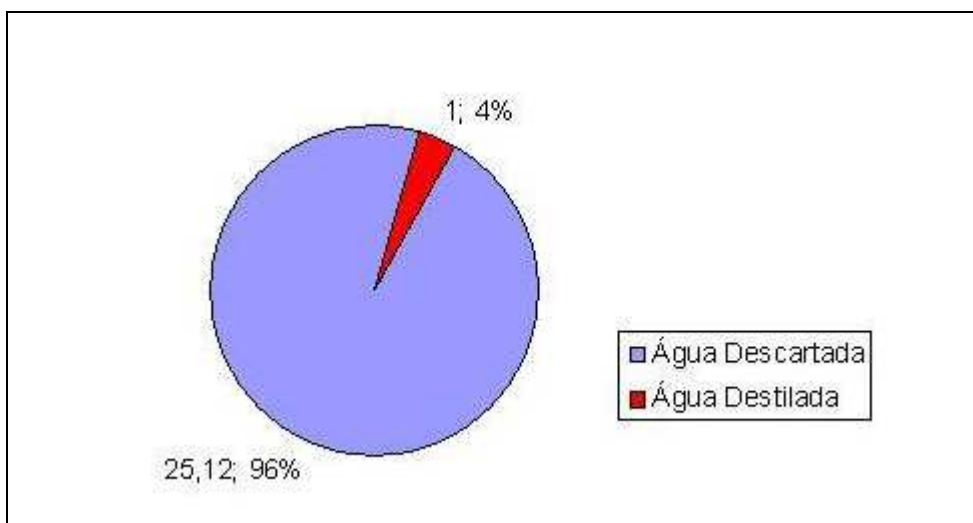


FIGURA 4 - RELAÇÃO ENTRE ÁGUA DESCARTADA E ÁGUA DESTILADA NO EQUIPAMENTO DE DESTILADOR DE ÁGUA DO LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA E BIOLOGIA MOLECULAR DO DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA BÁSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FONTE: O autor (2011)

Com o resultado da estimativa da quantidade água descartada (25,12 litros) para a fabricação de 1 litro de água destilada, percebe-se a importância em reutilizar essa água descartada, já que é evidente que o desperdício é grande. No entanto, esses valores variam conforme o destilador. Marsaro e Guimarães (2007), estimaram o desperdício de água em dois destiladores, o qual foi de 17 e 21 litros de água, respectivamente, na produção de 1 litro de água destilada. Embora ocorram

variações nas quantidades de água descartada, verifica-se que, independente disso, os valores são sempre altos.

Devido a essa grande perda de água no processo de destilação é necessária a observação de métodos que tornem os destiladores mais eficientes, de modo que haja uma economia de água. Conforme Silva e Gonçalves (2004), algumas alternativas evitam o desperdício de água durante a destilação, tais como a correta regulação da vazão da água de entrada dos destiladores e a centralização da produção de água destilada. Esta solução exige uma logística adequada de entrega da água aos pesquisadores, respeitando-se suas necessidades quanto à qualidade, volume e horário de entrega da água (SILVA; GONÇALVES, 2004). De acordo com Marsaro e Guimarães (2007), também é importante controlar a temperatura da água de resfriamento, pois quanto menor esta temperatura, menor vai ser a quantidade de água destilada produzida e maior a quantidade de água descartada.

Outra opção é a substituição de água destilada por água deionizada quando possível, pois no processo de deionização de água não há desperdícios.

O Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LabMicro - do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná utiliza em média 15 litros de água destilada por semana. Sendo assim são descartados em torno de 376,8 litros de água semanalmente. Ao mês esses números contabilizam em 1507,2 litros e ao ano em 18086,6 litros de água totalmente desperdiçados. Caso houvesse um reaproveitamento de água dentro da Universidade Federal do Paraná poderia haver uma economia de R\$ 119,89 reais por ano no Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular, conforme a tabela de tarifas da Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, válida a partir de março de 2011. Vale ressaltar que esses cálculos referem-se a apenas um destilador. Levando em conta todos os destiladores existentes em todos os laboratórios da Universidade e suas demandas, essa economia em dinheiro torna-se relevante ao longo dos anos. Economia tal que poderia ser investida em melhorias dentro da Instituição. Mais importante ainda que a economia financeira é a responsabilidade social alcançada pela Instituição de Ensino, em vista ao problema de escassez de água que vem ocorrendo no mundo.

5.2 CONTAGEM, ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS DAS ÁGUAS DE DESCARTE DE DESTILADORES

5.2.1 Contagem de bactérias heterotróficas

A partir das amostras obtidas dos 4 destiladores, foram realizadas contagens de bactérias heterotróficas, conforme tabela 2. As médias de 10 repetições da contagem de bactérias encontradas nos quatro laboratórios analisados podem ser vistas na tabela 3.

TABELA 2 - CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS (UFC/mL) EM ÁGUAS DESCARTADAS PELOS QUATRO DESTILADORES ANALISADOS DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR

Repetições	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
1	968	0	0	0
2	1186	70	70	0
3	1314	0	0	400
4	1258	0	40	390
5	1533	190	30	0
6	1571	0	40	0
7	1433	230	40	20
8	1637	0	20	480
9	1437	0	20	0
10	1548	0	0	0

FONTE: O autor (2011)

NOTA: UFC – Unidades Formadoras de Colônias

TABELA 3 - MEDIAS DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS (UFC/mL) ENCONTRADAS NAS QUATRO AMOSTRAS ANALISADAS DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR

Destilador	UFC/mL (média de 10 repetições)
Laboratório de Neurobiologia – DPAT- UFPR	1388,5
Laboratório de Parasitologia Molecular - DPAT	49
Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular - DPAT	129
Laboratório de Genética Molecular Humana - DGEN	26

FONTE: O autor (2011)

NOTA: UFC – Unidades Formadoras de Colônias

Os dados obtidos por contagem direta foram transformados de acordo com a fórmula $\log(x+2)$ (Tabela 4) de modo que uma análise de variância pudesse ser realizada, conforme pode ser observado na tabela 5.

TABELA 4 - DADOS TRANSFORMADOS DE CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS (UFC/mL) ISOLADAS DE ÁGUAS DESCARTADAS PELOS QUATRO DESTILADORES ANALISADOS DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR

Repetições	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
1	2,9868	0,3010	0,3010	0,3010
2	3,0748	1,8573	1,8573	0,3010
3	3,1193	0,3010	0,3010	2,6042
4	3,1004	0,3010	1,6232	2,5933
5	3,1861	2,2833	1,5051	0,3010
6	3,1967	0,3010	1,6232	0,3010
7	3,1569	2,3655	1,6232	1,3424
8	3,2146	0,3010	1,3424	2,6830
9	3,1581	0,3010	1,3424	0,3010
10	3,1903	0,3010	0,3010	0,3010

FONTE: O autor (2011)

NOTA: Dados transformados com a fórmula $\log(x+2)$.

TABELA 5 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS ISOLADAS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, A PARTIR DE DADOS TRANSFORMADOS COM $\log(X+2)$

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	33.30866	11.10289	18.2265**
Resíduo	36	21.92988	0.60916	
Total	39	55.23854		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

F-crit. 4.3783 $p < 0.001$

NOTA: F.V. – fonte de variação; G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrados médios

FONTE: O autor (2011)

De acordo com o resultado obtido por meio da análise de variância, há diferença entre os tratamentos, ou seja, a água de descarte dos diferentes destiladores apresenta diferentes contagens de bactérias heterotróficas, como pode ser visto na tabela 5, em que o valor de F excede o valor tabelado ($p < 0,01$).

A partir destas diferenças, foi realizado um teste de médias (teste de Tukey), conforme tabela 6.

TABELA 6 - MÉDIAS DE CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS NOS DIFERENTES DESTILADORES

Tratamento	Média	Teste de Tukey
1	3.13840	a
2	0.86131	b
3	1.18198	b
4	1.10289	b

Diferença mínima significativa – DMS = 0.93953

Coefficiente de variação – CV% = 49.67645

$p < 0,05\%$

NOTA: 1 – Lab. Neurobiologia; 2 – Lab. Parasitologia Molecular; 3 – Lab. Genética Molecular Humana; 4 – Lab. Microbiologia e Biologia Molecular. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 6 é possível observar que a média de bactérias heterotróficas isoladas da água de descarte do destilador do Laboratório de Neurobiologia é estatisticamente diferente da média obtida para os demais destiladores analisados. Estes, por sua vez, apresentaram médias de bactérias heterotróficas que não diferem estatisticamente entre si.

O alto valor do coeficiente de variação (C.V.% = 49,67) pode ser devido à grande diferença encontrada entre a média obtida no Laboratório de Neurobiologia e as médias dos outros destiladores analisados.

5.2.2 Caracterização de bactérias heterotróficas por macromorfologia colonial

As bactérias isoladas a partir da água dos quatro destiladores foram classificadas em seis morfotipos, conforme descrito no quadro 1. As frequências dos morfotipos estão representadas na figura 4.

Morfotipo	Descrição morfológica	Número de isolados (UFC/mL)
T1	Cor laranja; Homogêneas; Colônias circulares; Borda lisa; Com viscosidade; Opaca; Diâmetro 1 mm.	2528
T2	Cor amarela; Homogêneas; Colônias circulares; Borda lisa; Sem viscosidade; Opaca; Diâmetro 1 mm.	212
T3	Cor transparente; Homogêneas; Colônias circulares; Borda lisa; Sem viscosidade; Diâmetro <1mm.	11012
T4	Cor transparentes; Homogêneas; Colônias circulares; Borda lisa; Sem viscosidade; Diâmetro 2 ou 3 mm.	379
T5	Cor branca; Homogêneas; Colônias circulares; Borda lisa; Sem viscosidade; Diâmetro 2 mm.	8
T6	Cor branca; Gelatinosas; Homogêneas; Colônias circulares; Mucosa; Borda ondulada; Com viscosidade; Diâmetro 1cm.	16
T7	Cor vermelha; Homogêneas; Colônias circulares; Borda lisa; Sem viscosidade; Diâmetro 1 ou 2 mm.	480

QUADRO 1 – MORFOTIPOS BACTERIANOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE QUATRO LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR
 FONTE: O autor (2011)

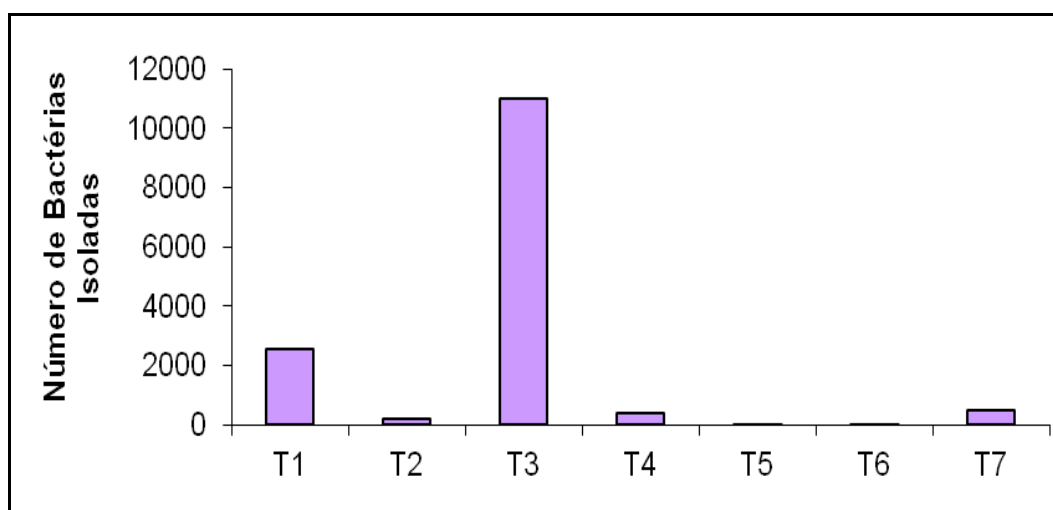


FIGURA 5 – FREQUÊNCIA DE MORFOTIPOS DE BACTÉRIAS ISOLADOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR

FONTE: O autor (2011)

A quantidade de bactérias heterotróficas de cada morfotipo, em cada um dos destiladores dos quatro laboratórios analisados pode ser vista na tabela 7.

TABELA 7 - MORFOTIPOS BACTERIANOS ENCONTRADOS EM AMOSTRAS DE CADA DESTILADOR ANALISADO (UFC/mL). Continua.

Morfotipos\ Destiladores	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Molecular Humana	Genética	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
T1	Placa 1	77	-	-	-
	Placa 2	208	-	-	-
	Placa 3	231	-	-	-
	Placa 4	199	-	-	40
	Placa 5	280	-	-	-
	Placa 6	312	-	-	20
	Placa 7	260	-	-	10
	Placa 8	384	-	-	-
	Placa 9	369	-	-	-
	Placa 10	208	-	-	-
T2	Placa 1	16	-	-	-
	Placa 2	8	-	-	-
	Placa 3	6	-	-	-
	Placa 4	4	-	-	-
	Placa 5	15	-	20	-
	Placa 6	7	-	10	-
	Placa 7	22	10	30	-
	Placa 8	16	-	10	-
	Placa 9	14	-	-	-
	Placa 10	24	-	-	-
T3	Placa 1	868	-	-	-
	Placa 2	960	-	-	400
	Placa 3	1054	-	-	-
	Placa 4	1040	-	-	350
	Placa 5	1216	-	-	-
	Placa 6	1232	-	-	470
	Placa 7	1132	-	-	-
	Placa 8	1204	-	-	-
	Placa 9	1014	-	-	-
	Placa 10	1292	-	-	-
T4	Placa 1	7	-	-	-
	Placa 2	10	-	-	-

Morfotipos\ Destiladores	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiología e Biología Molecular	
T4	Placa 3	18	-	-	
	Placa 4	7	-	-	
	Placa 5	18	190	-	
	Placa 6	20	-	-	
	Placa 7	19	-	-	
	Placa 8	26	-	-	
	Placa 9	40	-	-	
	Placa 10	24	-	-	
	T5	Placa 1	-	-	-
		Placa 2	-	-	-
Placa 3		-	-	-	
Placa 4		8	-	-	
Placa 5		-	-	-	
Placa 6		-	-	-	
Placa 7		-	-	-	
Placa 8		-	-	-	
Placa 9		-	-	-	
Placa 10		-	-	-	
T6	Placa 1	-	-	-	
	Placa 2	-	-	-	
	Placa 3	5	-	-	
	Placa 4	-	-	-	
	Placa 5	4	-	-	
	Placa 6	-	-	-	
	Placa 7	-	-	-	
	Placa 8	7	-	-	
	Placa 9	-	-	-	
	Placa 10	-	-	-	
T7	Placa 1	-	-	-	
	Placa 2	-	70	70	
	Placa 3	-	-	-	
	Placa 4	-	-	40	
	Placa 5	-	-	30	
	Placa 6	-	-	30	
	Placa 7	-	220	20	
	Placa 8	-	-	10	
	Placa 9	-	-	20	
	Placa 10	-	-	-	

A morfologia colonial das bactérias isoladas pode ser observada na figura 5.

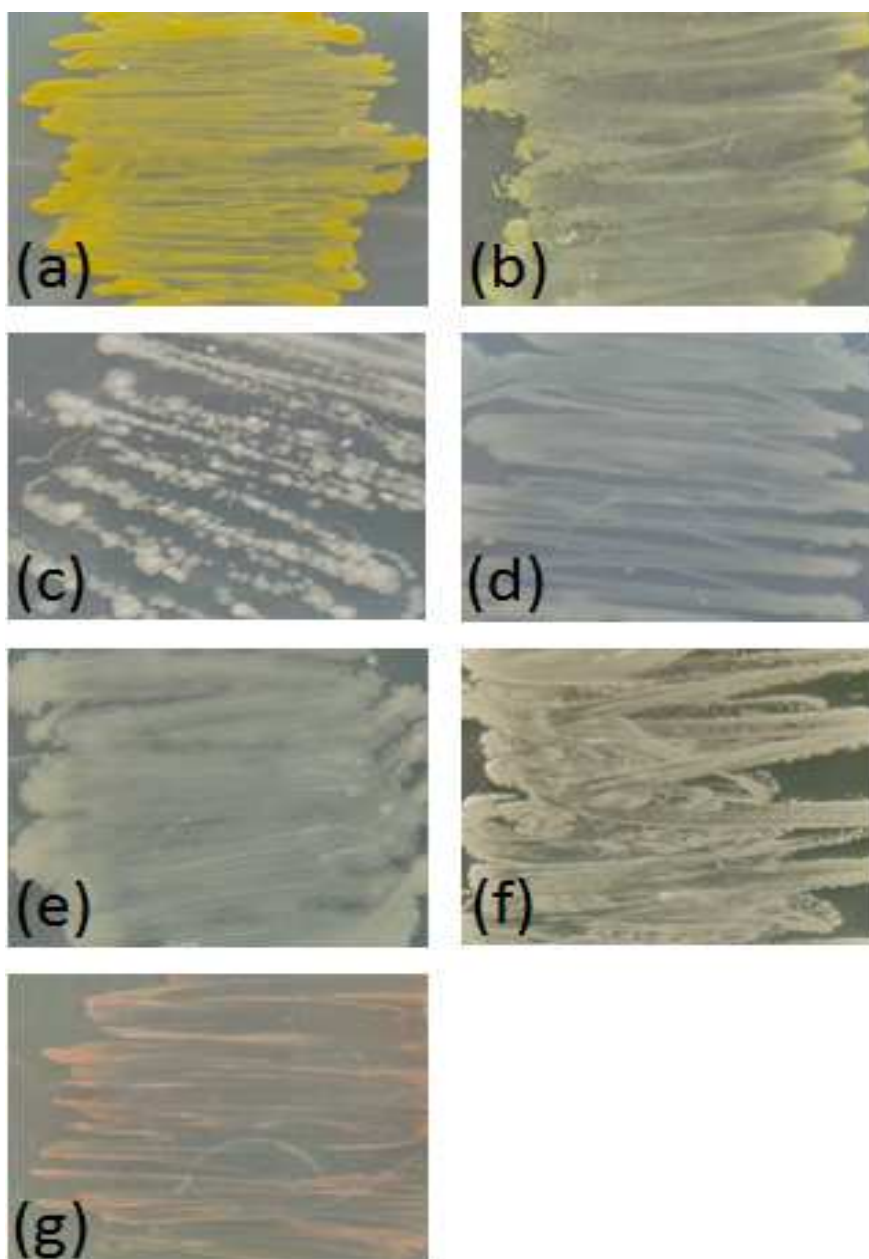


FIGURA 6 – MORFOLOGIA COLONIAL DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE ÁGUAS DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, APÓS CRESCIMENTO A 28°C POR 48 HORAS. (a) Morfotipo T1. (b) Morfotipo T2. (c) Morfotipo T3. (d) Morfotipo T4. (e) Morfotipo T5. (f) Morfotipo T6. (g) Morfotipo T7.

FONTE: O autor (2011)

Os resultados dos parâmetros microbiológicos foram comparados com os valores máximos permitidos pela Portaria 518 (2004) da ANVISA, que estabelece padrões para a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Verificou-se, em relação a bactérias heterotróficas, que das quatro amostras analisadas, apenas a amostra referente ao Laboratório de Neurobiologia apresenta-se fora do padrão estabelecido pela Portaria 518 (2004), que é de no máximo 500 UFC/mL. Conforme visto, foram encontradas tanto bactérias gram negativas quanto bactérias gram positivas. Domigues *et al.* (2007) encontraram um número excedente de bactérias heterotróficas, em relação ao estabelecido na Portaria 518: de 43 amostras analisadas, 23 (53,5%) resultaram em mais de 500 UFC/mL, sendo estas águas provenientes fontes naturais, poços artesianos, poços rasos e caixas d'água. Ritter e Tondo (2009) avaliando águas minerais em Porto Alegre – RS, encontraram bactérias heterotróficas em suas amostras, com uma média acima do que a Portaria 518 (2004) da Anvisa recomenda. Em seu trabalho, perceberam que uma higienização com cloro nos tanques de armazenamento de água reduziu significativamente o número de bactérias heterotróficas.

Verificou-se que os destiladores apresentaram diferenças em relação aos morfotipos de bactérias, ou seja, algumas bactérias foram encontradas em uma amostra e na outra não. Além disso, averiguou-se que a água descartada do destilador do Laboratório de Neurobiologia foi a que mais apresentou bactérias, tanto em morfotipos presentes, quanto em quantidades dos mesmos. A média entre as dez repetições para a água descartada neste destilador foi de 1388,5 UFC/mL.

A presença de um grande número de bactérias heterotróficas na água de descarte do destilador do Laboratório de Neurobiologia pode ser devida ao seu tempo de uso e à falta de manutenção adequada. Isso poderia acarretar inclusive, num menor rendimento na produção de água destilada e um maior desperdício de água descartada durante o processo.

Marsaro e Guimarães (2007) verificaram que limpezas nos destiladores trazem resultados quantitativos e qualitativos em relação à água de descarte, pois constataram que, após uma higienização de um destilador analisado, houve um aumento de eficiência de produção de água destilada e uma melhora na qualidade

da água. Porém, ressalta-se que Marsaro e Guimarães averiguaram uma evolução da qualidade da água em relação a parâmetros físico-químicos.

5.2.3 Caracterização de bactérias heterotróficas por micromorfologia

Um exemplar de cada morfotipo bacteriano foi selecionado para análise da morfologia microscópica, por meio da coloração de Gram, conforme figura 6 e quadro 2.

Verificou-se que o morfotipo 3 foi o mais numeroso dentre os isolados. Em seguida, o morfotipo isolado com maior frequência foi o T1, composto por bacilos gram positivos.

Morfotipo	Resultado
T1	Bacilos gram positivos
T2	Estafilococos gram positivos
T3	Bacilos gram negativos
T4	Bacilos gram negativos
T5	Bacilos gram negativos
T6	Bacilo gram positivo
T7	Bacilos gram positivos

QUADRO 2 - BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS ISOLADAS DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, CARACTERIZADAS POR COLORAÇÃO DE GRAM

FONTE: O autor (2011)

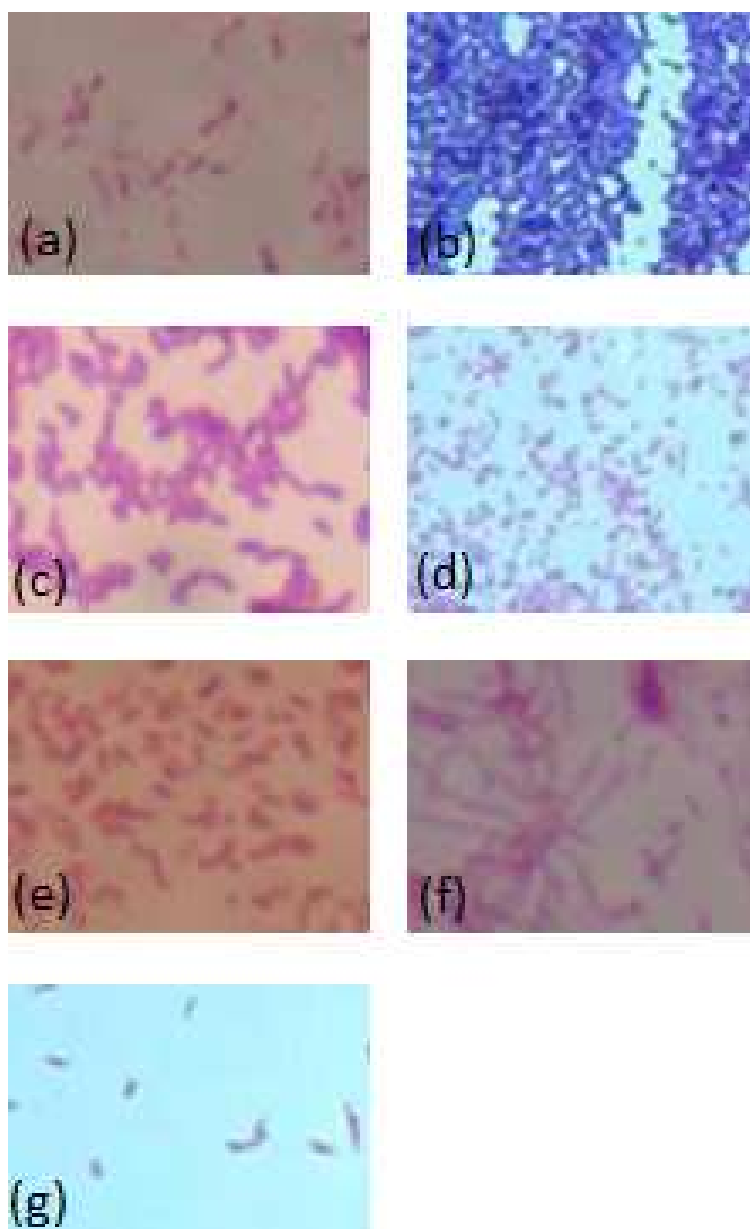


FIGURA 7 – MICROMORFOLOGIA DAS BACTÉRIAS ISOLADAS DA ÁGUA DE REUSO DE DESTILADORES DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS –UFPR, CORADAS POR MEIO DE COLORAÇÃO DE GRAM, APÓS CRESCIMENTO A 28°C POR 48 HORAS. (a) Morfotipo T1. (b) Morfotipo T2. (c) Morfotipo T3. (d) Morfotipo T4. (e) Morfotipo T5. (f) Morfotipo T6. (g) Morfotipo T7. Aumento 1000 x.

FONTE: O autor (2011)

5.2.4 Exame colimétrico da água

As águas descartadas de cada destilador analisado foram submetidas ao exame colimétrico (figura 7) e os resultados podem ser vistos na tabela 8.



FIGURA 8 - EXAME COLIMÉTRICO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR

FONTE: O autor (2011)

TABELA 8 - EXAME COLIMÉTRICO DE ÁGUAS DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - UFPR

Parâmetros	Destilador Neurobiologia	Destilador Parasitologia Molecular	Destilador Genética Molecular Humana	Destilador Microbiologia	Referência Portaria 518 (2004)
Coliformes Totais	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes e <i>E. Coli</i>	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausência em 100mL

FONTE: O autor (2011)

Em todas as análises realizadas não houve formação de gás e, portanto, os resultados foram negativos para a presença de coliformes totais, fecais e termotolerantes, conforme a portaria 518 (2004) da ANVISA.

Segundo a Portaria 518 (2004) da ANVISA, a água potável para consumo humano deve ter o seguinte padrão microbiológico: os coliformes termotolerantes e

totais devem estar ausentes nas amostras de 100 ml. Observando-se as análises colimétricas dos quatro destiladores, percebe-se que não há presença destas bactérias nas respectivas amostras, estando de acordo com a determinação da Portaria. Nunes *et al.* (2006) fizeram um estudo sobre o potencial de reuso de água em equipamentos de análises clínicas. Em seus resultados também encontraram ausência de Coliformes Totais e Termotolerantes em seu trabalho, indicando uma possível reutilização de água em atividades como lavagem de pisos e de vidrarias, irrigação de jardins, limpeza de ambientes, entre outras.

Coliformes totais e coliformes fecais foram encontrados em águas bebedouros do Campus I da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, indicando contaminação na água (OLIVEIRA; TERRA, 2004).

A resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. A resolução classifica as águas em águas doces, salobras e salinas. As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes.

Segundo a resolução 357 do CONAMA as águas doces são classificadas em:

- Classe especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- Classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e

lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e a aquicultura e a atividade de pesca.

- Classe 3: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais.
- Classe 4: águas que podem ser destinadas: a navegação e a harmonia paisagística.

Esta resolução exige que para águas de classe I para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade em relação a coliformes termotolerantes, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000, que subdivide as águas nas seguintes categorias:

- Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

Segundo as indicações de qualidade de água que constam na resolução CONAMA nº 274 (2000), em relação a coliformes, a água de descarte dos destiladores analisados neste estudo poderia ser considerada de qualidade excelente, pois obteve-se resultado negativo para presença de coliformes totais e termotolerantes em todas as amostras, estando, assim, abaixo dos valores previsto na resolução. Porém, é necessário que se faça uma análise contínua para confirmar e acompanhar a qualidade de água de descarte destes destiladores por no mínimo cinco semanas anteriores, conforme orienta a legislação.

De acordo com o Conama nº357 (2005), a água avaliada pelo Conama nº274 (2000) como água de excelente, muito boa ou satisfatória qualidade, pode ser empregada para uso de recreação de contato primário. Os destinos desta água podem ser: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Em virtude da presença de bactérias heterotróficas nas águas de descarte de destiladores é importante que haja uma desinfecção da mesma antes de seu reuso, para assegurar que a saúde das pessoas que tenham contato com esta água não seja comprometida. Os processos de desinfecção têm como objetivo a destruição ou inativação de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou de outros organismos indesejáveis (MEYER, 1994). Segundo Meyer (1994) a desinfecção pode ser feita com a adição de cloro na água.

5.2.4 Contagem e isolamento de fungos filamentosos

A contagem de fungos filamentosos em águas de descarte dos destiladores analisados encontra-se descrita na tabela 9. Os dados foram transformados de acordo com a fórmula $\log(x+2)$ (tabela 10) e foi realizada uma análise de variância (tabela 11).

TABELA 9 - CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR

Repetições	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
1	0	0	0	1
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	0	0
6	1	4	0	3
7	3	1	0	0
8	1	0	0	0
9	1	0	0	0
10	1	0	0	0

FONTE: O autor (2011)

TABELA 10 - CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, DADOS TRANSFORMADOS COM LOG(X+2)

Repetições	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
1	0,3010	0,3010	0,3010	0,4771
2	0,3010	0,3010	0,3010	0,3010
3	0,3010	0,3010	0,3010	0,3010
4	0,3010	0,3010	0,4771	0,3010
5	0,4771	0,3010	0,3010	0,3010
6	0,4771	0,7782	0,3010	0,6990
7	0,6990	0,4771	0,3010	0,3010
8	0,4771	0,3010	0,3010	0,3010
9	0,4771	0,3010	0,3010	0,3010
10	0,4771	0,3010	0,3010	0,3010

FONTE: O autor (2011)

TABELA 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR, A PARTIR DE DADOS TRANSFORMADOS COM LOG(X+2)

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0.06237	0.02079	1.3597 ns
Resíduo	36	0.55042	0.01529	
Total	39	0.61279		

ns não significativo ($p \geq 0.05$)

F-crit. 4.3783 $p < 0.001$

F.V. – fonte de variação; G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrados médios

Os dados demonstrados na Tabela 11 indicam que não há diferença estatística entre a quantidade de fungos isolados da água de descarte dos diferentes destiladores analisados.

O número de fungos filamentosos isolados das amostras de água de descarte dos destiladores foi bem menos expressivo que o número de bactérias presentes nas mesmas.

5.2.5 Caracterização dos fungos filamentosos por macromorfologia e micromorfologia

Foram encontrados cinco morfotipos, sendo estes codificados como TF1, TF2, TF3, TF4 e TF5, os quais estão descritos no quadro 3.

Morfotipo	Descrição morfológica	Número de isolados (UFC/mL)
TF1	Colônia verde no centro com halo branco ao redor, veludosa, apiculada. Reverso: Amarelo bem claro	8
TF2	Colônia verde, pulverulenta, apiculada. Reverso: Amarelo	1
TF3	Colônia verde, pulverulenta, apiculada Reverso: Amarelo	4
TF4	Colônia verde, pulverulenta, apiculada Reverso: Amarelo	1
TF5	Colônia bege, glabrosa, cerebriforme Reverso: Azul	3

QUADRO 3 - MORFOTIPOS DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE QUATRO LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFPR CRESCIDOS POR 7 DIAS

FONTE: O autor (2011)

As frequências dos gêneros fúngicos isolados neste trabalho encontram-se na figura 8.

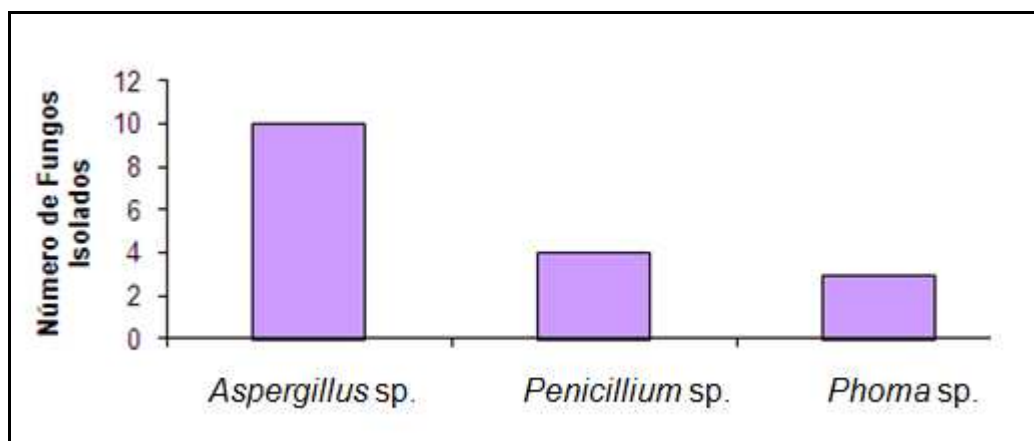


FIGURA 9 - FREQUÊNCIA DE GÊNEROS FÚNGICOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE DESCARTE DOS DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICA - UFPR

FONTE: O autor (2011)

Segundo BAGAGLI *et al.* (2009), colônias arenosas ou pulverulentas são aquelas que lembram areia de praia; colônias veludas são aquelas que apresentam o aspecto de tecido aveludado; colônias glabrasas são aquelas com aspecto compacto, coriáceo, podendo ter superfície lisa ou irregular e sempre com ausência de filamento, ou seja, não algodonosa; colônias cerebriformes apresentam topografia de altos e baixos, fazendo circunvoluções que lembram as observadas no cérebro; e colônias apiculadas caracterizam-se pela presença de uma saliência na parte central lembrando um pequeno cume.

As quantidades de cada morfotipo fúngico filamentoso encontradas em cada amostra analisadas estão relacionadas na tabela 12.

TABELA 12 - CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DE ÁGUAS DESCARTADAS PELOS QUATRO DESTILADORES ANALISADOS. Continua.

Morfotipos\ Destiladores	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
TF1	Placa 1	-	-	-
	Placa 2	-	-	-
	Placa 3	-	-	-
	Placa 4	-	-	-
	Placa 5	1	-	-
	Placa 6	1	-	-
	Placa 7	3	-	-
	Placa 8	1	-	-
	Placa 9	1	-	-
	Placa 10	1	-	-
TF2	Placa 1	-	-	-
	Placa 2	-	-	-
	Placa 3	-	-	-
	Placa 4	-	-	1
	Placa 5	-	-	-
	Placa 6	-	-	-
	Placa 7	-	-	-
	Placa 8	-	-	-
	Placa 9	-	-	-
	Placa 10	-	-	-
TF3	Placa 1	-	-	-
	Placa 2	-	-	-
	Placa 3	-	-	-
	Placa 4	-	-	-
	Placa 5	-	-	-
	Placa 6	-	4	-
	Placa 7	-	-	-
	Placa 8	-	-	-
	Placa 9	-	-	-
	Placa 10	-	-	-
TF4	Placa 1	-	-	-
	Placa 2	-	-	-
	Placa 3	-	-	-
	Placa 4	-	-	-
	Placa 5	-	-	-
	Placa 6	-	-	-

Morfotipos\ Destiladores	Lab. Neurobiologia	Lab. Parasitologia Molecular	Lab. Genética Molecular Humana	Lab. Microbiologia e Biologia Molecular
TF4	Placa 7	1	-	-
	Placa 8	-	-	-
	Placa 9	-	-	-
	Placa 10	-	-	-
TF5	Placa 1	-	-	-
	Placa 2	-	-	-
	Placa 3	-	-	1
	Placa 4	-	-	1
	Placa 5	-	-	1
	Placa 6	-	-	-
	Placa 7	-	-	-
	Placa 8	-	-	-
	Placa 9	-	-	-
	Placa 10	-	-	-

Com base nas análises morfológicas e com o auxílio de literatura apropriada (HOOG *et al.*, 2004; KLICH; PITT, 1998; BARNETT; HUNTER, 1987) os isolados foram identificados como *Aspergillus* sp. 1, *Aspergillus* sp. 2, *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp. 3 e *Phoma* sp., conforme o quadro 4.

Morfotipo	Gênero
TF1	<i>Aspergillus</i> sp. 1
TF2	<i>Aspergillus</i> sp. 2
TF3	<i>Penicillium</i> sp.
TF4	<i>Aspergillus</i> sp. 3
TF5	<i>Phoma</i> sp.

QUADRO 4 - GÊNEROS DOS MORFOTIPOS DE FUNGOS FILAMENTOSOS ENCONTRADOS NAS ÁGUAS DE DESCARTE DOS DESTILADORES ANALISADOS

FONTE: O autor (2011)

Cada morfotipo foi analisado por meio de microcultivo, visando à identificação dos mesmos ao nível de gênero. A macromorfologia colonial (verso e reverso) e a micromorfologia dos isolados podem ser observadas na figura 9.

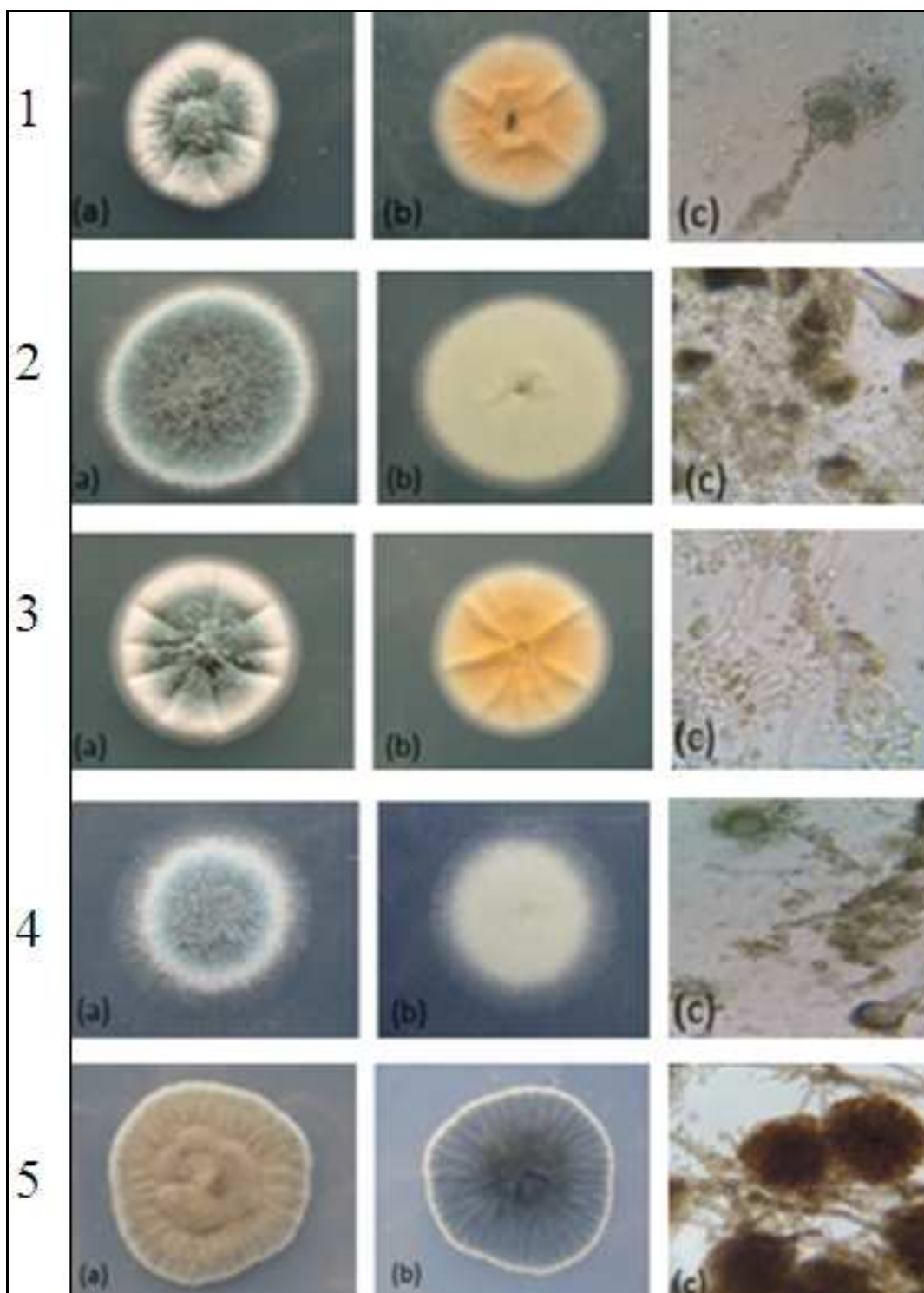


FIGURA 10 – (1) *Aspergillus* sp. 1, (2) *Aspergillus* sp. 2, (3) *Penicillium* sp., (4) *Aspergillus* sp. 3 e (5) *Phoma* sp. EM MEIO BDA, CRESCIDO POR 7 DIAS A 28°C. (a) Verso. (b) Reverso. (c) Micromorfologia. Aumento 400 x.

FONTE: O autor (2011)

Os fungos filamentosos encontrados nas amostras de água dos destiladores analisados pertencem aos seguintes gêneros: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Phoma* sp. O gênero *Aspergillus* sp. foi o mais frequentemente isolado, seguido por *Penicillium* sp. e *Phoma* sp. O gênero *Aspergillus* foi isolado por Varo *et al.* (2007) em amostras de água de hemodiálise. Figel (2011) e Arvanitidou *et al.* (1999, apud FIGEL, 2011) também encontraram em água de hemodiálise fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*. Segundo Silva (2005), condições de alta umidade e temperatura aumentam a probabilidade de desenvolvimento do *Aspergillus* e de produção de aflatoxinas. Como a água de descarte de destiladores possui uma temperatura mais alta, pode ocorrer o favorecimento do crescimento de fungos do gênero *Aspergillus*.

Sessegolo *et al.* (2011) encontraram fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* em amostras de água potável e de esgoto doméstico.

O gênero *Aspergillus* pode produzir aflatoxinas que, quando ingeridas junto a alimentos, podem estar relacionadas ao desenvolvimento de câncer hepático (CALDAS, 2002). *Aspergillus* também pode causar a aspergilose, uma micose oportunista. Essa doença ocorre em indivíduos que estão debilitados devido a doenças nos pulmões ou câncer e que inalaram esporos de *Aspergillus* (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

As micoses, ao nível da pele, ocasionadas por fungos filamentosos só se desencadeiam se estiverem presentes condições suficientes para que elas existam. As infecções ocorrem, normalmente, em indivíduos que estão debilitados, imunocomprometidos ou que tem dispositivos protésicos implantados ou cateteres vasculares (VIEGAS, 2010). Segundo Tortora, Funke e Case (2005) esses fungos oportunistas normalmente não infectam indivíduos imunocompetentes.

Segundo Kern e Blevins (1999), a existência de *Penicillium* e de seus esporos pode gerar a doença pulmonar conhecida como penicilose em pessoas debilitadas.

Portanto, ao reutilizar a água de descarte de destiladores, onde ocorre o contato primário, é importante que as pessoas que irão manusear esta água não estejam imunodeprimidas.

O gênero *Phoma* sp, encontrado na água de descarte dos destiladores, é causador de uma doença que incide sobre folhas, frutos e ramos de cafeeiros,

produzindo lesões necróticas que causam queda de folhas e frutos ou, quando incidentes sobre os ramos, acarreta seca total dos tecidos (CHALFOUN *et al.*, 2000). Não foram encontradas referências que relatem que o gênero *Phoma sp* cause alguma patologia em seres humanos.

Penicillium sp., *Aspergillus sp.* e *Phoma sp.* foram os gêneros mais frequentemente isolados em grãos de feijão, no trabalho de Costa e Scussel (2006, apud Silva, 2005).

5.3 SUGESTÕES DE REUSO DA ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES DE LABORATÓRIOS DE LABORATÓRIOS DA UFPR

A ideia deste trabalho é elaborar um sistema de reaproveitamento da água descartada na fabricação de água destilada. No entanto, torna-se necessário a construção um ou mais reservatórios para o armazenamento da água que seria descartada. Além disso, é preciso uma tubulação que leve a água antes descartada até o reservatório e tubulações de abastecimento que levem a água armazenada até os pontos de consumo (NUNES *et al.*, 2006). Conforme Nunes *et al.* (2006), o tratamento para este tipo de água exige apenas uma desinfecção com cloro, para garantir a saúde dos usuários, caso estes venham a ingerir esta água.

A proposta de reuso desta água dentro da própria Universidade Federal do Paraná seria para lavagem de vidrarias nos laboratórios, para limpeza do ambiente em geral, tal como a limpeza de pisos e janelas ou para rega de áreas verdes. Propõe-se também uma explicação aos usuários dessa água sobre a sua origem, seu novo uso e sobre a importância da reutilização de água nos dias de hoje. De acordo com Nunes *et al.*(2006), essa medida é importante para a conscientização de um maior número de pessoas, e, assim, os resultados tendem a ser mais satisfatórios. Além disso, estes autores destacam a importância em existir uma absoluta separação do sistema a ser implantado e do sistema de água já existente, bem como, deverá ser feita à identificação de todos os componentes do novo sistema implantado. Essas atitudes são importantes para evitar possíveis enganos dos usuários em relação ao destino do uso desta água.

6 CONCLUSÃO

- Conclui-se que, para a fabricação de um litro de água destilada no destilador do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná, é descartado em torno de 25,12 litros de água. Estes números deixam evidente a importância em desenvolver um sistema de reutilização desta água descartada.
- Foram encontrados seis morfotipos de bactérias heterotróficas nas águas de descarte dos destiladores analisados, sendo que em apenas uma amostra de água a quantidade de Unidades Formadoras de Colônia por mL – UFC/mL excedeu o estabelecido na Portaria 518 de 2004 do Ministério da Saúde que é de 500 UFC/mL.
- As médias de bactérias heterotróficas encontradas nas amostras de água de descarte foram 1388,5 para o Laboratório de Neurobiologia, 49 para Laboratório de Parasitologia Molecular, 129 para o Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular e 26 para Laboratório de Genética Molecular Humana.
- A coloração de gram resultou em bacilos gram positivos, estafilococos gram positivos e bacilos gram negativos.
- As amostras de água de descarte foram submetidas ao exame colimétrico e tiveram como resultado ausência de Coliformes Totais e Termotolerantes, estando de acordo com o estabelecido na Portaria 518 de 2004 do Ministério da Saúde.
- Os fungos filamentosos encontrados nas águas de descarte dos destiladores foram identificados como *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Phoma* sp.
- A água descartada de destiladores pode ser reaproveitada em diversas tarefas, tais como nas lavagens de vidrarias nos próprios laboratórios, nas limpezas de vidros, paredes e pisos da Universidade e na irrigação de áreas verdes. Sugere-se uma desinfecção da água antes de seu reuso.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. 2005.

BAGAGLI, E.; SUGIZAKI, M. F.; BOSCO, S. de M. G. **Roteiros de aulas práticas de Micologia**. Departamento de Microbiologia e Imunologia, Instituto de Biociências, Universidade Educacional Paulista, UNESP, Botucatu, SP, 2009.

BARNETT, H. C., e B. B. HUNTER. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minneapolis: Burgess Publications, 1987.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES, 2005.

Disponível em:

<http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella_BB_2005.pdf>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**.

Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000**.

Disponível em:

http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_274_00.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004**.

Disponível em:

< <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>

CALDAS, E. D.; SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N. **Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana**. Revista Saúde Pública. 2002.

CASTRO, C. F. A.; SCARIOT, A. A água e os objetivos do desenvolvimento do milênio. In: DOWBOR, Laudsilau; TAGNIN, Renato. (org.). **Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Senac, 2005.

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L.; ANGÉLICO, C. L.

Identificação, epidemiologia e controle dos fungos *Ascochyta Coffeae*, *Phoma sp.* e *Phoma Costarricensis* na região cafeeira do sul do Estado de Minas Gerais. 2000.

Disponível em:

<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/367/155537_Art056f.pdf?sequenc e=1>

CLARKE, R.; KING, J. **O Atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **O problema da escassez de água no mundo**. São Paulo: Portal do Governo do Estado de São Paulo. 2008.

Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp>

DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STÜKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI, C. M.; HÖRNER, R. **Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias**. Santa Maria, RS, 2007.

Disponível em:

<[http://w3.ufsm.br/revistasaude/2007/33\(1\)15-19,%202007.pdf](http://w3.ufsm.br/revistasaude/2007/33(1)15-19,%202007.pdf)>

FIGEL, I. C. **Avaliação Microbiológica em Sistemas de Água de Diálise em Clínicas Especializadas de Curitiba, PR**. 113 p. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Departamento de Patologia Básica, Setor de Ciências Biológicas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

Disponível em:

<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/26152/DISSERTACAO%20FINAL%2008_06_11.pdf?sequence=1>

HOOG G. S.; GUARRO J.; GENE J.; FIGUERAS M. J. **Atlas of clinical fungi**.

Versão 2004.11. 2004.

KERN, M. E.; BLEVIS, K.S. **Microbiologia Médica**. Segunda edição. São Paulo: Editora Premier, 1999.

KLICH, M. A., e J. I. PITT. **A laboratory guide to the common Aspergillus species an their Teleomorphs**. Austrália: Commonwealth Scientific and Industrial Research, 1998.

LACAZ, C. da S.; PORTO E.; VACCARI, E. M. H.; MELO, N. T. **Guia para identificação Fungos Actinomicetos Algas de interesse médico**. São Paulo: Editora Sarvier, 1998.

LACAZ, C. da S.; PORTO, E.; COSTA, J. E. São Paulo: Atheneu: fungos, actinomicetos e algas de interesse médico. 8. ed. São Paulo: Sarvier, 1991

MARTINS, J. E.; MELO, N. T.; HEINS-VACCARI, E. M. **Atlas de micologia médica**. Barueri, SP: Manole, 2005.

MARSARO, C. S. G.; GUIMARÃES, P. C.. **Avaliação da viabilidade de reutilização da água de refrigeração dos destiladores para lavagem de pipetas**. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Cuiabá, MS, 2007.

Disponível em:

<http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oeste46.pdf>

MEYER, S. T. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública.** Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro, 1994.

MIDGLEY, G.; CLAYTON, Y. M.; HAY, R. J. **Diagnóstico em cores: micologia médica.** São Paulo: editora Manole Ltda, 1998.

NUNES, S.; ILHA, M.; CELSO, G. B. L.; ROGGERS JR, A. **Avaliação do potencial de reuso de água em equipamento de análises clínicas.** XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, SC, 2006.

Disponível em:

<[http://www.e-](http://www.e-science.unicamp.br/leptis/admin/publicacoes/documentos/publicacao_572_ENTAC2006_3412_3419.pdf)

[science.unicamp.br/leptis/admin/publicacoes/documentos/publicacao_572_ENTAC2006_3412_3419.pdf](http://www.e-science.unicamp.br/leptis/admin/publicacoes/documentos/publicacao_572_ENTAC2006_3412_3419.pdf)>

OLIVEIRA, A. C. S. de; TERRA, A. P. S. **Avaliação microbiológica das águas dos bebedouros do Campus I da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, em relação à presença de coliformes totais e fecais.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 2004.

Disponível em:

< <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v37n3/20310.pdf> >

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação,** 3. ed. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.

RICHARDSON, M. D.; WARNOCK, D. W. **Fungal infection: diagnosis and management.** Blackwell Scientific Publications, 1993.

RITTER, A. C.; TONDO, E. C. **Avaliação microbiológica de água mineral natural e de tampas plásticas utilizadas em uma indústria da grande Porto Alegre/RS.** Porto Alegre, 2009.

Disponível em:

< <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/view/1001/794>>

SAUTCHÚK, C. A.; LANDI, F. D. N.; MIERZWA, J. C.; VIVACQUA, M. C. R.; SILVA, M. C. C.; LANDI, P. D. N.; SCHMIDT, W. **Manual de Conservação e Reúso de Água Para a Indústria.** Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp/Ciesp. 2005.

SESSEGOLO, T.; TOCHETTO, C.; ZANETTE, R. A.; SCHAFER, A. da S.; ALVES, S. H.; MONTEIRO, S. G.; SANTURIO, J. M. **Microbiota fúngica em amostras de água potável e esgoto doméstico.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 2011.

SIDRIM, J. J. C.; MOREIRA, J. L. B. **Fundamentos clínico-laboratoriais da micologia médica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

SILVA, G. S. da; GONÇALVES, O. M. **Programas permanentes de uso racional da água em Campi Universitários: O programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo.** São Paulo, 2004.

Disponível em:

<http://www.pura.poli.usp.br/download/BT_Gisele.pdf>

SILVA, J. O. **Ocorrência de aflatoxina b1 em arroz consumido por militares do exército brasileiro por cromatografia em camada delgada e cromatografia líquida de alta eficiência.** Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, do curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

Disponível em:

<<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/3458/disserta%C3%A7%C3%A3ojaderpdf%5B2%5D.pdf?sequence=1>>

SHUBO, T. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana.** 126 p. Dissertação apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental para obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003.

Disponível em:

< <http://teses.iciict.fiocruz.br/pdf/shubotcm.pdf>>

SOUZA, A. F.; ROSADO, F. R. **Utilização de fungos basidiomicetes em biodegradação de efluentes têxteis.** Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, 2009.

STINGHEN, A. E. M. **Coloração de Gram.** 2009.

Disponível em:

<[http://people.ufpr.br/~microgeral/arquivos/pdf/pdf/Fundamentos%202009/Coloracao degram.pdf](http://people.ufpr.br/~microgeral/arquivos/pdf/pdf/Fundamentos%202009/Coloracao%20degram.pdf) >

TEPARELLO, R. **Incidência de fungos filamentosos em dinheiro circulante na cidade de Chapecó - SC, Brasil.** 50 p. Monografia de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Farmácia, Chapecó, 2010.

Disponível em:

<<http://www5.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/000068/000068BF.pdf>>

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva:** Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2. ed. São Paulo: Editora Navegar, 2003.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F.; CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia.** 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

VARO, S. D.; MARTINS, C.H. G.; CARDOSO, M. J. de O. C.; SARTORI, F. G.; MONTANARI, L. B.; GONÇALVES, R. H. P. **Isolamento de fungos filamentosos**

em água utilizada em uma unidade de hemodiálise. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 2007.

Disponível em:

< <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v40n3/15.pdf>>

VIDOTTO, V. **Manual de microbiologia médica.** São Paulo: Tecmedd, 2004.

VIEGAS, C.S. C. **Exposição a fungos dos trabalhadores dos ginásios com piscina.** 318 p. Tese de Doutorado em Saúde Pública na especialidade de Saúde Ambiental e Ocupacional, Escola Nacional de Saude Publica da Universidade de Lisboa, 2010.

Disponível em:

<<http://run.unl.pt/bitstream/10362/5390/3/RUN%20%20Tese%20de%20Doutoramento%20-%20Carla%20Sofia%20Costa%20Viegas.pdf>>