



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA

**QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL EM GARRAFÕES DE 20L
NO COMÉRCIO VAREJISTA DE NATAL, BRASIL**

FERNANDO ANTONIO CARNEIRO DE MEDEIROS

Natal (RN), 21 de julho de 2016

FERNANDO ANTONIO CARNEIRO DE MEDEIROS

**QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL EM GARRAFÕES DE 20L
NO COMÉRCIO VAREJISTA DE NATAL, BRASIL**

*Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Sanitária da UFRN,
como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Sanitária.*

Orientador:

Prof. Dr. Manoel Lucas Filho (UFRN/CT/PPGES)

Co-Orientador:

Prof. Dr. Paulo Roberto Medeiros de Azevedo (UFRN/CCET/Depto. de Estatística)

Natal (RN), 21 de julho de 2016

Catálogo da Publicação na Fonte
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Sistema de Bibliotecas
Biblioteca Central Zila Mamede / Setor de Informação e Referência

Medeiros, Fernando Antonio Carneiro de.

Qualidade da água mineral em garrações de 20l no comércio varejista de Natal, Brasil / Fernando Antonio Carneiro de Medeiros. - 2016.

30f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. Natal, RN, 2016.

Orientador: Manoel Lucas Filho.

Coorientador: Paulo Roberto Medeiros de Azevedo.

1. Água mineral (Qualidade) - Dissertação. 2. Água envasada - Dissertação. 3. Água mineral (Contaminação) - Dissertação. 4. Coliformes totais - Dissertação. 5. Coliformes fecais - Dissertação. I. LucasFilho, Manoel. II. Azevedo, Paulo Roberto Medeiros de. III. Título.

RN/UF/BCZM CDU 628.312.4

FERNANDO ANTONIO CARNEIRO DE MEDEIROS

**QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL EM GARRAFÕES DE 20L
NO COMÉRCIO VAREJISTA DE NATAL, BRASIL**

*Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Sanitária da UFRN,
como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Sanitária.*

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Manoel Lucas Filho - Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Roberto Medeiros de Azevedo – Co-orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Hélio Rodrigues dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Jean Leite Tavares
Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Natal (RN), 21 de julho de 2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, que em sua infinita bondade me concedeu o dom da vida, acompanhando-me sempre em todos os dias. Sua divina providência me fez chegar até aqui.

Ao meu pai, Antonio Moreira (*in memoriam*) que me ensinou desde cedo o valor dos livros, do estudo, da disciplina e, sobretudo, da sabedoria divina. À minha mãe, Maria Lenita por ter me animado a sempre seguir em frente. Por me estender a mão sempre que foi preciso, por me ensinar e confortar com inteligência e amor.

À tia Lúcia Carneiro, pelo apoio incondicional em todas as épocas, em todas as situações. Primeira pessoa a me estender a mão e a acreditar quando o mestrado era apenas um sonho.

Ao meu amado filho Miguel Medeiros que, com a sua simples existência me despertou para um sentimento tão poderoso, que é o amor de pai. Hoje alegre e ilumina meus dias.

A Claudia Mattos, meu grande amor, pela felicidade compartilhada, pelos cuidados e pela paciência nos dias difíceis. Por tornar mais amenos os dias e por sonhar junto comigo.

Ao amigo Carlos da Hora, pelo apoio, compreensão e sábios conselhos. Por também acreditar na concretização desta etapa.

Ao Prof. Dr. Manoel Lucas, meu orientador, por ter me permitido desde o início, a liberdade de escolher e de pensar. Pela disponibilidade e presteza, mesmo em meio à inevitável distância física de alguns momentos.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Medeiros de Azevedo do Depto. de Estatística da UFRN. Co-orientador que acreditou, quando tudo era apenas um projeto, me apoiando de maneira muito especial nos assuntos estatísticos.

Ao Prof. Dr. Jean Leite Tavares do IFRN, pelas sábias dicas e pela ajuda extraordinária na viabilização das pesquisas. A ele registro aqui a minha gratidão.

Ao Prof. Dr. Hélio Rodrigues dos Santos do PPGEs. As suas dicas, sempre francas, me ajudaram a focar e a cumprir as etapas necessárias.

Aos amigos Paulo Sucupira, Renata Sofia, Samya Maia, Victor Hugo e Wagner Silveira pela ajuda competente e precisa, com a prontidão característica de profissionais competentes e, sobretudo, de amigos de verdade.

A todos os profissionais de apoio do IFRN e do NAAE/FUNCERN pelo profissionalismo, generosidade e presteza no atendimento. Agradecimentos especiais ao Prof. Douglas, Laureanne e Larissa Saraiva.

Aos colegas da turma 2014.1, à equipe do LARHISA, Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização.

QUALIDADE DA ÁGUA MINERAL EM GARRAFÕES DE 20L NO COMÉRCIO VAREJISTA DE NATAL, BRASIL

RESUMO: O crescimento desordenado dos espaços urbanos, os consequentes problemas decorrentes da contaminação dos mananciais de abastecimento público, a preocupação das pessoas com uma vida mais saudável por meio do consumo de produtos menos calóricos e mais naturais levaram a mudanças de hábitos que resultaram em um expressivo e crescente consumo de água mineral em todo o mundo. Entretanto, nas últimas décadas, vários estudos constataram casos de contaminação das águas minerais envasadas por coliformes e outras bactérias, e alterações nas propriedades físico-químicas, resultando na desconformidade com os padrões de potabilidade e recomendações dos órgãos de controle, colocando em risco a saúde dos consumidores. Dentro desta problemática, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas minerais naturais envasadas em recipientes de 20 litros, oferecida pelo comércio varejista à população do Município de Natal, RN, Brasil. Foram colhidas aleatoriamente 64 amostras de recipientes de 20 litros, mediante estratificação, nas quatro regiões administrativas do município, considerando a listagem oficial de pontos de venda e os níveis de contaminação por coliformes totais encontrados em amostra piloto. Os resultados de maior destaque constataram a presença Coliformes Totais acima de 1,1 NMP/100mL em 32,81% ($\pm 11,8\%$) dos garrafões. Aplicados os testes estatísticos de coeficiente de Pearson e de associação qui-quadrado, não foram encontradas relações entre a contaminação por Coliformes Totais e: distância do ponto comercial à indústria; tempo de envase; idade do garrafão; região administrativa municipal e modo de estocagem. O confronto das informações com outro trabalho realizado em 2015 permitiu inferir que existe uma importante via de contaminação de coliformes fecais entre o ponto de venda no varejo e o copo dos consumidores.

Palavras-chave: Água envasada, água mineral natural, água mineral em garrafões de 20 l, coliformes totais, coliformes fecais.

QUALITY OF MINERAL WATER IN 20L BOTTLES AT TRADE RETAILER IN NATAL , BRAZIL

ABSTRACT: The uncontrolled growth of urban areas, the consequent problems arising from contamination of public drinking water supply sources, people's concern of a healthier lifestyle, triggering the consumption of consuming less caloric and more natural products led to changes in habits that resulted in a significant and increasing consumption of bottled water around the world. However, in recent decades, many studies began to find cases of bottled mineral water contamination by coliform and other bacteria, as well as changes in physical-chemical properties, resulting in noncompliance with the standards of potability and recommendations from regulatory bodies, endangering the health of consumers. With that in mind, this study aimed to evaluate the quality of natural mineral water bottled in 20-liter containers, offered by retailers to the population of Natal, RN, Brazil. 64 random samples were taken by stratification in the four administrative regions of the city, considering the official points of sale and contamination levels for total coliforms found in the pilot sample. The results of more prominent found contamination by total coliforms in 32.81% ($\pm 11.8\%$) of bottles. Statistical tests of Pearson's coefficient and chi-square association applied found no correlation between total coliforms presence and: distance between points of sale and manufacturers; time of bottling; bottle age; municipal administrative region or storage mode. The comparison of information with another work done in 2015 allowed us to infer that there is an important route of contamination of fecal coliforms between the point of sale in retail and the glass of consumers.

Keywords: Bottled water, natural mineral water, mineral water in bottles of 20 l , total coliforms , fecal coliforms.

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COVISA – Coordenadoria de Vigilância Sanitária

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

EPA - *Environmental Protection Agency*

FSAI – *Food Safety Authority of Ireland*

FUNASA – Fundação Nacional de Saude

FUNCERN – Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte

IFRN – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

MS – Ministério da Saude

NAAE - Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes

NMP/mL – Número Mais Provável por Mililitro

OMS - Organização Mundial da Saude

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SEMURB – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo

SUVISA - Subcoordenadoria da Vigilância Sanitária

UFC/mL – Unidades Formadoras de Colônia por Mililitro

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

USPHS - *United States Public Health Service*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Cadeia de produção e distribuição da água envasada.....	15
Figura 2.1 - Município de Natal: localização, Regiões Administrativas e Bairros..	17
Figura 2.2 - Limites do Município de Natal e pontos de coletas de amostras conforme Região Administrativa.....	20
Figura 3.1 - Limites do Município de Natal, pontos de coletas de amostras e indústrias de água mineral.....	22
Figura 3.2 - Percentuais das amostras conforme modo de estocagem no ponto comercial visitado.....	23
Figura 3.3 - Níveis de Nitrato (N-NO ₃ ⁻) das amostras em mg/L.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Parâmetros de análise.....	18
Tabela 2.2 - Resultados da Amostra Piloto.....	19
Tabela 3.1 - Dados gerais das amostras em recipientes de 20 litros.....	21
Tabela 3.2 - Resultados – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Qualidade da Água – Avaliar é preciso.....	11
1.2 Águas Minerais no Brasil: Gestão e Controle.....	13
1.3 Produção, distribuição e comercialização no Estado do RN: da indústria ao consumidor.....	14
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
2.1 Área de Estudo.....	16
2.2 Delineamento Experimental.....	16
2.3 Parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos.....	18
2.4 Caracterização Estatística.....	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
3.1 Dados dos Pontos Visitados.....	21
3.2 Informações Gerais: pontos de venda e marcas encontradas.....	22
3.3 Análises de Laboratório.....	23
3.4 Verificações Estatísticas.....	25
4 CONCLUSÕES.....	26
5 REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

1.1 Qualidade da Água – Avaliar é Preciso

O uso das águas subterrâneas (minerais ou não) para abastecimento contínuo de água potável tem crescido de forma considerável. Para se ter uma ideia, há pelo menos dez anos, mais de um quarto dos habitantes da terra depende das águas subterrâneas para conseguir água potável (CLARKE e KING, 2005, p. 27). Isto porque, além dos grandes volumes dos lençóis freáticos, em comparação com os mananciais de superfície disponíveis, em tese, são águas menos sujeitas à contaminação, à salinidade, podendo ser mais facilmente tratadas para atingirem níveis aceitáveis mediante soluções viáveis economicamente.

No universo do setor de bebidas, o segmento de águas envasadas compreende as águas potáveis (potáveis de mesa), as águas minerais e as águas mineralizadas (SILVEIRA DA ROSA *et al*, 2006, p. 105). A água mineral difere-se das demais por possuir naturalmente conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes. São oriundas diretamente de fontes naturais sem alteração de sua qualidade, características naturais e de pureza. Estas características são geralmente baseadas em regras internacionais ou em valores de referência definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Presente em todas as grandes regiões geográficas, a indústria de água mineral vem apresentando elevado crescimento, obtendo destaque em todo o mundo, nos últimos anos. Essa tendência deverá permanecer no futuro próximo, principalmente no mercado asiático, mais especificamente na China. Estudos da consultoria *Beverage Marketing Corporation-BMC* estimam que o consumo global de água engarrafada em 2013 tenha sido de 266 bilhões de litros (RODWAN JR, 2014, p. 17-18). Apesar da maior parte do mercado de águas engarrafadas ainda ser controlada por marcas locais nos países consumidores, permanece a tendência de consolidação mundial das grandes corporações internacionais e sua continuada expansão para países em desenvolvimento, entre eles, o Brasil (DNPM, 2014, p. 28).

Segundo Silveira da Rosa *et al*, (2006, p. 106) a tendência histórica de crescimento do mercado de água mineral se explica em virtude de aspectos relacionados à má qualidade da oferta pública de água tratada nos grandes centros e aos novos hábitos de saúde decorridos da preocupação das pessoas com uma vida mais saudável por meio do consumo de produtos menos calóricos e naturais. Marcussen *et al* (2013) reconhecem a expansão do mercado, mas questionam a ideia de, necessariamente, o consumo de água mineral estar atrelado a saúde e bem estar, quando observam que, do ponto de vista químico, a qualidade da água da torneira é geralmente melhor, além do fato da água engarrafada ser muito mais cara. Estudos mais recentes apontam que uma das principais razões para este

aumento é mais uma questão de percepção, do senso comum de que a água engarrafada é mais segura para o consumo do que a água disponibilizada pelo abastecimento público (DI PASQUALE e DE MEDICI, 2015).

Apesar da integridade da maioria das fontes, não tem sido difícil constatar casos de contaminação em águas envasadas. Diduch *et al* (2013) inferiram, a partir de uma revisão das análises de amostras de águas engarrafadas publicadas em várias partes do mundo, que as contaminações por compostos orgânicos (químicos) é crescente. Os autores consideram esta contaminação um problema complexo, devido à qualidade das águas engarrafadas ser resultante de numerosos fatores, desde sua composição inicial, processo de engarrafamento e condições em que o produto final é armazenado e transportado. A popularidade crescente de águas engarrafadas e a percepção comum de que são de mais qualidade que as águas da rede pública servem apenas para reforçar a necessidade de realizar estudos mais detalhados a respeito. Nesta direção, Williams *et al* (2015) aplicaram verificações estatísticas em informações de pelo menos 170 títulos a respeito de contaminação em água envasada, oriundos de diversos países, a maioria localizados na África e na América Latina, tendo esta última, como destaque em produção de pesquisas, o Brasil. O trabalho sistemático dos autores americanos chegou a diversas conclusões, dentre elas: 1) Nem sempre as águas envasadas são menos contaminadas que as outras águas consideradas potáveis; 2) A qualidade da água envasada diminui ao longo da cadeia de abastecimento; 3) Em comparação com as garrafas menores que 5 litros, as garrafas maiores que 5 litros são as mais contaminadas por coliformes totais; 4) A prevalência mais elevada de coliformes totais nos garrafões reutilizáveis (garrafas maiores) podem ser resultado da limpeza e desinfecção inadequada; 5) Na instalação dos garrafões nos dispensadores domésticos pode acontecer contaminação adicional tanto de coliformes totais quanto de bactérias fecais, mais especificamente *escherichia coli*, devido ao uso inadequado do equipamento (*dispenser*), falta de manutenção ou limpeza ineficaz.

Casos de contaminações em águas engarrafadas e águas minerais são, de fato, comuns no tempo e no espaço. Os contaminantes são diversificados, podendo-se encontrar na revisão bibliográfica, inúmeras pesquisas envolvendo condições físico-químicas e/ou microbiológicas das águas de beber. Em 2007, estudos de segurança microbiológica e qualidade da água engarrafada vendida na Irlanda descobriram que 7,2% da água engarrafada testados para *E. coli*, os enterococos, coliformes e *Pseudomonas aeruginosa* estavam em desconformidade com as normas locais (FSAI, 2008). Em 2009, em Daka, Bangladesh (Índia), pesquisas em 16 marcas de água resultaram em testes positivos na detecção de coliformes totais, *escherichia coli*, *enterococcus spp.*, *pseudomonas aeruginosa* (86%, 63%, 44% e 50% das marcas, respectivamente), dentre outros contaminantes (AHMED *et al*, 2013). Entre 2001 e 2002 em pesquisa realizada em Maringá, Brasil, Zamberlan da Silva *et al* (2008) mostraram comparativamente que 36,4% das amostras de água da torneira contra 76,6% dos garrafões de água mineral foram contaminados por pelo menos um coliforme ou bactéria indicadora e/ou, pelo menos, uma bactéria patogênica. Recentemente, em pesquisa realizada nos domicílios do Município de

Natal, Brasil, Maia (2015, p.25) constatou contaminação por coliformes fecais (termotolerantes) em 38,3% ($\pm 9,5\%$) nos garrafões de 20 litros instalados nos dispensadores de água domésticos, contra 7,45% ($\pm 9,5\%$), nas águas das torneiras (abastecimento público).

Diante da necessidade da produção de mais esclarecimentos sobre o assunto, a presente pesquisa objetiva - em continuação ao trabalho iniciado por Maia (2015) no interior dos domicílios -, avaliar a qualidade das águas minerais envasadas em garrafões retornáveis de 20 litros, vendidas no comércio varejista formal de Natal, aqui considerado o último ponto até o consumidor residencial. Através da análise estatística dos resultados laboratoriais, espera-se que os dados colhidos no decorrer da pesquisa resultem em informações sobre condições que possam estar associadas ou não à presença de contaminantes, além de subsidiar e estimular estudos futuros que identifiquem, dentro da cadeia produtiva, potenciais pontos de contaminação.

1.2 Águas Minerais no Brasil: Gestão e Controle

No Brasil, as águas minerais são legalmente definidas no art. 1º do Decreto-Lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945 (Código de Águas Minerais), como sendo *“aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuem composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa”* (BRASIL, 1945). Em uma definição legal mais atual, são as águas obtidas diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, caracterizadas pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, considerando as flutuações naturais (BRASIL, 2005).

No país, prevalecem duas peculiaridades importantes: a maioria das águas envasadas produzidas no Brasil são classificadas como minerais; as empresas desse setor no Brasil não estão, em sua maioria, relacionadas com grandes grupos internacionais. No Brasil prevalecem pequenas e médias empresas pulverizadas por todo território nacional (ROQUETTE, 2012, p. 43). Em termos práticos, a gestão das águas minerais é delegada ao DNPM e amparada por diversos órgãos, de diferentes ministérios. Em muitos casos, as autorizações de lavra remetem a licenciamentos específicos, como os de atividades poluidoras, a cargo dos órgãos ambientais competentes, locais, conforme a Resolução nº 237 do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1997). O CONAMA contribui também de maneira significativa através do estabelecimento de critérios de classificação para o enquadramento e o monitoramento, por meio da Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008 que dispõe sobre o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Conforme Mestrinho (2013, p. 136), este é um importante instrumento para a avaliação do estado atual da quantidade e qualidade, auxiliando nas decisões de exploração, desenvolvimento e gerenciamento das águas subterrâneas.

Se considerada a água como alimento, é do Ministério da Saúde a prerrogativa do controle sanitário da qualidade das águas minerais destinadas ao consumo humano, e a fiscalização sanitária dos locais e equipamentos relacionados com a industrialização do produto. Apoio instrumental importante veio com a criação das Agências Reguladoras, implantadas a partir de 1996, com a finalidade de fiscalizar a prestação de serviços públicos praticados pela iniciativa privada. Além de controlar a qualidade na prestação do serviço, estabelecem regras para o respectivo setor. Para esta área, a ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, foi criada em 1999 com a missão de proteger e promover a saúde da população garantindo a segurança sanitária de produtos e serviços e participando da construção de seu acesso (BRASIL, 1999).

Das ações da ANVISA destacam-se três importantes resoluções: a RDC nº 274 de 22 de setembro de 2005, que trata do "*Regulamento Técnico Para Águas Envasadas e Gelo*" (BRASIL, 2005), a RDC nº 275 de 22 de setembro de 2005, que trata do "*Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural*" (BRASIL, 2005b) e a RDC nº 173 de 13 de setembro de 2006, que "*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*". (BRASIL, 2006).

1.3 Produção, distribuição e comercialização no Estado do RN: da indústria ao consumidor

Conforme informações oficiais¹, no Rio Grande do Norte, o arranjo produtivo de água mineral é composto de 18 marcas, das quais 16 estão na Região Metropolitana de Natal e duas no Município de Apodi na Mesorregião Oeste potiguar. Esta disposição, além dos fatores naturais, hidrogeológicos, está mais relacionada à proximidade das fontes aos grandes centros consumidores. Conforme dados do IBGE, a Região Metropolitana de Natal, composta pelos municípios de Arês, Ceará-Mirim, Extremoz, Goianinha, Maxaranguape, Ielmo Marinho, Monte Alegre, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu e Vera Cruz (14 no total), abrange uma superfície de 3.555,77 km², o que corresponde a 6,73% do território estadual (IBGE, 2016). Sua população, segundo estimativas para 2015, atingiu 1.557.555 habitantes (IBGE, 2015). Isto representa 45,25% da população do Rio Grande do Norte, concentrada em um restrito espaço do Estado.

Com relação aos produtos, o cenário é similar ao contexto nacional, no qual o principal item do arranjo produtivo local é o garrafão de 20 litros, vendido principalmente para consumo residencial e para empresas, respondendo por mais da metade das unidades vendidas (PEREIRA, 2010, p. 146). Em termos operacionais, o setor de água mineral está estreitamente ligado ao setor de

¹ Ofício nº 21/2016 SUVISA/RN, de 11 de fevereiro de 2016 (Resposta a pedido de informações)

alimentos e de bebidas, de onde provêm os insumos (embalagens, tampas, rótulos e lacres) e o maquinário industrial. A aquisição destes insumos, considerando a cadeia produtiva como um todo, requer dos produtores locais um planejamento especial, tendo em vista serem tais insumos advindos de diferentes lugares, geralmente demandando transportes a grandes distâncias. O arranjo de produção e distribuição de água mineral envasada, em linhas gerais, está estruturado em três etapas: envase, armazenamento e logística. Segundo Pereira (2010, p.147):

O processo de envase é realizado por mão de obra das fontes, tendo algumas de suas fases automatizadas. Nesta fase os insumos utilizados são: produtos de sanitização dos garrafões retornáveis, rótulos, tampas e lacres. Também são utilizados outros modelos de recipientes, como garrafas que variam dos 330 ml a 5 litros e os copos de 200 e 300 ml.

O armazenamento pode acontecer na própria fonte, em galões preparados para este fim, nos distribuidores ou menor escala nos pontos de venda. O processo logístico envolve as atividades de transporte da água envasada em suas diversas embalagens, assim como a atividade de coleta e troca dos vasilhames retornáveis.

De forma semelhante, Maia (2015, p.23), descreve o processo em fases de “extração da água mineral nas fontes, envasamento da água, transporte e venda”. Uma ilustração denominada pela autora “Cadeia de produção e distribuição da água envasada” descreve bem as fases, a logística de transporte, destacando, inclusive, os âmbitos fiscalizatórios nos diversos momentos (**figura 1.1**).



Figura 1.1: “Cadeia de produção e distribuição da água envasada”.
Fonte: Reprodução de Maia (2015, p.23).

Observa-se na representação acima, as competências e finalidades dos órgãos fiscalizadores: **1)** DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, vinculado ao Ministério de Minas e Energia Brasileiro e da SUVISA/RN - Subcoordenadoria da Vigilância Sanitária do Rio Grande do Norte (descentralização da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária) na fase extrativa e industrial; **2)** COVISA - Coordenadoria de Vigilância Sanitária Municipal, nas fases de transporte, distribuição e comercialização, no âmbito municipal. As prerrogativas destes entes públicos decorrem da Constituição Federal (BRASIL, 1988), e de leis como a Lei Federal nº 8.876, de 2 de maio de 1994, que cria o DNPM com a finalidade de “assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional” (BRASIL, 1994). A Lei Federal nº 9.782, de 26 de janeiro 1999, define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e cria a

ANVISA, que tem dentre suas finalidades a “proteção da saúde da população, por intermédio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária” (BRASIL, 1999). O referido sistema atua de forma descentralizada através das VISAS – Vigilâncias Sanitárias estaduais e municipais, vinculadas às suas respectivas Secretarias de Saúde Pública.

Quanto aos processos descritos na **Figura 1.1**, estes pressupõem cuidados legalmente previstos, por exemplo, pela já citada RDC nº 173/06-ANVISA, através de recomendações específicas para as instalações industriais e para cada etapa da produção, desde a captação, armazenamento, seleção de fornecedores, seleção, recepção e armazenamento de insumos, fabricação e higienização das embalagens, envase e fechamento, rotulagem e armazenamento, transporte e comercialização e controle de qualidade. Como veremos adiante, é muito comum a inobservância destas recomendações.

Outro ponto a considerar é que, dependendo do produto (garrafão retornável, garrafa e copo descartável), o traçado do processo produtivo de cada um, a partir do armazenamento primário, passa a ser distinto, bem como distintos também são os métodos de armazenamento e estocagem, transporte e comercialização. O envasamento em garrafões de 20 litros passa a ser mais complexo por envolver recipientes retornáveis (SGM e BIRD, 2009, p.32) e com validade de até três anos, acarretando em sucessivas utilizações, sucessivos retornos à indústria, demandando uma maior atenção nos processos de controle de qualidade dos recipientes, lavagem e desinfecção.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Trata-se do município de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, localizado no litoral leste do Nordeste Brasileiro, com uma área total de 168,53 km². A cidade possui 36 bairros, distribuídos em quatro regiões administrativas (**Figura 2.1**). A população estimada do município em 2015 foi de 869.954 habitantes (IBGE, 2015). Dentro desta estimativa, a Região Administrativa Norte é a mais populosa com 345.545 habitantes, seguida das Regiões Oeste, Sul e Leste com respectivos 231.955, 173.680 e 114.771 habitantes (MEDEIROS, 2015, p. 24).

2.2 Delineamento experimental

O presente estudo coletou aleatoriamente 64 garrafões de 20 litros de diferentes marcas no comércio varejista de Natal, nos meses de junho e julho de 2016, sendo um garrafão para cada ponto comercial. Por não ter finalidade fiscalizadora, não foi considerado o uso de amostra indicativa ou representativa citada na legislação (BRASIL, 2005b). Para os fins estatísticos, uma aleatoriedade foi garantida através de sorteios, tanto dos locais de venda, quanto das respectivas marcas escolhidas dentre as que no momento que se encontravam disponíveis no ponto de venda visitado. Todos os garrafões foram levados íntegros e lacrados de

fábrica diretamente ao laboratório do NAAE - Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes, da FUNCERN - Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do RN, localizado nas instalações do *Campus Natal Central* do IFRN – Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Para reduzir riscos de eventuais contaminações durante a aquisição e transporte dos garrafões, foram observadas as recomendações contidas no Manual Prático da Análise de Água, da Fundação Nacional de Saude (FUNASA, 2013). As amostras foram coletadas sob responsabilidade do NAAE, em ambiente controlado e em recipientes autoclavados, observadas as demais recomendações de manuseio e procedimentos laboratoriais, conforme a literatura técnica.

Na ocasião da visita a cada ponto de venda sorteado, também foram observados os seguintes dados: localização geográfica; marcas disponíveis à venda; condições de estocagem dos garrafões; custo da marca adquirida; data de fabricação e validade da água e do respectivo garrafão. Estes dados, juntos aos resultados de laboratório compuseram uma tabela que possibilitou a realização das aplicações estatísticas.



Figura 2.1: Município de Natal: localização, Regiões Administrativas e Bairros.
Fonte: Elaboração própria/Anuário Natal 2014 (SEMURB, 2014).

2.3 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

Os parâmetros laboratoriais da pesquisa foram escolhidos dentre os previstos pelas supracitadas RDC ANVISA nº 274/2005 e RDC ANVISA nº 275/2005, considerando-se as pesquisas encontradas na revisão bibliográfica, bem como as questões urbanas, como as interferências antrópicas no uso e ocupação do solo, condições da infraestrutura de saneamento básico, de mobilidade e de saúde pública, incluindo a atividade de fiscalização de controle e vigilância sanitária local. Foram então escolhidos quatro parâmetros: um físico-químico e três microbiológicos, a saber: níveis de Nitrato (expresso em N), Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e *Pseudomonas aeruginosa*.

Os parâmetros foram medidos conforme as observações da **Tabela 2.1**:

Tabela 2.1: Parâmetros de análise

PARÂMETRO	TÉCNICA	REFERÊNCIA
Nitrato	Colorimetria	APHA <i>et al.</i> (2012)
Coliformes totais	Tubos Múltiplos	APHA <i>et al.</i> (2012)
Coliformes termotolerantes	Tubos Múltiplos	APHA <i>et al.</i> (2012)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Membrana Filtrante	APHA <i>et al.</i> (2012)

2.4 Caracterização Estatística

Na metodologia estatística foi utilizada amostragem aleatória simples de pontos, testes de estatística descritiva, teste de correlação de Pearson e teste de Associação qui-quadrado. Para a definição do plano amostral, optou-se pela obtenção de um cadastro dos comércios varejistas de água mineral em Natal, através de solicitação oficial à SEMUT - Secretaria Municipal de Tributação, com nome e endereço das empresas enquadradas na atividade “Comércio Varejista de Bebidas”, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE nº 4723700), cadastradas até o mês de março de 2016. A listagem resultante do levantamento oficial relacionou um total de 1.129 pontos de venda, sendo 417 na Região Norte, 283 na Região Sul, 239 na Região Oeste e 190 na Região Leste.

Para o plano amostral de pontos de venda a serem pesquisados optou-se por uma amostragem estratificada, sendo os estratos definidos por:

- **Estrato 1:** Pontos de vendas da Zona Norte da cidade de Natal;
- **Estrato 2:** Pontos de vendas da Zona Sul da cidade de Natal;
- **Estrato 3:** Pontos de vendas da Zona Leste da cidade de Natal;
- **Estrato 4:** Pontos de vendas da Zona Oeste da cidade de Natal.

Foi realizada uma amostragem piloto com 40 amostras, sendo 10 de cada estrato, para a obtenção de estimativas preliminares para a realização do cálculo amostral. Os resultados da referida amostragem estão representados na **Tabela 2.2**:

Tabela 2.2: Resultados da Amostra Piloto

REGIÃO ADMIN.	AMOSTRAS CONTAMINADAS (Port. MS nº 2.914/2011 e RDC ANVISA nº 275/2005)			
	NITRATO mg/L	COLIFORMES TOTAIS (NMP/100mL)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100mL)	PSEUDOMONAS AERUGINOSA (UFC/100mL)
NORTE	0,00%	40,00%	0,00%	0,00%
SUL	0,00%	40,00%	0,00%	10,00%
LESTE	0,00%	60,00%	20,00%	0,00%
OESTE	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	0,00%	47,50%	5,00%	2,50%

Dada a expressiva detecção coliformes totais na amostra piloto, em relação aos demais parâmetros laboratoriais, o parâmetro considerado, para efeito de definição do cálculo amostral foi p , definido como a proporção de pontos formais de vendas da Cidade de Natal, cuja água mineral comercializada está contaminada com coliformes totais. Neste caso, o cálculo do tamanho da amostra é dado por:

$$n = \frac{\left\{ \sum_{j=1}^4 N_j [\hat{p}_j (1 - \hat{p}_j)]^{1/2} \right\}^2}{N^2 D + \sum_{j=1}^4 N_j \hat{p}_j (1 - \hat{p}_j)} \quad (\text{Eq. 01})$$

com:

n = tamanho da amostra;

N = total de pontos de venda da cidade de Natal;

N_j = total de pontos de vendas no j -ésimo estrato, $j = 1, 2, 3, 4$;

\hat{p}_j = estimativa da proporção de pontos de venda no j -ésimo estrato ($j = 1, 2, 3, 4$) cuja água mineral comercializada está contaminada com coliformes totais;

$D = \varepsilon^2/4$, sendo ε um limite de erro de estimação de p , que satisfaz:

$$P(|p - \hat{p}| < \varepsilon) = 0,95 \quad (\text{Eq. 02})$$

com \hat{p} sendo uma estimativa para p .

Definido n , em seguida é feita a alocação da amostra, ou seja, considerando n_j o tamanho da amostra no j -ésimo estrato ($j = 1, 2, 3, 4$), então $n_j = n w_j$, sendo:

$$w_i = \frac{N_i [\hat{p}_i (1 - \hat{p}_i)]^{1/2}}{\sum_{j=1}^4 N_j [\hat{p}_j (1 - \hat{p}_j)]^{1/2}} \quad (\text{Eq. 03})$$

Através da amostragem piloto foram obtidas as estimativas: $\hat{p}_1 = 0,40$; $\hat{p}_2 = 0,40$; $\hat{p}_3 = 0,60$ e $\hat{p}_4 = 0,50$. Assim, considerando $\varepsilon = 0,12$ e substituindo os valores na **Eq. 01**, obtém-se $n = 64$. Por outro lado, sabe-se que $N_1 = 417$, $N_2 = 283$, $N_3 = 190$ e $N_4 = 239$. Logo, substituindo na fórmula de w_i acima se obtém $w_1 = 0,37$; $w_2 = 0,25$; $w_3 = 0,17$; e $w_4 = 0,21$. Assim, definiram-se os tamanhos das amostras para cada um dos estratos: $n_1 = 24$, $n_2 = 16$, $n_3 = 11$ e $n_4 = 13$.

Os pontos de venda visitados, escolhidos aleatoriamente mediante os sorteios estratificados estão representados no mapa da **Figura 2.2**.

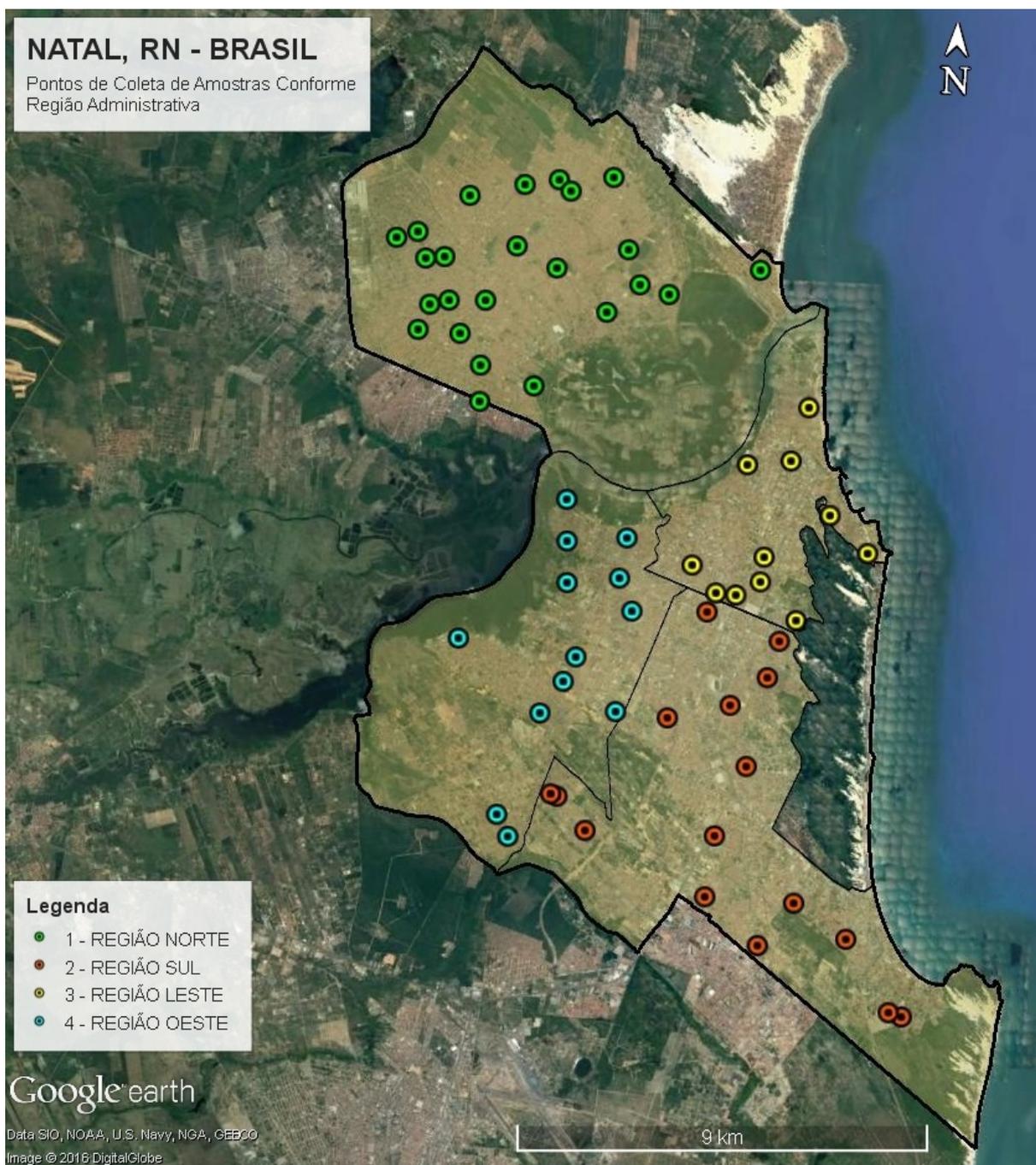


Figura 2.2: Limites do Município de Natal e pontos de coletas de amostras conforme Região Administrativa.
Fonte: Elaboração própria/SEMURB (2014)/Google Earth Pro.V. 7.1.5.1557

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Dados dos pontos visitados

Tabela 3.1: Dados gerais das amostras de recipientes de 20 litros

AMOSTRA	REGIÃO	MARCAS DISPONÍVEIS	MARCA ESCOLHIDA	DATA DA COLETA	DATA DE ENVASE (RÓTULO)	MÊS/ANO DE FABRICAÇÃO DO GARRAFAO	MODO DE ESTOCAGEM	CUSTO DA MARCA ESCOLHIDA (R\$)	DISTÂNCIA MÉDIA DO PONTO À INDÚSTRIA (km)	TEMPO DE ENVASE (DIAS)	IDADE DO GARRAFAO (MESES)
1	Sul	B,N	N	06/06/2016	03/06/2016	mai/16	Chão	6,50	16,90	3	1
2	Sul	B,M,N,P	B	06/06/2016	03/06/2016	mar/14	Chão	6,00	15,90	3	28
3	Sul	N	N	06/06/2016	01/06/2016	jan/15	Chão	6,00	13,95	5	17
4	Sul	B,H,N	H	06/06/2016	30/05/2016	mar/16	Chão	4,00	15,10	7	3
5	Sul	N	N	06/06/2016	03/06/2016	mar/16	Chão	6,50	19,25	3	3
6	Sul	B,K,N	K	08/06/2016	07/06/2016	fev/15	Chão	4,00	17,65	1	16
7	Sul	B,K,N,P	P	08/06/2016	01/06/2016	ago/13	Pallets	6,00	14,90	7	35
8	Sul	B,K,N	B	08/06/2016	04/06/2016	nov/15	Pallets	6,50	19,40	4	7
9	Sul	B,K	K	08/06/2016	06/06/2016	abr/16	Chão	5,00	24,70	2	2
10	Sul	A,B	A	08/06/2016	07/06/2016	jun/16	Chão	4,00	12,90	1	0
11	Leste	A	A	14/06/2016	01/06/2016	mai/15	Estante	4,00	21,00	13	14
12	Leste	F	F	14/06/2016	08/06/2016	mai/14	Chão	3,50	21,77	6	26
13	Leste	E,L	E	14/06/2016	08/06/2016	nov/15	Chão	5,00	19,45	6	8
14	Leste	B,M,N,P,R	R	14/06/2016	09/06/2016	mar/15	Chão	4,00	42,77	5	16
15	Leste	L,P	P	14/06/2016	13/06/2016	mar/15	Chão	5,00	17,55	1	16
16	Leste	B,L	L	14/06/2016	10/06/2016	fev/14	Chão	5,00	25,73	4	29
17	Leste	K	K	14/06/2016	10/06/2016	ago/13	Chão	5,00	20,50	4	35
18	Leste	M,N,P	M	14/06/2016	10/06/2016	nov/15	Chão	6,00	21,95	4	8
19	Leste	N,P	P	14/06/2016	06/06/2016	nov/15	Pallets	5,00	16,60	8	8
20	Leste	B	B	14/06/2016	10/06/2016	jan/16	Chão	7,00	24,10	4	6
21	Oeste	A	A	16/06/2016	13/06/2016	dez/13	Chão	4,00	5,55	3	31
22	Oeste	H,P	H	16/06/2016	13/06/2016	fev/16	Chão	3,50	17,87	3	5
23	Oeste	B,K,N,P	K	16/06/2016	30/05/2016	jun/15	Chão	4,00	20,60	17	13
24	Oeste	L	L	16/06/2016	14/06/2016	jan/16	Chão	3,50	23,97	2	6
25	Oeste	F	F	16/06/2016	04/06/2016	set/14	Estante	4,00	22,60	12	22
26	Oeste	B	B	16/06/2016	13/06/2016	ago/15	Chão	5,50	23,83	3	11
27	Oeste	A,F	F	16/06/2016	11/06/2016	jan/15	Chão	3,00	20,07	5	18
28	Oeste	K	K	16/06/2016	10/06/2016	mai/16	Chão	3,00	18,95	6	2
29	Oeste	L	L	16/06/2016	13/06/2016	ago/14	Chão	3,50	12,00	3	23
30	Oeste	L	L	16/06/2016	07/06/2016	mar/15	Chão	3,50	12,20	9	16
31	Norte	O	O	20/06/2016	02/06/2016	mar/14	Chão	3,50	5,90	18	28
32	Norte	O	O	20/06/2016	13/06/2016	mar/16	Chão	4,50	8,10	7	4
33	Norte	J	J	20/06/2016	11/06/2016	jan/16	Chão	4,00	23,87	9	6
34	Norte	F,O	F	20/06/2016	15/06/2016	abr/14	Chão	3,50	31,60	5	27
35	Norte	L	L	20/06/2016	13/06/2016	jan/15	Chão	3,50	31,00	7	18
36	Norte	A,B	A	20/06/2016	18/06/2016	jul/15	Chão	3,00	19,10	2	12
37	Norte	Q	Q	20/06/2016	13/06/2016	mar/16	Chão	3,50	16,20	7	4
38	Norte	B,O	B	20/06/2016	16/06/2016	nov/15	Chão	5,00	29,83	4	8
39	Norte	L	L	20/06/2016	16/06/2016	dez/14	Chão	3,50	19,00	4	19
40	Norte	L,O	L	20/06/2016	06/06/2016	dez/15	Chão	3,50	30,85	14	7
41	Sul	N	N	30/06/2016	20/06/2016	jun/16	Estante	6,50	13,45	10	1
42	Sul	M,N,P	M	30/06/2016	22/06/2016	mai/14	Chão	5,00	17,93	8	26
43	Sul	P	P	30/06/2016	13/06/2016	nov/13	Estante	5,00	11,00	17	32
44	Sul	N	N	30/06/2016	22/06/2016	mai/14	Estante	4,50	17,60	8	26
45	Oeste	N	N	30/06/2016	20/06/2016	dez/14	Chão	5,00	17,95	10	19
46	Sul	K,N	K	30/06/2016	28/06/2016	jan/16	Chão	4,50	19,03	2	6
47	Sul	F,K,L,N	F	30/06/2016	28/06/2016	fev/16	Chão	3,50	15,95	2	5
48	Oeste	F,N,P	P	30/06/2016	20/06/2016	mar/15	Pallets	5,00	20,60	10	16
49	Oeste	L	L	30/06/2016	17/06/2016	jan/16	Chão	5,00	15,40	13	6
50	Leste	E,N	E	30/06/2016	22/06/2016	mar/16	Chão	4,00	22,95	8	4
51	Norte	O	O	04/07/2016	20/06/2016	jul/13	Chão	4,00	7,60	14	37
52	Norte	R	R	04/07/2016	25/06/2016	ago/14	Chão	3,50	46,17	9	23
53	Norte	L,O	L	04/07/2016	29/06/2016	jan/15	Chão	3,30	27,15	5	18
54	Norte	O	O	04/07/2016	23/06/2016	ago/15	Chão	4,00	14,77	11	11
55	Norte	Q	Q	04/07/2016	28/06/2016	jul/15	Chão	2,50	18,85	6	12
56	Norte	Q	Q	04/07/2016	27/06/2016	mai/14	Chão	4,00	19,30	7	27
57	Norte	F	F	04/07/2016	29/06/2016	abr/15	Chão	3,50	28,30	5	15
58	Norte	N,O,R	R	06/07/2016	29/06/2016	mar/16	Chão	3,00	44,60	7	4
59	Norte	F,G,L	G	06/07/2016	18/05/2016	nov/13	Chão	4,00	15,00	49	33
60	Norte	Q	Q	06/07/2016	28/06/2016	jun/16	Chão	3,50	14,50	8	1
61	Norte	N,O,Q	O	06/07/2016	04/07/2016	abr/15	Chão	4,00	11,73	2	15
62	Norte	L,O	L	06/07/2016	04/07/2016	mar/16	Chão	3,00	28,25	2	4
63	Norte	O	O	06/07/2016	04/07/2016	ago/14	Chão	3,50	7,30	2	24
64	Norte	I	I	06/07/2016	01/07/2016	fev/16	Chão	4,00	34,20	5	5

3.2 Informações gerais: pontos de venda e marcas encontradas

Das 18 marcas informadas pela SUVISA/RN (aqui denominadas pelas letras do alfabeto do “A” ao “R”), 16 foram encontradas nas visitas aos pontos comerciais. No decorrer das coletas, aconteceu de ser sorteada pelo menos uma amostra de cada uma das 16 marcas. Assim, foi possível a análise laboratorial de todas as marcas disponíveis no comércio local, sendo todas elas produzidas na Região Metropolitana de Natal, o que confirma uma logística de transporte e distribuição caracterizada por pequenas e médias distâncias (de 5,5 a 46,17 Km). A **Figura 3.1** representa a localização geográfica destes elementos.

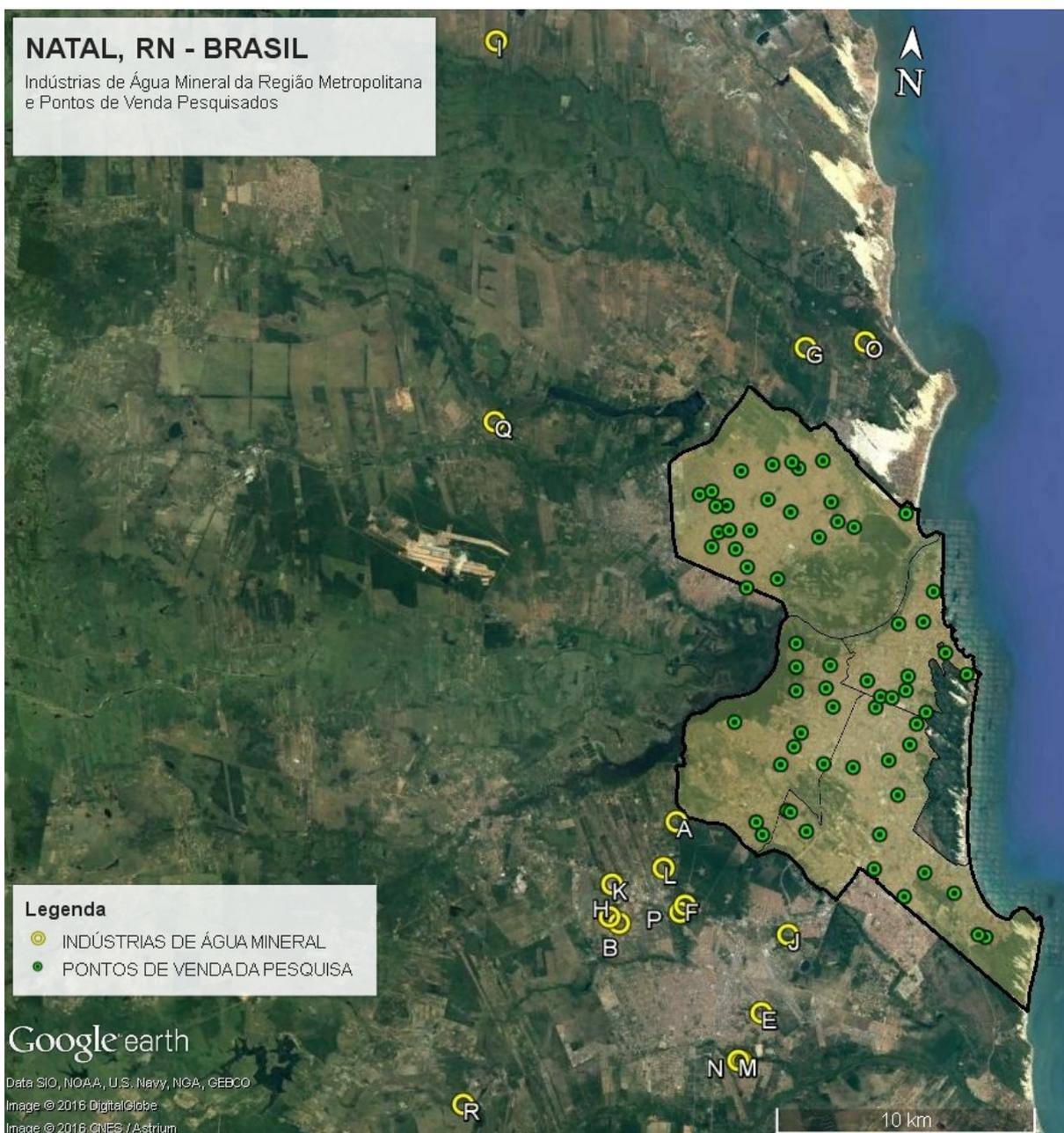


Figura 3.1: Limites do Município de Natal, pontos de coletas de amostras e indústrias de água mineral.
Fonte: Elaboração própria/SUVISA-RN/DNPM (Cadastro Mineiro)/Google Earth Pro.V. 7.1.5.1557

A observação do modo de estocagem dos garrafões nos pontos de venda teve como objetivo a observação das “boas práticas para a comercialização de água mineral” contidas na já citada RDC ANVISA nº 173/2006, mais precisamente no seu item 4.9.4 que define que a água mineral natural ou a água natural envasada vendida exclusivamente em estabelecimentos comerciais de alimentos ou bebidas, deve ser protegida da incidência direta da luz solar e mantida sobre paletes ou prateleiras, em local limpo, seco, arejado e reservado para esse fim. O gráfico da **Figura 3.2** mostra a situação encontrada.

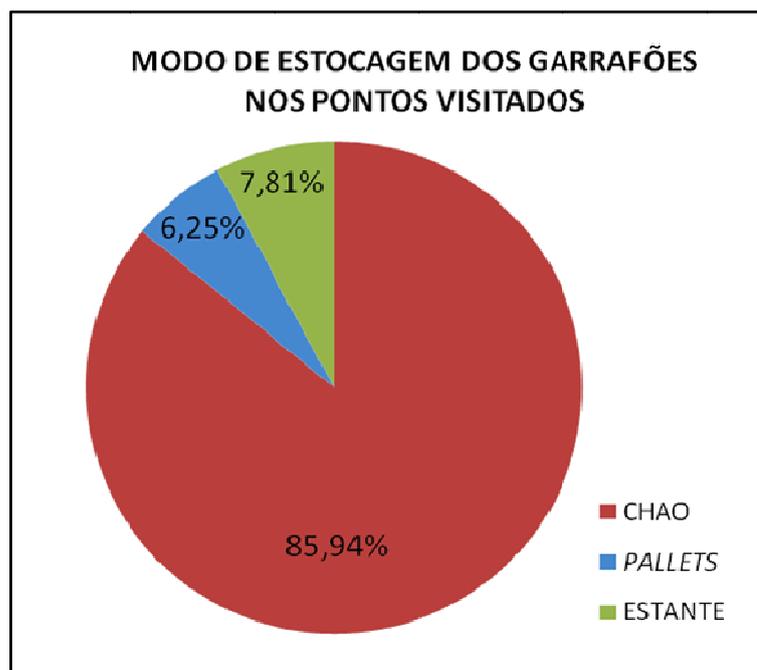


Figura 3.2: Percentuais das amostras conforme modo de estocagem no ponto comercial visitado.

3.3 Análises de laboratório

Os quatro indicadores de contaminação escolhidos, sendo um físico-químico (Nitrato) e três microbiológicos (Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e *Pseudomonas aeruginosa*) apresentaram os resultados contidos na **Tabela 3.2**. A associação desta tabela com a anterior permitiu a realização de verificações estatísticas na busca de correlação entre as suas respectivas variáveis.

Das marcas analisadas, 75% (12 do total de 16) apresentaram problemas de contaminação microbiológica, o que nos permitiu descartar, logo de início, a hipótese de que, nesta fase da cadeia produtiva, a contaminação esteja diretamente relacionada a uma marca específica. Os testes de correlação e associação serão abordados mais adiante, nas análises estatísticas, juntamente com as demais informações da **Tabela 3.1**.

Tabela 3.2: Resultados – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

AMOSTRA	MARCA	REGIÃO	PARÂMETROS DAS ANÁLISES DE LABORATÓRIO			
			NITRATO (mg/L)	COLIFORMES TOTAIS (NMP/100mL)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100mL)	PSEUDOMONAS AERUGINOSA (UFC/100mL)
1	N	Sul	2,61	< 1,1	< 1,1	< 1,0
2	B	Sul	0,65	< 1,1	< 1,1	< 1,0
3	N	Sul	2,52	21,87	< 1,1	2,00
4	H	Sul	0,62	< 1,1	< 1,1	< 1,0
5	N	Sul	2,56	1,10	< 1,1	< 1,0
6	K	Sul	0,41	> 23	< 1,1	< 1,0
7	P	Sul	0,32	2,20	< 1,1	< 1,0
8	B	Sul	0,64	< 1,1	< 1,1	< 1,0
9	K	Sul	0,33	< 1,1	< 1,1	< 1,0
10	A	Sul	0,63	< 1,1	< 1,1	< 1,0
11	A	Leste	0,28	< 1,1	< 1,1	< 1,0
12	F	Leste	1,12	< 1,1	< 1,1	< 1,0
13	E	Leste	8,40	< 1,1	< 1,1	< 1,0
14	R	Leste	0,45	12,00	5,10	< 1,0
15	P	Leste	0,30	1,10	< 1,1	< 1,0
16	L	Leste	0,95	< 1,1	< 1,1	< 1,0
17	K	Leste	0,46	5,10	< 1,1	< 1,0
18	M	Leste	2,84	12,00	< 1,1	< 1,0
19	P	Leste	0,27	1,10	< 1,1	< 1,0
20	B	Leste	0,81	16,00	12,00	< 1,0
21	A	Oeste	0,52	1,10	< 1,1	< 1,0
22	H	Oeste	0,05	< 1,1	< 1,1	< 1,0
23	K	Oeste	0,42	< 1,1	< 1,1	< 1,0
24	L	Oeste	0,00	1,10	< 1,1	< 1,0
25	F	Oeste	1,06	< 1,1	< 1,1	< 1,0
26	B	Oeste	0,69	< 1,1	< 1,1	< 1,0
27	F	Oeste	1,16	5,10	< 1,1	< 1,0
28	K	Oeste	0,38	12,00	< 1,1	< 1,0
29	L	Oeste	0,91	5,10	< 1,1	< 1,0
30	L	Oeste	0,94	< 1,1	< 1,1	< 1,0
31	O	Norte	0,40	1,10	< 1,1	< 1,0
32	O	Norte	0,19	< 1,1	< 1,1	< 1,0
33	J	Norte	1,34	< 1,1	< 1,1	< 1,0
34	F	Norte	0,94	< 1,1	< 1,1	< 1,0
35	L	Norte	1,36	34,50	< 1,0	< 1,0
36	A	Norte	0,67	< 1,1	< 1,1	< 1,0
37	Q	Norte	1,25	1,10	< 1,1	< 1,0
38	B	Norte	0,63	< 1,1	< 1,1	< 1,0
39	L	Norte	0,91	238,20	< 1,0	< 1,0
40	L	Norte	0,97	< 1,1	< 1,1	< 1,0
41	N	Sul	2,88	< 1,1	< 1,1	< 1,0
42	M	Sul	2,55	< 1,1	< 1,1	< 1,0
43	P	Sul	0,30	< 1,1	< 1,1	< 1,0
44	N	Sul	2,78	1,00	< 1,1	< 1,0
45	N	Oeste	3,01	< 1,1	< 1,1	< 1,0
46	K	Sul	0,48	< 1,1	< 1,1	< 1,0
47	F	Sul	1,29	19,90	< 1,1	< 1,0
48	P	Oeste	0,29	< 1,1	< 1,1	< 1,0
49	L	Oeste	0,98	< 1,1	< 1,1	< 1,0
50	E	Leste	1,29	< 1,1	< 1,1	< 1,0
51	O	Norte	0,38	< 1,1	< 1,1	< 1,0
52	R	Norte	0,43	< 1,1	< 1,1	< 1,0
53	L	Norte	0,89	< 1,1	< 1,1	< 1,0
54	O	Norte	0,39	< 1,1	< 1,1	< 1,0
55	Q	Norte	1,25	< 1,1	< 1,1	< 1,0
56	Q	Norte	1,24	< 1,1	< 1,1	< 1,0
57	F	Norte	1,11	< 1,1	< 1,1	< 1,0
58	R	Norte	0,55	< 1,1	< 1,1	< 1,0
59	G	Norte	0,41	< 1,1	< 1,1	< 1,0
60	Q	Norte	1,32	< 1,1	< 1,1	< 1,0
61	O	Norte	0,41	< 1,1	< 1,1	< 1,0
62	L	Norte	0,99	< 1,1	< 1,1	< 1,0
63	O	Norte	0,45	2,00	< 1,1	< 1,0
64	I	Norte	0,29	< 1,1	< 1,1	< 1,0

A análise dos níveis do indicador físico-químico Nitrato expresso em fração de Nitrogênio (N-NO_3^-), objetivou suprir a ausência desta informação na maioria dos rótulos, bem como avaliar eventuais contaminações decorrentes da crescente pressão antrópica na Região Metropolitana de Natal e sua precária estrutura de esgotamento sanitário. No entanto, todas as amostras apresentaram níveis satisfatórios, para o padrão de potabilidade da RDC ANVISA nº 274/2005 (máximo permitido de 11,3 mg/L de N-NO_3^-), com leituras variando conforme o gráfico da **Figura 3.3**.

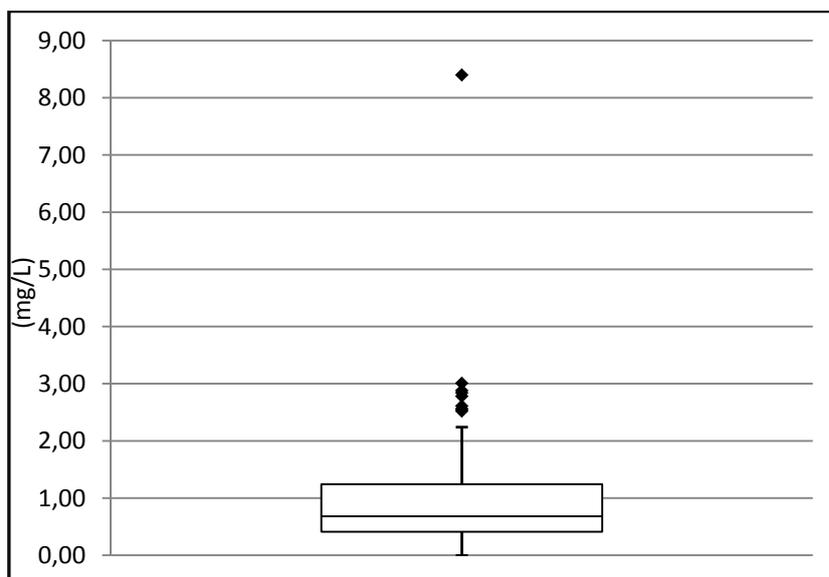


Figura 3.3: Níveis de Nitrato (N-NO_3^-) das amostras em mg/L

3.4 Verificações estatísticas

Considerando-se os limites para amostra indicativa constantes na RDC nº 275/2005, pode-se destacar dos dados da **Tabela 3.2** uma estimativa pontual de 32,8% de garrafões com a detecção de Coliformes Totais acima dos limites. A respectiva estimativa por intervalo, com um intervalo de confiança de 95% (**Eq. 01** e **Eq. 02**), resulta no intervalo de 21,0% a 44,6%.

No sentido de investigar possíveis fatores que pudessem estar influenciando na contaminação da águas minerais pesquisadas, foram realizados testes de correlação entre a variável “Coliformes totais” (medida em NMP/100mL) e as variáveis quantitativas; e testes de associação da variável “Coliformes totais” (igual a 0 se menor que 1,1 NMP/100mL; igual a 1 se maior ou igual a 1,1 NMP/100mL) e as variáveis qualitativas, representadas na **Tabela 3.1**. Os testes de correlação aplicados foram: **1)** Coliformes totais x Distância do ponto à indústria; **2)** Coliformes totais x Tempo de envase e **3)** Coliformes totais x Idade do garrafão. Nenhuma destas correlações apresentou significância estatística (*p-valores* iguais a 0,669, 0,120 e 0,937 respectivamente), assim como também os respectivos testes de associação entre Contaminação por Coliformes totais x Região Administrativa e Coliformes totais x Modo de Estocagem (*p-valores* iguais a 0,248, e 0,217 respectivamente). Com o resultado dos testes, não se pode afirmar que estes fatores estejam interferindo diretamente na qualidade da água dos garrafões.

4 CONCLUSÕES

Com o presente trabalho, conclui-se que:

- 32,81% ($\pm 11,8\%$) dos garrafões de 20L de água mineral natural vendidos no comércio varejista de Natal apresentam Coliformes Totais;
- Apenas 02 de 64 garrafões de 20L de água mineral natural vendidos no comércio varejista de Natal apresentam Coliformes Termotolerantes;
- Apenas 01 de 64 garrafões de 20L de água mineral natural vendidos no comércio varejista de Natal apresentam *pseudomonas aeruginosa*;
- Quanto às análises físico-químicas de Nitrato, todas as amostras apresentaram níveis satisfatórios, conforme a RDC ANVISA nº 274 de 22 de setembro de 2005;
- Dos comércios visitados, pelo menos 85,94% não observam as boas práticas para a comercialização de água mineral contidas na RDC ANVISA nº 173/2006, no que se refere ao modo de estocagem dos produtos.
- Nesta etapa da cadeia (comércio no varejo) não foram encontradas relações entre a contaminação por Coliformes Totais: marca; distância do ponto à indústria; tempo de envase; idade do garrafão; região administrativa municipal; modo de estocagem;
- Ao se confrontar os resultados encontrados por Maia (2015) - detecção de coliformes fecais (termotolerantes) em 38,3% ($\pm 9,5\%$) dos garrafões de 20 litros instalados nos domicílios de Natal -, com a presente constatação de Coliformes Termotolerantes em apenas 02 de 64 garrafões de 20L vendidos no comércio varejista da cidade, fica seguro afirmar que existe uma via importante de contaminação dentro das residências, durante a abertura dos garrafões e sua instalação nos equipamentos de água. Isto sugere problemas com a higienização, tanto nos garrafões (em suas partes externas), quanto nos *dispensers*.

5 REFERÊNCIAS

AHMED, W.; YUSUF, R.; HASAN, I.; ASHRAF, W.; GOONETILLEKE, A.; TOZE, S.; GARDNER, T. **Fecal indicators and bacterial pathogens in bottled water from Daka, Bangladesh**. Brazilian Journal of Microbiology. n. 44, v. 1, p. 97-103, 2013.

Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24159289>>. Acesso em 25 ago 2016.

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington, D.C., USA: APHA, AWWA and WEF, 2012.

BRAGA, Benedito *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice-hall, 2010.

BRASIL. **Decreto-Lei nº. 7.841, de 08 de agosto de 1945**. Código de Águas Minerais. Diário Oficial de União, Brasília, DF, 20 ago 1945. Seção 1.

_____. Ministério da Saude. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC ANVISA/MS nº. 274, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico Para Águas Envasadas e Gelo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set 2005. Seção 1.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez 1997b. Seção 1.

_____. **Lei nº. 9.782, de 26 de janeiro de 1999**. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 fev. 1999. Seção 1.

_____. Ministério da Saude. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC ANVISA/MS nº. 275, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico de Características Microbiológicas Para Água Mineral Natural e Água Natural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set 2005b. Seção 1.

_____. Ministério da Saude. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC ANVISA/MS nº. 173, de 13 de setembro de 2006**. 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 set 2006. Seção 1.

_____. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. **Lei nº 8.876, de 02 de maio de 1994**. Autoriza o Poder Executivo a instituir como Autarquia o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 mai 1994. Seção 1.

_____. **Lei nº 9.782, de 26 de janeiro 1999.** Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 jan 1999. Seção 1.

CLARKE, Robin; KING, Janet. **O atlas da água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta.** São Paulo: Publifolha, 2005.

DI PASQUALE, Simona; DE MEDICI, Dario. **Performance evaluation of an Italian reference method, the ISO reference method and a chromogenic rapid method for the detection of E. coli and coliforms in bottled water.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276106783_Performance_Evaluation_of_a_n_Italian_Reference_Method_the_ISO_Reference_Method_and_a_Chromogenic_Rapid_Method_for_the_Detection_of_E_coli_and_Coliforms_in_Bottled_Water. Publicação eletrônica em 12 abr 2015. Acesso em 25 ago 2016.

DIDUCH, Malwina; POLKOWSKA, Zaneta; NAMIESNICK, Jacek. **Factors affecting the quality of bottled water.** Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. n. 23, p. 111-119, 2013. Disponível em: <http://www.nature.com/jes/journal/v23/n2/full/jes2012101a.html>. Acesso em 25 ago 2016.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2014.** Coordenadores: Thiers Muniz Lima, Carlos Augusto Ramos Neves. Brasília: DNPM, 2014. 141 p.

_____. **Cadastro Mineiro.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/cadastro-mineiro>>. Acesso em 30 jun 2016.

FSAI (2008). **Microbiological safety and quality of bottled water.** 3rd National Microbiological Survey 2007 (07NS3) Disponível em: <[http://www.envirocentre.ie/includes/documents/FSAIreportbottled_water2008\[1\].pdf](http://www.envirocentre.ie/includes/documents/FSAIreportbottled_water2008[1].pdf)>. Acesso em 03 jul 2016.

FUNASA. Fundação Nacional de Saude. **Manual Prático de Análise de Água.** 4 ed. Brasília: FUNASA, 2013. 153 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em 10 jun 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2015.** IBGE/DPE/COPIS, 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_2015_TCU_20160712.pdf>. Acesso em 25 jun 2016.

_____. **Cidades@.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em 25 jun 2016.

MAIA, Fernanda Cunha. **Qual água beber: envasadas ou da torneira? o caso de Natal, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do

Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pos-Graduação em Engenharia Sanitária. Natal-RN, 2015. Disponível em:

<<https://sigaa.ufrn.br/sigaa/verProducao?idProducao=2945036&key=d915c1a7cb0e1a932991baca202f43c4>>. Acesso em 15 jun 2016.

MARCUSSEN, Helle; E. HOLM, Peter; HANSEN, Hans Chr.B. **Composition, Flavor, Chemical Foodsafety, and Consumer Preferences of Bottled Water**. Comprehensive Reviews in Food Science and FoodSafety. Vol.12, p. 333-352, 2013. Institute of Food Technologists, 2013.

Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12015/pdf>>. Acesso em 26 jun 2016.

MEDEIROS, Fernando Antonio Carneiro de. **Análise da cobertura vegetal em Natal: elementos para a sustentabilidade urbana**. Parque da Cidade em Revista. V.3, n.3, p. 24. Agosto de 2015. Disponível em:

<http://natal.rn.gov.br/semurb/revistas/edicoes/artigos/agosto2015/6_analise_cob_vegetal.pdf>. Acesso em 13 jul 2016.

MESTRINHO, Suely Schuartz Pacheco. **Qualidade e classificação das águas subterrâneas**. GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano (organizadores). **Águas subterrâneas e poços tubulares profundos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos 2013, p. 109-144.

PEREIRA, Marcelo Bandeira. **Avaliação de Políticas Públicas Para Arranjos Produtivos Locais: A eficácia da terceira edição do PROCOMPI no apoio ao APL de água mineral da Grande Natal**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Ciências Administrativas. Natal-RN, 2010. Disponível em: <http://www.natal.rn.gov.br/bvn/publicacoes/MarceloBP_%20DISSERT.pdf>. Acesso em: 15 abr 2015.

RODWAN Jr., J.G. **Bottled Water 2013: Sustaining Vitality, U.S and international developments and statistics**, in Bottled Water Reporter, Jul/Aug 2014, (p. 12-22). IBWA, International Bottled Water Association. Disponível em: <http://issuu.com/ibwa/docs/bwr_julyaug2014>. Acesso em 28 abr 2015.

ROQUETTE, Renata Paes Leme. **Análise do Mercado Consumidor de Água Mineral no Brasil**. Fundação Getulio Vargas. Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Relatório de Pesquisa. São Paulo: 2012. Disponível em: <http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/analise_do_mercado_consumidor_de_agua_mineral_no_brasil.pdf>. Acesso em 10 abr 2015.

SEMURB. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal (RN). **Anuário Natal 2014**. Natal (RN): SEMURB, 2014.

SGM. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral; BIRD. Banco Mundial Para a Reconstrução e Desenvolvimento. **Relatório Técnico 57 – Perfil da Água Mineral**. Brasília: 2009. Disponível em:

<<http://pt.scribd.com/doc/111982014/Perfil-Da-Agua-Mineral-2009#scribd>>. Acesso em 25 abr 2015.

SILVEIRA DA ROSA, Sergio Eduardo; COSENZA, José Paulo; LEÃO, Luciana Teixeira de Souza. **Panorama do setor de bebidas no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23, p. 101-150, mar. 2006. Disponível em:

<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2607/1/BS%2023%20Panorama%20do%20Setor%20de%20Bebidas%20no%20Brasil_P.pdf>. Acesso em 10 abr 2015.

UMBUZEIRO, Gisela de Aragão (coord.). **Guia de Potabilidade para Substâncias Químicas**. São Paulo: ABES, 2012.

WILLIAMS, Ashley R.; BAIN, Robert E. S.; FISHER, Michael B.; CRONK, Ryan; KELLY, Emma R.; BARTRAM, Jamie. **A systematic review and meta-analysis of Fecal Contamination and inadequate treatment of packaged water**. PLoS ONE, 27 out 2015. Disponível em:

<<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0140899>>. Acesso em 25 ago 2016.

ZAMBERLAN DA SILVA, Marie Eliza; SANTANA, Rosangela Getirana; GUILHERMETTI, Marcio; CAMARGO FILHO, Ivens; ENDO, Eliana Harue; NAKAMURA, Tânia Ueda; NAKAMURA Celso Vataru; DIAS FILHO, Benedito Prado. **Comparison of the bacteriological quality of tap water and bottled mineral water**. International Journal of Hygiene and Environmental Health. n. 211, p. 504-509, 2008. Disponível em:

<http://www.academia.edu/download/46157960/Comparison_of_the_bacteriological_qualit20160602-3406-1gfhr86.pdf>. Acesso em 04/07/2016.