



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**IRANI PINTO DO NASCIMENTO**

**FUNGOS EM ÁGUA ENVASADA EM GARRAFÕES DE 20 LITROS  
COMERCIALIZADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE - PE**

**RECIFE, 2019**

**IRANI PINTO DO NASCIMENTO**

**FUNGOS EM ÁGUA ENVASADA EM GARRAFÕES DE 20 LITROS  
COMERCIALIZADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE - PE**

Monografia, apresentada ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.  
Área de concentração: Ciências Ambientais.  
Orientadora: Edleide Maria Freitas Pires.

**RECIFE, 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

N244f Nascimento, Irani Pinto do  
Fungos em água envasada em garrações de 20 litros comercializada  
na região metropolitana de Recife - PE / Irani Pinto do Nascimento. –  
Recife, 2019.  
35 f.: il.

Orientador: Edleide Maria Freitas Pires.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciências  
Biológicas, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências.

1. Água - Qualidade 2. Água - Contaminação 3. Fungos  
I. Pires, Edleide Maria Freitas, orient. II. Título

CDD 574

IRANI PINTO DO NASCIMENTO

**FUNGOS EM ÁGUA ENVASADA EM GARRAFÕES DE 20 LITROS  
COMERCIALIZADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE - PE**

Monografia, apresentada ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.  
Área de concentração: Ciências Ambientais.

DATA DA APROVAÇÃO: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Edleide Maria Freitas Pires - Orientadora  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Dra. Amanda Rafaela Carneiro de Mesquita  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Luciana de Oliveira Franco  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE, 2019**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado vontade de continuar a cada dificuldade, e me guiado durante toda a minha trajetória.

À minha família, que mesmo com muitas dificuldades de estar presente em cada aula, em cada atividade, entenderam e respeitaram a minha vontade de chegar até o final.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edleide Maria Freitas Pires, pela oportunidade, dedicação, competência, comprometimento de estar sempre presente, paciência, ensinamentos, pelo exemplo, pela seriedade, sou muito grata por sua atenção.

A todos os meus professores pelos ensinamentos transmitidos.

Às estagiárias do Laboratório de Processamento e Análises de Alimentos, Pollyana Rubem e Shirlyne Santana.

A minha amiga Silvia Fernanda, que esteve ao meu lado nesta caminhada cheia de lutas e vitórias.

A todos que de alguma forma contribuíram para este acontecimento.

## RESUMO

A qualidade da água de consumo alimentar é um fator importante para a saúde e qualidade de vida dos consumidores. O ministério da saúde (MS) garante a inocuidade da água consumida pelos brasileiros mediante estabelecimento de regras e padrões baseados na presença de compostos tóxicos e bactérias. A procura por água mineral natural é grande em todo o mundo e são vários os motivos que levam os consumidores a adquirir esse produto, entre os quais as características de pureza contribuem para esse aumento. Entretanto, estudos mostram casos de contaminações por fungos em águas minerais envasadas, sendo encontrados até em contagem elevada, mesmo sendo um ambiente oligotrófico. Isso pode constituir risco à saúde de consumidores, principalmente para indivíduos imunocomprometidos. A legislação brasileira, não inclui fungos nas análises microbiológicas para água potável. Este trabalho aborda a presença de fungos em água envasada em garrações de 20 litros, comercializada na Região Metropolitana do Recife (RMR). Foram colhidos aleatoriamente 50 garrações de 20 litros de 10 diferentes marcas. De cada marca foram analisadas 5 amostras de diferentes lotes, conforme metodologia de contagem em placa estabelecida no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Fungos contaminantes foram encontrados em todas as marcas em diferentes concentrações, sendo que das 10 marcas, aqui identificadas de A a J, 8 apresentaram contaminação por fungos filamentosos e leveduras (A, C, D, E, F, G, H, J) e uma discrepância no quantitativo dos contaminantes. As amostras B e I apresentaram baixa contaminação por fungos filamentosos e não se constatou a presença de leveduras. O pH das amostras analisadas variou entre 4,1 e 5,4. Os resultados desta pesquisa permitiram concluir que águas envasadas em garrações de 20 litros comercializada na RMR podem estar contaminadas por fungos; que há grande variação nas contaminações por este tipo de microrganismos e que o pH das diferentes marcas analisadas, entre 4,1 e 5,4, pode favorecer a manutenção e/ ou desenvolvimento dos fungos contaminantes. Espera-se com esses registros, contribuir para a introdução de fungos como parâmetro de potabilidade de água para consumo alimentar, pois o confronto dessas informações com as de outros pesquisadores, evidencia que esse tipo de água pode ser uma importante via de disseminação de fungos e transmissão de doenças.

**Palavras chaves:** contaminação, microrganismos, bebida.

## ABSTRACT

The quality of the water for consume is an important factor for the health and life quality of the consumers. The Brazilian Health Minister (MS) guarantees the harmlessness of the water consumed by the Brazilians over the establishment of rules and standards based of the presence of toxic compounds and bacteria. The search for natural mineral water is great all over the world and many are the reasons that lead the consumers to acquire this product, among them the purity characteristics contribute for this rise. Although, studies show cases of contaminations by fungus in bottled mineral water, being found even in high counting, even in an oligotrophic environment. This can constitute health risk for the consumers, mainly by immunocompromised individuals. The Brazilian legislation does not include fungus in the microbiological analysis for potable water. This work shows the presence of fungus in bottled water of 20 liters, comercialized in the great are of the city of Recife (RMR). There were randomly selected fifty 20 L bottles of ten different brands. From each brand there were analysed 5 samples of different lots, accordingly methodology of plate counting established in the *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Contaminants fungus were found in every brand in different concentrations, with the 10 brands here identified from A to J, 8 showed contamination by filamentous fungus and yeast (A, C, D, E, F, G, H, J) and a difference in the contaminant quantity. The B and I samples showed low contamination by filamentous fungus and did not showed the presence of yeast. The pH of the analysed samples varied from 4.1 and 5.4. The results of this research allowed to conclude that the bottled water in 20L bottles comercialized in the RMR can be contaminated by fungus; that there is great variation in the contaminations by this kind of microorganisms and that the pH of the different brands analysed, between 4,1 and 5,4, can contribute to the presence and/or development of the contaminants fungus. It is expected that with these records, contribute for the inclusion of fungus in the potability parameters for the human consume. Because the confrontation of these information with from others researchers, shows that this kinds of water can be an important path to the dissemination of fungus and diseases transmissions.

**Keywords:** contamination, microorganisms, drink.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ocorrência de água no planeta.....	14
Figura 2 - Águas doces. ....	14
Figura 3 – Fluxograma do procedimento de preparação e coleta das amostras. ....	24

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Fungos em água envasada em garrações de 20 litros.....	28
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABD - Agar Batata Dextrose

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas

ANA - Agência Nacional de Águas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

DTR - Departamento de Tecnologia Rural

EPA - *United States Environmental Protection Agency*

MS - Ministério da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

pH - potencial hidrogênioônico

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

RMR - Região Metropolitana do Recife

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas subterrâneas

UFC/mL - Unidade Formadora de Colônias por mililitro

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

## SUMÁRIO

<b>1INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 Objetivo geral .....	13
1.1.2 Objetivos específicos .....	13
<b>2FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1 ÁGUA SUBTERRÂNEA .....	14
2.2 ÁGUAS ENVASADAS .....	17
2.3. CONTAMINANTES DE ÁGUA.....	19
2.4 FUNGOS CONTAMINANTES.....	21
2.5 LEGISLAÇÃO DE ÁGUA .....	23
<b>3METODOLOGIA</b> .....	24
3.1 AMOSTRAS .....	24
3.2 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	24
3.3 PESQUISA DE FUNGOS.....	25
3.4 CONFIRMAÇÃO DO pH DAS AMOSTRAS .....	25
<b>4RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>5CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>6CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são classificadas como água mineral ou potável de mesa, após avaliação pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a qual resulta em permitir seu enquadramento como tal, de modo que todo o processo de captação, condução, distribuição e aproveitamento deve ter autorização do Ministério de Minas e Energia (MME) mediante Portaria de lavra (BRASIL, 2015).

Segundo dados da empresa de consultoria internacional *Beverage Marketing Corporation* (BMC) divulgados pelo DNPM, o consumo global de águas envasadas em 2015 foi estimado em 329 bilhões de litros, 16,5% maior que em 2014, sendo o Brasil o quinto maior mercado consumidor do mundo, tendo consumido 20,3 bilhões de litros, um crescimento de 4% em relação a 2014. No Brasil em 2015, 70% do volume de água mineral envasada foi comercializada em garraões retornáveis, 27% em garrafas plásticas, aproximadamente 2% em copos plásticos e apenas 0,1% em embalagens de vidro. Nesse mesmo ano, Pernambuco foi o segundo estado com maior produção de água envasada, com 11% do mercado brasileiro. O consumo de 99,2 litros *per capita* no Brasil, ainda não é considerado grande quando comparado a outros países, como a China e os Estado Unidos, por exemplo (DNPM, 2018), porém, vem demonstrando crescimento, chegando a movimentar mais de 10 bilhões de reais por ano (PRATA; ABAR; NOVAES, 2016).

Todo esse aumento mundial de consumo é gerado por diversos fatores como problemas de contaminações dos recursos hídricos usados no abastecimento público, crescimento desordenado dos espaços urbanos e busca por um estilo de vida mais saudável que se relaciona ao consumo de produtos com características de pureza que fazem bem ao corpo (MEDEIROS, 2016; ABIR, 2018).

As embalagens retornáveis são responsáveis por mais da metade das vendas, ganhando destaque o garrafão de 20 litros, que em 2013 foi responsável por 55% do mercado de água mineral, sendo no momento a forma mais procurada pelos consumidores, que devido sua praticidade ganhou espaço em residências, empresas, hospitais, clínicas e escolas (MACÊDO, 2001; ALMEIDA *et al.*, 2013; DNPM, 2014, 2018; REVISTA ÁGUA & VIDA, 2014).

Apesar dos rigores das legislações em relação a autorização de envase e comercialização de águas subterrâneas, vários estudos mostram que a água envasada não é perfeitamente segura. Sua inocuidade depende da forma de coleta, estocagem, envase e manipulação (BRASIL, 2006; MARTINS; MACHADO; MARTINS, 2018).

Fungos foram encontrados em águas minerais vendidas em diferentes estados brasileiros, dentre eles, espécies patogênicas e oportunistas (NUZIO; YAMAGUCHI, 2010; PONTARA *et al.*, 2011; TAVARES *et al.*, 2016). Pesquisa feita na Arábia Saudita em águas envasadas demonstrou a presença de fungos de 18 espécies diferentes. *Rhizopus nigricans* e sete espécies de *Aspergillus* foram os contaminantes mais frequentes nas amostras, *Penicillium* spp., foi isolado em apenas uma amostra. (AMEEN *et al.*, 2017).

A revisão bibliográfica do tema evidencia a necessidade de avaliar a contaminação por fungos em águas consideradas próprias para consumo alimentar a fim de provocar a introdução deste parâmetro nas legislações específicas. Com isto se pretende agregar mais um item que aumente a segurança do consumo inevitável da água e assim contribuir com a garantia da saúde do consumidor.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Identificar e quantificar fungos filamentosos e leveduras em água mineral envasada em garrações de 20 litros comercializada na Região Metropolitana de Recife (RMR) - PE.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Isolar fungos filamentosos e leveduras na água;
- Verificar o pH da água envasada da RMR;
- Determinar a contagem de fungos filamentosos e de leveduras em águas envasadas em garrações de 20 litros;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água constitui 70% da superfície terrestre, portanto, presente em toda parte. Na natureza, participa de suas transformações químicas e físicas modificando a paisagem, no contexto biológico é o líquido imprescindível à vida das espécies, formando praticamente 80% do corpo humano. É importante para o desenvolvimento econômico de um país, pois com ela é possível gerar energia, produzir alimentos e produtos de consumo, entre outras atividades (KARMANN, 2003; MOTTA *et al.*, 2014; BRASIL, 2015; ANA, 2017).

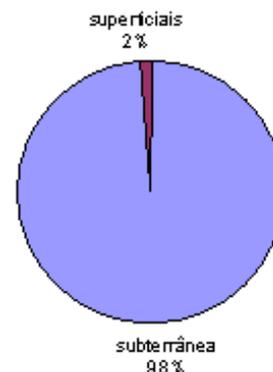
O valor total de água no planeta é de 1,5 bilhão de quilômetros cúbicos, distribuída em oceanos, mares, aquíferos, rios, gelo e vapor de água (BRASIL, 2014). Apesar desse grande volume, toda essa quantidade não está disponível para utilização sem tratamento, pois a maior parte dela, 97,5% (Figura 1) está contida nos mares e oceanos, portanto é salgada. Excluindo a água congelada nos polos, a água doce representa apenas 0,6% do total. Desses, 98% são águas subterrâneas (Figura 2) e apenas 2% são águas superficiais, formando rios e lagos (CETESB, 2018).

Figura 1 - Ocorrência de água no planeta.



Fonte: CETESB, 2018

Figura 2 - Águas doces.



Fonte: CETESB, 2018

O Brasil possui 13% da água doce superficial disponível no planeta. Esse imenso volume é devido a sua extensão territorial, somado ao regime climático. Essa informação gera aparente conforto, mas a realidade é outra, pois os recursos hídricos não estão distribuídos de maneira homogênea no território, cerca de 80% da água superficial está na região Amazônica onde vive a menor parte da população, pouco mais de 5%, com menor demanda (HIRATA, 2003; ANA, 2013, 2017, 2018a).

Esse fator, somado à grande demanda de uso por causa do crescimento da população e da indústria, desperdícios, eventos de escassez em algumas regiões e contaminações dos rios, contribui para crise da falta de água no país, que faz piorar a situação, já que a água é um recurso limitado (BRASIL, 2015; ANA, 2017; CETESB, 2018).

Além das águas superficiais, as águas subterrâneas desempenham importante papel para diversos usos. A grande capacidade de armazenamento e resiliência a longos períodos de estiagem, devido a variações climáticas, fazem dos recursos hídricos subterrâneos, importante alternativa para o período de enfrentamento de escassez (ANA, 2017).

Diante do crescente uso dos recursos hídricos, a exploração de águas subterrâneas é uma alternativa bastante atraente para o abastecimento, em virtude da sua abundância, qualidade e relativo baixo custo de captação, principalmente considerando-se a condição inadequada de qualidade das águas superficiais associada ao seu elevado custo do tratamento para os diversos usos e a escassez verificada em algumas regiões. Sendo assim, o recurso hídrico subterrâneo vem se tornando estratégico para o desenvolvimento econômico da sociedade (CETESB, 2018).

Além da utilização de águas subterrâneas para o abastecimento público, é frequente a captação privada para uso em hotéis, condomínios, hospitais e indústrias (CETESB, 2018). Em muitas regiões afastadas dos grandes centros urbanos, onde não há presença de rede de distribuição, essas águas são extraídas do subsolo por meio de poços artesianos, tornando-se assim uma boa opção para o consumo (CETESB, 2017), uma vez que para sua utilização será necessário apenas desinfecção, fluoretação, se desejável, e eventual correção do potencial Hidrogeniônico (pH). A conveniência do seu uso diz respeito também a custos com tratamentos quando comparada aos necessários às águas superficiais (BRASIL, 2014).

A excelente qualidade das águas subterrâneas é atribuída a sua formação, que decorre do excedente das águas de chuvas, cujo curso natural percorre camadas abaixo da superfície do solo, ocorrendo assim a filtração natural que a torna mais adequada ao consumo humano, permitindo, salvo em algumas exceções, dispensar várias etapas referentes à potabilização. Seguindo o percurso natural, as águas naturalmente filtradas, são armazenadas em reservatórios, igualmente naturais, chamados de aquíferos classificados em três tipos: fraturado, granular (ou poroso) e cárstico, onde as águas são colecionadas em quantidades significativas. De acordo com sua localização, o aquífero pode ser livre ou confinado. No livre, a água está em contato com a atmosfera, normalmente ocorre na profundidade de alguns metros a poucas dezenas de metros da superfície. O aquífero confinado encontra-se entre duas camadas pouco permeáveis ou impermeáveis, localizados em regiões mais profundas, podendo chegar até a milhares de metros de profundidade (KARMANN, 2003; BRASIL, 2014; ANA 2017, 2018b).

Os aquíferos, além de contribuir para o abastecimento de água potável utilizada para consumo humano, agricultura e outros fins, possui uma importante função devido a descarga que mantém o equilíbrio ecológico por perenizar lagos, pântanos e a maior parte dos rios do Brasil (cerca de 90%), com garantia da perenidade, ou seja, que não seque em períodos de estiagem. A exceção ocorre nos terrenos cristalinos do semiárido nordestino, os quais não têm capacidade de regularizar seus rios, tornando-os intermitentes (ANA, 2017, 2018b). No Brasil, sua disponibilidade é estimada em torno de  $14.650\text{m}^3/\text{s}$ . Da mesma forma como ocorre com as águas superficiais, sua distribuição pelo território nacional não é uniforme e as características hidrogeológicas e produtividade dos aquíferos são variáveis, ocorrendo regiões de escassez e outras com relativa abundância (ANA, 2018a).

A utilização dos aquíferos, no Brasil, é crescente, isso é evidenciado pelo aumento de números de poços perfurados. Em janeiro de 2008, o número de fontes cadastradas era de aproximadamente 145 mil, sendo que quase a totalidade representada por poços tubulares. Em outubro de 2016, os poços totalizavam mais de 278 mil, em julho de 2018 já passavam dos 302 mil. Uma nova projeção de poços tubulares indica a ordem de 1,2 milhão, o que representa um aumento anual de mais de 22% em relação à estimativa de 2008. A escassez hídrica dos últimos anos tem contribuído para esse aumento expressivo (ANA, 2017, 2018a). Os seis estados com maior número de poços cadastrados são: São Paulo (32.816), Pernambuco (30.541), Piauí (29.882), Paraná (28.578), Bahia (25.585) e Ceará (23.698) (SIAGAS, 2019).

As águas subterrâneas abastecem 39% dos municípios brasileiros, e só no estado de São Paulo, aproximadamente 80% dos municípios são totalmente ou parcialmente abastecidos por esta fonte que atende uma população de mais de 5,5 milhões habitantes (ANA, 2013; CETESB, 2018).

No entanto, esse uso não é uma prática atual, vem de tempos antigos, evidenciados nos antigos túneis e poços, acompanhando à evolução humana, com novas técnicas e novos métodos de extração cada vez mais eficientes e em profundidades cada vez maiores, conforme cresce sua demanda (SANTIAGO; SANTOS; ADAME, 2016). No Brasil, as perfurações de poços iniciaram no Nordeste, na primeira metade do século passado, como parte de programas de governo de combates às secas (MANOEL FILHO, 1997 *apud* Brasil, 2015).

As águas subterrâneas são classificadas como água mineral ou potável de mesa, após avaliação pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a qual resulta em permitir seu enquadramento como tal, de modo que todo o processo de captação, condução, distribuição e aproveitamento deve ter autorização do Ministério de Minas e Energia (MME) mediante Portaria de lavra (BRASIL, 2015).

O Código de Águas Minerais, no art. 1º do Decreto-Lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945, define as águas minerais como “aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com característica que lhes confirmam ação medicamentosa” (BRASIL, 1945). A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 274/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), define água mineral como aquela obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, sendo caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes considerando as flutuações naturais (BRASIL, 2005a).

## 2.2 ÁGUAS ENVASADAS

No envasamento de águas subterrâneas, as águas minerais, consideradas adequadas para o consumo humano, passam por diferentes etapas que não devem produzir, desenvolver ou agregar substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor ou que alterem a composição original, devendo ser obedecida a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2005b).

Segundo dados da empresa de consultoria internacional *Beverage Marketing Corporation* (BMC) divulgados pelo DNPM, o consumo global de águas envasadas em 2015 foi estimado em 329 bilhões de litros, 16,5% maior que em 2014, sendo o Brasil o quinto maior mercado consumidor do mundo, tendo consumido 20,3 bilhões de litros, um crescimento de 4% em relação a 2014. No Brasil em 2015, 70% do volume de água mineral envasada foi comercializada em garraões retornáveis, 27% em garrafas plásticas, aproximadamente 2% em copos plásticos e apenas 0,1% em embalagens de vidro. Nesse mesmo ano, Pernambuco foi o segundo estado com maior produção de água envasada, com 11% do mercado brasileiro. O consumo de 99,2 litros *per capita* no Brasil, ainda não é considerado grande quando comparado a outros países, como a China e os Estados Unidos, por exemplo (DNPM, 2018), porém, vem demonstrando crescimento, chegando a movimentar mais de 10 bilhões de reais por ano (PRATA; ABAR; NOVAES, 2016).

Todo esse aumento mundial de consumo é gerado por diversos fatores como problemas de contaminações dos recursos hídricos usados no abastecimento público, crescimento desordenado dos espaços urbanos e busca por um estilo de vida mais saudável que se relaciona ao consumo de produtos com características de pureza que fazem bem ao corpo (MEDEIROS, 2016; ABIR, 2018).

No Brasil, a procura está relacionada a diversos motivos como: acesso intermitente à água de abastecimento público ou por esta apresentar cheiro e gosto de cloro, gerando desconfiança quanto a sua qualidade por parte dos consumidores, que associam esses atributos negativos a danos à saúde. Além disso, existe a percepção que a água envasada é mais pura e segura que a fornecida pelos sistemas de abastecimento público mesmo desconhecendo a legislação que regulamenta sua qualidade e os processos usados no engarrafamento. “Status” social, recomendação médica, escolha familiar e também a associação entre seu consumo com o estilo de vida saudável aumentam a procura. Pesquisadores relataram que as características da embalagem como transparência também contribuem para o aumento da confiança, sobretudo, por permitir a visualização do produto (ARRAIS, 2011; CASTRO; COSWOSK; FRAGA, 2014; REIS; BEVILACQUA; CARMO, 2014).

Outro motivo que justifica a escolha da água envasada é a escassez, principalmente na região Nordeste que demanda especial atenção no tocante a oferta de água, particularmente os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, com 88% do seu território no Semiárido (BRASIL, 2015; ANA, 2017, 2018a). Pernambuco ainda se destaca por ter o pior índice de disponibilidade hídrica do país. Além da escassez natural por falta de chuva, 50% da água encanada que é servida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) se perde em vazamentos de tubulações e adutoras. Por ano, cada pernambucano recebe pouco mais de 100 mil litros de água, considerado o menor índice (FONTES, 2018). Na cidade do Recife, os frequentes racionamentos no abastecimento de água da rede pública, fizeram com que os usuários passassem a adquirir com frequência água mineral envasada (OLIVEIRA, *et al.*, 2016). Pesquisa realizada em 8 estados (Roraima, Amazonas, Amapá, Acre, Maranhão Rondônia, Pernambuco e Rio Grande do Norte) indicaram problemas com desperdício relacionados a vazamentos e ligações clandestinas com variação de 50% a 75% de perda de água tratada (VELASCO, 2019). Tal fato, leva a redução da disponibilidade de água tratada para os consumidores com consequência para o aumento da procura por água envasada.

Apesar dos benefícios, o consumo excessivo de águas subterrâneas envasadas demanda maior consumo de energia, justificado pela necessidade na captação e envasamento e nos processos automáticos de higienização de embalagens retornáveis, o que prejudica o meio ambiente, porém, esse assunto é pouco conhecido pela sociedade (ALMEIDA *et al.*, 2013; QIAN, 2018). Soma-se a isso o uso desordenado de embalagens quando se opta por recipientes descartáveis.

A indústria brasileira de água engarrafada teve seu marco no século XX. Até 1960 o mercado se manteve estável. Em 1968, foi disponibilizado o garrafão de vidro de 20 litros, o

qual possibilitou a ampliação do mercado, conseqüentemente despertando o interesse para o uso coletivo em empresas, por exemplo. No ano de 1970, outra novidade que conquistou o consumidor foi as garrafinhas plásticas produzidas de polietileno de baixa densidade (PEBD). A partir de 1979, o crescimento do mercado aumentou ainda mais com a introdução do garrafão de policarbonato (PC) incrementando a indústria de embalagens que passou a oferecer garrafões produzidos com outros materiais como polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET) e policloreto de vinila (PVC) (MACÊDO, 2001).

As embalagens retornáveis são responsáveis por mais da metade das vendas, ganhando destaque o garrafão de 20 litros, que em 2013 foi responsável por 55% do mercado de água mineral, sendo no momento a forma mais procurada pelos consumidores, que devido sua praticidade ganhou espaço em residências, empresas, hospitais, clínicas e escolas (MACÊDO, 2001; ALMEIDA *et al.*, 2013; DNPM, 2014, 2018; REVISTA ÁGUA & VIDA, 2014).

Os garrafões são embalagens retornáveis com validade de até 3 anos. Essa informação deve estar na parte superior da embalagem, entre o gargalo e o anel de reforço superior (BRASIL, 2011a). Os garrafões que atendem o prazo de validade, antes de serem usados em um novo ciclo de envase, devem ser avaliados individualmente quanto à aparência interna e externa, à presença de resíduos e ao odor. Embalagens com amassamentos, rachaduras, ranhuras, remendos, deformações internas e externas do gargalo, mudança de cor, dentre outras avarias, que possam comprometer a qualidade higiênico-sanitária da água, devem ser reprovadas. As embalagens que atendem aos critérios, portanto, consideradas adequadas, devem ser submetidas à pré-lavagem com água corrente, lavagem com substâncias de ação detergente e desinfecção. O último enxágue deve ser feito com o mesmo tipo de água usado no engarrafamento, denominado de *rinsing* (BRASIL, 2006).

### 2.3. CONTAMINANTES DE ÁGUA

De forma geral, as águas subterrâneas no Brasil são de boa qualidade e possuem propriedades físico-químicas e bacteriológicas adequadas a diversos usos, incluindo o consumo alimentar, entretanto, ações humanas podem comprometer significativamente os aquíferos. Apesar de não existirem trabalhos sistematizados de avaliação da qualidade da água, as pesquisas realizadas buscam caracterizar áreas contaminadas e indicam os principais contaminantes como nitrato (mais comum), derivados de petróleo (em especial gasolina e solventes clorados), metais pesados, vírus e bactérias patogênicas (ANA, 2017). A pesquisa de fungos não está incluída nos itens pesquisados.

O nitrato na água subterrânea possui alta mobilidade, podendo contaminar grandes extensões. Em áreas urbanas sua presença é atribuída à falta de esgotamento sanitário. Na região rural é associado à aplicação de fertilizantes nitrogenados. A presença de agrotóxico é atribuída principalmente quando há intensa atividade agrícola nas áreas de recarga dos aquíferos. Já a presença de derivados de petróleo está relacionada a acidentes com vazamento de tanques de combustíveis em postos de gasolina e os solventes clorados e metais pesados à disposição inadequada de resíduos dos lixões urbanos. A presença de microrganismos é bastante comum em poços mal construídos e/ou com manutenção deficiente (ANA, 2017). Tal fato gera um alerta pelos órgãos competentes visto que é possível encontrar construção de poços em propriedades privadas com o objetivo de atender as necessidades gerais, inclusive para consumo humano, sem nenhum tipo de avaliação ou tratamento (ARROYO, 2013; SASAKI, 2017).

Poços feitos fora do padrão e em locais inadequados podem se conectar com fontes superficiais, portanto, mais suscetíveis a contaminações vindo a comprometer a qualidade de águas mais profundas e menos vulneráveis. Isso se torna mais preocupante nas regiões periféricas das cidades, onde a ausência ou deficiência de saneamento básico estimulam a construção em áreas próximas a fossas (sépticas, negras ou seca) ou redes de esgoto. É recomendável que os poços em desuso, abandonados ou desativados, devem ser lacrados adequadamente, evitando assim a contaminação do aquífero, o que nem sempre ocorre (ANA, 2017).

Quando águas subterrâneas são contaminadas ou poluídas, sua remediação é lenta e onerosa, razão da necessidade da proteção dos aquíferos (BRASIL, 2008).

Apesar dos rigores das legislações em relação a autorização de envase e comercialização de águas subterrâneas, vários estudos mostram que a água envasada não é perfeitamente segura. Sua inocuidade depende da forma de coleta, estocagem, envase e manipulação (BRASIL, 2006; MARTINS; MACHADO; MARTINS, 2018). Reis, Bevilacqua e Carmo (2014) relataram a contaminação por bactérias do grupo coliformes totais, Enterococos e *Pseudomonas aeruginosa*, em águas minerais envasadas em garrações de 20 litros, comercializadas no município de Frutal em Minas Gerais. A presença de coliformes totais, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli* também foram constatadas por Gomes, Santana e Carvalho (2015) em águas envasadas em garrações de 20 litros, vendidas no município de Itabuna (BA).

Oliveira *et al.* (2016) em Recife (PE), constataram que de 23 amostras de águas minerais investigadas, 16 apresentaram coliformes totais. Dos parâmetros físico-químicos analisados, nitrito e manganês foram encontrados com valores superiores aos estabelecidos pela legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2017).

Embora não contemplados pelas legislações pertinentes, fungos também podem ser encontrados em águas aparentemente limpas e até aprovadas como próprias para consumo alimentar. Existem relatos da existência de fungos em águas, capazes de formar biofilmes, patogênicos oportunistas e até resistentes a antifúngicos (ARROYO, 2013; SASAKI 2017).

Fungos foram encontrados em águas minerais vendidas em diferentes estados brasileiros, dentre eles, espécies patogênicas e oportunistas (NUZIO; YAMAGUCHI, 2010; PONTARA *et al.*, 2011; TAVARES *et al.*, 2016). Pesquisa feita na Arábia Saudita em águas envasadas demonstrou a presença de fungos de 18 espécies diferentes. *Rhizopus nigricans* e sete espécies de *Aspergillus* foram os contaminantes mais frequentes nas amostras, *Penicillium* spp., foi isolado em apenas uma amostra. (AMEEN *et al.*, 2017).

A qualidade da água tem grande impacto na saúde pública e, de modo mais abrangente, na qualidade de vida da população (ANA, 2017). Quando contaminada serve de veículo para transmissão de várias doenças como a cólera, disenteria, hepatite A e febre tifoide (ONU, 2017). O desenvolvimento da doença dependerá da carga microbiana ingerida e da capacidade de sobrevivência do microrganismo à defesa natural do indivíduo (JAY, 2005; FRANCO, 2008).

## 2.4 FUNGOS CONTAMINANTES

Fungos são conhecidos por sua distribuição ubíqua na natureza, sobrevivendo em faixas de pH e temperaturas extremas (NUNZIO; YAMAGUCHI, 2010). Várias espécies são associadas a alterações de odor e sabor, efeitos maléficos à saúde, contaminação e alterações em alimentos. (PEREIRA *et al.*, 2010). Nas últimas décadas, os fungos passaram a ser estudados no ambiente aquático, porém sua relevância para a qualidade da água é pouco compreendida. Na pesquisa de águas envasadas a contaminação fúngica tem recebido atenção limitada, mesmo considerando que esses microrganismos podem ser encontrados até em número relativamente alto, gerando risco principalmente para o consumo por indivíduos imunocomprometidos (NUNES; FUZIHARA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013; OTTONI *et al.*, 2014; AMEEN *et al.*, 2017).

Nunzio e Yamaguchi (2010) isolaram fungos em água para consumo humano de creches e asilos na cidade de Maringá no Paraná. Verificou-se a presença de fungos filamentosos em 30,0% das amostras, de leveduras em 42,5% e de ambos em 27,5%. O gênero de levedura mais prevalente foi *Rhodotorula* spp. (67,8%), *Cryptococcus* spp. (42,8%), *Candida* spp. (39,3%) e *Geotrichum* spp. (3,6%). As espécies identificadas nas águas minerais foram *Candida famata*, *Cryptococcus albidus*, *Rhodotorula minuta* e *Rhodotorula mucilaginosa*.

Fungos foram isolados a partir de amostras de águas envasadas em garrações de 20 litros, comercializadas na cidade de Franca, São Paulo com predominância de *Penicillium* spp. Das mesmas amostras foram isolados, em menor incidência, *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp., *Acremonium* spp e *Curvularia* spp. Dois tipos de leveduras foram também identificadas: *Rhodotorula* (*R. glutinis*) e *Candida* (*C. parapsilosis*), com predominância da primeira (PONTARA *et al.*, 2011).

Fungos também foram isolados em água encanada e esgoto doméstico em quatro bairros da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Dentre as amostras da água encanada, 18,7% estavam contaminadas com o gênero *Penicillium* e leveduras e 6,2% continham *Aspergillus*. Nas amostras de esgoto 50% tiveram resultado positivo para leveduras, 12,5% para *Penicillium* spp., e 6,2% para *Aspergillus* spp e *Geotrichum* spp. (SESSEGOLO *et al.* 2011)

Espécies fúngicas contaminantes foram encontradas por Arroyo (2013) quando analisou águas subterrâneas proveniente de poços regulares e irregulares no município de São José do Rio Preto (SP). Houve positividade em 80% das amostras investigadas, sendo o isolamento maior nos poços irregulares. Entre os gêneros de fungos filamentosos, foram isolados *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*. Já entre as leveduras, *Candida*, destacou-se com 8 espécies diferentes. Fungos oportunistas e patogênicos resistentes a antifúngicos usados na pesquisa também foram detectados.

Sasaki (2017) pesquisou leveduras em águas subterrâneas de poços cavados e semi-artesianos, destinadas ao consumo humano, em residências de três municípios do Mato Grosso do Sul. Das 82 amostras analisadas, 41% apresentaram leveduras de 19 espécies diferentes. As mais frequentes foram *Candida* spp., *Meyerozyma* spp., *Exophiala* spp., *Pichia* spp., *Clavispora* sp., *kadomaea* sp., *Hanseniaspora* sp., *Kazachstania* sp., *Rhodosporidium* sp e *Rhodotorula* sp. O gênero *Candida* foi avaliado quanto a resistência ao hipoclorito de cálcio (sanitizante utilizado para desinfecção de água), antifúngicos, e a capacidade de formar biofilme. Todos os isolados foram resistentes ao hipoclorito de cálcio, apenas três, não formaram biofilme e quatro foram resistentes a determinados antifúngicos utilizados.

Mazuchi (2017) estudando a microbiota fúngica da água de abastecimento público no interior de São Paulo, encontrou fungos filamentosos em 26,3% das amostras analisadas com o gênero *Fusarium* spp., prevalente na primavera, verão e inverno e, *Penicillium* spp., no outono. Para as leveduras, 11,4% das amostras foram positivas, com a espécie *Rhodotorula minuta* prevalente na primavera, outono e verão e o complexo *Candida parapsilosis* no inverno. Das leveduras isoladas, *Rhodotorula minuta* foi mais resistente aos antifúngicos utilizados na pesquisa.

Analisando águas envasadas em embalagens de PET de 500mL de 7 diferentes marcas comercializadas na RMR de Recife, Silva *et al.* (2018) constataram a ocorrência de fungos filamentosos e leveduras em quantidades variáveis com predominância de *Aspergillus* e *Penicillium* ao que atribuiu às embalagens usadas no envase e ao pH da água, em torno de 5,0, favorável ao desenvolvimento de fungos.

## 2.5 LEGISLAÇÃO DE ÁGUA

A Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS), referindo-se à água de consumo humano no Anexo XX, estabelece diferentes limites para substâncias químicas, orgânicas e inorgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção e cianotoxinas. Parâmetros microbiológicos e de radioatividade também são estabelecidos. Quanto aos parâmetros microbiológicos são referidas bactérias do grupo de coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas. O monitoramento de vírus entéricos, não é obrigatório, apenas recomendado. Para cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* spp., deve ser realizado apenas em situação excepcional (BRASIL, 2017). Portanto, no documento não está mencionada a pesquisa da contaminação por fungos a exemplo de outras legislações anteriores que também não fazem referência a este tipo de microrganismo, apesar de pesquisas indicarem que podem estar presentes em água (BRASIL, 2004; BRASIL 2011b; SILVA *et al.*, 2018).

Quanto aos padrões microbiológicos internacionais, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency*—EPA) estabelece limites na água potável para *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, bactérias heterotróficas, *Legionella*, coliformes totais (incluindo coliformes fecais e *E. coli*) e vírus entérico (EPA, 2017). Na Suíça, a legislação estabelece um limite de 100 UFC/100mL para fungos em água potável (HAGESKAL *et al.*, 2007).

A revisão bibliográfica do tema evidencia a necessidade de avaliar a contaminação por fungos em águas consideradas próprias para consumo alimentar a fim de provocar a introdução deste parâmetro nas legislações específicas. Com isto se pretende agregar mais um item que aumente a segurança do consumo inevitável da água e assim contribuir com a garantia da saúde do consumidor.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 AMOSTRAS

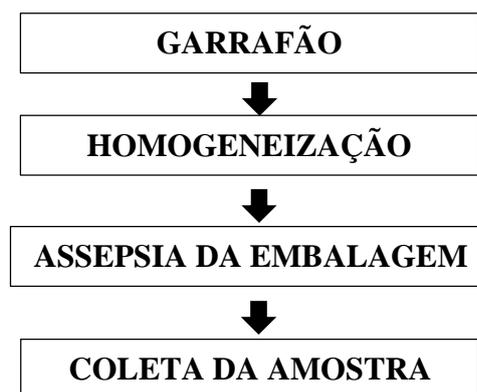
Foram coletados aleatoriamente no período entre setembro de 2018 a junho 2019, garrafões de água mineral de 20L de 10 diferentes marcas, na Região Metropolitana do Recife-PE. Na ocasião da compra foram observados os seguintes dados: marca, data de envase, validade da água e do garrafão e o lote de envasamento. Considerou-se adequadas para a pesquisa amostras dentro da validade, de diferentes lotes, cujas embalagens apresentaram-se invioladas. De cada marca foram analisadas 5 amostras, totalizando 50 garrafões.

Os garrafões foram transferidos para o laboratório de Processamento e Análise de Alimentos do Departamento de Tecnologia Rural (DTR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), nas mesmas condições praticadas pelo consumidor. As marcas das amostras foram aqui identificadas de A a J.

#### 3.2 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

O processamento da amostra foi efetuado conforme Fluxograma detalhado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do procedimento de preparação e coleta das amostras.



Fonte: Autora, 2019.

**Homogeneização:** o garrafão foi agitado por 25 vezes sobre a bancada, para que todo conteúdo fosse homogeneizado e para remover possíveis contaminações aderidas à parede interna da embalagem.

**Assepsia da embalagem:** após remoção do selo de identificação da engarrafadora, os garrafões foram lavados com água e detergente neutro, enxaguados com água corrente e a parte

superior (gargalo e base do gargalo) desinfetada com álcool a 70% com auxílio de algodão hidrófilo. Em seguida, a tampa foi removida em condições assépticas.

**Coleta da amostra:** porções de aproximadamente 500mL foram transferidas de cada garrafão para sacos plástico flexível estéreis, devidamente identificados e imediatamente submetidas a inoculação.

### 3.3 PESQUISA DE FUNGOS

A pesquisa de fungos foi realizada de acordo com a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2012).

**Inoculação:** de cada amostra, foram transferidas 5 alíquotas de 1mL para igual número de placas de Petri estéreis. Sobre os inóculos foi colocado aproximadamente 15mL do meio de cultura Agar Batata Dextrose (ABD) fundido e acidificado a pH 4,0 com ácido tartárico a 10% a fim de facilitar o desenvolvimento de fungos e inibir o de bactérias. O pH do meio foi verificado utilizando fitas indicadoras, marca MColorpHast<sup>TM</sup>. O inóculo com o meio de cultura foi homogeneizado com movimentos suaves horizontais, verticais e em forma de “8”.

**Incubação:** após a solidificação do meio de cultura com o inóculo, as placas foram incubadas de forma não invertida à  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por até 7 dias. As colônias desenvolvidas foram contadas em separado, considerando o aspecto: algodonosas como fungos filamentosos (bolors) e as lisas, enrugadas, brilhantes e opacas, como leveduras. Considerando que o desenvolvimento de colônias de leveduras e de bactérias em meio sólido podem apresentar semelhanças, a confirmação das colônias de leveduras foi obtida mediante coloração de Gram e análises microscópicas, o que permitiu a confirmação dos dados. Os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônias por mililitro (UFC/mL).

A fim de assegurar o controle laboratorial, paralelamente e a cada procedimento, foram utilizadas placas controle, não inoculadas, contendo o meio de cultura e mantidas nas mesmas condições usadas no experimento até o final do período de incubação.

### 3.4 CONFIRMAÇÃO DO pH DAS AMOSTRAS

Os dados de pH das amostras foram obtidos mediante informação contida nos rótulos das embalagens. Quando confirmados por medida em potenciômetro, os resultados de pH foram coincidentes, o que justificou a não continuidade da obtenção do dado em cada amostra. A legislação estabelece que as engarrafadoras de água realizem a medida do pH da água a ser

envasada, diariamente, a fim de evidenciar qualquer alteração na composição química da água motivada por possíveis acidentes com a fonte. Esta obrigatoriedade fortaleceu a decisão da dispensa da coleta deste dado nas amostras.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como observado na Tabela 1 comprovou-se a presença de fungos em 100% das marcas de águas envasadas analisadas (50 amostras), sendo que das 10 marcas, 8 apresentaram os dois tipos de fungos: filamentosos e leveduras. Apenas 2 marcas não apresentaram desenvolvimento de leveduras. Outros pesquisadores também constataram a presença de fungos em águas envasadas (NUNZIO; YAMAGUCHI, 2010; NUNES; FUZIHARA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013; AMEEN *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018). A grande variação observada nos tipos e quantidades de contaminantes permitiu confirmar a inconstância na qualidade da água em cada garrafão de 20 L e conseqüentemente da segurança, uma vez que na mesma marca, garrafões apresentaram valores discrepantes. Silva *et al.* (2018), também observaram variações semelhantes em embalagens de 500mL e atribuíram os resultados a contaminações das embalagens, uma vez que, na sua pesquisa, a contaminação não foi evidenciada em amostras da água quando coletadas antes do envase. Assim podemos inferir que a contaminação pode ser decorrente de falhas na higienização dos garrafões. O processo de higienização requer controles possivelmente negligenciados pelos engarrafadores, como concentração da substância de ação detergente, tempo de lavagem, qualidade da água de lavagem e até da temperatura da água usada no primeiro enxágue, o que justifica os resultados encontrados nesta pesquisa.

Uma vez que em duas marcas (B e I) foi constatada muito baixa contaminação nas 5 repetições de análises entende-se que é possível conseguir melhor qualidade do produto ou da lavagem dos garrafões. A discrepância no quantitativo dos contaminantes observada mediante os desvio-padrões apresentados nos resultados das marcas A, C, D, E, F, G, H e J sustentam a afirmativa de que a qualidade higiênica dos garrafões influi na qualidade da água envasada e que a presença de fungos em água resulta de contaminações e não pode ser considerada inerente ou autóctone das águas profundas.

Observou-se também que o pH das amostras analisadas, com variação entre 4,1 e 5,4, é compatível com a faixa de pH favorável ao desenvolvimento de fungos (JAY, 2005), o que nos faz defender a inclusão de fungos nas análises mínimas para evidenciar a boa qualidade de águas envasadas. Nas amostras analisadas por Silva *et al.* (2018), o pH também apresentou índices semelhantes. Assim, pode-se inferir que a água envasada nem sempre é garantia de um produto sem contaminação por fungos, mas que é possível haver constância na qualidade uma vez que é certo que a água subterrânea, quando aprovada para envase, mediante registro de lavra pelos órgãos competentes, tem qualidade satisfatória.

Tabela 1 – Fungos em água envasada em garrações de 20 litros.

PARÂMETROS ANALISADOS	A M O S T R A S	MARCAS UFC/5mL									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>BOLORES</b>	<b>1</b>	2	<1	16	326	900	<1	10	4	<1	1
	<b>2</b>	257	<1	2	78	14	139	48	33	<1	>302
	<b>3</b>	2	<1	2	65	58	9	16	>300	2	<1
	<b>4</b>	1	1	<1	350	585	172	<1	258	<1	5
	<b>5</b>	3	<1	585	<1	160	612	1	<1	4	2
<b><math>\bar{X} \pm DP</math></b>		<b>53±102</b>	<b>0,2±0,4</b>	<b>121±232</b>	<b>164±145</b>	<b>347±344</b>	<b>186±223</b>	<b>15±17</b>	<b>73±107</b>	<b>1,2±1,6</b>	<b>2 ±1,87</b>
<b>LEVEDURAS</b>	<b>1</b>	<1	<1	<1	74	2	3	4	2	<1	325
	<b>2</b>	2	<1	3	<1	1	144	2	4	<1	10
	<b>3</b>	<1	<1	175	69	1	6	<1	56	<1	<1
	<b>4</b>	1	<1	2	<1	<1	<1	<1	3	<1	292
	<b>5</b>	<1	<1	434	<1	<1	1	<1	>300	<1	15
<b><math>\bar{X} \pm DP</math></b>		<b>0,6±0,8</b>	<b>0±0</b>	<b>122±169</b>	<b>28,6±35</b>	<b>0,8±0,7</b>	<b>30±56</b>	<b>1,2±1,6</b>	<b>16±23</b>	<b>0±0</b>	<b>128,4±14 7</b>
<b>pH</b>		5,22	5,2	4,10	4,64	5,32	4,4	5,2	4,10	5,4	5,32

Resultados expressos como < 1= ausência de desenvolvimento, considerando o limite do método; UFC= Unidade Formadora de Colônias;  $\bar{X}$ = média aritmética; pH= Potencial Hidrogeniônico; DP= Desvio Padrão.

## 5 CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos confirmam a hipótese de que fungos ocorrem em água mineral natural envasada em garrações de 20 litros comercializada na RMR;
- Que existe uma importante contaminação por fungos em água envasada em garrações de 20L
- Que o nível de contaminação por fungos, varia entre as diferentes marcas de águas envasadas;
- Que o pH das águas comercializadas na RMR favorece a manutenção e/ ou desenvolvimento de fungos contaminantes.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As águas envasadas podem estar contaminadas por fungos, não necessariamente essa contaminação pode ter origem na fonte, mas pode ser adquirida se cuidados necessários não forem considerados com as embalagens. Neste trabalho, a contaminação por fungos foi evidenciada, entretanto não existem limites estabelecidos para sua presença em água potável.

Espera-se que os dados deste estudo venham a contribuir para o conhecimento sobre a presença de fungos em águas envasadas, e que sirva para reavaliação dos parâmetros microbiológicos estabelecidos pela atual norma, visto que é um produto amplamente consumido, e quando contaminado pode servir como veículo para dispersão desses microrganismos. Sendo assim, tona-se um risco principalmente para idosos, crianças e imunocomprometidos, por sua vulnerabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas. **Águas envasadas: crescimento e inovação**, 2018. Disponível em: <https://abir.org.br/aguas-ensadas-crescimento-e-inovacao/>. Acesso em: 09 de abr. 2019.
- ALMEIDA, C. S. *et al.* Água que bebemos: percepção da população em relação aos processos de produção de água mineral em Sergipe, Brasil. *In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, Bahia, 2013. **Anais [...]**. p. 7. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VIII-030.pdf>. Acesso em: 09 de abr. 2019.
- AMEEN, F. *et al.* Diversity of fungi in bottled water in Jeddah, Saudi Arabia. **Water Supply**, v. 18, ed. 5, p. 1664-1673, 2017.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 22. ed. Washington: APHA, 2012.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Água subterrânea**, 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/agua-subterranea>. Acesso em: 02 de abr. 2019. 2018b.
- ARRAIS, F. S. S. **Aspectos determinantes para o consumo de água de beber**. 2011. 101p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas). Universidade de Fortaleza, Fortaleza.
- ARROYO, M. G. **Água de soluções alternativas**: estudo da diversidade de espécies fúngicas. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA n. 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União** n. 66, Brasília, DF, 7 de abr. 2008, Seção 1. p. 64-68.
- BRASIL. Decreto-Lei n. 7.841, de 08 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 de ago. 1945. Seção 1.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Portaria n. 128, de 25 março de 2011. Altera a Portaria DNPM n. 387, de 19 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 de mar. 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 09 de abr. 2019. 2011a.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2014**. LIMA, M. T.; NEVES, C. A. R. (Coord.). Brasília: DNPM, 2014. 141p. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2014>. Acesso em: 07 de abr. 2019.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2016**. LIMA, M. T.; NEVES, C. A. R. (Coord.). Brasília: DNPM, 2018. 131p. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016/view>. Acesso em: 07 de abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 173, de 13 setembro de 2006. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para industrialização e comercialização de água mineral natural e de água natural e a lista de verificação das Boas práticas para industrialização e comercialização de água mineral natural e de água natural.

**Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 de set. 2006. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 09 de abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 274, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para águas envasadas e gelo. **Diário Oficial da**

**União**, Brasília, DF, 23 de set. 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 09 de abr. 2019. 2005a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 275, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de set. 2005. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 09 de abr. 2019. 2005b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.

Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/>. Acesso em: 02 de abr. 2019. 212 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de Consolidação n. 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria n. 2. 914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade: **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011. 2011b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Estudo diagnóstico das águas minerais e potáveis de mesa no Brasil**. QUEIROZ, E. T. de. *et al.* (Coord.). Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, Diretoria de Fiscalização e Atividade Minerária, 2015. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/>. Acesso em: 02 de abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA, 2013. 432 p. Disponível em: [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf). Acesso em: 01 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017. 169 p. Disponível

em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual. Brasília: ANA, 2018. 72 p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019. 2018a.

CASTRO, M. O.; COSWOSK, R. C.; FRAGA, C. I. de. M. Percepção de moradores de Colorado do Oeste, Rondônia, quanto a água de consumo humano. *In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 2014, Belo Horizonte. **Anais [...]**. p. 3. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/IX-022.pdf>. Acesso em: 04 de abr. 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Águas subterrâneas**: importância, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/>. Acesso em: 02 de abr. 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Conheça os diferentes tipos de água**, 2017. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2017/03/20/conheca-os-diferentes-tipos-de-agua/>. Acesso em: 02 de abr. 2019.  
Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2953>. Acesso em: 05 de abr. 2019.

EPA - United States Environmental Protection Agency. **Drinking water contaminants – standards and regulations**. 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/dwstandardsregulations>. Acesso em: 07 de abr. 2019.

FONTES, B. Pernambuco tem a pior disponibilidade hídrica do país e metade da água se perde antes de chegar as torneiras, diz TCE. **TV GLOBO**, Pernambuco, 19 de dezembro de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2018/12/19/pernambuco-tem-pior-disponibilidade-hidrica-do-pais-e-metade-da-agua-se-perde-antes-de-chegar-a-torneira-diz-tce.ghtml>. Acesso em: 09 de abr. 2019.

FRANCO, B.D.G.de. M. Fator intrínsecos e extrínsecos que controlam o desenvolvimento microbiano nos alimentos. *In: FRANCO, B.D.G.de. M.; LANDGRAF, M. DESTRO, M. T.(Coord.). Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. cap.2, p. 13-26.

GOMES, T. P.; SANTANA, J. da. S.; CARVALHO, L. R. de. Avaliação microbiológica de água mineral comercializada no município de Itabuna-Bahia. **Electronic Journal of Pharmacy**, v. XII, n. 4, p. 65-72, 2015. Disponível em: <http://revistas.ufg.br/index.php/REF/index>. Acesso em: 05 de abr. 2019.

HAGESKAL, G. *et al.* Occurrence of molds in drinking water. **Journal of Applied microbiology**, 102:774-780, 2007.

HIRATA, R. Recursos hídricos. *In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). Decifrando a terra*. 2ª reimpressão. São Paulo: Oficina de textos. 2003. cap. 20, p. 421-444.

JAY, J. M. Parâmetros intrínsecos e extrínsecos dos alimentos que afetam o crescimento microbiano. *In: \_\_\_\_\_*. **Microbiologia de alimentos**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. cap. 3, p. 51-72.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. *In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.)*. **Decifrando a terra**. 2ª reimpressão. São Paulo: Oficina de textos. 2003. cap. 7, p. 113-138.

MACÊDO, J. A. B. de. Água mineral. *In: \_\_\_\_\_*. **Águas & Águas**. São Paulo: Livraria varela, 2001. cap. 08, p. 293-316.

MANOEL FILHO, J. Água subterrânea: histórico e importância. *In: Hidrogeologia: conceitos e aplicações (Texto básico) (Coord. FEITOSA, F. A. C & MANOEL FILHO, J) Fortaleza/ CE. CPRM, LABHID-UFPE. 1997, p. 3-12.*

MARTINS, H. L.; MACHADO, G. C. de L.; MARTINS, E. da. S. Qualidade microbiológica de água mineral comercializada em galões de 20 litros e de poços artesianos no município de Frutal/MG. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 593-599, out. 2018. DOI: 10.3738/1982.2278.2953.

MAZUCHI, N. S. B. **Diversidade de espécies fúngicas na água de rede pública de São José do Rio Preto**. 2017. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) -Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto.

MEDEIROS, F. A. C. de. **Qualidade da água mineral em garrações de 20L no comércio varejista de Natal, Brasil**. 2016. 30f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

MOTTA, J. G. *et al.* Qualidade da Água Subterrânea na Região do Médio Vale do Itajaí-SC. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 16, n. 4, p. 283-291, 2014.

NUNES, S. M.; FUZIHARA, T. O. Avaliação microbiológica das águas minerais envasadas e comercializadas na região do ABC, SP. **Revista Higiene Alimentar**, v.25, n. 200/201, p. 195-199, set./out. 2011.

NUNZIO, B.; YAMAGUCHI, M. U. Prevalência de fungos em água para consumo humano de asilos e creches em Maringá-PR. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 3, n. 2, p. 113-134, mai./ago. 2010.

OLIVEIRA, B. R. *et al.* New insights concerning the occurrence of fungi in water sources and their potential pathogenicity. **Water Research**, v. 47, ed. 16, p. 6338-6347, out. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/water-research/vol/47/issue/16>. Acesso em: 17 de abr. 2019.

OLIVEIRA, F. H. P. C. *et al.* Avaliação de parâmetros de qualidade de águas minerais comercializadas em Recife - PE. **Revista Higiene Alimentar**, v.30, n. 260-261, p. 135-137, set./out. 2016.

ONU - Organização das Nações Unidas. **ONU: 4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo**, 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-45->

bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/. Acesso em: 02 de abr. 2019.

OTTONI, L. C. C. *et al.* Ocorrência de fungos em água para consumo humano. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia v. 10, n. 18, p. 3426- 2014.

PEREIRA, V. J. *et al.* Assessment of the presence and dynamics of fungi in drinking water sources using cultural and molecular methods. **Water Research**, v. 44, ed. 17, p. 4850-4859, set. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/water-research/vol/44/issue/17>. Acesso em: 17 de abr. 2019.

PONTARA, A. V. *et al.* Microbiological monitoring of mineral water commercialized in Brasil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 554-559, abr./jun. 2011.

PRATA, M.; ABAR, A. C.; NOVAES, C. **Indústria da água mineral movimenta mais de R\$ 10 bilhões ao ano no Brasil**. GLOBONEWS, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/globo-news/noticia/2016/03/industria-da-agua-movimenta-mais-de-r-10-bilhoes-ao-ano-no-brasil.html>. Acesso em: 09 de abr. 2019.

QIAN, N. Bottled water or tap water? A comparative study of drinking water choices on university campuses. **Water**, v. 10, 59, p. 1-12, 2018. DOI: 10.3390/w10010059. Disponível em: <https://www.mdpi.com/journal/water>. Acesso em: 05 de abr. 2019.

REIS, L. R.; BEVILACQUA, P. D.; CARMO, R. F. Água envasada: qualidade microbiológica e percepção dos consumidores no município de Viçosa (MG). **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 224-234. 2014. DOI: 10.1590/1414-462X201400030002. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-462X2014000300224&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-462X2014000300224&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 05 de abr. 2019.

REVISTA ÁGUA & VIDA. São Paulo: IMK relações públicas, 2014.

SANTIAGO, L. S.; SANTOS, D. W. da. S. dos.; ADAME, A. Um bem ambiental: águas subterrâneas. *In*: IV CONGRESSO INTERNACIONAL E VI SIMPÓSIO JURÍDICO, 2016, Juína. **Anais [...]**. p. 19-21.

SASAKI, M. H. **Caracterização de leveduras isoladas de água subterrânea para consumo humano**. 2017. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

SESSEGOLO, T. Microbiota fúngica em amostras de água potável e esgoto doméstico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 301-306, jan./mar. 2011.

SIAGAS-Sistema de Informações de Águas subterrâneas. 2019. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Acesso em: 02 de abr. 2019.

SILVA, P. R. da. *et al.* Fungi in blotted water. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 03, n. 04, p. 410-418. 2018. DOI: 10.24221/jeap.3.4.2018.2046.410-416. Disponível: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/). Acesso em: 05 de abr. 2019.

TAVARES, G. G. *et al.* Análises de afluentes de água usados no abastecimento urbano e rural. *In: V CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA*, 2016, Iporá. **Anais [...]**. Brasil: Ed. Even3, 13/11/2016. p. 2. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/ceict/34276-analises-de-afluentes-de-agua-usados-no-abastecimento-urbano-e-rural/>. Acesso em: 02 de abr. 2019.

VELASCO, C. **Vazamentos e “gatos” fazem oito estados perderem metade ou mais de água que produzem, diz estudo**, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/06/05/oito-estados-do-pais-perdem-metade-ou-mais-da-agua-que-produzem-com-vazamentos-e-gatos-diz-estudo.ghtml>. Acesso em 05 de jun. 2019.