

IV-200 - MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ÁGUAS DE RIOS URBANOS E PRAIAS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SALVADOR – BA

Aline Barcelos Carvalho ⁽¹⁾

Engenheira Ambiental Sanitarista pelo Centro Universitário Jorge Amado, Salvador/BA.

Ana Carla Dias Fontana ⁽²⁾

Engenheira Ambiental Sanitarista pelo Centro Universitário Jorge Amado, Salvador/BA.

Elizabeth da Rocha Couto ⁽³⁾

Engenheira Química pela Escola Politécnica da UFBA (1990). Mestre em Química pelo Instituto de Química da UFBA (1996), Especialista em Metodologia do Ensino Superior pela FBB (2002). Doutora em Química pelo Instituto de Química da UFBA (2011). Professora do Centro Universitário Jorge Amado.

Emannuely Kennelly Fernandes Sala Gomes ⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Jorge Amado, Salvador/BA.

Ingrid de Abreu Pereira ⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Jorge Amado, Salvador/BA.

Endereço⁽¹⁾: Conjunto Lagoa da Paixão, Caminho 02, 14 – Nova Brasília de Valéria – Salvador - BA - CEP: 41307-380 - Brasil - Tel: (71) 9 8671-7950 - e-mail: carvalhos.sst@hotmail.com

RESUMO

A água é um elemento essencial para a manutenção das diversas formas de vida na terra. Seu uso está ligado à maior parte das necessidades humanas e sua disponibilidade não se resume apenas ao aspecto quantitativo, como também ao aspecto qualitativo. As modificações ambientais provocadas pela ação humana alteram o cenário da disponibilidade de água doce no planeta, como também implicam nas condições de balneabilidade das águas destinadas à recreação. Este estudo objetivou avaliar variáveis físicas, químicas e microbiológicas tais como, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor, turbidez, alcalinidade, dureza, cálcio, magnésio, cloretos, sólidos totais dissolvidos (STD), ferro, coliformes totais e coliformes termotolerantes em amostras de águas coletadas em rios urbanos localizados em Salvador – BA, bem como monitorar as variáveis físicas, químicas e microbiológicas: potencial Hidrogeniônico (pH), temperatura, Coliformes totais e Coliformes termotolerantes em amostras de águas coletadas nas praias que estes rios desembocam. As amostras foram coletadas em dois pontos distintos dos rios Lucaia e Jaguaribe e das praias do Rio vermelho e Piatã, no período chuvoso e seco. Nas análises físicas e químicas dos rios observou-se que a maioria dos pontos apresentaram valores acima das legislações vigentes (CONAMA 357, Ministério da Saúde e CETESB), destacando-se entre os pontos, o ponto L2 que apresentou níveis de CE (variando na faixa entre 3.850 e 35.470 $\mu\text{S/cm}$), STD (variando na faixa entre 2.464 e 22.700,8 mg L^{-1}), Cloreto (variando na faixa entre 1.489,01 e 9.149,77 mg L^{-1}) e dureza (variando na faixa entre 536 e 2990 mg L^{-1}) mais elevados, indicando maior impacto ambiental dentre os pontos analisados. Os resultados microbiológicos para todos os pontos dos rios foram confirmativos para coliformes totais e negativos para coliformes termotolerantes. Quanto às análises das águas do mar, todas as amostras analisadas apresentaram resultados confirmativos para coliformes totais e negativos para coliformes termotolerantes no período chuvoso, enquanto que no período seco os pontos L3 e J3 apresentaram resultados negativos para coliformes totais, enquanto que os pontos L4 e J4 apresentaram resultados confirmativos. Já o parâmetro pH, encontra-se de acordo com a faixa legislada em ambos os períodos sazonais. Os rios urbanos monitorados sofreram impactos decorrentes da descarga inadequada de efluentes e resíduos domésticos e são responsáveis pelas alterações nas condições de balneabilidade das praias monitoradas.

PALAVRAS-CHAVE: Rios urbanos, Balneabilidade, Variáveis físicas, Químicas, Microbiológicas.

INTRODUÇÃO

A presença dos rios no tecido urbano de muitas cidades tem uma grande importância, tanto sob o ponto de vista ambiental e ecológico, como elemento marcante nas paisagens dessas cidades. No entanto, apesar do contexto apresentado, as paisagens dos rios urbanos nas cidades brasileiras, em geral, se apresentam

degradadas, como resultado de rios poluídos, tendo seus leitos adulterados pelas retificações, servindo como depósito de lixo e esgoto, e com as populações residentes às suas margens voltando-lhes as costas. Isso foi ocorrendo, através do processo de urbanização das cidades, como resultado da ação do homem sobre esses elementos naturais (MELO, 2005).

O desenvolvimento das grandes cidades brasileiras foi estabelecido através de uma relação de desrespeito com os recursos naturais e afirma uma relação predatória entre a urbanização e a manutenção desses recursos. A degradação das águas superficiais é um dos principais impactos sofrido pelo meio ambiente e seus recursos, pois, as águas são usadas para o transporte de esgotos, resíduos domésticos e/ou industriais, potencializando assim a perda da sua qualidade, afetando diretamente na disponibilidade.

A cidade de Salvador, a exemplo dos maiores centros urbanos do Brasil, cresceu de forma desordenada, sem qualquer planejamento e infraestrutura, entrecortada e circundada pelas águas, com abundância de água em seu subsolo e com elevado índice pluviométrico, está se tornando árida. Os caminhos percorridos pelas suas águas, que recriam parte significativa da sua história, revelam o quão perversa tem sido a relação entre urbanização e natureza. As nossas águas doces desaparecem na relação inversa à intensidade do processo de urbanização. Adicionalmente, Salvador conjuga de forma ímpar degradação ambiental e pobreza urbana, o que torna a qualidade de vida, algo por demais precário. A história dos rios e dos bairros de Salvador é a história da luta tinhosa, contra o mato, contra a água e pelo acesso à terra e aos serviços públicos urbanos (SANTOS et al, 2010).

Os problemas ligados à água são consequência da ação do homem, ou seja, das pressões exercidas nesse recurso, que é finito e esgotável, seja pela má utilização, desperdício ou imprevidência. E mesmo tendo conhecimento da importância deste recurso, o meio ambiente ainda sofre com a falta de respeito e comprometimento dos seres humanos, pois ainda são inúmeros os pontos de poluição e contaminação, que causam danos irreversíveis e transformam a água que é fonte de vida em um veículo transmissor de doenças que podem levar à morte. Como consequência, todos os dias os oceanos e mares recebem milhões de toneladas de substâncias poluentes, que alteram as suas condições de balneabilidade.

O desafio para a garantia da qualidade das águas seja ela do corpo receptor primário, os rios ou o corpo receptor secundário, o mar, é a falta de tratamento dos efluentes e este é consequência da falta de um sistema de esgotamento sanitário eficiente, que atenda as vertentes: coleta, tratamento e destinação final adequada. A cidade de Salvador evidencia uma situação caótica no sistema de saneamento básico e por toda a cidade é notória a necessidade de ações que venham alterar essa realidade. Os rios estudados têm como principal fonte de poluição os esgotos e resíduos sólidos domiciliares lançados sem tratamento nesses corpos d'água. Essa situação é agravada pela falta de um sistema de coleta e tratamento de esgoto que atenda à população da cidade, pois Salvador conta apenas com o processo de condicionamento prévio, onde as partículas sólidas são separadas do efluente que segue até um emissário submarino (Rio Vermelho e Boca do Rio) para dispersão no oceano. Porém, grande parte do efluente lançado nos rios vai de encontro ao mar, pelo curso natural dos rios, afetando assim, a qualidade daquelas águas, ou seja, a balneabilidade destas.

Assim, conhecer a qualidade das águas é um fator essencial para o seu gerenciamento e uma metodologia para conhecer a qualidade destas águas é o monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, que atua como ferramenta fundamental desse processo, pois é através deste que se pode, através dos resultados das análises, auxiliar na tomada de decisão para garantia do bem-estar do homem e a manutenção dos recursos e sua disponibilidade para as futuras gerações.

OBJETIVO

Este estudo objetivou monitorar as variáveis físicas, químicas e microbiológicas: potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Cor, Turbidez, Alcalinidade, Dureza, Cloreto, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Ferro, Coliformes totais e Coliformes termotolerantes em amostras de águas coletadas nos rios Jaguaribe e Lucaia localizados em Salvador/BA, bem como monitorar as variáveis físicas, químicas e microbiológicas: Temperatura, pH, Coliformes totais e Coliformes termotolerantes em amostras de águas coletadas nas praias do Rio Vermelho e Piatã onde os rios desembocam. Para assim, mostrar as alterações sofridas pelas águas no meio ambiente urbano e comparar os resultados obtidos com as legislações vigentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo, foram escolhidos os rios Lucaia e Jaguaribe, localizados em área urbana da cidade de Salvador, ambos com comprometimento ambiental e suscetibilidade de contaminação por efluentes e resíduos domésticos e as praias do Rio Vermelho e Piatã, onde estes rios desembocam, analisando os parâmetros de balneabilidade dessas águas a fim de avaliar até que ponto a qualidade das águas dos rios interferem na qualidade destas. Os pontos de coleta de água dos rios estão representados nas figuras 1 e 2.



Figura 1: Pontos de coleta Rio Lucaia



Figura 2: Pontos de coleta Rio Jaguaribe

Foram realizadas coletas de águas em dois períodos, chuvoso e seco, no ano 2017. As coletas e análises das amostras foram realizadas de acordo com as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Para cada corpo hídrico foram escolhidos dois pontos distintos, onde foram coletadas as amostras de água, armazenadas em recipientes de polietileno de 1L e acondicionadas em caixa de isopor com gelo para conservação e assim foram encaminhadas aos laboratórios de Química e de Microbiologia do Centro Universitário Jorge Amado – UNIJORGE, Campus Paralela.

As amostras de água foram submetidas à análise dos seguintes parâmetros físico químicos: potencial Hidrogeniônico (pH), cor, turbidez, condutividade elétrica, dureza, cálcio, cloretos, alcalinidade, ferro, magnésio, sólidos totais dissolvidos e temperatura. Os ensaios de pH, condutividade elétrica, dureza, cálcio,

cloretos, alcalinidade, ferro, magnésio e sólidos totais dissolvidos foram realizados no Laboratório de Química Analítica da UNIJORGE, campus Paralela, Salvador/BA.

O parâmetro de alcalinidade foi determinado pelo método de titulação com H_2SO_4 0,01 mol L^{-1} , o cloreto foi determinado através de titulação com AgNO_3 0,1 mol L^{-1} e a dureza com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 0,01 mol L^{-1} . O pH foi analisado pelo método potenciométrico com pH-âmetro digital 0.00-14.00 pH/mV/°C PHB-500. A análise de condutividade elétrica foi através do condutivímetro Tecnopon mPA 210 e a partir deste resultado foi determinado STD. A análise de ferro foi realizada através do espectrofotômetro ultravioleta/visível (UV/VIS) e a cor foi através do espectrofotômetro DR3900. O parâmetro turbidez foi determinado por meio do turbidímetro portátil 2100 Q – HACH.

As análises microbiológicas (Coliformes Totais e Termotolerantes) foram determinados através do método dos tubos múltiplos. Para coliformes totais foram utilizados caldo lactosado de concentração dupla, caldo lactosado verde brilhante bile a 2% e alça de platina com cabo de Kolle. Já na análise de coliformes termotolerantes foram utilizados tubos de ensaio com meio Escherichia coli e alça de platina. Esta metodologia permite a quantificação por número mais provável (NMP) de microrganismos e é dividida em duas fases sucessivas, uma presuntiva e outra confirmativa. E esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva. De acordo com o número de tubos positivos em cada uma das diluições e das fases utilizadas, determina-se o número mais provável (NMP), tendo como base tabelas estatísticas.

RESULTADOS OBTIDOS

Após análise das amostras coletadas os resultados foram comparados entre os períodos sazonais. Na figura 4 é possível verificar os resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos pontos dos rios Lucaia (L1 e L2) e Jaguaribe (J1 e J2), nos períodos chuvoso e seco.

	Período Chuvoso				Período Seco			
Parâmetros	L1	L2	J1	J2	L1	L2	J1	J2
Temperatura (°C)	25	25	26	27	26	26	26	27
Cor (mg Pt/l)	84	271	263	264	287	76	38	300
Turbidez (UNT)	7,2	25,5	22,6	22,4	26	6,4	3,3	28,2
CE (µS/cm)	347,5	3850	527,8	562,1	373,1	35470	603,7	609,9
STD (mg L ⁻¹)	222,4	2464	337,8	359,7	238,8	22700,8	386,4	390,3
pH	7,4	7,2	7,2	7,2	7,7	7,5	8	7,8
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	1035,3	1441,3	1786,4	1725,5	994,7	1603,7	2009,7	2030
Dureza (mg L ⁻¹)	116	536	96	104	106	2990	114	108
Cálcio (mg L ⁻¹)	46,5	214,8	38,5	41,7	42,5	1198,4	45,7	43,3
Magnésio (mg L ⁻¹)	2,3	10,7	1,9	2	2,1	298,7	2,2	2,1
Cloreto (mg L ⁻¹)	139,2	1489	167	139,2	111,3	9149,8	125,2	153,1
Ferro (mg L ⁻¹)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,7	0,5
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0
Col. Termotolerantes (NMP/100 ml)	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2
NMP/100 ml >16,0 = Positivo				NMP/100 ml <2,2 = Negativo				

Figura 4: Resultados Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos dos rios Lucaia e Jaguaribe

A figura 5 apresenta os resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos pontos das praias do Rio Vermelho (L3 e L4) e Piatã (J3 e J4), nos períodos chuvoso e seco.

Período Chuvoso					Período Seco			
Parâmetros	L3	L4	J3	J4	L3	L4	J3	J4
Temperatura (°C)	24	25	27	26	27	27	27	27
pH	8,1	8,2	7,5	8	8,3	8,5	7,5	8,4
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0
Col. Termotolerantes (NMP/100 ml)	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2
NMP/100 ml >16,0 = Positivo					NMP/100 ml <2,2 = Negativo			

Figura 5: Resultados Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Praias do Rio Vermelho e Piatã

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O valor médio da temperatura obtido neste estudo no período chuvoso foi de 25,0°C a 27,0°C e no período seco foi de 26,0°C a 27,0°C. Entre as duas campanhas de coleta podem ser observadas uma variação de 1°C, sendo maior no período seco conforme a Figura 6.

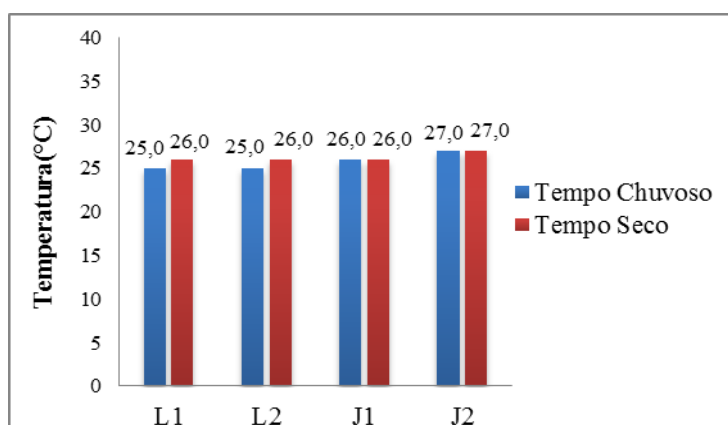


Figura 6: Resultados de temperatura dos rios nos períodos chuvoso e seco.

As variações de temperatura nos corpos d'água naturais podem ser sazonais e diurnas de acordo com estudos de Sá Filho (2010) e estão associadas com as estações do ano - Bucci et al (2015). A temperatura é um parâmetro que também permite determinar se há poluição térmica pela descarga de efluentes (VON SPERLING, 2007, apud PIRITOBA et al., 2017). Para Madden et al, (2013) as descargas de efluentes mudam a temperatura dos ecossistemas aquáticos representando ameaça para a biota aquática. Por outro lado, na coluna d'água a temperatura diminui com a profundidade de um corpo hídrico e tem correlação com outros parâmetros (Malheiros et al., 2012, apud PIRITOBA et al., 2017).

Segundo Boesch (2002) e Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica quantidades e componentes. É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (PIÑEIRO DI BLASI et al, 2013, apud PIRITOBA et al., 2017).

Na figura 7, observam-se valores mais elevados para a condutividade elétrica no período seco, quando variaram de 373,1 a 35.470,0 µS/cm entre os pontos amostrados, sendo o menor valor observado no ponto L1 (373,1 µS/cm) e o maior no ponto L2 (35.470,0 µS/cm). No período chuvoso, a condutividade elétrica foi menor no ponto L1 (347,5 µS/cm) e maior no ponto L2 (3.850,0 µS/cm).

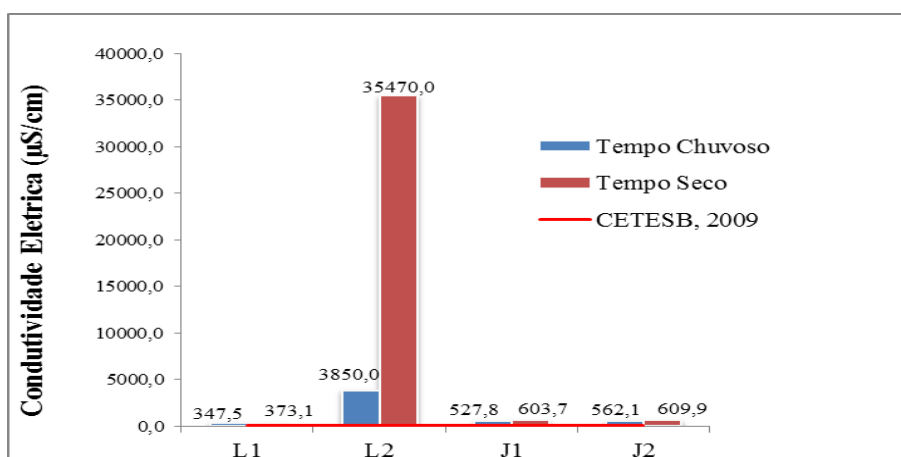


Figura 7: Resultados de condutividade elétrica dos rios nos períodos chuvoso e seco.

O valor de referência para condutividade foi de 100 $\mu\text{S/cm}$ (CETESB). Assim, todas as amostras analisadas ultrapassaram esse limite significativamente, o que pode ser decorrência dos despejos de efluentes domésticos nos corpos d'água, pois à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) estão relacionados diretamente com a condutividade elétrica (ARAÚJO *et al*, 2013) e é usada em laboratório de rotina como medida da salinidade da água e/ou dos efeitos causados por alguma atividade antrópica que afete um corpo d'água (VAN NIEKERK *et al*, 2014).

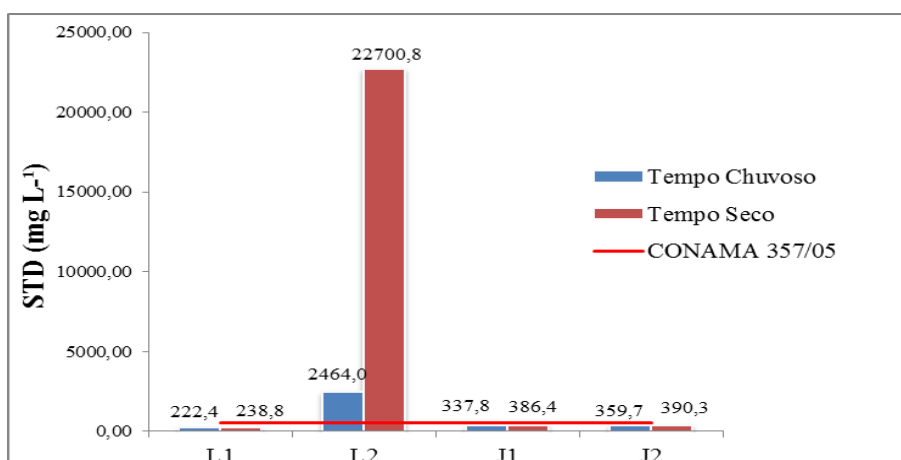


Figura 8: Resultados de STD dos rios nos períodos chuvoso e seco.

As concentrações de STD observadas na figura 8, no período chuvoso são menores que no período seco, podia-se esperar que fosse o contrário, já que as precipitações carregam grandes quantidades de material dos solos do entorno para as águas. Os valores encontrados no período chuvoso variaram entre 222,40 mg L⁻¹ no ponto L1 e 2.464,0 mg L⁻¹ no ponto L2. Com relação ao período seco, a maior concentração foi observada no ponto L2 (22.700,80 mg L⁻¹), e a menor no ponto L1 (238,78 mg L⁻¹). Os pontos J1 e J2 em ambos os períodos apresentaram valores numa faixa muito próximas, no período chuvoso, por exemplo, o ponto J1 apresentou concentração de 337,79 mg L⁻¹ e o ponto J2 de 359,74 mg L⁻¹, já no período seco ambos os pontos tiveram um aumento na concentração, que apresentou 386,37 mg L⁻¹ para o ponto J1 e 390,34 mg L⁻¹ para o ponto J2. Para este parâmetro a resolução CONAMA nº 357/2005, estabelece limites máximo de 500 mg L⁻¹, ou seja, apenas o ponto L2 nos dois períodos coletados ultrapassou o limite estabelecido, o que pode significar que o rio sofre uma maior descarga de resíduos na região deste ponto.

A cor, juntamente ao odor, ao gosto e à turvação, são parâmetros que se referem ao nosso sistema sensorial. A cor na água deve-se a íons naturais como o ferro e o magnésio, assim como à presença de plâncton, húmus e turfa. As descargas irregulares de efluentes domésticos ou industriais podem contribuir para a presença da cor.

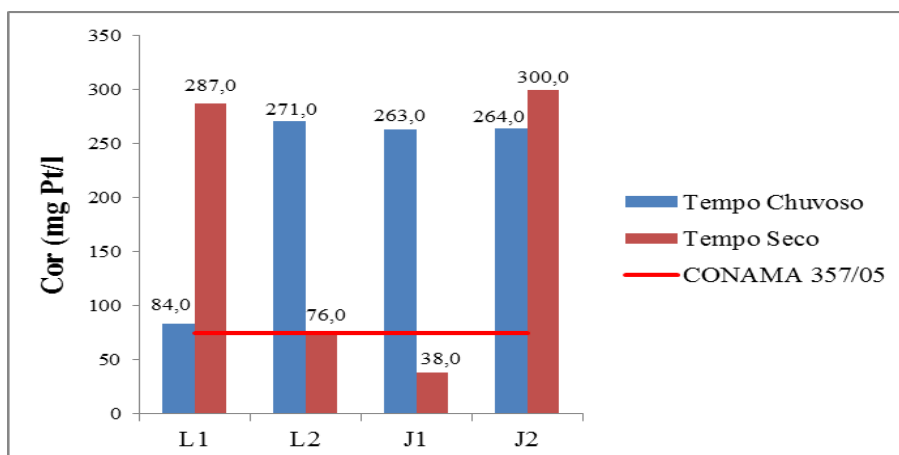


Figura 9: Resultados de Cor dos rios nos períodos chuvoso e seco.

No período chuvoso, a cor variou entre 84,0 mg L⁻¹ no ponto L1 e 271 mg L⁻¹ no ponto L2. Nos pontos J1 e J2, as concentrações foram de 263,0 e 264,0 mg L⁻¹, respectivamente. No período seco, os pontos J1 e L2 apresentaram os menores valores (38,0 e 76,0 mg Pt/L respectivamente) e os maiores valores foram apresentados pelos pontos J2 e L2 (300,0 e 287,0 mg Pt/L respectivamente), conforme observado na figura 9. Dos valores obtidos, apenas o ponto J1, no período seco encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2, que é de até 75,0 mg Pt/L.

A turbidez tem como origem natural as partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos, como origem antropogênica pode-se citar os despejos indústrias, domésticos, microrganismos e erosão (VON SPERLING, 2005).

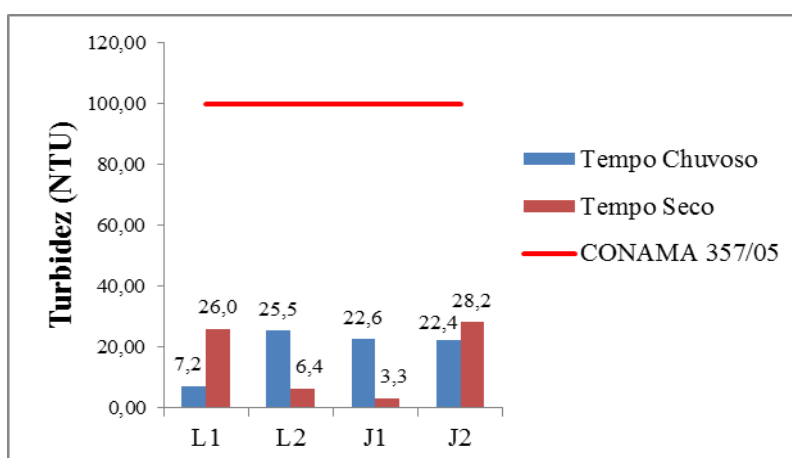


Figura 10: Resultados de Turbidez dos rios nos períodos chuvoso e seco.

Os valores de turbidez encontrados nos rios Lucaia e Jaguaribe variam de 3,32 NTUs (Ponto J1) a 28,2 NTUs (Ponto J2) no período seco e de 7,22 NTUs (Ponto L1) a 25,50 NTUs (Ponto L2) no período chuvoso, conforme figura 10. Pode-se destacar que os valores encontrados no período seco, nos pontos J1 e L2 (3,32 e 6,39 NTUs respectivamente) são relativamente baixos quando comparados aos pontos L1 e J2 (26,0 e 28,2 NTUs respectivamente), tendo em vista que esses pontos sofrem alteração no período chuvoso, onde os valores nos pontos J1 e L2 são de 22,60 e 25,50 NTUs, em função do carreamento de sedimentos para estes rios através das chuvas, as águas ficam turvas por um período maior de tempo. Nos pontos L1 e J2 os valores foram de 7,22 e 22,40 NTUs, respectivamente. O que chama atenção para o Ponto L1 é o fato de que no período chuvoso a turbidez foi muito menor que no período seco, o que por ser decorrência de alguma anormalidade ocorrida na região. Ainda assim, a turbidez registrada nos quatro pontos de amostragem, apresentam-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, para rios de classe 2 que é de 100,0 NTUs.

O pH é uma variável abiótica importante nos ecossistemas aquáticos de difícil interpretação pela quantidade de fatores que o podem afetar (Esteves, 2011, apud PIRITOBA et al., 2017).

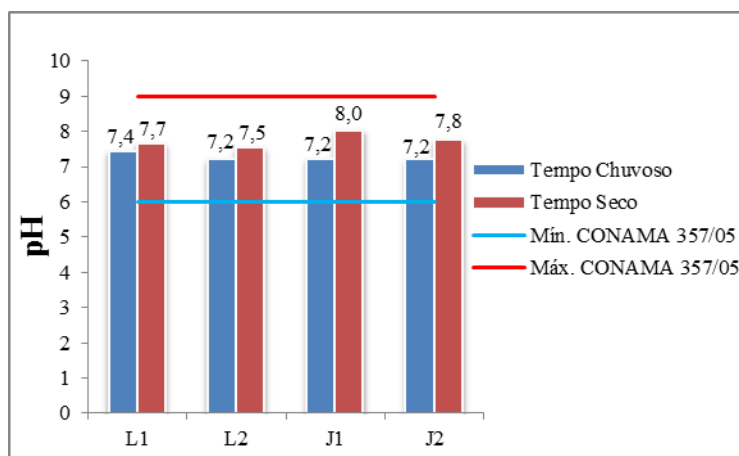


Figura 11: Resultados de pH dos rios nos períodos chuvoso e seco.

O valor médio do pH foi de 7,22 a 7,45 no período chuvoso, e de 7,55 a 8,04 no período seco como mostrado na figura 11. Embora os valores do pH não tenham ultrapassado os limites da Resolução CONAMA nº 357/05 que estabelece valores para rios de classe II entre 6,0 e 9,0, no período seco os valores de pH são mais altos que na época de chuva, sendo que no ponto J1 foi obtido o valor mais alto dentre os pontos, que foi de 8,04.

De acordo com o Ministério da Saúde (2006), na maior parte dos ambientes aquáticos a alcalinidade é devida exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2) na água. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30,0 a 500,0 mg L^{-1} de CaCO_3 .

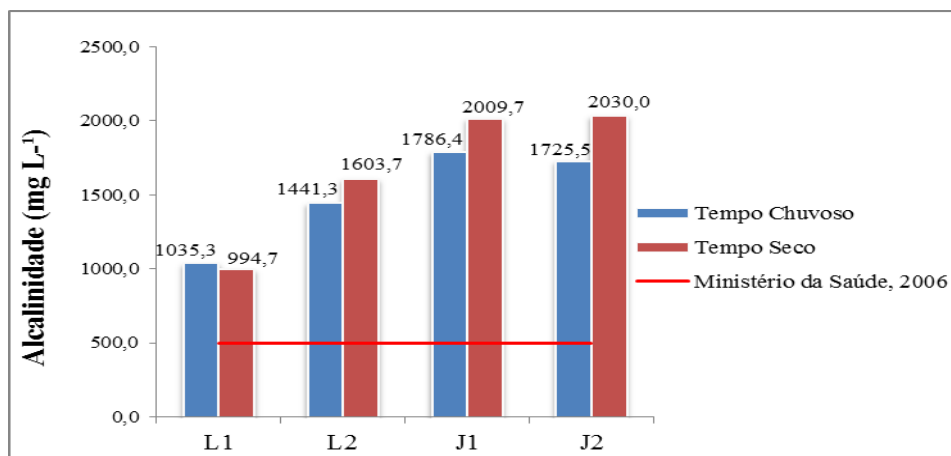


Figura 12: Resultados de Alcalinidade dos rios nos períodos chuvoso e seco.

Os teores médios da alcalinidade, como se pode observar na figura 12, no período chuvoso foram de 1035,3 a 1786,4 mg L^{-1} de CaCO_3 , e para o período seco foram de 994,7 a 2030,0 mg L^{-1} de CaCO_3 . Os resultados obtidos ficaram muito acima da faixa estabelecida pelo Ministério da Saúde, o que pode ocorrer devido à condição atual dos rios, que sofrem despejos indiscriminados de efluentes e resíduos domésticos.

A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de Cálcio e Magnésio (Ca^{2+} mais Mg^{2+}) e, em menor escala, Ferro (Fe), Manganês (Mn), Estrôncio (Sr) e Alumínio (Al) (BRASIL, 2006).

Os valores de dureza, conforme apresentado na figura 13, variam de 96,0 mg L⁻¹ de CaCO₃, no ponto J1 e 536,0 mg L⁻¹ de CaCO₃ no ponto L2 para o período chuvoso e 106,0 mg L⁻¹ de CaCO₃ no ponto L1 a 2290,0 mg L⁻¹ de CaCO₃ no ponto L2 para o período seco. O que se pode perceber é que o ponto L2 apresentou em ambos os períodos sazonais os maiores valores de dureza, sendo muito maior o valor no período seco. Então, de acordo com o Ministério da Saúde, a classificação de dureza da água deste ponto é uma água muito dura (dureza > 300,0 mg L⁻¹ de CaCO₃) e para os demais pontos é uma água de dureza moderada (dureza entre 50,0 mg L⁻¹ e 150,0 mg L⁻¹ de CaCO₃).

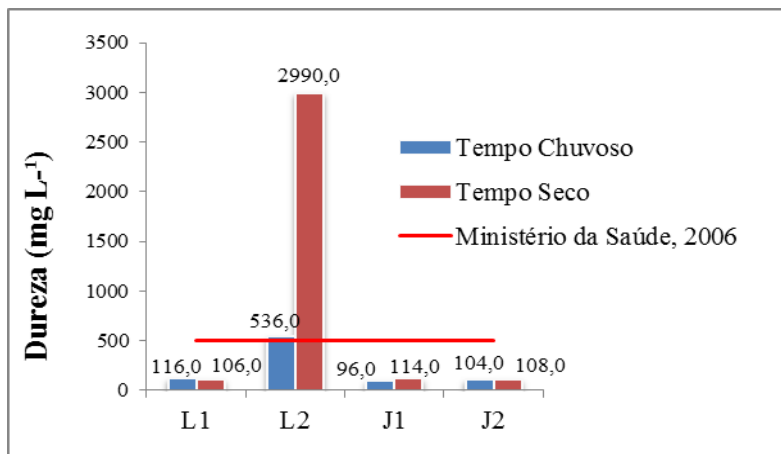


Figura 13: Resultados de Dureza dos rios nos períodos chuvoso e seco.

Ainda, como o ponto L2 apresentou maior valor de dureza nos dois períodos analisados, e consequentemente maior concentração de cálcio, que foi de 214,83 mg L⁻¹ de CaCO₃ no período chuvoso e 1198,39 mg L⁻¹ de CaCO₃ no período seco e de magnésio, 10,67 mg L⁻¹ de CaCO₃ no período chuvoso e 298,75 mg L⁻¹ de CaCO₃ no período seco, podendo ser resultado da baixa vazão no curso do rio.

O cloreto é um íon importante nas águas subterrâneas e superficiais, podendo ter origem antrópica e geológica, sendo a lixiviação de rochas, esgotos domésticos e industriais a sua principal origem (USEPA, 2015). Segundo dados da CETESB (2012), uma pessoa expele na urina aproximadamente 4 g de cloreto por dia. O cloreto é um íon importante na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, faz parte de importantes processos fisiológicos como a troca e/o transporte de outros íons para os meios intracelular e extracelular (PIRATOBA *et al.*, 2017).

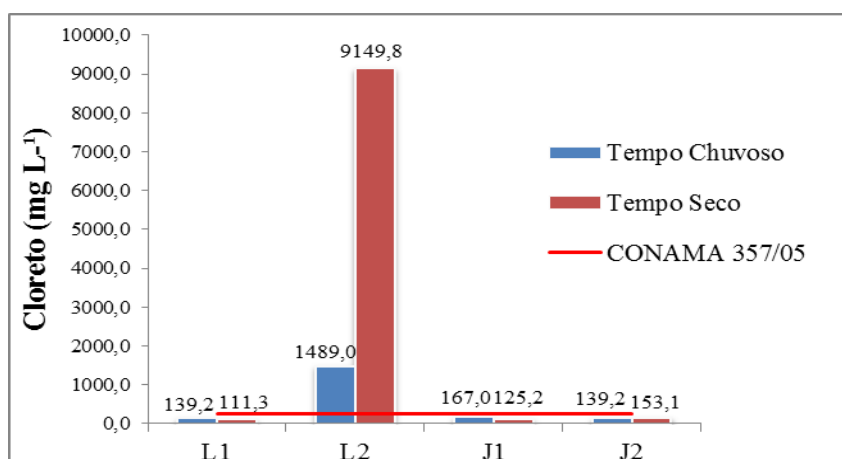


Figura 14: Resultados de Cloreto dos rios nos períodos chuvoso e seco.

Os teores médios da concentração de cloreto, como pode ser verificado na figura 14, no período chuvoso foram de 139,16 a 1489,01 mg L⁻¹ Cl⁻, e no período seco foram de 111,33 a 9149,77 mg L⁻¹ Cl⁻. O ponto L2 nos dois períodos sazonais ficou acima dos limites exigidos pela resolução CONAMA 357/05 que é de 250,0 mg L⁻¹, o que pode indicar maior concentração de lançamento de efluentes domésticos na região da coleta.

O ferro muito embora não apresente inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, pode provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas, vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais da água. Desta forma, o padrão de potabilidade das águas determina valor máximo de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ para o ferro (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

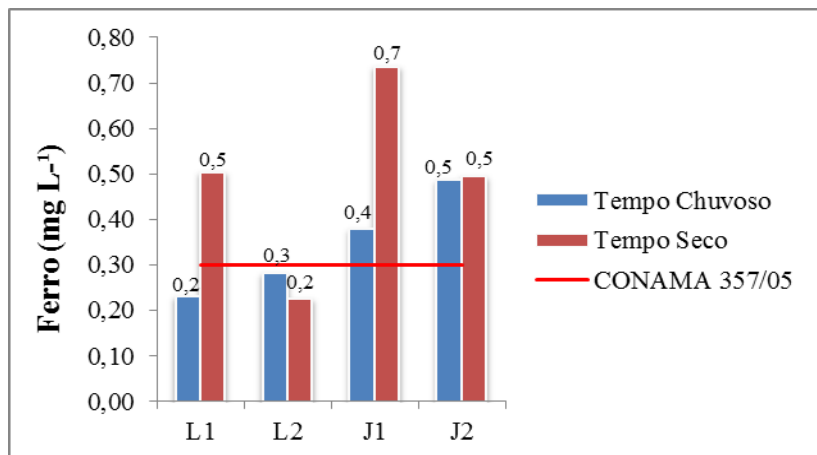


Figura 15: Resultados de Ferro dos rios nos períodos chuvoso e seco.

As concentrações de ferro encontradas foram de $0,23 \text{ mg L}^{-1}$ a $0,49 \text{ mg L}^{-1}$, no período chuvoso e de $0,23 \text{ mg L}^{-1}$ a $0,74 \text{ mg L}^{-1}$ no período seco. O ponto L1 apresentou concentração de ferro acima do limite legislado na campanha do período seco, enquanto que o ponto L2 nos dois períodos sazonais apresentou concentrações dentro do limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005 ($0,3 \text{ mg L}^{-1}$). No ponto J1, como se pode visualizar na figura 15, a concentração de ferro encontrada no período seco foi bem superior ao período chuvoso, concentração esta, acima do limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005, o que pode ter ocorrido devido à movimentação de solo no local pela obra de canalização do curso do rio. O ponto J2 apresentou concentração de ferro em ambos os períodos sazonais acima do limite estabelecido do CONAMA 357/2005, o que pode ter ocorrido pela eutrofização do local onde foi realizada a coleta.

Nos resultados dos parâmetros microbiológicos dos rios Lucaia e Jaguaribe, os resultados do teste presuntivo para coliformes totais em ambos os períodos sazonais foram positivos para os pontos L1, L2, J1 e J2. E o teste confirmativo, afirma a presença de coliformes totais no corpo hídrico, sendo consequência dos despejos irregulares de efluentes in natura naquele rio. Já os resultados dos testes presuntivos e confirmativos para coliformes termotolerantes em ambos os períodos sazonais foram negativos. Sendo possível observar que todas as amostras de água analisadas apresentaram resultados positivos para o parâmetro coliformes totais e negativos para coliformes termotolerantes.

Como a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, isto é, os organismos patogênicos, ao serem eliminados pelas fezes, atingem o ambiente aquático, podendo vir a contaminar as pessoas que se abastecem de forma inadequada desta água, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras desta contaminação. Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos (BRASIL, 2006).

A não identificação de coliformes termotolerantes nas amostras de água não significa que não há presença destas nesse meio, mostra que seria necessário realizar análises mais detalhadas para comprovar o que se supõe. Assim como para os rios, também foram realizadas análises de amostras coletadas em dois pontos distintos, à montante e à jusante da foz dos rios, nos períodos chuvoso e seco, totalizando quatro pontos das praias do rio vermelho e piatã e os resultados foram comparados entre os períodos sazonais, com a finalidade de analisar como a qualidade das águas dos rios interfere na balneabilidade dessas praias.

Quanto aos resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas das amostras de água das praias, apresentados na figura 5, todas as amostras analisadas apresentaram resultados confirmativos para coliformes totais e negativos para coliformes termotolerantes no período chuvoso, enquanto que no período seco os pontos L3 e J3 apresentaram resultados negativos para coliformes totais, enquanto que os pontos L4 e J4

apresentaram resultados confirmativos. O pH encontra-se de acordo com a faixa legislada pela Resolução CONAMA nº 357/05, variando na entre 7,55 a 8,16, no período chuvoso e entre 7,55 a 8,47 no período seco. A temperatura variou na faixa 24,0°C a 27,0°C para o período chuvoso e no período seco todos os pontos apresentaram temperatura de 27,0°C.

As praias monitoradas nesse artigo são fonte de monitoramento do Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) e nos período de coleta de amostras de água realizadas por este estudo, de acordo com os dados do boletim informativo, as condições de balneabilidade da praia do Rio Vermelho apresentou-se imprópria durante todo período analisado, enquanto que a praia de Piatã apresentou semanas em condições próprias e semanas em condições impróprias. Já no período seco, a praia do rio vermelho, apresentou semanas em condições próprias e semanas em condições impróprias e a praia de Piatã foi considerada própria durante todo o mês analisado.

CONCLUSÕES

Percebe-se que o problema central da degradação de rios e o comprometimento da balneabilidade das praias é a falta de um sistema de saneamento básico. A situação sanitária de Salvador é parecida com muitas capitais e cidades brasileiras. Hoje, a terceira maior capital do Brasil está vivendo uma crise hídrica, o que agrava ainda mais os problemas de saneamento na capital baiana e região metropolitana. É perceptível na cidade a poluição dos rios que a cortam, em decorrência do lançamento de esgoto sem tratamento e da disposição de resíduos ao longo dos trechos dos rios. É hora de pensar em cenários que possam mudar essa realidade, tendo em vista o grande impacto causado ao meio ambiente e das consequências que estes trazem aos seres humanos.

Nas análises físicas e químicas dos pontos dos rios monitorados, verificou-se variação de temperatura na faixa de 25°C a 27°C. Condutividade variando na faixa de 373,1 a 35.470,0 $\mu\text{S/cm}$. Sólidos Totais Dissolvidos, variando na faixa de 222,4 mg L⁻¹ a 22700,8 mg L⁻¹. A Cor variando na faixa de 38 mg Pt/l a 300 mg Pt/l. A Turbidez variando na faixa de 3,32 UNT a 28, 2 UNT. O pH variou na faixa de 7,22 a 8,04. Alcalinidade variando na faixa de 994,7 mg L⁻¹ a 2009,7 mg L⁻¹. Dureza, variando na faixa de 96 mg L⁻¹ a 2990 mg L⁻¹. Cálcio, variando na faixa de 38,48 mg L⁻¹ a 1198,39 mg L⁻¹. Magnésio, variando na faixa de 2,03 mg L⁻¹ a 298,75 mg L⁻¹. Cloreto variando na faixa de 125,24 mg L⁻¹ a 9149,77 mg L⁻¹. Ferro, variando na faixa de 0,23 mg L⁻¹ a 0,74 mg L⁻¹. É possível verificar que a maioria dos parâmetros analisados violaram os padrões estabelecidos pelas legislações vigentes (CONAMA 357/05, CETESB, Ministério da Saúde) para corpos d'água classe 2. Mas chama atenção o ponto L2, que apresentou níveis de CE (variando na faixa entre 3.850 e 35.470 $\mu\text{S/cm}$), STD (variando na faixa entre 2.464 e 22.700,8 mg L⁻¹), Cloreto (variando na faixa entre 1.489,01 e 9.149,77 mg L⁻¹) e dureza (variando na faixa entre 536 e 2990 mg L⁻¹) mais elevados, indicando maior impacto ambiental dentre os pontos analisados, o que pode ser decorrência de uma maior concentração de despejos de efluentes naquela região. Os resultados microbiológicos para todos os pontos dos rios foram confirmativos para coliformes totais e negativos para coliformes termotolerantes.

Quanto às análises das águas do mar, todas as amostras analisadas apresentaram resultados confirmativos para o parâmetro coliformes totais e negativos para coliformes termotolerantes no período chuvoso, enquanto que no período seco os pontos L3 e J3 apresentaram resultados negativos para coliformes totais, enquanto que os pontos L4 e J4 apresentaram resultados confirmativos. Já o parâmetro pH, variou na faixa de 7,55 a 8,47, de acordo com os padrões estabelecidos na legislação (CONAMA 274/2000) em ambos os períodos sazonais.

Os rios estudados evidenciam a necessidade de intervenções na área de saneamento e é evidente que os despejos de efluentes nos corpos hídricos sem qualquer tratamento, afetam as condições de balneabilidade das praias que como receptor secundário destes efluentes, coloca em risco a saúde das pessoas que as frequentam, bem como alteram a qualidade de vida marinha.

Pensando na salubridade do meio ambiente e na melhoria das condições de saúde da população, deve-se pensar em ações que objetivem cortar o lançamento de efluentes domésticos nos rios, bem como trabalhar na estrutura da cidade, nas redes de coleta e transporte de esgoto, para que o volume de esgoto seja direcionado a estas redes e recebam o tratamento adequado para então ser direcionado aos sistemas de dispersão oceânica. No que tange os resíduos sólidos, que também são descartados pela população diretamente nos rios, devem ser aprimorados os sistemas de coleta e destinação final adequado destes resíduos, de modo a impedir a

continuidade desse descarte. Estas ações irão possibilitar o processo de revitalização dos rios e devolvê-los em boa qualidade para a cidade, melhorando a qualidade dos ecossistemas urbanos.

O Brasil caminha no lado oposto de muitos países quando se trata de revitalização de rios urbanos, tendo em vista que pouco é investido em infraestrutura, pois, pensar em revitalizar os rios, é pensar primeiro em melhorar as condições de infraestrutura física, trabalhar na universalização dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais, para assim proporcionar uma melhoria significativa na qualidade de vida da população, bem como reinserir os rios à cidade e resgatar o ambiente às suas características naturais.

Para tanto, é necessário pensar no saneamento ambiental em duas vertentes, o saneamento voltado para prevenção de doenças, para a saúde ou a ausência de doenças, assegurando a salubridade ambiental e o saneamento com intervenção multidimensional, voltado para a qualidade de vida e erradicação de doenças, envolvendo políticas públicas, instituições e ações, de médio e longo prazo, com modelos de intervenção, técnicas e tecnologias que otimizem o processo e possam garantir um ambiente salubre integrado à população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Fatos e Tendências: Água. Pág. 04. Brasília-DF, 2009.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st. Edition, APHA, Washington D.C., 2005.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília-DF, 2006.
4. BRASIL. Resolução CONAMA nº 274/2000. Dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. 2000. 3 p.
5. BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
6. BRASIL. Planalto. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
7. BRASIL. Planalto. Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
8. BRASIL. Planalto. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
9. CARVALHO et al. Poluição de Rios e Açudes - Campo Maior, Piauí. Disponível em: <<http://www.emdialogo.uff.br/content/artigo-poluicao-de-rios-e-acudes>>. Acesso em: 27 out. 2017.
10. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2009. Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2009.
11. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2012. Apêndice C - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas. São Paulo, 2012.
12. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo. Parte 1 – Águas doces - 2015. São Paulo, 2016.
13. GARCIAS et al. Revitalização de Rios Urbanos. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (Gesta), v.1, n.1 – Garcias e Afonso, p.131-144, 2013 – ISSN: 2317-563X.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2010) Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://downloads.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 out. 2017.
15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE CIDADES. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador>>. Acesso em 10 jan. 2018.

15. INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (INEMA). Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH). Disponível em: <<http://monitora.inema.ba.gov.br/index.php/relatorioparametro/index>>. Acesso em: 27 out. 2017.
16. INSTITUTO TRATA BRASIL. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 27 out. 2017.
17. JÚNIOR et al. Diagnóstico Temporal e Espacial da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Uberaba – MG - Caminhos de Geografia - revista on line, 2012.
18. MARQUES et al. Análise das Águas Superficiais de Rios Urbanos em Salvador – BA – 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2017.
19. MELO. Dinâmica das Paisagens de Rios Urbanos – XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ANPUR) – 2005.
20. MORAES et al. Qualidade das Águas dos Rios de Salvador. Revista VeraCidade – Ano V – Nº 6 – Dezembro 2010.
21. MORAES et al. Saneamento e Qualidade das Águas dos Rios em Salvador, 2007-2009. RIGS - Revista Interdisciplinar de Gestão Social - v.1 n.1 jan. / abr. 2012.
22. NOGUEIRA et al, 2015. Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.
23. OLIVEIRA. De Estação de Cura à Balneabilidade Duvidosa: Análise Ambiental das Praias do Bairro Rio Vermelho, Salvador, Bahia. Geografia, Ensino & Pesquisa, Vol. 21 (2017).
24. PIRATOBA et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil – Revista Ambiente Água vol. 12 n. 3 Taubaté – Mai / Jun. 2017.
25. SANTOS et al. O caminho das águas em Salvador: Bacias hidrográficas, bairros e fontes. Salvador, 2010.
26. VASCO et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil - Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 6, n. 1, 2011.