

Avaliação das condições dos indicadores microbiológicos de balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas - RJ.

Camilla Rodrigues de Oliveira^{1*}
Luciana Contador¹

¹ Universidade Santa Úrsula, Núcleo de Biologia, Laboratório de Microbiologia e Genômica. Rua Fernando Ferrari, 75 - Botafogo, CEP 22231-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*e-mail :camillaoliveira@gmail.com

RESUMO

A Lagoa Rodrigo de Freitas é um ecossistema localizado em uma zona Urbana, cercada pelos bairros do Leblon, Ipanema, Humaitá, Lagoa e Jardim Botânico e pelas praias do Leblon e Ipanema no estado do Rio de Janeiro, Brasil. A alta atividade urbana nas águas da Lagoa e a sua volta, faz com que ocorra um processo de degradação em suas águas. Sendo assim, o objetivo do trabalho é avaliar a qualidade microbiológica da água em diferentes pontos da Lagoa Rodrigo de Freitas. Foi feito um monitoramento da quantificação de bactérias aeróbicas heterotróficas e de coliformes termotolerantes presentes na massa d'água da LRF, adquiridos no período de três dias consecutivos em dois horários em dois pontos fixos do mês de maio de 2015. Os resultados mostram que a maior quantidade de Bactéria Aeróbica Heterotrófica foi de $>2,4 \times 10^{12}$ NMP/100mL nos pontos A3, B3 e B4, enquanto a menor quantidade foi de $4,6 \times 10^4$ NMP/100mL no ponto A4. A maior quantidade de coliformes termotolerantes foi de $> 2,4 \times 10^8$ NMP/100mL no ponto A3 e de menor quantidade foi 9×10^2 NMP/100mL no ponto B6. Foi percebida uma alteração na quantidade de microrganismos, quando comparado com trabalhos anteriores.

Palavras-chave: Lagoa Rodrigo de Freitas, bactérias aeróbicas heterotróficas, coliformes termotolerantes, qualidade da água, balneabilidade.

ABSTRACT

The Rodrigo de Freitas Lagoon is an ecosystem located in highly urbanized area, surrounded by neighborhoods of Leblon, Ipanema, Humaita, Lagoa and Jardim Botânico and the beaches of Leblon and Ipanema in the state of Rio de Janeiro, Brazil. The intense urbanization leads environmental degradation and after quality impairment. The aim of this work was to evaluate the microbiological quality of water in different areas of Rodrigo de Freitas Lagoon. Aerobic heterotrophic bacteria and thermotolerant coliforms were evaluated in sub-surface water samples collected at two different sites, during two different hours of the day, throughout three consecutive days. The results show that the highest Aerobic Heterotrophic Bacteria abundance ($>2.4 \times 10^{12}$ MPN/100mL) was recorded at stations A3, B3 and B4, and the lowest ($4,6 \times 10^4$ NMP/100mL) at station A4. With respect to thermotolerant coliforms, the highest counts were $>2.4 \times 10^8$ MPN/100mL at station A3 and lowest counts were 9×10^2 NMP/100mL 100mL at station B6. A comparison with previous data indicates an increase of the microorganisms surveyed at Rodrigo de Freitas Lagoon.

Keywords: Rorigo de Freitas Lagoon, heterotrophic aerobic bacteria, thermotolerant coliforms; water quality, balneabilidade.

INTRODUÇÃO

A Lagoa Rodrigo de Freitas (LRF), cercada pela zona urbana, é conhecida pela prática de esportes, como canoagem, remo, ciclismo, corrida, recreação com skates e patins, entre outros (Rio-Tur/Prefeitura do Rio de Janeiro, 2010). A mesma recebe aporte de águas pluviais ricas em matéria orgânica e sedimentos e, apesar de ter sido declarada Área de Preservação Permanente (APP) e dos inúmeros projetos que visam sanear suas águas, estudos indicam que ela continua recebendo aporte de esgoto (Lutterbach et al. 2001; Gonzalez et al. 2010; Van Weerelt et al. 2012). Mesmo havendo a ligação da lagoa com o mar através de dois canais, a renovação da água é ineficiente, o que a levou a um estado de eutrofização (Andreato, 2008).

A presença de peixes juvenis indica que a Lagoa Rodrigo de Freitas também é local de crescimento, reprodução e desova de peixes (Marca e Andreato, 2008). Entretanto, esta sofre com eventos periódicos de mortandade dos mesmos. Embora não haja consenso sobre as causas da mortandade, a teoria mais aceita é de que isso ocorra devido à baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água. O aporte de esgoto na Lagoa torna sua água um veículo de transmissão de doenças infecciosas causadas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos (Who, 2004).

Os coliformes termotolerantes, subgrupo dos coliformes totais representados principalmente pela espécie *Escherichia coli*, têm sido extensivamente utilizados no monitoramento da qualidade de águas, em acordo com as resoluções CONAMA 274/2000 e 357/2005. São considerados os mais específicos indicadores de qualidade de águas destinadas à potabilidade e balneabilidade (López-Pila e Szewzyk, 2000; Youn-Joo et al. 2002).

Apesar dos projetos de despoluição, as águas da LRF continuam impróprias para banho e para práticas de contato secundário (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2015). Todavia, é essencial que haja a identificação das principais fontes de esgoto doméstico. A localização de fontes poluidoras pode ser investigada através da variação espaço temporal da qualidade microbiológica da água da lagoa. Espera-se encontrar uma maior concentração de coliformes termotolerantes de acordo com a proximidade das fontes poluidoras e dos horários de maior aporte de efluentes.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a variação espaço temporal da qualidade microbiológica da água na Lagoa Rodrigo de Freitas.

Área de estudo

A região de estudo localiza-se no estado do Rio de Janeiro, no município do Rio de Janeiro na região sul, na Lagoa Rodrigo de Freitas, localizada nas latitudes 22° 58' 24.21" e longitudes 43° 12' 40.09", entre os bairros da Lagoa, Ipanema e Leblon (Figura 1).

A Lagoa Rodrigues de Freitas é um ecossistema de laguna costeira e possui 24 km² de extensão e profundidade de 2,8m (FEEMA, 2006). A Lagoa possui uma vegetação arbórea ao entorno e grande variação de fauna, tanto ao entorno da Lagoa, como em suas águas.

Foram estabelecidos 2 pontos de coleta no entorno da Lagoa, localizados próximo ao Clube Naval Piraquê e no Canal do Jardim de Alah (Figura 1).

Depois da coleta o material foi levado ao Laboratório de Microbiologia e Genômica, localizado na Universidade Santa Úrsula.



Figura 1: Mapa da Lagoa Rodrigo de Freitas com os pontos de coleta. Ponto A, próximo ao clube Naval Piraquê e ponto B, próximo ao canal Jardim de Alah.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta

As amostras foram coletadas ao longo de três dias consecutivos, nos horários de 6 horas da manhã e às 12 horas, em dois pontos da Lagoa Rodrigo de Freitas. As amostras de 500mL de água subsuperficial (0,5m) foram coletadas em frascos estéreis e mantidas sob refrigeração até análise em laboratório no prazo máximo de 4 horas. Foram coletadas 12 amostras na Lagoa Rodrigo de Freitas, identificadas de acordo com a tabela 1. As seguintes análises microbiológicas foram realizadas: bactérias heterotróficas cultiváveis e coliformes termotolerantes.

Tabela 1: Identificação dos pontos da coleta.

| Amostras | Pontos de Coleta | Datas | Horas |
|----------|------------------|------------|----------|
| A1 | Piraquê | 11/05/2015 | 6 horas |
| B1 | Jardim de Alah | 11/05/2015 | 6 horas |
| A2 | Piraquê | 11/05/2015 | 12 horas |
| B2 | Jardim de Alah | 11/05/2015 | 12 horas |
| A3 | Piraquê | 12/05/2015 | 6 horas |
| B3 | Jardim de Alah | 12/05/2015 | 6 horas |
| A4 | Piraquê | 12/05/2015 | 12 horas |
| B4 | Jardim de Alah | 12/05/2015 | 12 horas |
| A5 | Piraquê | 13/05/2015 | 6 horas |
| B5 | Jardim de Alah | 13/05/2015 | 6 horas |
| A6 | Piraquê | 13/05/2015 | 12 horas |
| B6 | Jardim de Alah | 13/05/2015 | 12 horas |

Análises

Dados de temperatura do ar, força e direção do vento, pluviosidade, abertura de comportas e nível da Lagoa foram obtidos através dos Boletins de Gestão Ambiental do Sistema da Lagoa Rodrigo de Freitas (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2015).

A salinidade da Lagoa Rodrigo de Freitas foi medida com um Refratômetro (RTS-101ATC, Instrutherm) nos 3 dias e nos dois horários de cada ponto da coleta.

As bactérias heterotróficas cultiváveis e coliformes termotolerantes, foram quantificadas pela técnica convencional dos tubos múltiplos empregando metodologias padrões (CONAMA, 2000; APHA, 2005; CONAMA, 2005).

As análises de coliformes termotolerantes e bactérias aeróbicas heterotróficas cultiváveis foram realizadas a partir das amostras e de diluições decimais das mesmas. As diluições foram preparadas através da transferência de 1mL da amostra coletada em 9mL de solução salina (NaCl) estéril (10^{-1}). A partir da primeira diluição, foram realizadas diluições decimais sucessivas. Para coliformes termotolerantes foram realizadas diluições até 10^{-4} e para bactérias heterotróficas cultiváveis diluições até 10^{-8} , pois por ser um meio menos específico, era estimado que crescessem mais bactérias heterotróficas.

A análise de coliformes termotolerantes foi realizada em duas etapas. Para a etapa presuntiva, a amostra e diluições foram inoculadas em triplicata em Caldo Lauril Sulfato (K25-610085, KASVI[®]), incubadas a 35°C por 24 a 48 horas. Para a etapa confirmatória, alíquotas dos tubos positivos da etapa presuntiva foram inoculadas em Caldo EC (K25-610063, KASVI[®]), com incubação a 44,5°C por 24 horas. Foram considerados positivos os tubos com turbidez e produção de gás.

Para a análise de bactérias aeróbicas heterotróficas cultiváveis foi utilizado o Caldo Nutriente (K25-610037, KASVI[®]), as amostras foram inoculadas em triplicata e incubadas a 25°C por 24 a 48 horas. Tubos turvos foram considerados positivos.

Os resultados das análises microbiológicas foram expressos em número mais provável em 100mililitros (NMP/100mL), através de cálculo utilizando tabela específica para a metodologia de tubos múltiplos (APHA, 2005).

Os dados obtidos foram normalizados através de transformação logarítmica e a variação espacial e temporal foi analisada por teste *t* (Student, 1908), com nível de confiança de 95%.

RESULTADOS

Variações Climáticas

Nos três dias de coleta na Lagoa Rodrigo de Freitas, houve variação de temperatura, fortes ventos, aumento da pluviosidade na Lagoa e abertura da comporta do Jardim de Alah. Apesar das chuvas, o nível da Lagoa permaneceu abaixo dos valores definidos para atenção e alerta (Tabela 2 e Figura 2).

Tabela 2: Dados de temperatura, pluviosidade e composta da Lagoa Rodrigo de Freitas (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2015).

| | 11/05/2015 | 12/05/2015 | 13/05/2015 |
|--------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| Temperatura | 22°C – 29,6°C | 20,3°C – 28,5°C | 21,1°C – 28,5°C |
| Pluviosidade | Acumulo de 0,60mm | Acumulo de 2,00mm | Acumulo de 1,00mm |
| Comporta | Fechada | Aberta, maré entrando. | Aberta, sem fluxo. |

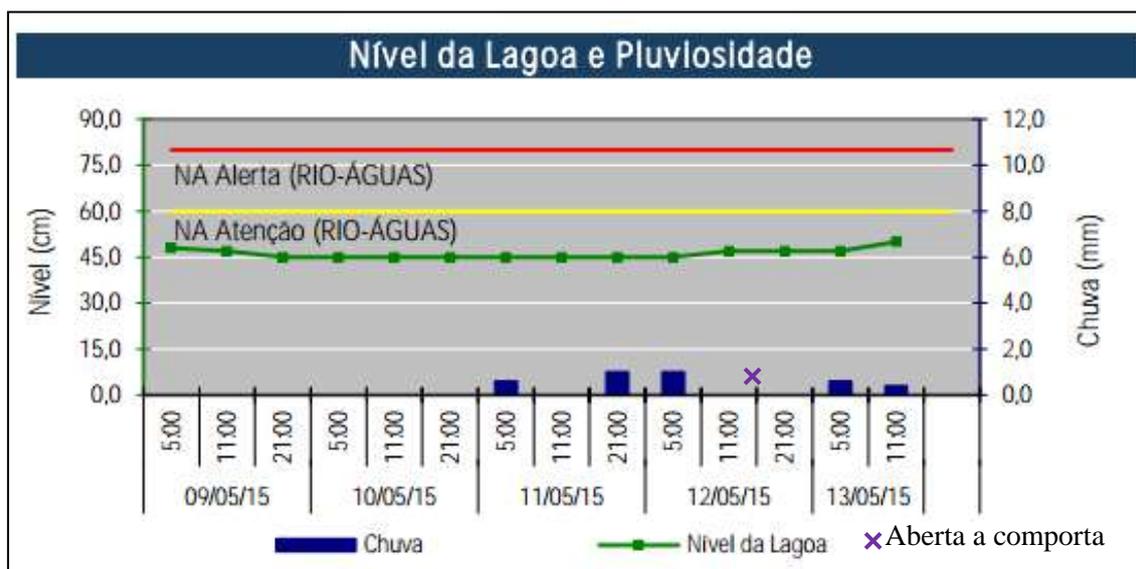


Figura 2: Dados de chuva, nível da Lagoa e Abertura da Comporta da Lagoa Rodrigo de Freitas (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2015).

Análises Microbiológicas

As amostras realizadas no ponto A (Clube Naval Piraguê) apresentaram elevadas concentrações de bactérias aeróbicas heterotróficas e de coliformes termotolerantes (Tabela 3).

Tabela 3: Resultado da quantificação das bactérias aeróbicas heterotróficas e coliformes termotolerantes no Ponto A.

| | Bactérias Aeróbicas Heterotróficas | Coliformes Termotolerantes |
|----|------------------------------------|----------------------------|
| A1 | $> 2,4 \times 10^{10}$ | $4,6 \times 10^5$ |
| A2 | $2,9 \times 10^8$ | $1,5 \times 10^4$ |
| A3 | $> 2,4 \times 10^{12}$ | $> 2,4 \times 10^8$ |
| A4 | $4,6 \times 10^4$ | 4×10^6 |
| A5 | $2,9 \times 10^{11}$ | $1,1 \times 10^8$ |
| A6 | $9,3 \times 10^7$ | $9,3 \times 10^3$ |

Todas as amostras coletadas no ponto A apresentaram concentrações de Coliformes Termotolerantes acima dos limites determinados pela Resolução CONAMA. A qualidade da água manteve-se imprópria para contato primário e secundário durante todo o período de coleta (Tabela 4).

Tabela 4: Resolução CONAMA para contato primário e secundário.

| | Contato Primário | Contato Secundário |
|--------------|--------------------|--------------------|
| Excelente | $2,5 \times 10^2$ | $2,5 \times 10^2$ |
| Muito Boa | 5×10^2 | 5×10^2 |
| Satisfatória | 1×10^3 | 1×10^3 |
| Imprópria | $>2,5 \times 10^3$ | $>2,5 \times 10^3$ |

Em quase todas as amostras deste ponto, a quantidade de bactérias aeróbicas foi superiora de coliformes termotolerantes, com exceção da amostra A4. As amostras A1,

A2, A3, A5 e A6 apresentaram concentrações de bactérias aeróbicas superiores a 10^8 NMP/100mL e de 10^4 a 10^8 NMP/100mL para os coliformes termotolerantes (Figura 3).

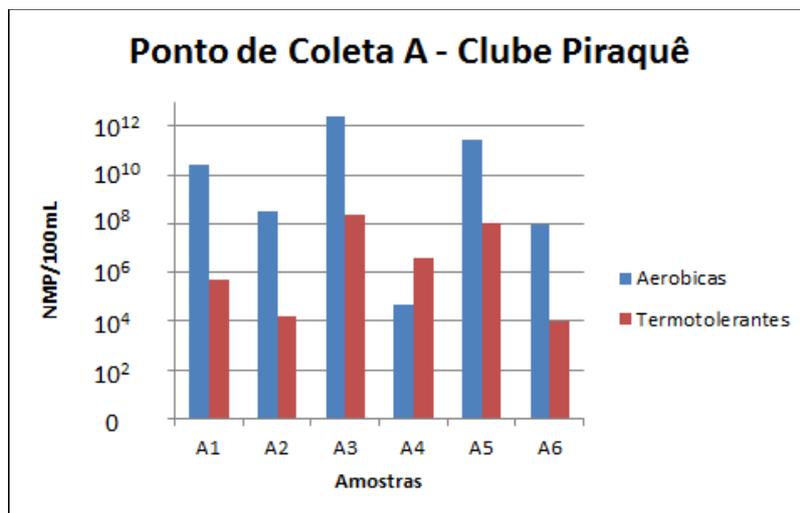


Figura 3: Resultados da quantificação microbiológica das amostras do ponto de coleta A (Clube Piraquê).

O ponto de coleta B (Jardim de Alah) também apresentou uma elevada carga microbiana para ambos os grupos de microrganismos analisados (Tabela 5).

Tabela 5: Resultado da quantificação das bactérias aeróbicas heterotróficas e coliformes termotolerantes no Ponto B.

| | Bactérias Aeróbicas Heterotróficas | Coliformes Termotolerantes |
|----|------------------------------------|----------------------------|
| B1 | $> 2,4 \times 10^{10}$ | 2×10^5 |
| B2 | $> 2,4 \times 10^{10}$ | 6×10^5 |
| B3 | $> 2,4 \times 10^{12}$ | 4×10^5 |
| B4 | $> 2,4 \times 10^{12}$ | $4,6 \times 10^4$ |
| B5 | $7,5 \times 10^7$ | 9×10^2 |
| B6 | 9×10^6 | $4,3 \times 10^3$ |

Com exceção da amostra coletada na manhã do dia 13 de maio (B5), todas as amostras apresentaram concentrações de coliformes termotolerantes acima dos limites determinados pela Resolução CONAMA; classificando a água como imprópria para contatos primário e secundário. A concentração de coliformes termotolerantes observada na amostra B5 está dentro dos limites de classificação satisfatória para balneabilidade.

A quantidade de Bactérias aeróbicas em todas as coletas foi superior à de coliformes termotolerantes, diferentemente do ponto A. Em todas as amostras deste ponto foram observadas concentrações superiores a 9×10^6 NMP/100mL de bactérias aeróbicas, e coliformes termotolerantes variando de 9×10^2 a 6×10^5 (Figura 4).

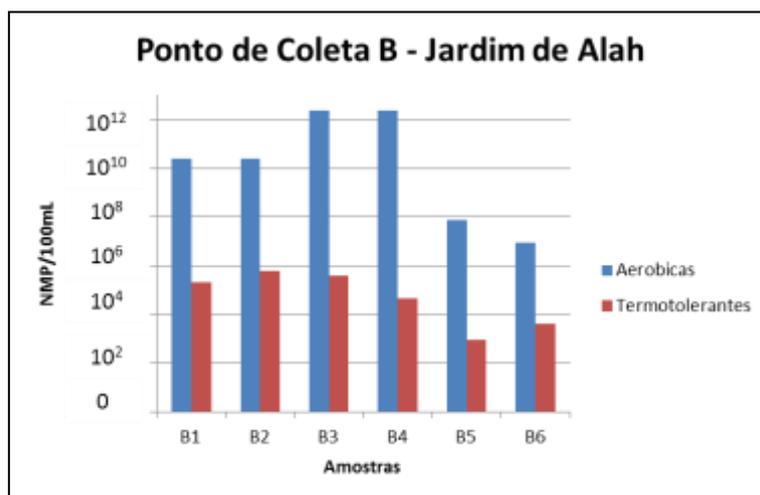


Figura 4: Resultados da quantificação microbiológica das amostras do ponto de coleta B (Jardim de Alah).

A comparação entre a quantificação das Bactérias aeróbicas heterotróficas no ponto A e no ponto B, nas 12 coletas, indica uma variação da abundância nos pontos (Figura 5).

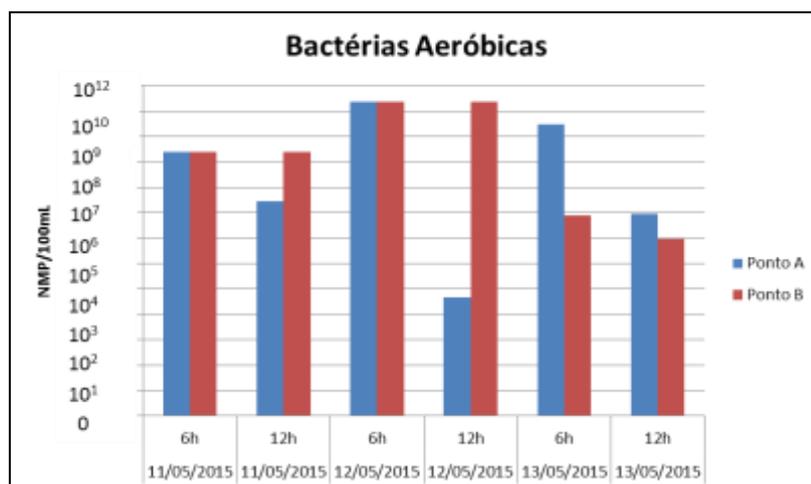


Figura 5: Resultados da quantificação microbiológica das Bactérias aeróbicas heterotróficas no ponto A e no ponto B.

Em comparação ao ponto B, o ponto A apresentou maior concentrações de Coliformes Termotolerantes (Figura 6), com exceção da coleta de 12h no dia 11/05.

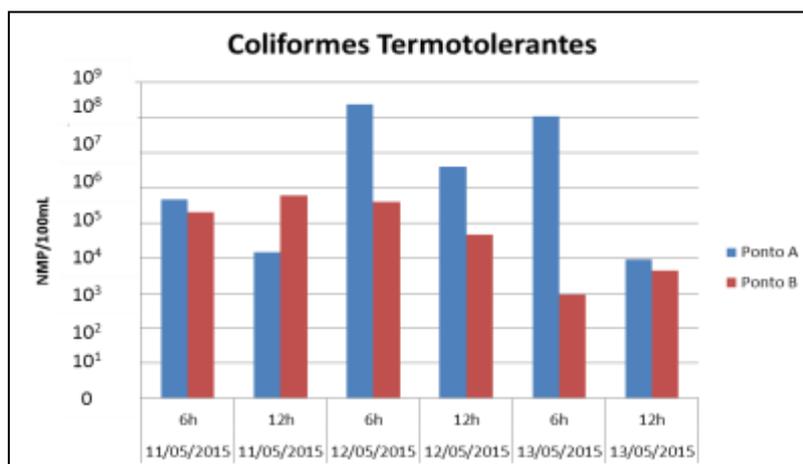


Figura 6: Resultados da quantificação microbiológica de Coliformes Termotolerantes no ponto A e no ponto B.

Análises Estatísticas

Os dados microbiológicos obtidos foram utilizados para a análise de distribuição espacial e temporal na Lagoa.

Foi observada uma diferença significativa entre os dois horários de coleta, às 6 horas e às 12 horas em relação às concentrações de microrganismos, quando os dados de Bactérias aeróbicas heterotróficas e Coliformes Termotolerantes foram reunidos (Tabela 6).

Tabela 6: Análise das variações de Bactérias Aeróbicas Heterotróficas e Coliformes Termotolerantes em função do horário de coleta (6h e 12h) pelo teste *t* (Student). *t* = valor do teste; *p* = probabilidade; *n* = número amostral, * = diferença significativa.

| | Bactérias aeróbicas heterotróficas | Coliformes Termotolerantes | Bactérias aeróbicas heterotróficas e Coliformes Termotolerantes |
|----------|------------------------------------|----------------------------|---|
| <i>t</i> | 1,95 | 1,67 | 2,56 |
| <i>p</i> | 0,109 | 0,155 | 0,026* |
| <i>n</i> | 12 | 12 | 24 |

Não foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as comparações de coleta do Ponto A e do Ponto B (Tabela 7).

Tabela 7: Análise das variações de Bactérias Aeróbicas Heterotróficas e Coliformes Termotolerantes em função do ponto de coleta (A e B) pelo teste *t* (Student). *t* = valor do teste; *p* = probabilidade; *n* = número amostral.

| | Bactérias aeróbicas heterotróficas | Coliformes Termotolerantes | Bactérias aeróbicas heterotróficas e Coliformes Termotolerantes |
|----------|------------------------------------|----------------------------|---|
| <i>t</i> | 0,54 | 1,56 | 0,34 |
| <i>p</i> | 0,614 | 0,179 | 0,738 |
| <i>n</i> | 12 | 12 | 24 |

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A Lagoa Rodrigo de Freitas (LRF) apresentou em todas as coletas, classificação de água salobra, de acordo com as normas da resolução CONAMA 274/2000 e 357/2005.

Foram observadas elevadas concentrações de bactérias aeróbicas heterotróficas, sobretudo nas amostras coletadas às 6 horas da manhã. Estes valores representam um aumento em relação a estudos prévios, que já haviam encontrado valores muito altos para estes microrganismos (Lutterbach et al. 2001; Gonzalez et al. 2006). Altas concentrações de bactérias aeróbicas heterotróficas indicam a poluição orgânica no ambiente (Kolm et al. 1997).

A quantificação de coliformes termotolerantes foi superior às observadas anteriormente na LRF, que já apresentavam nível acima dos padrões do CONAMA (Lutterbach et al. 2001; Gonzalez et al. 2006; Van Weerelt et al. 2012). Os elevados níveis de coliformes termotolerantes confirmam o aporte de esgoto doméstico nas águas da LRF.

De acordo com os boletins diários, que foram publicados referentes aos dias de coleta microbiológica, do presente trabalho, realizada na LRF, pela Prefeitura do Rio de Janeiro (2015), as águas da Lagoa Rodrigo de Freitas estariam próprias para o contato secundário. Contrariando os dados do presente trabalho que indicavam que as águas da Lagoa Rodrigo de Freitas estão impróprias para contato primário e secundário.

O número de microrganismos presentes nos pontos de coletas, se mantem muito próximo, igual ao que ocorreu em Gonzalez et al. (2010), não ocorrendo uma variação espacial entre eles. O que não aconteceu em van Weerelt et al. (2012), que observou uma variação espacial entre pontos de coleta na LRF. A distribuição espacial de microrganismos na LRF deve ser influenciada por inúmeros fatores, como vento, chuva, correntes e abertura dos canais e precisa ser mais investigada.

A distribuição temporal encontrada neste estudo, com diferenças significativas entre as coletas de 6 horas e de 12 horas, corrobora os resultados prévios (Van Weerelt et al. 2012). A variação nas condições microbiológicas ao longo do dia pode indicar horários de maior aporte de matéria orgânica proveniente de esgoto doméstico.

As coletas deste estudo coincidiram com período de chuva, fortes ventos e a abertura do Canal do Jardim de Alah, que estava fechado há vários meses. São muitas as variáveis que influenciam a qualidade das águas na LRF. Há necessidade de novas coletas para a avaliação da dinâmica dos dados microbiológicos da Lagoa Rodrigo de Freitas. Gonzalez et al. (2006) observou altas concentrações de microrganismos patogênicos, que podem ser incluídos nas análises das próximas coletas. Quando a comporta do Canal do Jardim de Alah é aberta para a troca de água com o mar, as águas da Lagoa influenciam a qualidade das águas do mar (Van Weerelt et al. 2012). Como resultado, as águas da Lagoa podem ter impacto na balneabilidade das praias de Ipanema e Leblon.

Sendo assim, os resultados deste trabalho demonstraram que para o período analisado, as águas da Lagoa Rodrigo de Freitas estavam impróprias para o contato primário e secundário, diferente do que foi apresentado pela Prefeitura do Rio de Janeiro. A LRF recebe um grande aporte de esgoto em suas águas, o que pode ser comprovado pelo elevado nível de Coliformes Termotolerantes e Bactérias Aeróbicas Heterotróficas nas análises, como constatado anteriormente (Lutterbach et al. 2001; Gonzalez et al. 2006; Gonzalez et al. 2010; Van Weerelt et al. 2012). Nas atuais condições microbiológicas, a LRF não deve ser utilizada para prática de esportes e atividades de lazer. O que se torna algo muito crítico, já que a Lagoa Rodrigo de Freitas

será um dos centros, das modalidades esportivas, nas Olimpíadas do Rio de Janeiro em 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio do clube Piraquê, em especial ao Comandante Viveiros; à Colônia de pescadores Z13 da Lagoa, Pedro Marins e Alexandre de Oliveira, que possibilitaram as coletas e à Universidade Santa Úrsula, que concedeu uma bolsa para este projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreata JV. Lagoa Rodrigo de Freitas, síntese histórica e ecológica. Rio de Janeiro: Universidade Santa Úrsula; 2008.
- APHA, AWWA e WEF. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: APHA; 2005. Section 9221.
- Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 274 de 29 de novembro de 2000. Critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da República Federativa do Brasil 25 Jan 2001; Seção 1.
- Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil 18 Març 2005; págs. 58-63.
- Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA). Lagoa Rodrigo de Freitas: diagnóstico de qualidade de água. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano; 2006.
- Gonzalez AM, Paranhos R, Lutterbach MS. Heterotrophic Bacteria Abundances in Rodrigo de Freitas Lagoon (Rio De Janeiro, Brazil). Braz J Microbiol 2006; 37:428-433.
- Gonzalez AM, Paranhos R, Lutterbach MS. Relationships between fecal indicators and pathogenic microorganisms in a tropical lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. Environ Monit Assess 2010; 164: 207-219.
- Kolm HE, Giamberardino Filho RE, Kormann MC. Spatial distribution and temporal variability of heterotrophic bacteria in the sediments of Paranaguá and Antonia Bays, Paraná, Brazil. Rev Microbiol 1997; 28: 230-238.
- López-Pila JM, Szewzyk R. Estimating the infection risk in recreational waters from the faecal indicator concentration and from the ratio between pathogens and indicators. Water Res 2000; 34: 4195-4200.
- Lutterbach MTS, Vasquez JC, Pinet JA, Andreata JV, da Silva AC. Monitoring and spatial distribution of heterotrophic bacteria and fecal coliforms in the Rodrigo de Freitas Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. Braz Arch Biol Techn 2001; 44:7-13.
- Marca AG, Andreata JV. Estrutura da comunidade de peixes da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, síntese histórica e ecológica. Rio de Janeiro: Ed. Andreata J.V. USU; 2008.
- Rio de Janeiro (2015). Gestão da Lagoa Rodrigo de Freitas. [acesso em 27 mai 2015]. Disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/gestao-da-lagoa-rodrigo-de-freitas>
- Rio-tur/Prefeitura do Rio de Janeiro (2010). Lagoa Rodrigo de Freitas. [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/riotur/pt/atracao/?CodAtr=1434>
- Student. The probable error of a mean. Biometrika 1908; 6:1-25.
- Van Weerelt MDM, Signori CN, Enrich-Prast A. Balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas: variação temporal e espacial. Oecologia Australis 2012; 16: 566-580.

World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking-water: Recommendation. Geneva: World Health Organization; 2004.

Youn-joo AN, Kampbell DH, Breidenbach GP. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at marinas. Environm Poll 2002; 120: 771- 778.