

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO E OPERACIONAL

3.1. TÉCNICA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em duas partes:

- ✓ Um levantamento bibliográfico, que perdurou durante toda a pesquisa, e baseou-se em trabalhos técnico-científicos publicados, livros pertinentes ao assunto, como o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, e instrumentos legais, como a Resolução CONAMA n° 247/2000, Resolução CONAMA n° 357/2005 e a Resolução CONAMA n° 430/2011, entre outros; e entrevistas e coletas de dados na prefeitura municipal de Mangaratiba, nas secretarias de Saúde, de Planejamento e de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca;
- ✓ Coletas periódicas de água em pontos estrategicamente localizados no rio Catumbi, no rio da Prata e na Praia de Muriqui, com análises físicas, químicas e biológicas, intentado avaliar a poluição hídrica e a balneabilidade da praia.

3.2. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Foram selecionados cinco pontos de coleta: um em cada rio afluente ao mar e três outros na praia. A **Tabela 3.1** detalha a localização destes pontos.

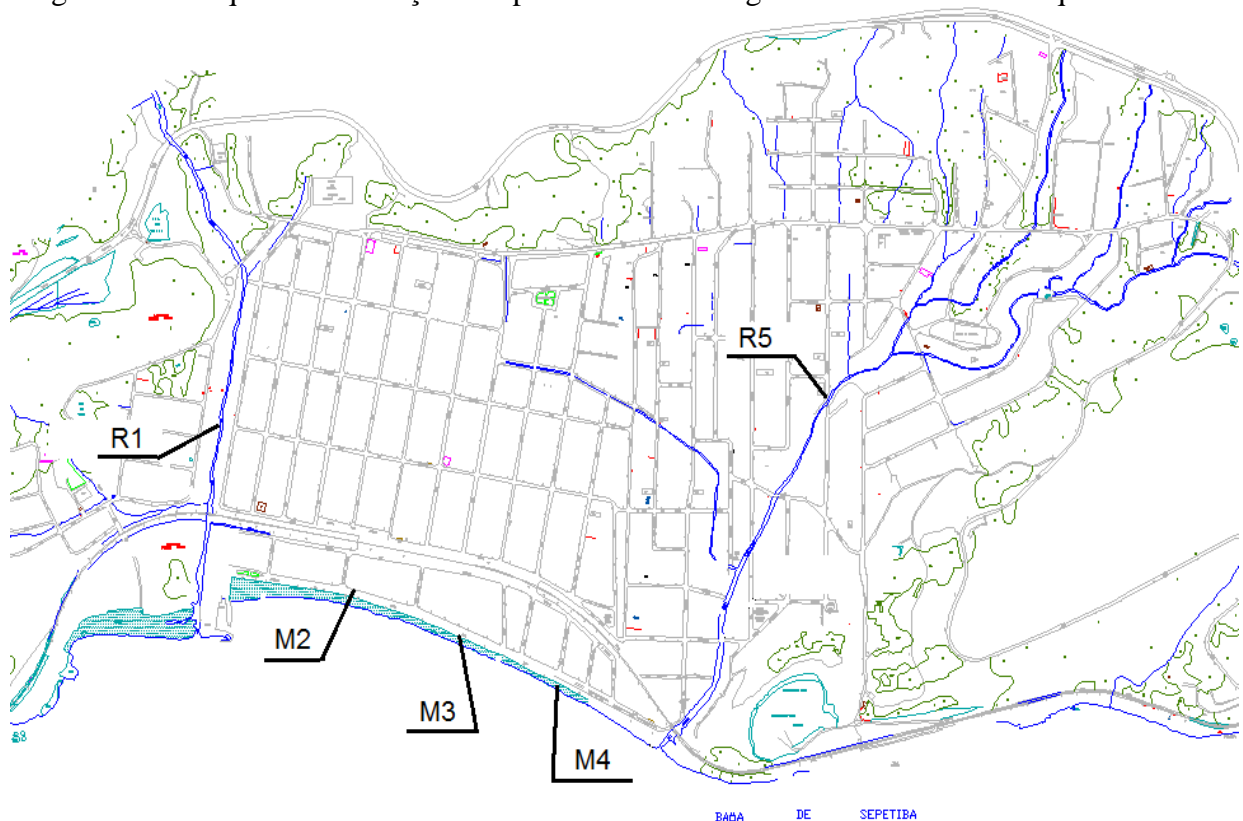
Tabela 3.1: Localização dos pontos de amostragem em Muriqui.

Ponto		Localização
R1	Rio da Prata	Final da Rua 11 de Outubro
M2	Praia de Muriqui	Avenida Beira Mar, em frente ao n° 722 (Prédio Murimar XIII)
M3		Avenida Beira Mar, em frente ao n° 502
M4		Avenida Beira Mar, em frente ao n° 220 (Prédio Murimar III)
R5	Rio Catumbi	Ponte na Rua Dilermano Juventino da Silva, próximo ao n° 420

Fonte: O autor, 2014.

O estudo dos rios Catumbi e da Prata foi considerado estratégico por desembocarem diretamente na praia de Muriqui, e por serem locais onde se identificam atividades antrópicas que podem interferir na qualidade das suas águas, tornando-o crucial para a avaliação ambiental da praia. É importante ressaltar ainda que fez parte dos critérios para a seleção desses pontos: a eliminação da influência da maré, ou seja, mesmo na maré alta esses pontos dos rios não sofreram a influência da maré; a facilidade de acesso a esses locais. A **figura 3.1** identifica espacialmente os cinco pontos de coleta em Muriqui, onde destaca-se que o ponto R5, por ser uma área topográfica baixa, teve que ser posicionado à quase 1,5 quilômetros da sua foz, evitando assim que para detectar a flutuação de contaminantes desse ponto fosse necessário verificar as marés.

Figura 3.1: Croqui da localização dos pontos de amostragem no distrito de Muriqui.



Fonte: O autor, 2012.

3.3. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O estudo de campo deu-se de 10 de setembro de 2012 até 12 de agosto de 2013, resultando em um horizonte de 25 campanhas quinzenais. Com o intuito de melhor captar os

impactos causados pela população de final de semana, todas as coletas foram realizadas às segundas-feiras. Nas vezes em que o dia de coleta coincidia com um feriado, a coleta era então realizada no primeiro dia útil seguinte.

Buscou-se realizar uma pesquisa com duração de 12 meses, de forma a abranger as variações populacionais e climáticas, e comparar os períodos de férias escolares ao ano letivo, além do período chuvoso com os de seca.

3.4. PARÂMETROS ANALISADOS

Para averiguar a qualidade da água da praia de Muriqui e dos dois rios que desembocam nela, foram feitas coletas da seguinte maneira:

- ✓ Para o estudo do Rio da Prata, chamado de ponto R1, foram realizadas coletas quinzenais com 11 parâmetros. São eles: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total de Kjeldahl (NTK), e fósforo total.
- ✓ Para o estudo da balneabilidade da praia de Muriqui, foram feitas coletas quinzenais com seis parâmetros para os pontos M2 e M4: temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, coliformes termotolerantes, óleos e graxas e salinidade; e para o ponto M3, apenas um parâmetro, coliformes termotolerantes.
- ✓ Para o estudo do Rio Catumbi, chamado de ponto R5, foram feitas coletas quinzenais dos mesmos parâmetros do ponto R1: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total de Kjeldahl (NTK), e fósforo total.

A **tabela 3.2** destaca todos os pontos de coleta e seus respectivos parâmetros.

Tabela 3.2: Parâmetros relacionados à cada ponto de amostragem.

PARÂMETROS	R1	M2	M3	M4	R5
	Rio da Prata	Praia de Muriqui			Rio Catumbi
Coliformes Termotolerantes	X	X	X	X	X
Condutividade Elétrica	X				X
Nitrogênio Amoniacal	X				X
NTK	X				X
Turbidez	X	X		X	X
Óleos e Graxas	X	X		X	X
OD	X				X
Temperatura	X	X		X	X
pH	X	X		X	X
DBO	X				X
Fósforo Total	X				X
Salinidade		X		X	

Fonte: O autor, 2012.

É importante destacar que os pontos de amostragem para as análises biológicas foram os mesmos para as análises físicas e químicas, com a finalidade de estabelecer a correlação entre os dados obtidos, como determinado pela NBR 9897/1987. Além disso, chama-se a atenção também de que os parâmetros do Rio da Prata e os do Rio Catumbi são os mesmos, para que seja possível compará-los.

3.5. METODOLOGIA DE COLETA

3.5.1. PREPARO E ORGANIZAÇÃO PARA A COLETA

Após a escolha dos parâmetros a serem analisados e dos seus locais de coleta, um plano de amostragem foi cuidadosamente criado. Nesse documento escolheu-se o itinerário da coleta, as metodologias de análise de cada parâmetro, a quantidade e os tipos de frascos específicos para cada necessidade, os procedimentos para cada coleta e a criação de uma planilha de campo.

Antes de cada coleta, todo o material era separado, o que incluía os frascos de coleta, reagentes para preservação das amostras, material de proteção (como luvas, protetor solar,

óculos de sol e macacão impermeável), baldes para transposição da amostra e caixas térmicas de acondicionamento e transporte. Todos os frascos eram previamente identificados, e o gelo para a preservação das amostras era comprado antes do início das coletas. A **figura 3.2** apresenta todos os materiais citados.

Figura 3.2: Material separado para coleta.



Fonte: O autor, 2012.

O itinerário foi escolhido acompanhando-se a numeração dos pontos de coleta, de forma a facilitar a locomoção interna na cidade. Já as metodologias foram retiradas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, e os procedimentos de coleta e a escolha dos recipientes da NBR 9897/1987 e NBR 9898/1987.

Excluindo os frascos destinados às análises microbiológicas, todos os recipientes e tampas eram submetidos a uma limpeza comum, sendo estes eram lavados e escovados com detergente neutro, interna e externamente, enxaguados três vezes com água da torneira e mais três vezes com água destilada e deixados de ponta-cabeça para secarem. Após este processo, eram estocados até a próxima coleta.

Os frascos destinados às análises de coliformes termotolerantes já vinham esterelizados do laboratório, com tiosulfato de sódio. Suas tampas eram protegidas com um capuz de alumínio, de forma a impedir qualquer contaminação, como mostra a **figura 3.3**.

Figura 3.3: Proteção nos frascos para análises microbiológicas.



Fonte: O autor, 2012.

3.5.2. COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL

A equipe de coleta foi composta por um motorista e pelo responsável pelas coletas. Considerando a enorme importância do processo de coleta e que a sua correta execução seria decisiva para que o resultado refletisse as condições do momento em que fora realizada, o responsável pela sua execução, que foi o próprio pesquisador, foi treinado sobre as técnicas de amostragem e preservação, além das necessárias medidas de segurança.

De maneira geral, o método de coleta adotado foi o método padrão de coleta de amostras simples. Para melhor descrever os processos de amostragem, esses serão divididos em dois: as análises microbiológicas e as demais.

3.5.2.1. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

As coletas das amostras para exames microbiológicos foram sempre realizadas antes de qualquer outro tipo de análise, a fim de evitar o risco de contaminação do local de amostragem com frascos ou amostras não estéreis. Soma-se a isto o uso de luvas descartáveis diferentes para cada ponto de coleta.

Todas as coletas microbiológicas foram manuais, com todos os cuidados de assepsia, onde com uma das mãos segurava-se o frasco pela base e mergulhava-o rapidamente com a boca para baixo até a metade da altura da lâmina d'água. Direcionava-se o frasco de modo que sua boca ficasse em sentido contrário à corrente, inclinando-o lentamente para cima para permitir a saída do ar e, conseqüentemente, o enchimento do mesmo. Após a sua retirada do corpo d'água, desprezava-se uma pequena porção da amostra e fechava-se o frasco imediatamente. Por fim, o frasco era agitado de forma a homogenizar a amostra. Com a amostra devidamente identificada com nome do ponto de amostragem, data e hora da coleta, esta era encaminhada para a próxima etapa, o acondicionamento e transporte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987a e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987b).

A **figura 3.4** mostra alguns momentos deste processo. Na **figura 3.4-a** chama-se a atenção para o modo como a tampa do frasco é retirada, removendo-se a tampa juntamente com o capuz de alumínio como se fossem uma única peça. Na sequência (**figuras 3.4-b, c e d**), o frasco é mergulhado no corpo hídrico como citado anteriormente e, por fim, o detalhe da homogeneização da amostra (**figura 3.4-e**).

Figura 3.4: Coleta para coliformes termotolerantes no Rio da Prata em 08/10/2012.



Legenda: Coleta no Rio da Prata: (a) – Abertura do frasco de análises microbiológicas próximo ao corpo d'água, retirando tampa junto com o capuz de alumínio; (b) – Inserção do frasco no corpo hídrico; (c) – Enchimento do frasco; (d) – fechamento do frasco próximo à água; (e) – Agitação do frasco.

Fonte: O autor, 2012.

É importante ressaltar que esse procedimento foi realizado tanto para as coletas nos rios (pontos de coleta R1 e R5), quanto para as coletas na praia de Muriqui (pontos de coleta M2, M3 e M4).

3.5.2.2. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

Todas as amostras foram simples, coletadas diretamente nos corpos hídricos, onde citam-se dois procedimentos distintos para os pontos de coletas nos rios e na praia.

3.5.2.2.1. COLETAS NOS RIOS

A água superficial dos pontos de monitoramento nos rios da Prata e Catumbi, respectivamente R1 e R5, foi coletada mergulhando-se o frasco de coleta com a boca voltada contra a corrente. Porém, por tratarem-se de rios rasos, com lâmina d'água entre 15 e 30 cm, e leitos menores que cinco metros, houve a necessidade de utilização de um recipiente para a transposição da amostra coletada para cada frasco específico. Sendo assim, um frasco de plástico previamente limpo era usado de forma a coletar todo o volume da amostra, homogenizá-la e em seguida realizar a distribuição nos frascos já identificados (**figura 3.5-a e 3.5-e**). Para não contaminar a água coletada de um local para outro, cada rio possuía o seu próprio frasco de transposição identificado.

Até a 6ª campanha não houve a disponibilidade de um aparelho portátil para medir o oxigênio dissolvido diretamente no campo (oxímetro). Assim, esse parâmetro foi realizado pelo método de Winkler, sendo os frascos específicos de vidro de 300 mL cheios de forma a impedir aeração do líquido, conforme **figura 3.5-b**. Em seguida, a **figura 3.5-c** mostra a adição dos dois reagentes para a preservação da amostra (sulfato manganoso e álcali-iodeto-azida). Tampavam-se cuidadosamente os frascos de forma a evitar a formação de bolhas e então fazia-se a homogeneização por inversão (**figura 3.5-d**). Em seguida, esses frascos eram guardados para futura titulação no laboratório.

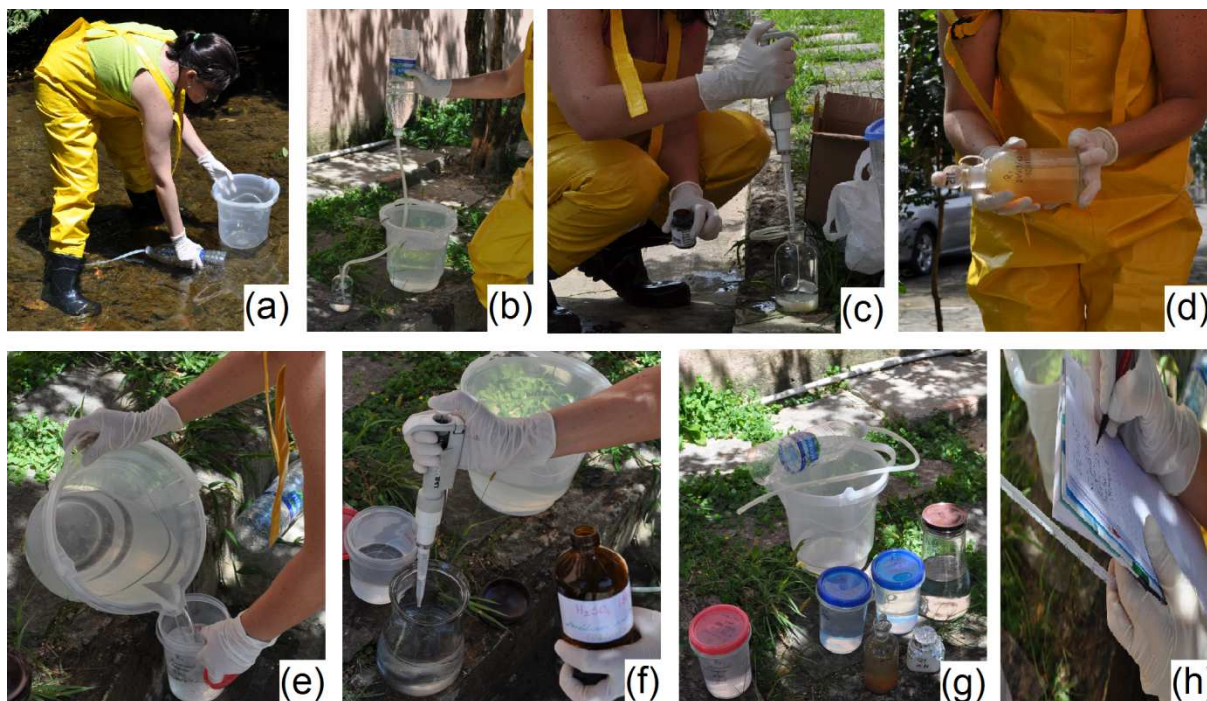
Realça-se ainda que as amostras para OG eram coletadas diretamente no corpo hídrico, de forma a não haver perdas de óleos e graxas para o frasco de transposição. Assim,

coletava-se um litro da água da superfície dos rios em frascos de vidro de boca larga e em seguida eram preservadas com ácido sulfúrico até pH menor que dois (**figura 3.5-f**).

É importante frisar que as amostras necessitavam de acondicionamentos diferentes e, em alguns casos, preservações específicas, por isso todos os frascos eram previamente marcados com os parâmetros a serem analisados e as suas preservações necessárias. A **figura 3.5-g** destaca todos os seis frascos que eram utilizados para cada ponto de coleta, além dos dois frascos auxiliares (para transposição e enchimento do frasco para OD).

De maneira geral, a **figura 3.5** mostra algumas etapas do processo de coleta, incluindo ainda as anotações de campo da temperatura do ar e da água, as condições meteorológicas do dia da coleta e dos dias anteriores, entre outros dados, como mostrado na **figura 2.5-h**.

Figura 3.5: Coletas no Rio da Prata nos dias 24/09/2012 e 08/10/2012.



Legenda: Coleta no Rio da Prata: (a) – Enchimento do recipiente de transposição das amostras; (b) – Enchimento do frasco para OD sem adição de bolhas; (c) – Adição de reagente para conservar a amostra para análise de OD; (d) – agitação do frasco para homogeneização dos reagentes; (e) – Transposição da amostra para os frascos específicos; (f) – Adição de reagente para conservar a amostra para a análise de OG; (g) – Todos os frascos cheios após a coleta no Rio da Prata; (h) – anotações de campo.

Fonte: O autor, 2012.

3.5.2.2. COLETAS NA PRAIA

Já as amostras nos pontos M2 e M4 foram coletadas nos pontos com isóbata aproximada de 1,00 metro, direcionando-se a boca dos frascos para a Baía de Sepetiba, como demonstra a **figura 3.6**. Para os parâmetros de pH e turbidez, a água era sempre coletada a uma profundidade aproximada de 40 cm da superfície. Já para o parâmetro OG, coletava-se a água da superfície.

Figura 3.6: Coleta na praia de Muriqui em 22/10/2012.



Fonte: O autor, 2012.

Deve-se destacar que durante todas as coletas foram utilizados equipamentos de segurança como macacão impermeável e luvas descartáveis, além de ponteiros descartáveis para a aplicação dos reagentes de preservação para cada ponto de coleta, de forma a evitar alterações nas características das amostras. Isso é mostrado nas **figuras 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6**.

3.5.3. ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

Da mesma forma que o processo adequado de coleta da amostra é importante, o acondicionamento apropriado dos frascos contendo as amostras coletadas e a sua preservação são fatores essenciais para que os resultados expressem o real.

Todos os recipientes contendo as amostras de água coletadas em cada ponto foram devidamente identificados e preservados em caixas térmicas com gelo, desde a primeira coleta do dia até a chegada ao laboratório. Chama-se a atenção ao fato de que o gelo nunca era colocado sobre os frascos de coleta, de forma a impedir qualquer contaminação da amostra, caso a tampa do frasco da amostra não estivesse hermeticamente fechada. A **figura 3.7** destaca o acondicionamento no gelo para o transporte até o laboratório.

Figura 3.7: Material coletado e refrigerado em 13/12/2012, a ser entregue ao laboratório.



Fonte: O autor, 2012.

Até a 8ª campanha, parte das amostras eram encaminhadas ao laboratório de análises da Qualy Lab e a outra parte para o Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da UERJ, conforme a **tabela 3.3**. Porém, por logística, a partir da 9ª coleta todas as análises passaram a ser realizadas pelo laboratório de análises da Qualy Lab.

Tabela 3.3: Locais das análises laboratoriais até a 8ª campanha.

Parâmetros	Metodologia de Análise	Local
Coliformes Termotolerantes	SMEWW 9222-D	Laboratório de análises da Qualy Lab
Nitrogênio Amoniacal	SMEWW 4500-NH F	
Nitrogênio Total de Kjeldahl (NTK)	Semi-micro Kjeldahl SMEWW 4500 – Norg C	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Teste de 5 dias SMEWW 5210 B	
Óleos e Graxas	Extração em Soxhlet SMEWW 5220 D	
Fósforo Total	Método de ácido ascórbico SMEWW 4500-P E	
pH	pHmetro	Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da UERJ
Turbidez	Turbidímetro	
Oxigênio Dissolvido (OD)	Winkler	
Condutividade Elétrica	Condutivímetro	
Temperatura	Termômetro	<i>In loco</i>

Fonte: O autor, 2012.

Destaca-se a indisponibilidade de equipamentos para as análises de campo; dessa forma pH, turbidez, e condutividade elétrica, que poderiam ter sido medidos diretamente *in loco*, foram analisados no laboratório, seguindo-se os prazos de validade de amostras estipulados pela NBR 9898/1987. Chama-se a atenção de que, mesmo com o início do uso de um oxímetro na 7ª campanha, algumas análises laboratoriais foram realizadas de forma a comparar os resultados e verificar a veracidade dos valores lidos no aparelho, como pode ser verificado no apêndice A deste trabalho.

3.6. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um índice mundialmente conhecido, e segundo o Instituto Estadual do Ambiente (2013) esse índice foi criado nos Estados Unidos por especialistas que agruparam 9 variáveis consideradas mais representativas em relação à qualidade da água. Ainda segundo esse autor, para cada variável foi traçada uma curva de qualidade e adotado um peso relativo. O IQA permite classificar um corpo hídrico de excelente à muito ruim, e para isso, utiliza-se das seguintes variáveis: coliformes termotolerantes, DBO, fosfato total, nitratos, OD, pH, sólidos totais, temperatura e turbidez.

Atualmente o IQA é adotado em todo o Brasil. Esse índice é importante pois permite à população ter uma idéia geral dos possíveis problemas com a água em determinada região, além de tornar possível acompanhar as tendências da evolução da sua qualidade com o passar do tempo.

Levando em conta a sua importância desse índice, como nem todas as variáveis necessárias para a sua obtenção haviam sido medidas nesse trabalho, algumas tiveram que ser ajustadas, como mostrado nos apêndices B e C desta monografia. Para efeito comparativo, calcularam-se três índices: um com os maiores valores encontrados em cada parâmetro nas 25 campanhas, outro com os menores, e por fim, a média aritmética de cada parâmetro.

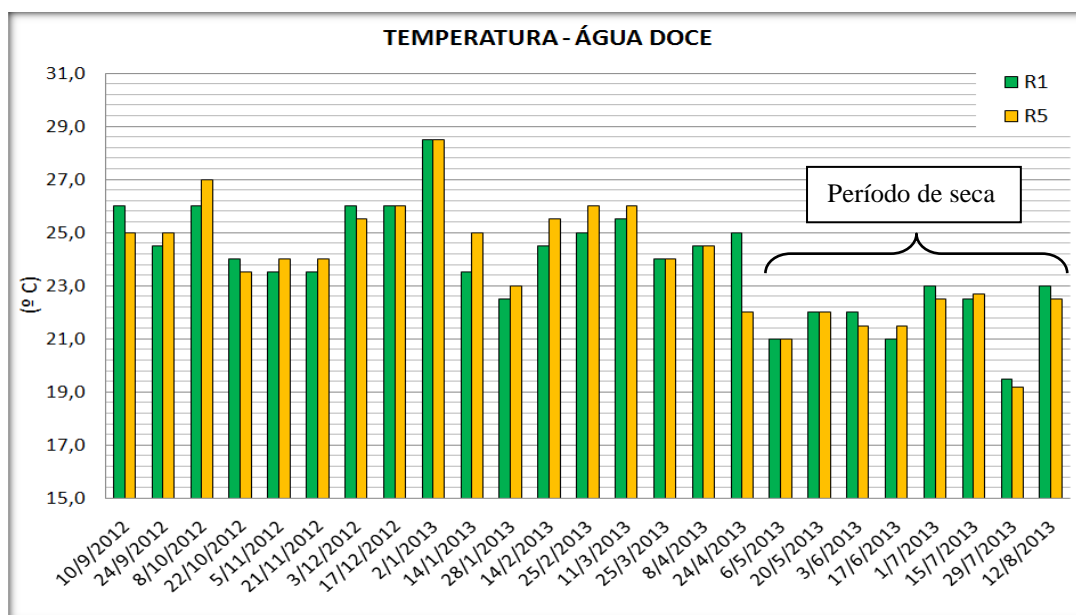
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados analíticos obtidos nas 25 campanhas encontram-se no apêndice A com o intuito de fornecer base para futuros estudos na região. A seguir será feita a análise individual de cada parâmetro e em seguida apresentadas as correlações existentes entre esses parâmetros, as suas prováveis causas e os impactos gerados no ecossistema.

4.1. TEMPERATURA

Conforme **figura 4.1**, a temperatura da água doce dos pontos no Rio da Prata (R1) e Catumbi (R5) variaram entre 19,2°C e 28,5°C. O maior valor, de 28,5°C, foi encontrado em 02/01/2013 nos pontos R1 e R5. O menor valor, de 19,2°C, foi medido no ponto R5 em 29/07/2013. A média aritmética desse parâmetro foi de 23,9°C, em ambos os pontos de coleta.

Figura 4.1: Distribuição dos valores de temperatura das águas doces (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



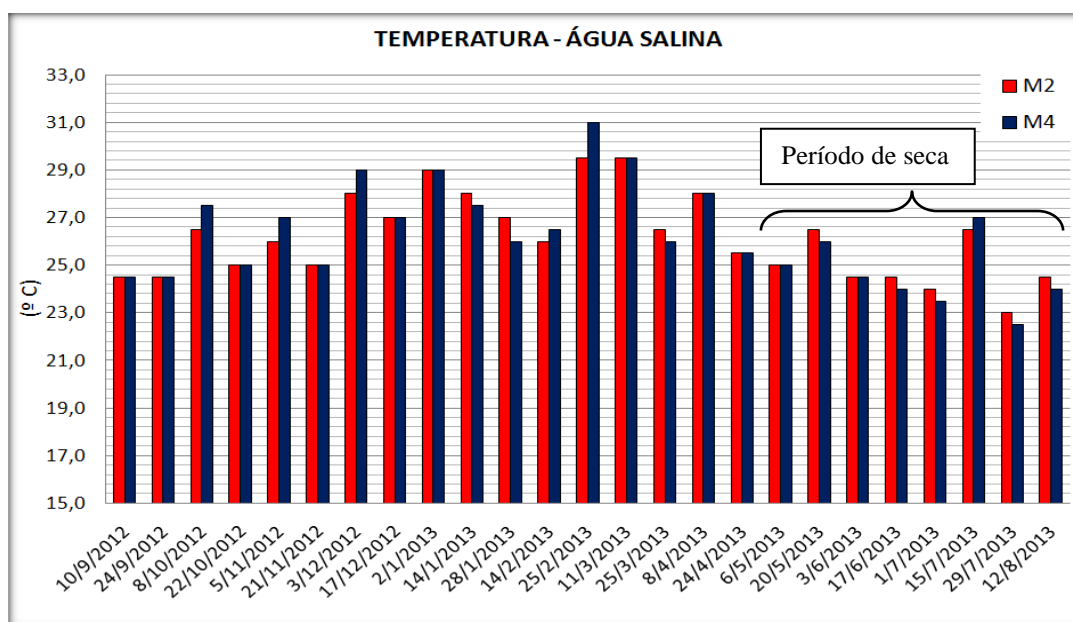
Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se nitidamente na **figura 4.1** uma queda da temperatura das águas doces no intervalo entre maio e agosto, coincidindo com o período de seca, como mostra a **figura 2.7**, que exhibe os dados pluviométricos das estações de Ibicuí e Coroa Grande.

Durante o estudo, a menor temperatura da água do mar foi de 22,5°C, em 29/07/2013, no ponto M4. Já a maior temperatura registrada foi de 31,0°C, em 25/02/2013, no mesmo ponto. A média aritmética desse parâmetro foi de 26,2°C, tanto no ponto M2, quanto no ponto M4.

Como visto na medição das águas doces, as águas salinas também apresentaram uma queda da temperatura no período entre maio e agosto, como mostra a **figura 4.2**.

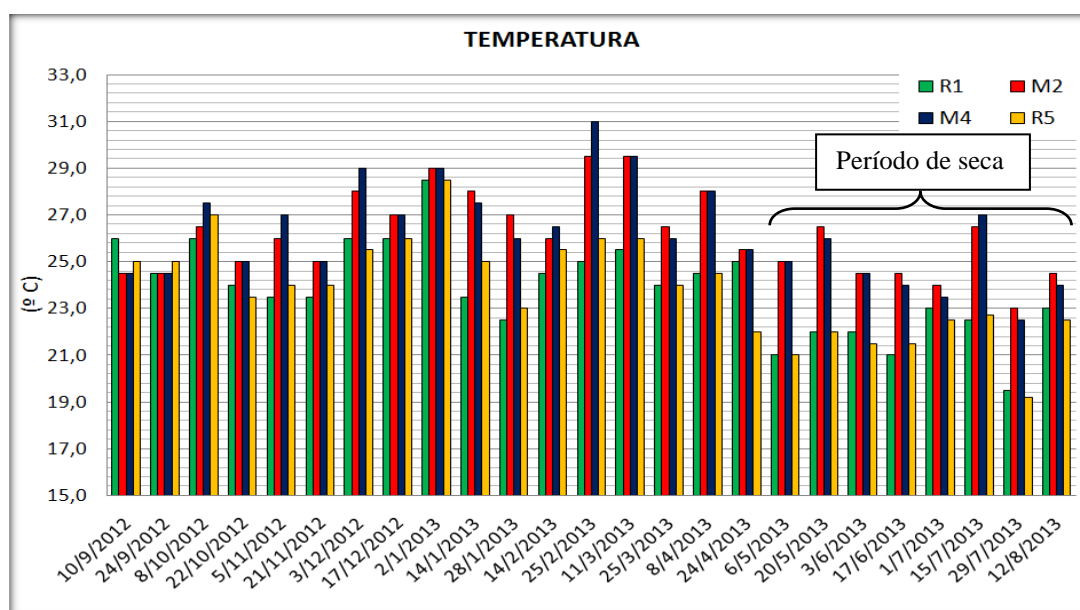
Figura 4.2: Distribuição dos valores de temperatura das águas salinas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A **figura 4.3** compara os resultados obtidos nesse parâmetro nos rios (pontos R1 e R5) e no mar (pontos M2 e M4). Percebe-se uma nítida tendência de superioridade dos valores de temperatura encontrados nos pontos M2 e M4. Isso, porém, era esperado, já que as águas dos rios provêm de uma encosta de Mata Atlântica preservada, correndo em área coberta pela vegetação nativa. Por outro lado, as águas do mar possuem tanto a ação direta do sol como a das correntes marítimas confinadas na Baía de Sepetiba.

Figura 4.3: Distribuição dos valores de temperatura das águas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A tabela 4.1 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4 para o parâmetro temperatura das águas.

Tabela 4.1: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de temperatura das águas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

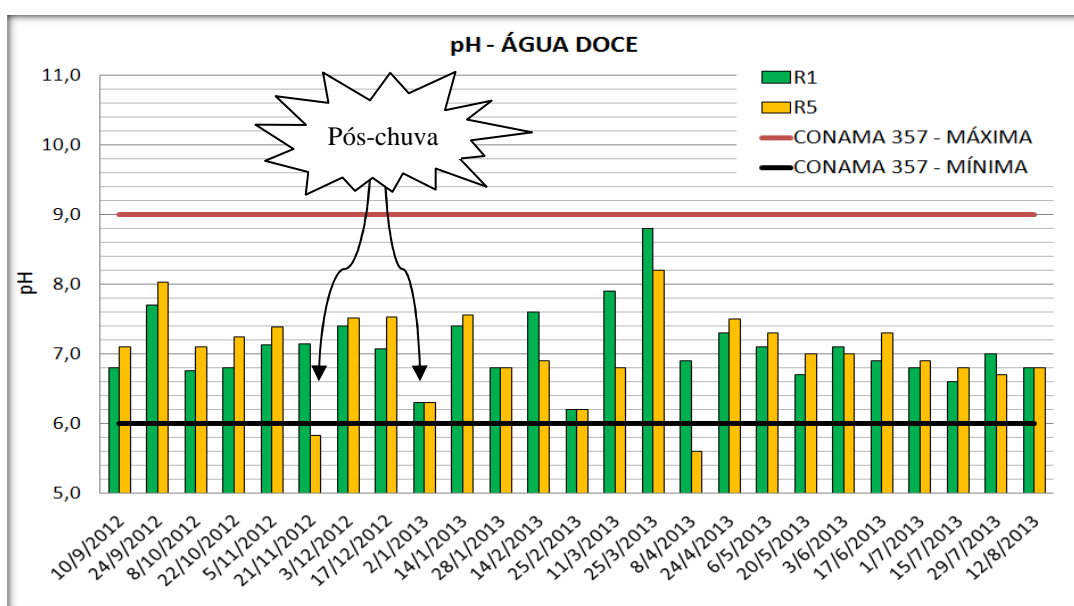
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
19,5 °C	29/07/13	19,2 °C	29/07/13	23,0 °C	29/07/13	22,5 °C	29/07/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
28,5 °C	02/01/13	28,5 °C	02/01/13	29,5 °C	25/02/13 11/03/13	31,0 °C	25/02/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
23,9 °C		23,9 °C		26,2 °C		26,2 °C	

Fonte: O autor, 2014.

4.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

A distribuição dos valores de pH nas águas doces está representada na **figura 4.4**. Seus valores estiveram entre 6,20 e 8,80, no ponto R1. Já no ponto R5, os valores variaram entre 5,60 e 8,20. A média aritmética deste parâmetro foi de 7,08, no ponto R1, e de 7,01, para o outro ponto.

Figura 4.4: Distribuição dos valores de pH das águas doces referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

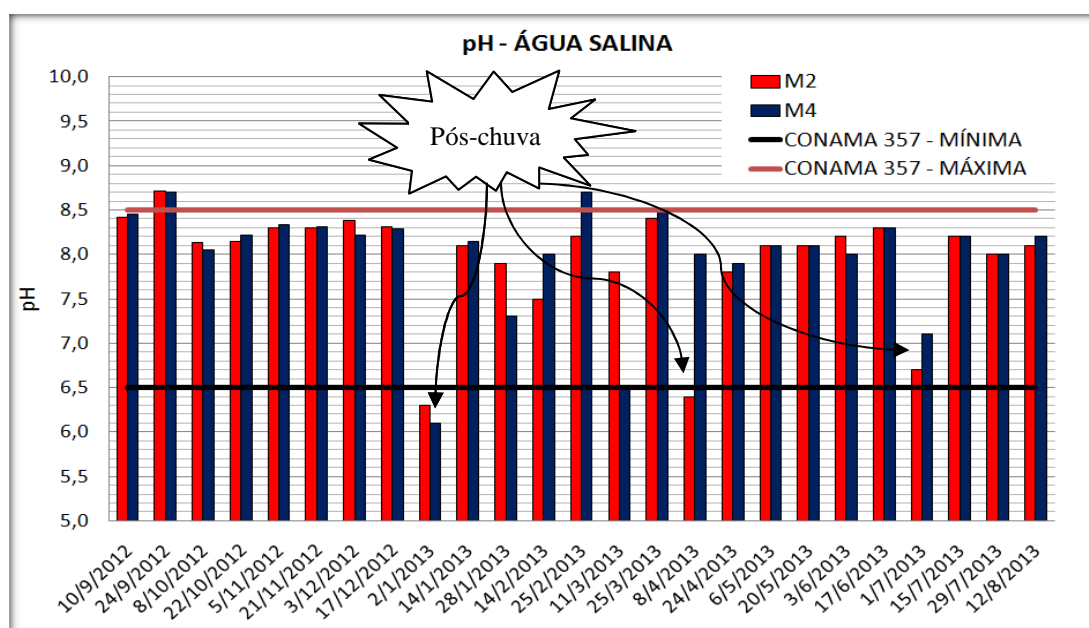
Percebe-se que durante o período de estudo os valores encontrados estiveram praticamente dentro dos limites determinados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para as águas doces de Classe 2. Porém, ficaram de fora destes limites duas coletas, as realizadas em 21/11/2012 e 08/04/2013, ambas no ponto R5.

Destaca-se que esse caráter ácido observado é um padrão de águas oriundas de rios serranos. Isso se justifica pelo fato de terem pequena concentração de sólidos dissolvidos e alto teor de CO₂, originário das águas de chuvas. Em função disto, pode-se associar ao fato de que no dia 21/11/2012 a coleta fora realizada após um feriado chuvoso, como pode ser conferido no apêndice A desta monografia.

De modo geral, os valores no ponto R5 mostraram-se discretamente superiores aos encontrados no ponto R1, com exceção de sete campanhas.

Com relação aos pontos de água salina, verificou-se uma característica predominantemente básica durante todo o período de estudo, onde o pH variou entre 6,10 e 8,71, conforme **figura 4.5**. O menor valor encontrado em todo o período estudado foi o de 6,10, no ponto M4, em 02/01/2013; e o valor máximo foi de 8,71, no ponto M2, em 24/09/2012. A média aritmética foi de 7,95, no ponto M2, e de 7,99, no ponto M4.

Figura 4.5: Distribuição dos valores de pH das águas salinas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se na **figura 4.5** que nas coletas na praia houve quatro campanhas em que os valores encontrados estiveram fora do limite permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005: nas campanhas de 24/09/2012 e 25/02/2013, acima do valor máximo permitido para águas salinas, que é de 8,50; e nas campanhas de 02/01/2013 e 08/04/2013, abaixo do valor mínimo permitido, que é de 6,50.

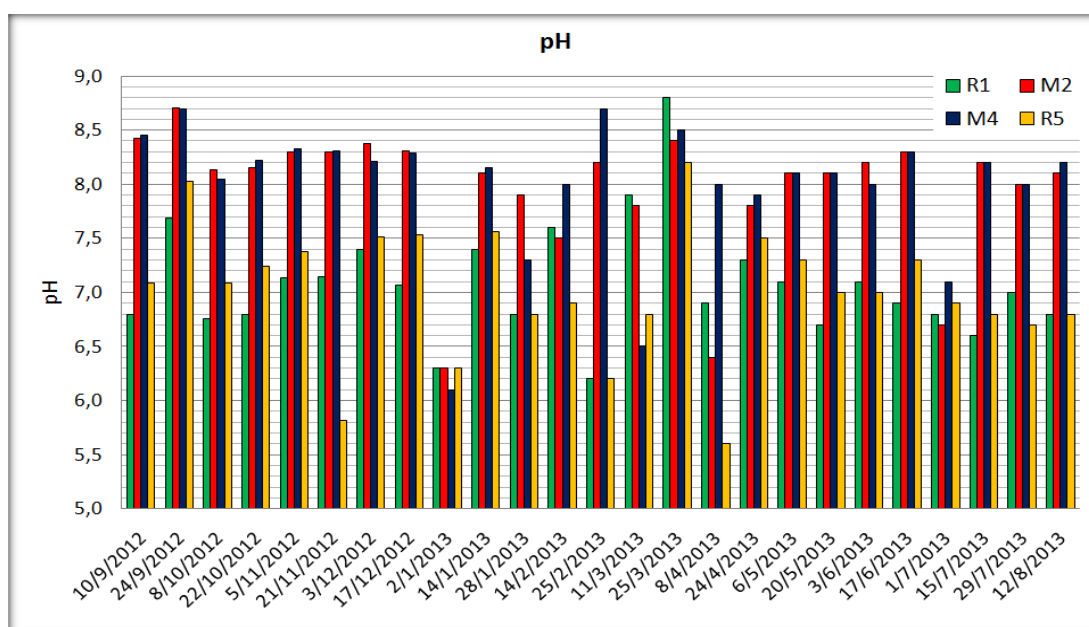
De modo geral, durante as campanhas não se perceberam grandes discrepâncias entre os valores encontrados nos pontos M2 e M4, exceto nos dias 11/03/2013 e 08/04/2013, com diferenças de 1,30 e 1,60, respectivamente. Provavelmente isso foi causado por influência de correntes marinhas.

Destacam-se as campanhas dos dias 02/01/2013, 11/03/2013, 08/04/2013 e 01/07/2013, que apresentaram os menores valores de pH das águas salinas da série. Possivelmente isto está associado à pluviosidade, visto que nas duas primeiras campanhas citadas verificou-se chuva nas 24 horas anteriores e a última campanha citada foi marcada por

chuva, inclusive durante a coleta. Sabe-se que além do teor ácido das águas da chuva, águas pluviais são fontes de contaminação para o mar, como já comentado no item 1.2.1.3 deste trabalho.

A **figura 4.6** associa as coletas na praia e nos rios, mostrando claramente a tendência do pH dos pontos M2 e M4 ser mais básico e dos pontos R1 e R5 ser mais ácido. Segundo Saldanha (2008), o pH básico nas águas salinas se dá pela presença de CO_2 e íons de sódio, potássio e cálcio, que são altamente alcalinos e tendem a tornar a água do mar levemente alcalina também.

Figura 4.6: Distribuição dos valores de pH das águas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Destaca-se que esse parâmetro não apresentou diferenças entre o período de estação chuvosa e de seca.

A tabela 4.2 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4.

Tabela 4.2: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de pH das águas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

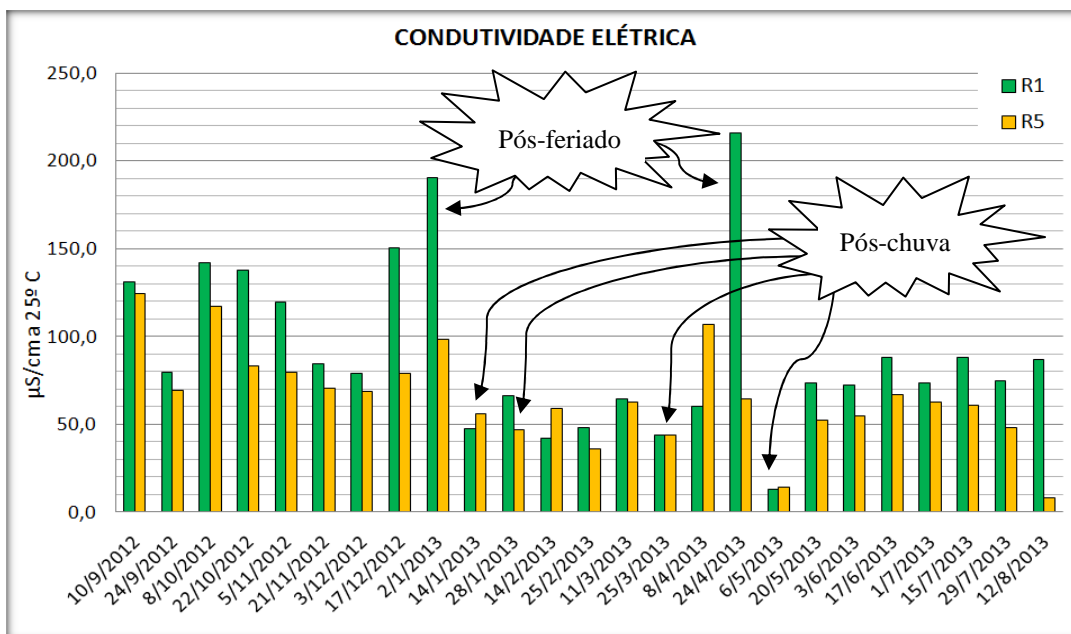
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
6,20	25/02/13	5,60	08/04/13	6,30	02/01/13	6,10	02/01/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
8,80	25/03/13	8,20	25/03/13	8,71	24/09/12	8,70	24/09/12 25/02/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
7,08		7,01		7,95		7,99	

Fonte: O autor, 2014.

4.3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A **figura 4.7** mostra a variação dos valores de condutividade elétrica durante o período de estudo. O menor valor encontrado no ponto R1 foi de 13,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em 06/05/2013, e o maior foi de 216,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em 24/04/2013. Já para o ponto R5, o menor valor registrado foi de 8,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em 12/08/2013, e o maior valor foi de 124,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em 24/04/2013. A média aritmética registrada foi de 90,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no ponto R1, e de 65,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no ponto R5.

Figura 4.7: Distribuição dos valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Os valores no período chuvoso foram discretamente mais altos, com uma variação geral entre 36,00 e 216,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Porém, percebe-se uma maior frequência de valores mais baixos no intervalo compreendido entre janeiro e o início de maio. Desta forma não se verifica um padrão bem definido entre o período de seca e o chuvoso, apenas percebe-se certa regularidade dos valores no período de seca.

Vale destacar que na maior parte do período de estudo verificou-se uma constância entre resultados obtidos neste parâmetro.

Destaca-se uma predominância dos valores do Rio da Prata (R1) sobre os encontrados no Rio Catumbi (R5).

A tabela 4.3 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro condutividade elétrica.

Tabela 4.3: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

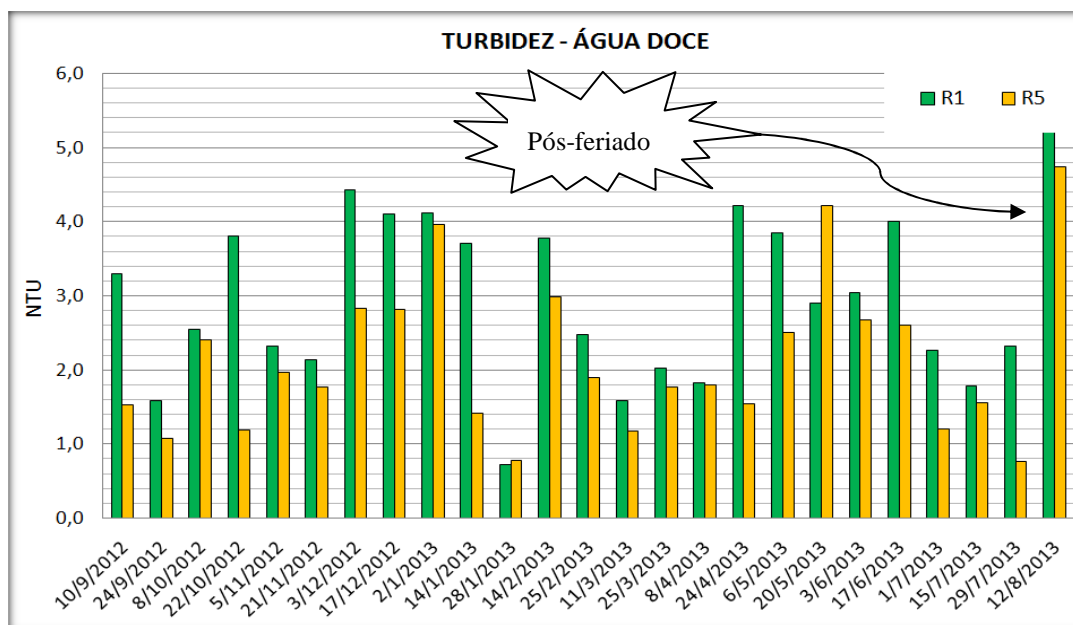
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
13,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C	06/05/13	8,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C	12/08/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
216,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C	24/04/13	124,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C	10/09/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
90,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C		65,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C	

Fonte: O autor, 2014.

4.4. TURBIDEZ

A turbidez da água doce variou entre 0,72 NTU e 5,30 NTU no ponto R1, e 0,76 NTU e 4,74 NTU no ponto R5, conforme a **figura 4.8**. A média aritmética foi de 2,97 NTU no ponto R1 e de 2,13 NTU no ponto R5.

Figura 4.8: Distribuição dos valores de turbidez das águas doces (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



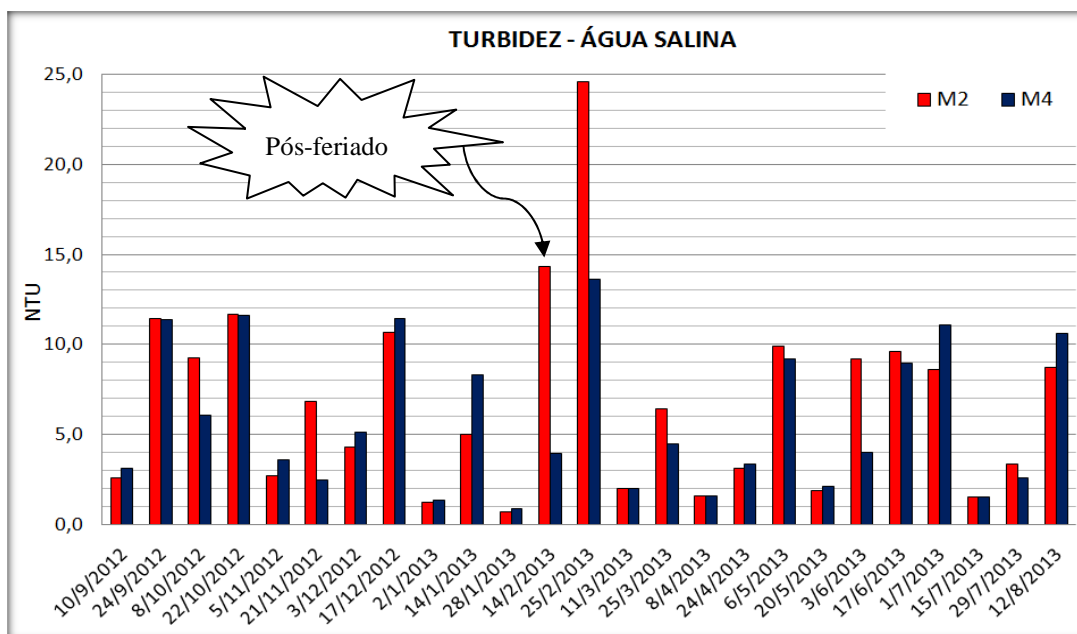
Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se de modo geral que as águas doces estudadas são águas de baixa turbidez. De fato, à exceção da última campanha, a turbidez em ambos os rios atende ao padrão de potabilidade indicado pela Portaria MS nº 2914/11, de 5 NTU.

Todas as campanhas estiveram muito abaixo dos limites permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para as águas doces Classe 2, de até 100 NTU. Destaca-se que esta Resolução não determina limites para as águas salinas.

A distribuição dos valores de turbidez nas águas salinas, representada na **figura 4.9**, variou no ponto M2 de 0,73 NTU, em 28/01/2013 a 24,60 NTU, em 25/02/2013. Já a variação no ponto M4 foi de 0,86 NTU, em 28/01/2013, a 13,60 NTU, em 25/02/2013. A média aritmética encontrada no ponto M2 foi de 6,85 NTU e no ponto M4 foi de 5,78 NTU.

Figura 4.9: Distribuição dos valores de turbidez das águas salinas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

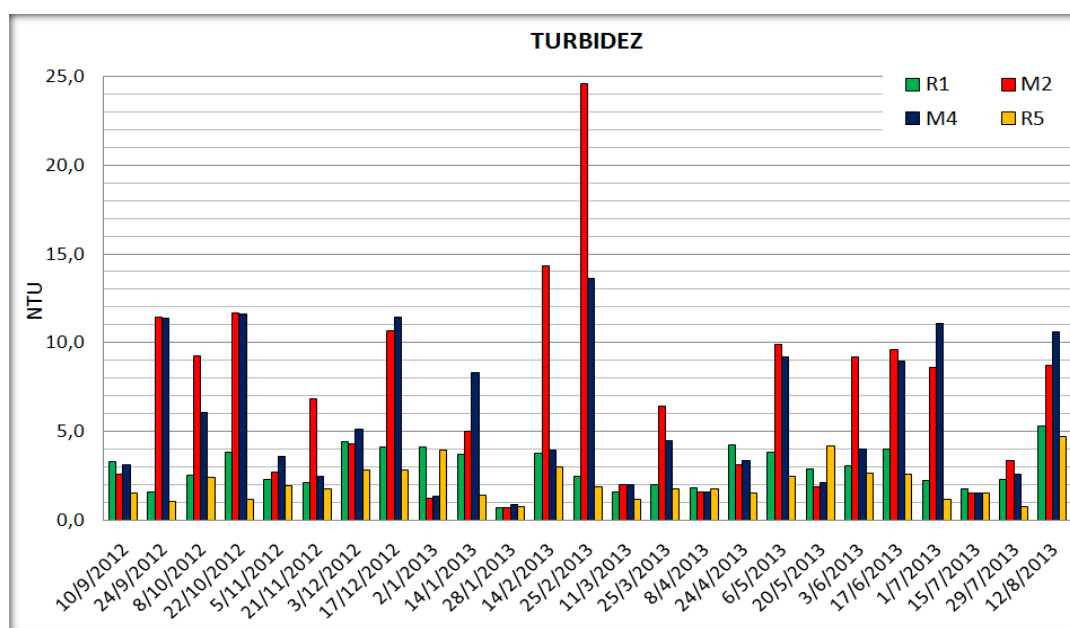


Fonte: O autor, 2014.

Comparando os resultados das águas doces e salinas, nota-se na **figura 4.10** a superioridade dos valores de turbidez encontrados nos pontos M2 e M4.

Não se verificou relação entre este parâmetro e as estações chuvosas e secas.

Figura 4.10: Distribuição dos valores de turbidez das águas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A tabela 4.4 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4 para o parâmetro turbidez.

Tabela 4.4: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de turbidez das águas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,72 NTU	28/01/13	0,76 NTU	29/07/13	0,73 NTU	28/01/13	0,86 NTU	28/01/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
5,30 NTU	12/08/13	4,74 NTU	12/08/13	24,60 NTU	25/02/13	13,60 NTU	25/02/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
2,97 NTU		2,13 NTU		6,85 NTU		5,78 NTU	

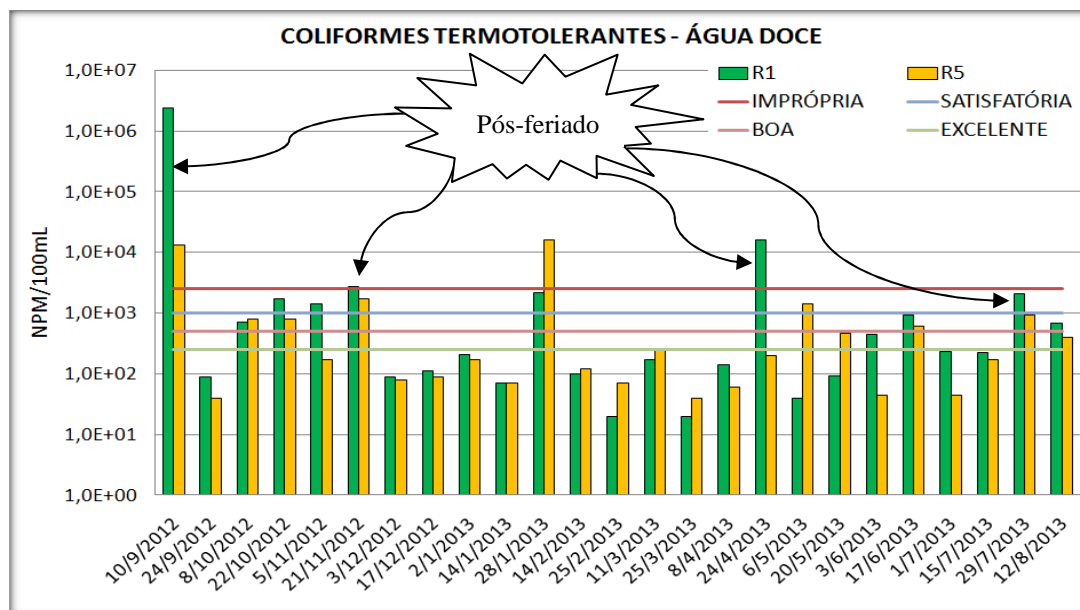
Fonte: O autor, 2014.

4.5. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Os coliformes termotolerantes apresentaram valores entre $2,0E+01$ NMP/100mL, em 25/02/2013 e 25/03/2013, e $2,4E+06$ NMP/100mL, em 10/09/2012, no ponto R1. Por sua vez, no ponto R5 essa contagem variou de $4,0E+01$, em 24/09/2012 e 25/03/2013, até $1,6E+04$, em 28/01/2013. A média aritmética deste parâmetro foi de $9,7E+04$ NMP/100mL no ponto R1, e de $1,5E+03$ NMP/100mL no ponto R5.

Conforme **figura 4.11**, em quatro campanhas os resultados classificaram as águas doces como impróprias, já que o valor obtido foi superior a 2.500 coliformes termotolerantes, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000. Isso se deu em 10/09/2012 (em ambos os pontos), 21/11/2012 (no ponto R1), 28/01/2013 (no ponto R5) e 24/04/2013 (no ponto R1).

Figura 4.11: Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes das águas doces (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



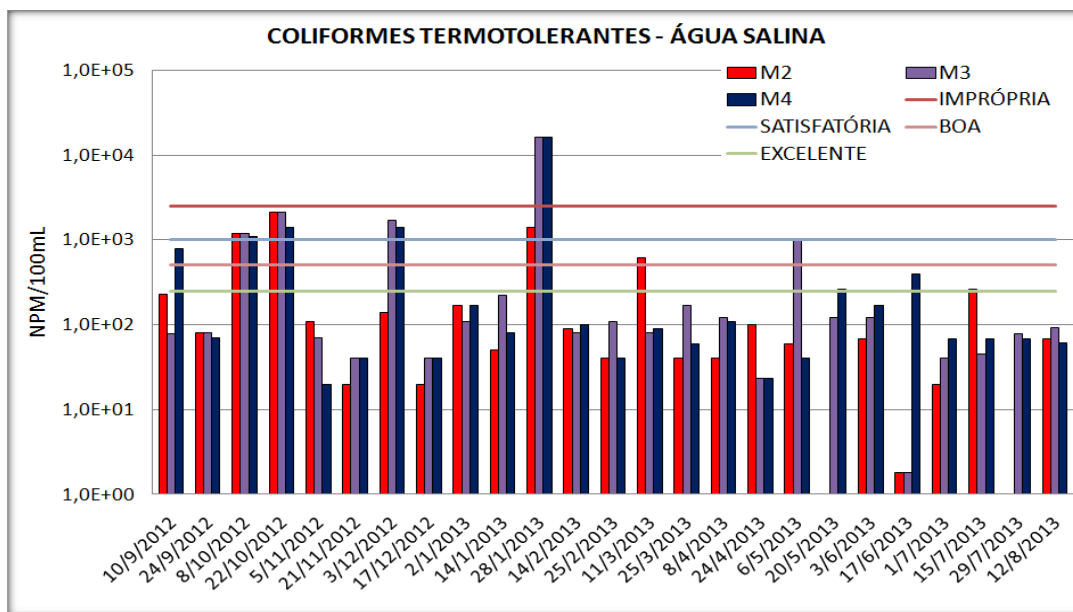
Fonte: O autor, 2014.

Nota-se que os resultados no ponto de coleta R1 tenderam a ser piores do que no ponto R5.

Verifica-se uma correlação entre este parâmetro e a condutividade elétrica. Nas campanhas de 10/09/2012, 08/10/2012, 22/10/2012, 05/11/2012, e 24/04/2013 foram obtidos altos resultados para a condutividade elétrica e o mesmo ocorre neste parâmetro, com valores próximos ou superiores a 1.000 NPM/100mL. Isso é uma prova de contaminação antrópica, pois o coliforme termotolerante é um indicador de contaminação por esgoto doméstico, por sua vez responsável pelo aumento da condutividade elétrica da água.

Já nas águas salinas a contagem de coliformes termotolerantes variou entre 0,0 NPM/100mL e 2,1E+03 NPM/100mL no ponto M2; entre 1,8E+00 NPM/100mL e 1,6E+04 NPM/100mL no ponto M3; e 2,0E+01 NPM/100mL e 1,6E+04 NPM/100mL no ponto M4. A **figura 4.12** mostra os resultados obtidos sob este parâmetro ao longo do estudo.

Figura 4.12: Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes das águas salinas (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

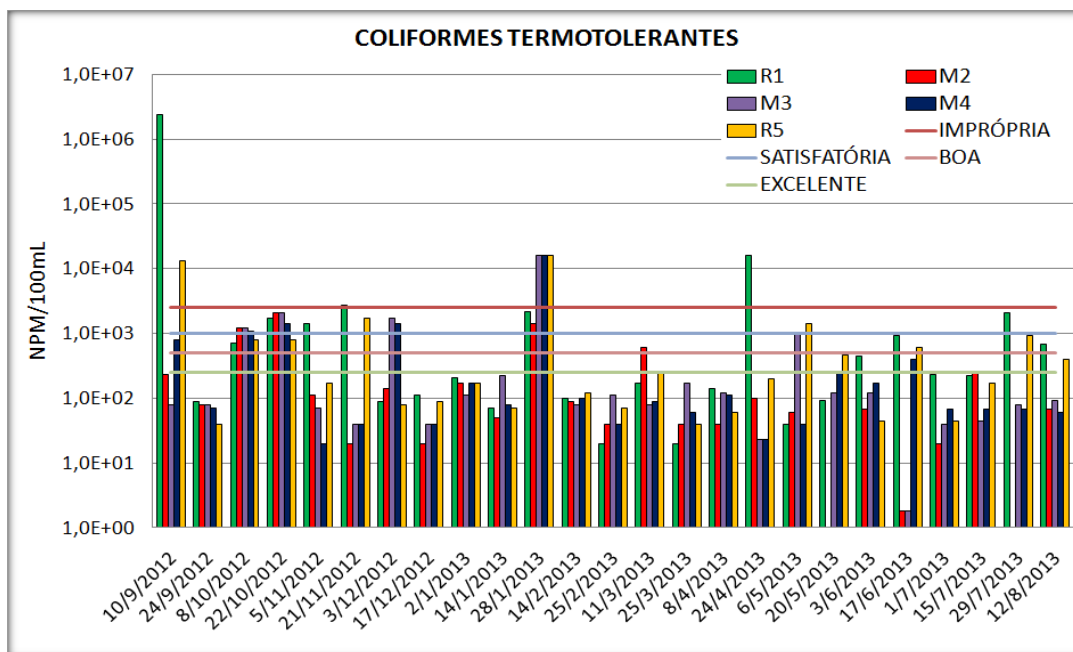
A média aritmética foi de $2,8E+02$ NPM/100mL no ponto M2, de $9,5E+02$ NPM/100mL no ponto M3, e de $9,1E+02$ NPM/100mL no ponto M4. Percebe-se que, conforme limites determinados pela Resolução CONAMA nº 274/2000, a praia de Muriqui só esteve imprópria em apenas uma campanha, no dia 28/01/2013, nos pontos M3 e M4.

De modo geral, em 96% do período do estudo a classificação encontrada na praia de Muriqui foi de própria, especificamente excelente, já que em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores houve no máximo 250 coliformes termotolerantes, como determina a resolução CONAMA supracitada. Porém, a presente avaliação levanta uma questão curiosa, já que o site do INEA classifica essas águas como impróprias durante a maior parte do ano, e a outra parte como própria com restrição.

A **figura 4.13** une em um gráfico os resultados obtidos nos rios e na praia, destacando que, de modo geral, as contagens mais elevadas foram as observadas nas amostras coletadas nos pontos dos rios.

Não foi possível associar este parâmetro aos períodos de seca e chuvosos.

Figura 4.13: Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A tabela 4.5 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2, M3 e M4.

Tabela 4.5: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de coliformes termotolerantes (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

R1 - Rio da Prata		R5 - Rio Catumbi		M2		M3		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
2,0E+01 NPM/100mL	25/02/13	4,0E+01 NPM/100mL	24/09/12	0,0E+00 NPM/100mL	20/05/13	1,8E+00 NPM/100mL	17/06/13	2,0E+01 NPM/100mL	05/11/12
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
2,4E+06 NPM/100mL	10/09/12	1,6E+04 NPM/100mL	28/01/13	2,1E+03 NPM/100mL	22/10/12	1,6E+04 NPM/100mL	28/01/13	1,6E+04 NPM/100mL	28/01/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
9,7E+04 NPM/100mL		1,5E+03 NPM/100mL		2,8E+02 NPM/100mL		9,5E+02 NPM/100mL		9,1E+02 NPM/100mL	

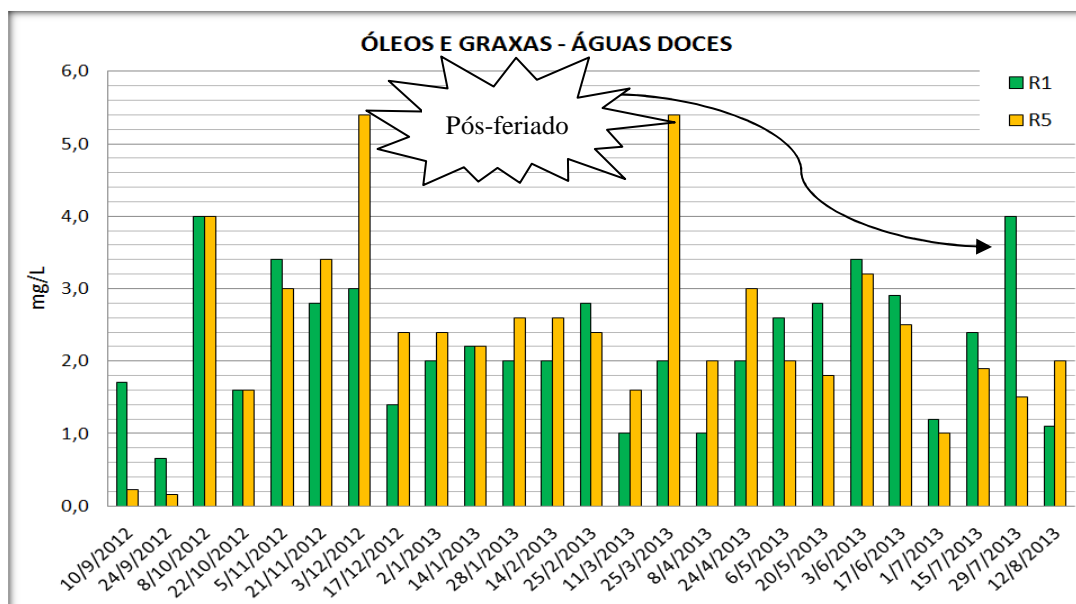
Fonte: O autor, 2014.

Se levarmos em conta que os níveis de coliformes fecais representam uma potencialidade de transmissão de doenças e risco à saúde pública, e que em 96% do período monitorado a praia esteve em condições excelentes de balneabilidade, percebe-se que ao longo dos doze meses de pesquisa não existiram grandes riscos à saúde da população.

4.6. ÓLEOS E GRAXAS

A **figura 4.14** demonstra a distribuição dos óleos e graxas nas águas doces ao longo do período de estudo. A variação dos valores nas 25 campanhas realizadas ficou entre 0,65 mg/L e 4,00 mg/L, no ponto R1, e 0,16 mg/L e 5,40 mg/L, no ponto R5. A média aritmética foi de 2,24 mg/L, no ponto R1, e 2,41 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.14: Distribuição dos valores de óleos e graxas das águas doces (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

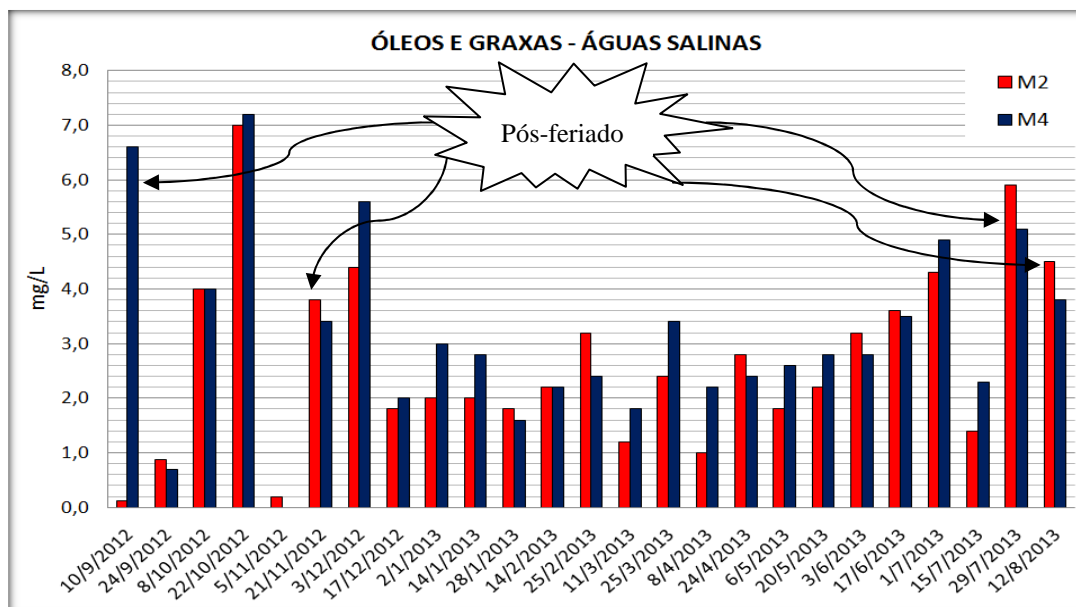


Fonte: O autor, 2014.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina para as águas doces Classe 2 e para as águas salinas que este parâmetro deve ser visualmente ausente, o que não é muito preciso.

A variação dos valores dos óleos e graxas nas águas salinas foi de 0,12 mg/L e 7,00 mg/L no ponto M2 e 0,00 mg/L e 7,20 mg/L no ponto M4, como mostra a **figura 4.15**. A média aritmética foi de 2,71 mg/L no ponto M2, e de 3,16 mg/L no ponto M4.

Figura 4.15: Distribuição dos valores de óleos e graxas das águas salinas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

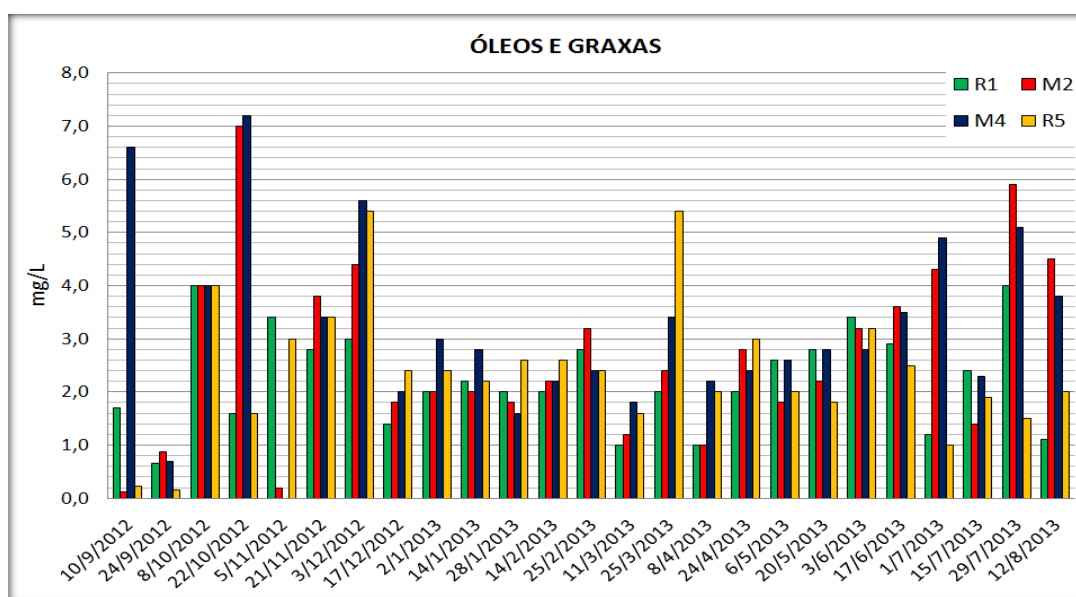


Fonte: O autor, 2014.

A inclusão do monitoramento deste parâmetro ganha importância em virtude da existência de uma sede náutica com embarcações particulares de uso recreativo, risco potencial de contaminação da praia por derramamento de óleo, como já mencionado nos itens 1.2.1.4 e 1.3.2.7 deste estudo.

A **figura 4.16** compara os resultados obtidos para óleos e graxas nos pontos R1, M2, M4 e R5. Destaca-se certa tendência dos maiores valores ocorrerem na praia de Muriqui (pontos M2 e M4). Os valores encontrados, embora não tão baixos quanto o desejável, tampouco mostram algum impacto importante, mesmo considerando a presença de aproximadamente 500 embarcações na sede náutica citada. Destacam-se sete episódios isolados, onde os valores chegaram aos 4,0 mg/L, o que demonstra certa poluição, porém ainda em fase inicial.

Figura 4.16: Distribuição dos valores de óleos e graxas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A tabela 4.6 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4 para o parâmetro óleos e graxas.

Tabela 4.6: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de óleos e graxas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

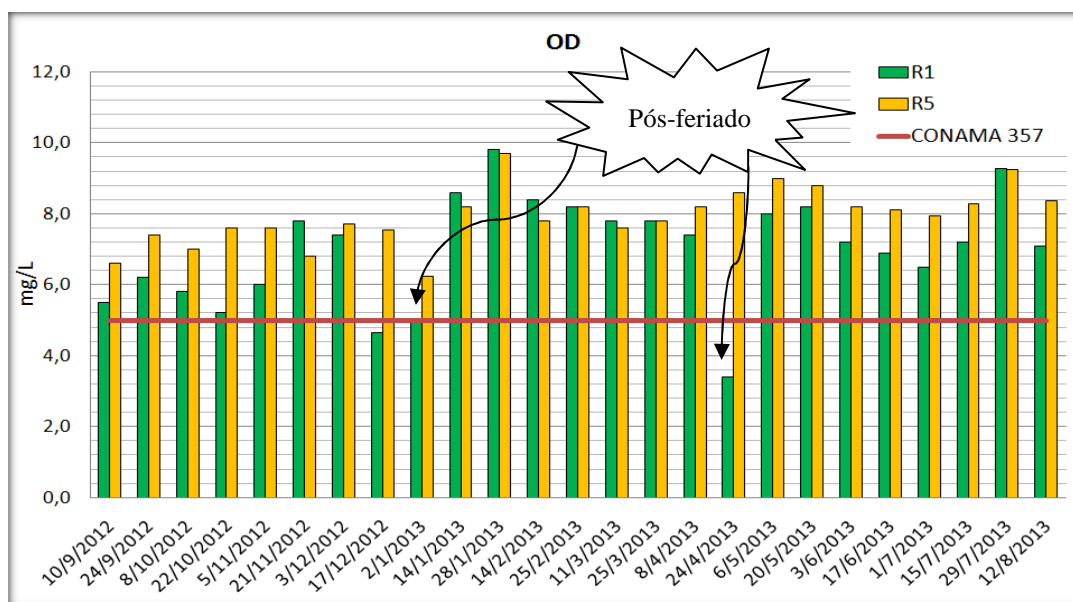
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,62 mg/L	24/09/12	0,16 mg/L	24/09/12	0,12 mg/L	10/09/12	0,00 mg/L	05/11/12
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
4,00 mg/L	08/10/12 29/07/13	5,40 mg/L	03/12/12 25/03/13	7,00 mg/L	22/10/12	7,20 mg/L	22/10/12
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
2,24 mg/L		2,41 mg/L		2,71 mg/L		3,16 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

4.7. OD

Durante o período de estudo, os valores de OD não variaram muito, estiveram entre 3,40 mg/L, em 22/04/2013, e 9,80 mg/L, em 28/01/2013, no ponto R1. Já no ponto R5 verificaram-se entre 6,23 mg/L, em 02/01/2013, e 9,70 mg/L, em 28/01/2013, como mostra a **figura 4.17**. A média aritmética foi de 7,01 mg/L no ponto R1, e 7,94 mg/L no ponto R5.

Figura 4.17: Distribuição dos valores de OD (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se neste parâmetro que houve dois episódios em que os valores encontrados estiveram fora do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Segundo esta resolução, o OD mínimo para águas doces Classe 2, é de 5 mg/L em O₂. As campanhas de 17/12/2012 e 22/04/2013, ambas para o ponto R1, apresentaram valores menores que o citado. Porém, é interessante destacar que na maior parte do tempo os valores observados se encontraram acima do limite imposto pela Resolução CONAMA 357/2005.

Percebe-se que o ponto R5 obteve valores maiores que o ponto R1, o que reforça a idéia de que este último ponto encontra-se em piores condições ambientais.

A tabela 4.7 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5.

Tabela 4.7: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de OD (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
3,40 mg/L	24/04/13	6,23 mg/L	02/01/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
9,80 mg/L	28/01/13	9,70 mg/L	28/01/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
7,01 mg/L		7,94 mg/L	

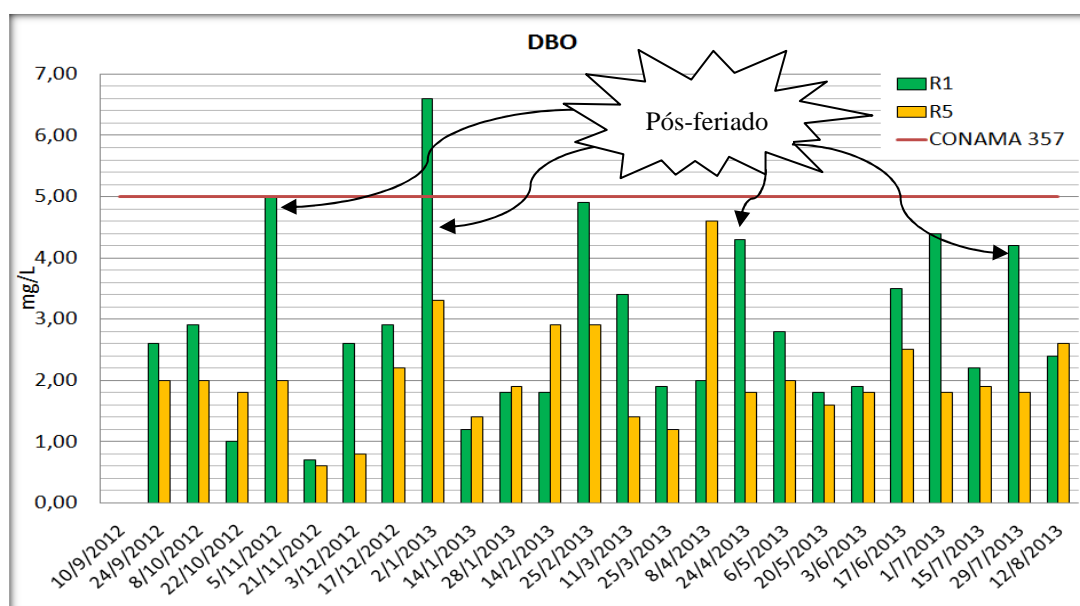
Fonte: O autor, 2014.

Este parâmetro não apresentou diferença entre a estação chuvosa e a seca.

4.8. DBO

Na **figura 4.18** verifica-se que o menor valor encontrado em todas as campanhas foi de 0,70 mg/L e o maior foi de 6,60 mg/L no ponto R1. Já no ponto R5, a DBO variou de 0,60 mg/L a 4,60 mg/L. A média aritmética deste parâmetro foi de 2,87 mg/L, no ponto R1, e 2,03 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.18: Distribuição dos valores de DBO (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Segundo os limites permitidos para as águas doces Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que é de até 5mg/L, somente em uma campanha esse valor foi extrapolado. Isso ocorreu em 02/01/2013, quando o valor em R1 chegou a 6,6 mg/L. Porém, como na maior parte do tempo os valores observados encontraram-se abaixo do limite imposto pela Resolução CONAMA 357/2005, conclui-se que esse foi um caso isolado.

Percebe-se uma predominância dos valores do ponto do Rio da Prata (R1) sobre os do Catumbi (R5), e não se verificou relação entre o parâmetro e a estação chuvosa e seca.

A tabela 4.8 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro DBO.

Tabela 4.8: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de DBO (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

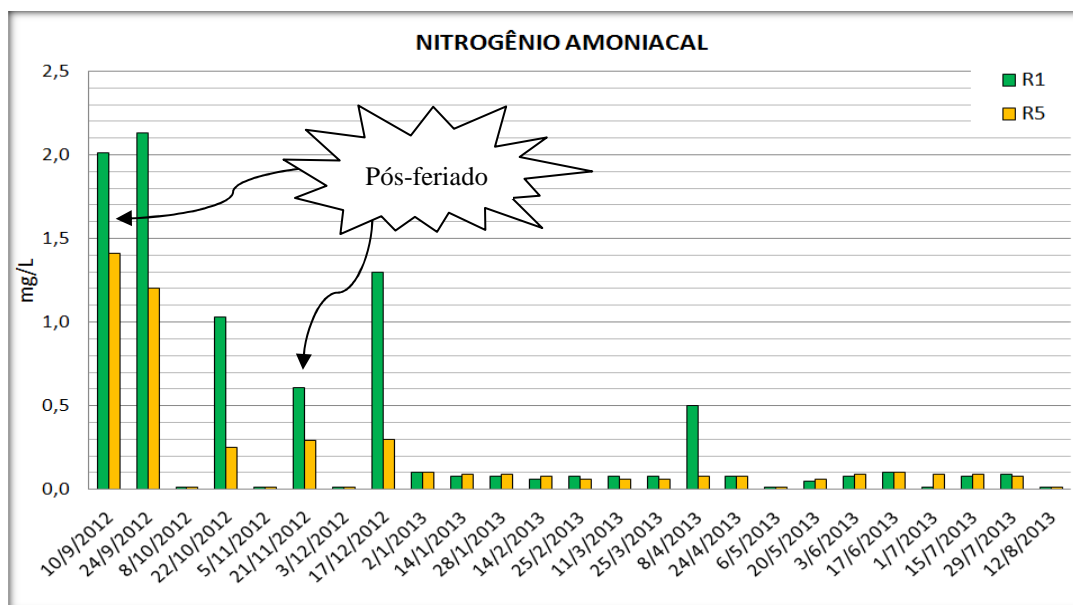
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,70 mg/L	21/11/12	0,60 mg/L	21/11/12
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
6,60 mg/L	02/01/13	4,60 mg/L	08/04/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
2,87 mg/L		2,03 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

4.9. NITROGÊNIO AMONIAICAL

As concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,01 mg/L e 2,13 mg/L, no ponto R1 e 0,01 mg/L e 1,41 mg/L, no ponto R5. Geralmente os valores encontrados se mantiveram em até 0,10 mg/L, porém em seis campanhas verificaram-se episódios críticos. Chegou-se a 2,13 mg/L no ponto R1, em 24/09/2012, e 1,41 mg/L no ponto R5, em 10/09/2012, conforme **figura 4.19**. A média aritmética foi de 0,35 mg/L no ponto R1, e 0,19 mg/L no ponto R5.

Figura 4.19: Distribuição dos valores de Nitrogênio amoniacal (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Como a Resolução CONAMA nº 357/2005 define os limites deste parâmetro em função do potencial hidrogeniônico, se compararmos estas seis campanhas com os seus respectivos valores de pH, percebe-se que a única campanha fora dos limites de qualidade impostos para as águas doces Classe 2 foi a do ponto R1 no dia 24/09/2012. A Resolução determina um valor de até 2,0 mg/L para os valores de pH entre 7,5 e 8,0, quando o encontrado foi um pH de 7,69 e nitrogênio amoniacal de 2,13 mg/L.

Se compararmos este parâmetro aos coliformes termotolerantes, percebemos que nas campanhas de 10/09/2012, 22/10/2012 e 21/11/2012, tanto os valores de nitrogênio amoniacal ficaram acima do padrão encontrado durante o estudo, como os resultados para os coliformes termotolerantes ficam próximos ou maiores que 1.000 NPM/100mL, que prova contaminação antrópica, pois, como supracitado, o coliforme termotolerante é um indicador de contaminação por esgoto doméstico, e o nitrogênio amoniacal também é indicador de contaminação recente por esgoto. Isso reafirma o que já foi citado anteriormente, quando se correlacionou condutividade elétrica e coliformes termotolerantes. Além disso, por tratarem-se de episódios isolados, sugere-se uma poluição em fase inicial.

Neste parâmetro também não foi possível associar a sua variação com os tempos de seca ou chuvas.

A tabela 4.9 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro nitrogênio amoniacal.

Tabela 4.9: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de nitrogênio amoniacal (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

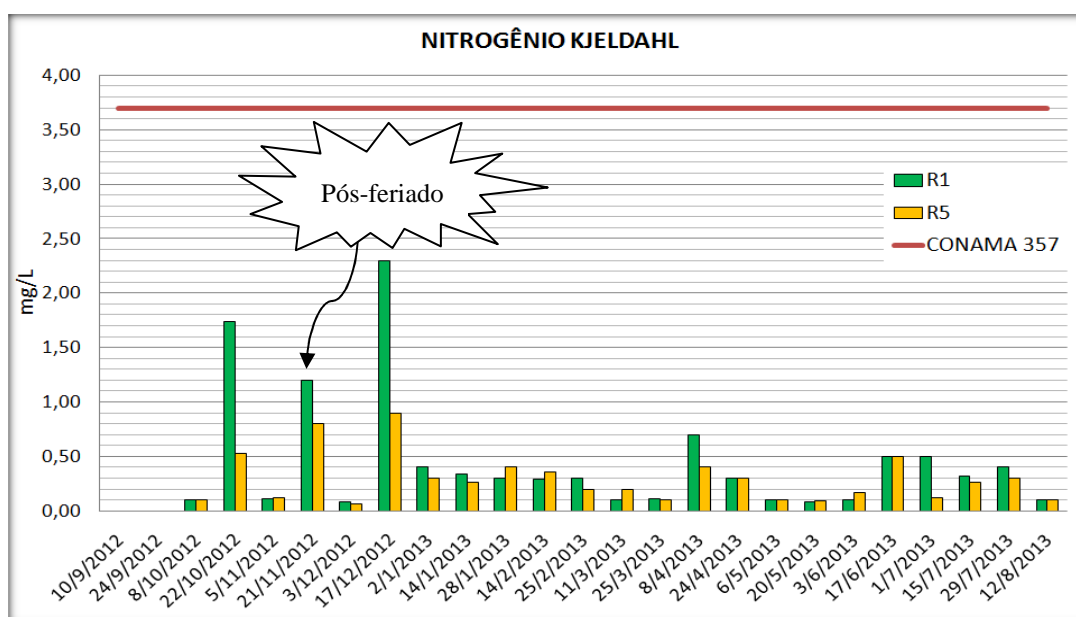
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,01 mg/L	08/10/12 (+ 5)	0,01 mg/L	08/10/12 (+ 4)
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
2,13 mg/L	24/09/12	1,41 mg/L	10/09/12
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
0,35 mg/L		0,19 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

4.10. NTK

A concentração do NTK nas águas doces variou entre 0,08 mg/L e 2,30mg/L no ponto R1. Já no ponto R5, essa variação foi de 0,06 mg/L e 0,90 mg/L, conforme **figura 4. 20**. A média aritmética foi de 0,46 mg/L, no ponto R1, e 0,29 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.20: Distribuição dos valores de NTK (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

É possível fazer uma correlação entre este parâmetro e o nitrogênio amoniacal, sendo os maiores valores verificados ocorreram nas mesmas campanhas.

Percebem-se três episódios com concentrações altas do nutriente. Apesar de isso mostrar risco de eutrofização, mesmo com toda a pressão antrópica e a população flutuante, percebe-se que esse parâmetro esteve abaixo do limite imposto pela Resolução CONAMA nº 357/2005 durante todo o período de estudo.

A tabela 4.10 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro nitrogênio de Kjeldahl.

Tabela 4.10: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de NTK (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

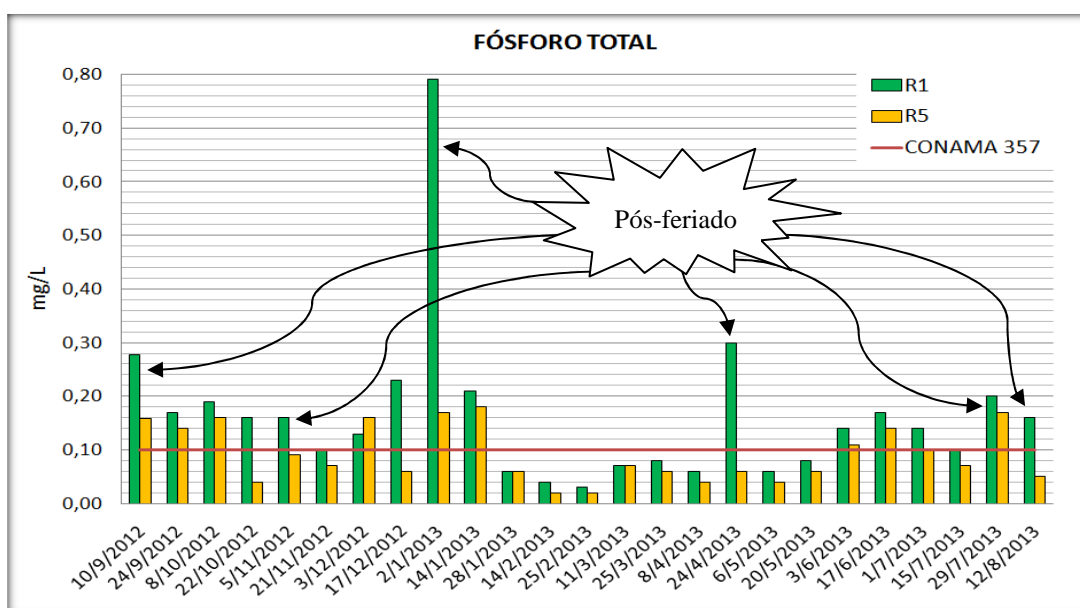
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,08 mg/L	03/12/12 20/05/13	0,06 mg/L	03/12/12
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
2,30 mg/L	17/12/12	0,90 mg/L	17/12/12
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
0,46 mg/L		0,29 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

4.11. FÓSFORO TOTAL

O menor valor medido no ponto R1, conforme **figura 4.21**, foi de 0,03 mg/L e o maior valor foi de 0,79 mg/L. Já para o ponto R5, o menor valor foi de 0,02 mg/L e o maior foi de 0,18 mg/L. A média aritmética foi de 0,16mg/L, no ponto R1, e de 0,09 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.21: Distribuição dos valores de fósforo total (mg/L de P) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Novamente chama-se a atenção à tendência dos maiores valores encontrados serem no ponto do Rio da Prata (R1), o que tem demonstrado uma degradação maior nesse corpo hídrico do que no Rio Catumbi (R5).

Como verificado no parâmetro NTK, percebem-se três episódios com concentrações mais altas deste nutriente, o que novamente mostra um risco de eutrofização. Mas, de um modo geral, o parâmetro esteve próximo ao limite imposto pela Resolução CONAMA nº 357/2005, de 0,10 mg/L.

A tabela 4.11 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro de fósforo total.

Tabela 4.11: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de fósforo total (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

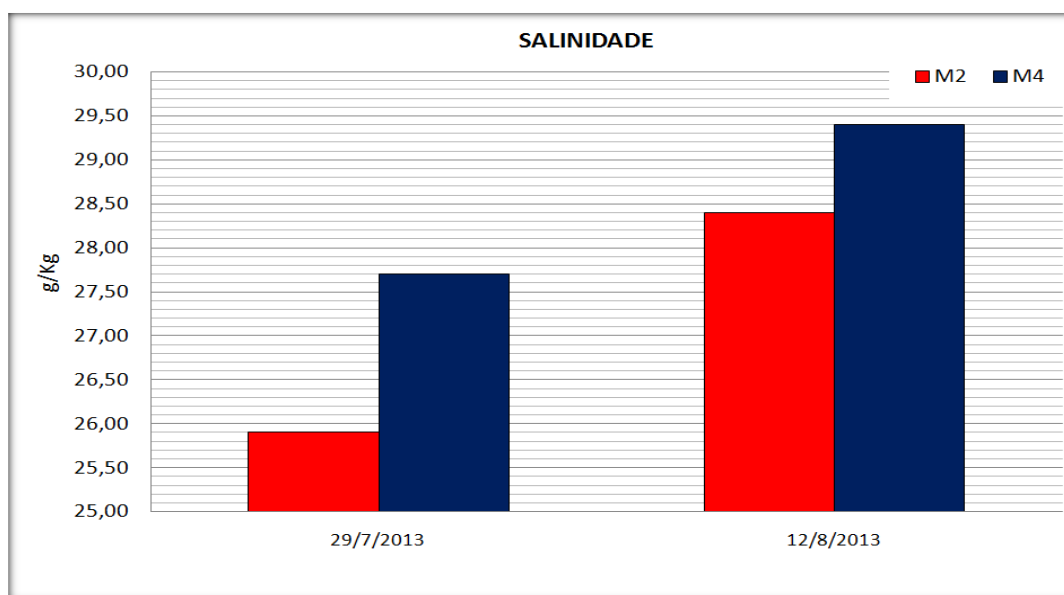
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,03 mg/L	25/02/13	0,02 mg/L	13/02/13 25/02/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
0,79 mg/L	02/01/13	0,18 mg/L	14/01/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
0,16 mg/L		0,09 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

4.12. SALINIDADE

Este parâmetro foi medido nas campanhas de 29/07/2013 e 12/08/2013, como mostrado na **figura 4.22**.

Figura 4.22: Distribuição dos valores de salinidade em 29/07/2013 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Deve-se observar que esse parâmetro só foi incluído nas duas últimas campanhas. Desse modo, não foi possível estabelecer correlação entre ele e os demais parâmetros ao longo de todo o período monitorado. Porém, deve-se destacar a sua importância para estudos futuros de forma a verificar a contaminação da praia pelas águas doces, já que quanto maior a salinidade, menor é a quantidade de água doce e, conseqüentemente, a probabilidade de contaminação pela ação antrópica.

A tabela 4.12 compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos M2 e M4 para o parâmetro salinidade.

Tabela 4.12: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de salinidade (g/Kg) em 29/07/2013 e 12/08/2013.

M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
25,90 g/Kg	12/08/13	27,70 g/Kg	12/08/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
28,40 g/Kg	29/07/13	29,40 g/Kg	29/07/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
27,15 g/Kg		28,55 g/Kg	

Fonte: O autor, 2014.

4.13. CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS

Analisando os resultados de todo o plano de amostragem, percebe-se que o ponto R1 (Rio da Prata) obteve os piores resultados em geral. Isso se deu pelo fato de que esse ponto de coleta foi o mais próximo a sua foz, e conseqüentemente o que sofreu mais degradação pela ação antrópica. O ponto R5 não está tão próximo a sua foz, pois, para não sofrer a influência da maré por ser uma área mais baixa, ele foi escolhido mais a montante do Rio Catumbi, assim está menos degradado. Por outro lado, a ação do homem na praia (pontos M2, M3 e M4) é diluída pelo volume de água do mar, além de receber a influência das correntes marinhas.

O índice de qualidade da água (IQA), descrito no item 3.6, pôde ser calculado, com base nos resultados experimentais acima expostos, para verificar a qualidade da água nesses pontos durante o estudo. Para efeito comparativo, calcularam-se três índices: um com os maiores valores encontrado em cada parâmetro nas 25 campanhas, outro com os menores, e por fim, a média aritmética de cada parâmetro. Além disso, algumas variáveis foram ajustadas

como mostram os apêndices B e C deste trabalho. A **tabela 4.1** destaca os valores de IQA encontrados para os rios da Prata (R1) e Catumbi (R5).

Tabela 4.13: Classificação da qualidade da água bruta dos rios da Prata e Catumbi (IQA) referente ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

Valor adotado para o cálculo	IQA – Rio da Prata (R1)		IQA – Rio Catumbi (R5)	
Maior valor encontrado	38	Ruim	50	Média
Menor valor encontrado	64	Média	72	Boa
Média Aritmética	48	Ruim	67	Média

Fonte: O autor, 2014.

Deve-se observar na **tabela 4.13** que a qualidade boa encontrada para o IQA do rio Catumbi (R5) está relacionada com o fato de esse ponto estar longe da foz do rio. Isso é justificado pelo fato já descrito no item 3.2 desse trabalho, onde um dos critérios de escolha dos pontos de amostragem dos rios foi a completa eliminação da influência das marés, ou seja, mesmo nas marés altas esse ponto ficou isento da influência das marés. Infelizmente com isso, nem toda a flutuação de contaminantes pôde ser medido nesse ponto R5. Dessa forma, é de se esperar que um ponto de coleta mais à jusante do ponto R5 adotado apresentaria um IQA não tão bom, já que quanto mais à jusante, mais capaz de refletir a carga poluidora total do corpo hídrico.

Já o IQA do ponto R1 mostrado na **tabela 4.13**, por estar mais próximo à sua foz, mostrou mais claro essa influência dos contaminantes do corpo hídrico, o que acarretou em um resultado pior para o IQA do rio da Prata (R1) em relação ao IQA do rio Catumbi (R5). Porém, como citado acima para o ponto R5, também se espera para esse ponto R1 que um ponto de coleta adotado mais à jusante apresentaria um IQA não tão bom, já que quanto mais à jusante, mais capaz de refletir a carga poluidora total do corpo hídrico.

Em praticamente todos os parâmetros analisados foi possível perceber alguns episódios que exigem certa atenção, pois já revelam uma pressão antrópica maior do que o sistema consegue suportar em determinado momento. O diagnóstico preliminar das bacias hidrográficas do rio da Prata e Catumbi aponta que a poluição encontrada em Muriqui é proveniente do descarte incorreto dos esgotos sanitários, pela poluição difusa dos sumidouros e GAP's e pelos lançamentos diretos aos corpos hídricos.