



Avaliação da Qualidade das Águas e dos Sedimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Aurá (RMB) entre os anos de 2002 a 2017

Gilmar Wanzeller Siqueira¹, Fabio Marques Aprile², Alda Lucia da Costa Camelo³, Alzira Maria Ribeiro dos Reis³, Ana Samira Cavallero Sarraf da Silva³,

¹ Universidade Federal do Pará/UFPA/ICEN/PPGCMA. E-mail: gilmar@ufpa.br

² Universidade Federal Oeste do Estado do Pará/UFOPA. E-mail: aprilefm@hotmail.com

³ Universidade Federal do Pará/UFPA/ICEN/PPGCMA.

Resumo

A poluição ambiental das águas superficiais e sedimentos fluviais de fundo da bacia hidrográfica do Rio Aurá, na Região Metropolitana de Belém do Pará, resultam, aparentemente, de atividades relacionadas ao lixão a céu aberto não controlado, localizado a montante dessa bacia. Foi realizado um levantamento na literatura sobre dados de vários pesquisadores que realizaram trabalhos nessa região entre os anos de 2002 a 2017, visando identificar principalmente variações espaciais e temporais no Rio Aurá, em sua qualidade ambiental. Enfatizaram-se as concentrações de metais traços e níveis de HPAs nos sedimentos fluviais de fundo, parâmetros físico, físico-químicos e bacteriológicos nas águas superficiais e de fundo dessa bacia. Mesmo com fechamento do lixão ocorrido em 2015, esse estudo revelou um grande decaimento na qualidade ambiental dessa bacia hidrográfica tanto no aspecto espacial, como também temporal.

Palavras-chave: Parâmetros ambientais.

Área Temática: Impactos Ambientais.

Evaluation of the Quality of Waters and Sediments of the River Aurá Hydrographic Basin (RMB) from 2002 to 2017

Abstract

Environmental pollution of surface waters and river bottom sediments of the Aurá River basin in the Metropolitan Region of Belém do Pará apparently results from activities related to the uncontrolled open dump located upstream of this basin. A survey was conducted in the literature collecting data from several researchers that carried out studies in this region between the years of 2002 to 2017, aiming to identify mainly spatial and temporal variations in the Aurá River in its environmental quality. The concentrations of trace metals and HPA levels in bottom sediment, and physical, physicochemical and bacteriological parameters in the surface and bottom waters of this basin were emphasized. Even with the closure of the dump in 2015, this study revealed a great decrease in the environmental quality of this basin, both in terms of space and time.

Key words: Environmental Parameters.

Theme Area: Environmental impacts.



1 Introdução

Os elementos potencialmente tóxicos, quando introduzidos no ambiente fluvial, estão sujeitos a processos que podem favorecer sua dispersão ou acúmulo no sedimento de fundo. Os vários processos que controlam a qualidade da água de um determinado sistema fazem parte de um frágil equilíbrio, que motivam as alterações de ordem física, química, biológica ou climática em suas características. Desta forma, nas bacias hidrográficas, as práticas que se seguem tendem a promover intensos problemas ambientais, como erosão do solo, sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975), causando consequentemente, prolongada degradação da qualidade da água.

A Região Metropolitana de Belém (RMB), no estado do Pará, é cortada por rios, canais e igarapés, além de apresentar lagos em diversificados tamanhos e formas. Nesse imenso mosaico, composto pelos ecossistemas aquáticos, há uma constante pressão antrópica pela inserção do ambiente urbano nas imediações dos limites ambientais, sendo que muitas vezes são ocasionados por invasões da população nesses espaços, contribuindo assim, para a poluição e contaminação dos corpos de águas. Em estudos realizados por Santos, *et al.* (2011), mostraram uma contribuição no balanço de concentração de metais pesados nas amostras da margem direita do Rio Aurá, em decorrência de quantidades significativas de chorume depositados nesse rio, e que há uma relação entre o fluxo de marés e os níveis hidrológicos dos Rios Aurá e Guamá, respectivamente, sendo fator preponderante para dispersão de poluentes e contaminantes nas bacias. Siqueira & Aprile (2013, p. 52) destacam a quantidade de chorume despejados no Rio Aurá, considerando “o risco potencial de contaminação da pluma de chorume que é agravado com a utilização dessas águas para o consumo humano (...), e para o abastecimento público pelos sistemas de captação de água potável”.

De acordo com Siqueira & Aprile, (2013), a bacia hidrográfica do Rio Aurá está situada na região metropolitana de Belém, entre os municípios de Belém e Ananindeua, onde a taxa populacional tem aumentado consideravelmente sem medida de controle social ou ambiental. A região é intensamente explorada, sendo que os principais problemas ambientais são o desmatamento, erosão, inundação, poluição e contaminação das águas, especialmente por metais pesados, compostos orgânicos e depósito de lixo a “céu aberto”. O Rio Aurá está localizado na extremidade sudeste da cidade de Belém do Pará, formando com o Rio Guamá uma micro-bacia com drenagens de pequeno porte e pouca extensão, como é o caso dos igarapés Santo Antônio do Aurá, Pescada, Juvêncio, Jaruca e Santana do Aurá. A bacia do Rio Aurá possui uma extensão total de aproximadamente 10.400m distribuídos pelos principais corpos de água da seguinte forma: Rio Aurá com $\cong 6.800$ m; igarapé Santo Antônio do Aurá com $\cong 2.000$ m e igarapé Santana do Aurá com $\cong 1.600$ m.

Para Morales & Fenzl (2000) o aterro sanitário do Aurá encontra-se localizado nas cotas topográficas relativamente baixas, os quais possuem características geológicas impróprias para a deposição dos resíduos sólidos, dada a porosidade do solo permitir que o chorume percole pela zona não insaturada até atingir a zona saturada. Tal fato coloca o sistema hídrico superficial e subterrâneo em alto grau de vulnerabilidade. O aterro sanitário do Aurá não possui impermeabilização com camadas de argila, tratamento dos líquidos percolados e nem drenagem para segregar águas pluviais que junto com o material lixiviado são direcionadas pelos gradientes topográficos aos igarapés Santo Antônio e Santana do Aurá, que desembocam no Rio Aurá, e este, por sua vez, é tributário do Rio Guamá. É pertinente destacar que o monitoramento do aquífero freático do local não é realizado, pois os poços de controle foram destruídos e/ou desativados. Neste contexto, o conhecimento da dinâmica temporal da bacia hidrográfica do Rio Aurá é de fundamental importância para futuras operações de monitoramento ambiental que possam ser implementadas nesse ecossistema.



2 Metodologia

O “Aterro Sanitário de Santana do Aurá” está localizado a 19 km do centro da cidade de Belém (PA), e ocupa uma área total de 120 ha, sendo 25% destinado ao aterro de resíduos sólidos. Apesar do elevado número de lagos, rios e igarapés na região, os estudos desenvolvidos no final de 1989 determinaram esse trecho como a melhor opção para a implantação do aterro sanitário. A presença de um solo argiloso compactado e de uma antiga jazida de material laterítico (solo bem típico da região amazônica) abandonada foram os principais argumentos para a escolha do local. Esse aterro sanitário do Aurá recebeu resíduos sólidos de diversas fontes, incluindo resíduos agrícolas, que somam 1.200 ton./dia de resíduos (SATO, 2014). Em 1993 foi criada a Área de Proteção Ambiental de Belém (APA-Belém) e o Parque Estadual do Utinga (PEUt), ambos com objetivo de preservar a qualidade da água dos mananciais que abastecem parte da RMB (Região Metropolitana de Belém). Dessa maneira, o Aterro Municipal do Aurá passou a fazer parte da APA, uma Unidade de Conservação Estadual, cujos objetivos respaldados por lei incluem assegurar a potabilidade da água dos mananciais, por meio da restauração e da manutenção da qualidade ambiental dos lagos Água Preta e Bolonha e do próprio Rio Aurá (Figura1).

Figura 1: Vista da Bacia Hidrográfica do Rio Aurá, no detalhe setor de captação da água bruta do Rio Guamá nas proximidades da foz do Rio Aurá. Fonte: <http://adrielsonfurtado.blogspot.com.br/2016/04/aura.html>



Em 05 de julho de 2015, o aterro sanitário do Aurá finalmente foi desativado, iniciando assim mais um capítulo envolvendo a política de resíduos sólidos na capital paraense. Longe de ser o fim dos problemas ambientais, o encerramento do lixão prometido pela prefeitura municipal de Belém inicia uma nova fase de debates em torno do tema. Algumas questões se impõem à gestão municipal. O que fazer com o Aurá, que por 30 anos recebeu todo o tipo de resíduo produzido na região Metropolitana? Como avaliar e remediar as consequências do uso descontrolado do aterro? Qual o comportamento dos poluentes ambientais migrados desse aterro para a bacia hidrográfica do rio Aurá e suas consequências?

Descrições mais detalhadas da bacia do Rio Aurá incluindo informações sobre hidrologia, geologia e clima, aspectos históricos e sociais da criação do aterro sanitário e uso e ocupação de seu entorno podem ser encontradas nos estudos de SIQUEIRA & APRILE (2013) e SIQUEIRA & APRILE (2017).



Para este estudo, foi realizada ampla discussão de uma série histórica de dados obtidos por vários pesquisadores acerca da qualidade das águas superficiais e dos sedimentos fluviais de fundo do Rio Aurá, por um período de 14 anos nessa região.

3 Resultados e Discussão

A influência direta do depósito de resíduos sólidos sobre as águas superficiais localizados próximos ao lixão foi constatada pela primeira vez por Morales (2002), que coletou amostras de água em cinco pontos de coletas distribuídos nos Rios Santo Antônio, Santana do Aurá e Igarapé Juruca, todos pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Aurá, a fim de verificar a variação dos parâmetros traçadores de chorume (pH, condutividade, alcalinidade, amônia, nitrato, cloreto, sódio, cálcio, magnésio e potássio). Os maiores valores foram encontrados nos pontos mais próximos do aterro sanitário a céu aberto (montante dessa bacia), indicando que o chorume naquele momento já atingia esses Rios. A condutividade no ponto mais próximo, por exemplo, apresentou uma média de 58 e 69 mS/cm nas duas coletas do período de chuva, e na época de seca, mostrou uma média de 153 e 61 mS/cm nas duas campanhas. Já no ponto mais afastado, as duas coletas realizadas na época de chuva mostraram médias de 33 e 45 mS/cm, enquanto que no período de seca foi de 39 e 45 mS/cm.

Olavo Filho & Antônio Junior (2009), realizaram estudo na área de abrangência do parque ambiental do Utinga, envolvendo análises de vários parâmetros no curso do Rio Aurá, com a realização de coletas em períodos seco e chuvoso. Os teores de sólidos totais dissolvidos, observados no ponto 1 (localizado bem a montante de bacia) de coleta do Rio Aurá no período seco variaram de 3020 mg/l até 3800 mg/l, e no período chuvoso variaram de 2320 mg/l a 3580 mg/l. Os valores de pH, no período chuvoso no ponto 2 (localizado mais a esquerda dessa bacia) de coleta do Rio Aurá, evidenciaram padrões fora dos valores regidos pela regulamentação do CONAMA, que estão na ordem entre 6.0 a 9.0; Os valores de pH no período chuvoso no ponto 2, evidenciaram padrões fora dos valores regidos pela regulamentação do CONAMA que estão na ordem entre 6.0 a 9.0, onde houveram valores oscilaram em geral abaixo do valor mínimo permitido como às 07h00, aonde os valores chegaram a 5,47. Já no ponto 3 (localizado um pouco a jusante dessa bacia) de coleta do Rio Aurá, ocorreu a mesma similaridade com valores chegando a 5,68. Em relação aos valores de condutividade no ponto 1 de coleta do Rio Aurá, tanto no verão quanto no inverno, revelaram valores bastante discrepantes quanto aos pontos estudados, que apresentaram 3 casas decimais em (μ S/cm), de 2240 no valor mais baixo do período seco até 7180, enquanto no período chuvoso, os valores variaram de 4670 até 6720 (μ S/cm). Quanto à cor no período seco, mostrou estar acima da média no ponto de coleta 3 do Rio Aurá. Em relação aos sólidos suspensos os valores variaram entre a faixa de 10 a 25 mg/l, discrepando apenas no ponto 1 do Rio Aurá, tanto no período seco quanto no período chuvoso. Quando se observa os resultados nos valores de Nitrato, apenas no ponto 1 do Rio Aurá, coletados no período seco, observou-se uma amostra com índices maiores que o permitido, com o valor de 10,03 mg/l. Entretanto, houve um incremento do valor máximo que está fixado pela literatura em valores máximo de 1mg/l, sendo que no período chuvoso nos pontos 1 e 2, ocorreram valores maiores que o máximo pré-estabelecidos pelo Conselho, chegando a valores de 1,67 no ponto 1. Os índices de NH_3 obtiveram um valor nos pontos 1 e 2 do período seco, chegando a índices de 0,674. Quanto a DQO pode-se perceber altos valores nos pontos 1, 2 e 3. Os valores de Ca variaram de forma aproximada ao padrão, se adequando a realidade das águas Amazônicas, chegando a valores de 5,3 mg/l no período seco em uma amostra no ponto 2. Observa-se comportamento semelhante nos parâmetros de Mg, com valores oscilando na casa de 0,1 mg/l, chegando em médias maiores no período seco no ponto 1. Os valores de K seguiram o mesmo padrão dos outros elementos estudados, variando de forma normal nas zonas fluviais



amazônicas, obtendo valores mais altos no ponto 1, tanto no período seco quanto no período chuvoso; neste último, os maiores valores chegaram à casa de 5,0 mg/l, entretanto no ponto 2 no período chuvoso, resultaram em valores menores que 0,1 mg/l.

Siqueira & Aprile (2013) e Siqueira, *et al.*, (2014) iniciaram uma série de estudos sobre a geoquímica de metais traços e diagênese da matéria orgânica ao longo de toda a bacia hidrográfica do Rio Aurá. Foram estudados inicialmente os elementos Al, Fe, Mn, Cr, Ni e Cu, e posteriormente foram incluídos na pesquisa os metais Pb e Cd, assim como também os compostos orgânicos (C_{org} , N_{org} , MO e razões C/N). Foi introduzida uma malha de amostragem mais ampla para essa região em 30 pontos de coletas, que abrangeu os anos de 2008 a 2010. Esses autores concluíram que a principal contribuição dos íons Al e Fe foi o uso descontrolado do aterro sanitário do Aurá, localizado a montante dessa bacia. Sendo que o Mn e Ni vieram principalmente dos solos adjacentes do sistema drenagem, já o Cr foi possivelmente modificado (III/VI) por processo albioquímico, e Cu por processo bioinduzido. Já os compostos orgânicos (MO, Corg e Norg) sofreram influência dos processos químicos e biológicos (decomposição aeróbia e anaeróbia) durante a formação dos clastos, sendo, portanto, caracterizados como frações sedimentares albioquímicas. De maneira geral, as razões C/N determinadas refletiram certa estabilidade da Matéria Orgânica (MO) com padrão $C/N < 20$, excluindo alguns pontos que apresentaram razões C/N bem elevadas. Com relação aos gradientes de distribuição dos íons metálicos avaliados, os autores observaram que, a exceção do Mn, ocorreu um decréscimo nos teores desses metais em direção à foz do Rio Aurá, na confluência do Rio Guamá. As amostras coletadas revelaram um padrão granulométrico dominado pela classe textural areno-lamoso, contendo argilominerais como caulinita, illita e esmectita, que favoreceram assim, a adsorção metálica no sedimento fluvial de fundo. Segundo os mesmos autores, há de se convir que os metais traços incorporados nos sedimentos podem estar sendo adsorvidos aos óxidos hidratados e hidróxidos de metais mais abundantes na região, como o Al e Fe. Em decorrência dessa adsorção, acredita-se estar havendo uma baixa biodisponibilidade de metais traços para a cadeia trófica local. O Pb e o Cd indicaram evidências de que uma importante proporção desses elementos são provenientes de outras fontes para essa região, que *a priori* precisa ser melhor investigada. Nesse trabalho os pesquisadores aplicaram critério de qualidade ambiental para esses metais traços (Pb e Cd), o índice de Geoacumulação (IGEO) médio calculado ocorreu no grau 1 classificado como não poluído a moderadamente poluído para esses elementos. De acordo com os critérios de qualidade dos sedimentos utilizados neste estudo, há a presença de contaminação antropogênica e comprometimento dos sedimentos fluviais de fundo por Pb e Cd.

Soares, *et al.*, (2014) realizaram um estudo em 16 HPAs (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos) considerados como poluentes prioritários pela USEPA, em sedimentos de fundo do Rio Aurá. Foram realizadas 5 coletas de sedimentos ao longo o Rio Aurá em março de 2014, período mais chuvoso na Amazônica. Os HPAs foram analisados por CLAE/UV-Vis-DAD. Dentre os HPAs estudados destacou-se o Pireno, representando 34% do total. Cerca de 65% dos HPAs detectados apresentam origem predominantemente pirogênica. A maior concentração total de HPAs, 1.3349,8 ng g⁻¹, foi observada no ponto de coleta mais distante do lixão. Os dados obtidos sugerem uma contaminação nos sedimentos de fundo do Rio Aurá por HPAs provenientes, principalmente, da combustão de resíduos e de efluentes domésticos.

Silva, *et al.*, (2014) realizaram uma pesquisa investigativa da qualidade da água dos mananciais do Parque Estadual do Utinga (PEUt), dos Rios Guamá e Aurá, utilizando o Índice de Qualidade da Água (IQA), com a finalidade de classificá-las de acordo com a normatização vigente. Dentre os resultados encontrados para o Rio Aurá os valores da coluna de água com relação a sua transparência, os resultados oscilaram entre 29 a 28,4⁰C. Com relação aos valores da condutividade elétrica os mesmos oscilaram entre 153,3 a 169,4 (µs/Cm) ao longo da coluna de água. Os teores de pH variaram entre 6,75 a 6,85. Já os valores



de concentração de STD (Mg/L) oscilaram de 81,15 a 81,12. Os teores de turbidez variaram entre 14,42 a 15,74 UTN. Enquanto a média de Oxigênio Dissolvido (OD) obtida foi de 0,5 mg/L, sendo bem abaixo da legislação vigente, haja vista que a mesma determina, para qualquer amostra em águas doces de Classe 2, o limite não inferior a 5 mg/L O₂. Os valores obtidos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) foram de 0,8 a 0,7 mg/L. O teor máximo obtido de P_{total} (fósforo total) foi de 0,777072 mg/L P na camada de fundo, sendo que na camada superficial foi de 0,785611 mg/L P. O teor encontrado de Nitrogênio Total foi de 9,076 mg/L. Por fim, o valor de Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml) foi de 31,2. O IQA calculado para o ponto de coleta do Rio Aurá para esses pesquisadores foi de aceitável.

Marques, (2014) realizou uma avaliação da contaminação das águas dos mananciais do Utinga e dos rios Guamá e Aurá por metais pelo depósito de resíduos sólidos do Aurá. Para avaliar o grau de influência do Aurá sobre os corpos supracitados, realizou-se a avaliação das águas para determinação da concentração de metais traços (Cu, Cr, Mn, Ni e Pb). O estudo apontou baixas concentrações metálicas nas águas na área de estudo. Os elementos analisados apresentaram-se bem abaixo dos valores máximos permitidos (VMP), recomendados pelas legislações vigentes; à exceção do Pb, que apresentou, em alguns pontos, valores acima do VMP, o qual pode ser explicado pela concentração geogênica do metal na região. Desta forma não foi possível avaliar o grau de influência do aterro do Aurá nos corpos hídricos estudados, devido às baixas concentrações, ou ausência dos elementos metálicos dissolvidos em água, que pode ser explicada pela boa capacidade de autodepuração dos corpos analisados, segundo esse autor.

Siqueira *et al.*, (2016), Siqueira *et al.*, (2016a) e Siqueira & Aprile (2017), publicaram os resultados finais de suas pesquisas científicas nessa área. Os teores de Al, Fe, Mn, Cr, Cu, Ni, Pb e Cd além de 22 parâmetros físicos, químicos e biológicos foram determinados nas águas superficiais e sedimentos fluviais de fundo em 30 pontos de coletas, as amostras ocorreram nos períodos de chuvas e estiagem, entre os anos 2008 a 2013, e utilizados para aplicação de indicadores ambientais. Foram aplicados um total de 7 índices de qualidade da água e 8 de qualidade do sedimento de fundo, incluindo índices de toxicidade e de preservação da vida aquática. Os resultados confirmaram contaminação da água e sedimentos em diferentes graus, com a qualidade da água superficial variando de regular a péssima, e sedimentos com significativo enriquecimento e acumulação metálica. Em termos de concentração absoluta dos teores de metais traços na fração silto-argilosa dos sedimentos de fundo (< 0,063 mm), revelou a seguinte ordem de magnitude: Al > Fe > Mn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd. Em termos de toxicologia, as concentrações de Pb e Cd mereceram maior atenção por esses pesquisadores, devido à elevada toxicidade dos elementos químicos em questão, bem como pela ocorrência, em concentrações significativas em quase todos os pontos de coleta. Neste trabalho destacou-se a aplicabilidade do Índice de Qualidade das Águas (IQA) sugerindo que há um forte comprometimento na qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Aurá, considerando que todos os pontos amostrados dentro do período de 2008 a 2013 apresentaram-se fora de padrão de qualidade e conservação. Do total analisado, 87% dos pontos amostrados foram classificados como “Ruim” e 13% permaneceram na categoria “Péssima”. Os piores níveis de qualidade da água foram observados na região da cabeceira do canal principal (pontos de 1 a 4). Dos nove parâmetros utilizados no cálculo, os que apresentaram maior influência na degradação da qualidade da água foram a saturação do oxigênio, com teores médios de 19,4±7,3%, DBO com média 22,2±8,5 mg/L e os coliformes fecais com 990±646 NMP/100ml.



4 Conclusões

Os resultados demonstram que ao longo de mais de uma década, as águas e sedimentos fluviais do Rio Aurá vêm sofrendo contaminação ambiental frequente, oriunda do lançamento direto de dejetos do aterro sanitário de Santana do Aurá, no seu curso ou nos seus tributários. A partir deste levantamento bibliográfico de uma série de dados de vários pesquisadores que realizaram estudos nessa região, é possível afirmar que o Rio Aurá sofre influência direta e indireta do lixão do Aurá existente na cabeceira desse sistema, mas devido a prováveis mecanismos naturais diversos, como autodepuração, diluição, adsorção e outros processos, ao chegar aos mananciais dos Lagos Bolonha e Água Preta para adução, os padrões ambientais estão timidamente comprometidos. Tendo por base a Resolução CONAMA nº 357 para águas doce de classe 1, pode-se concluir que há indícios de que ao longo do curso do Rio Aurá apresente um quadro de moderada poluição e contaminação ambiental. É notório que as águas captadas pela adutora passam por um sistema de tratamento e descontaminação, mas apesar disso, considerando que as águas do Rio Aurá e de seu receptor (Rio Guamá) são captadas muito próximo da foz do rio Aurá (100 – 150 m a jusante), e redistribuídas nos mananciais usados no abastecimento público da RMB, a indicação de moderada poluição deve ser relida como “**Quadro de Atenção**”, com a necessidade do estabelecimento de um programa efetivo de monitoramento permanente das bacias envolvidas. Alguns pesquisadores quando aplicaram o Índice de Qualidade das Águas (IQA), detectaram que a maior parte das águas do Rio Aurá (86%) encontra-se imprópria para tratamento convencional para abastecimento público. Entretanto, os valores obtidos de IQA são divergentes entre vários autores e não são corroborados em sua plenitude. No presente levantamento bibliográfico foi possível verificar a distribuição dos principais metais traços (Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Ni, Cd e Pb) nos sedimentos superficiais fluviais de fundo, desde 2002 até 2017, identificando a ocorrência de origem natural e antrópica. Alguns autores aplicaram como critérios de qualidade de sedimentos o Índice de Geoacumulação (I_{GEO}) e o Fator de Enriquecimento (FE), conferindo entre eles, maior comparabilidade aos estudos de poluição por metais traços nesse sistema aquático. Os índices de I_{GEO} e FE variaram de não poluído para Al, Fe, Mn, Cu, Ni e Cr, e não poluído e moderadamente poluído para Cd e Pb. Tanto o FE como I_{GEO} mostraram bem coerentes entre si. A concentração total de HPAs estudadas por pesquisadores indica uma contaminação dos sedimentos do Rio Aurá por esses poluentes. De um modo geral, esse levantamento bibliográfico nos proporcionou dados abióticos significativos da situação ambiental no que se refere à contaminação da bacia hidrográfica, bem como no tange à qualidade ambiental das suas águas superficiais/fundo e dos sedimentos fluviais de fundo. Conclui-se que apesar do lixão do Aurá ter sido desativado, em 05 de julho de 2015, que já foi um grande avanço, ainda continua ocorrendo o processo de degradação em quase toda a bacia, necessitando de maior atenção do poder público, sobretudo no que concerne à contaminação pelo chorume no sistema de drenagem e ecossistema local, e suas implicações ao ambiente aquático em questão.

Referências

MARQUES, L.C.A. **Avaliação da contaminação das águas dos mananciais do Utinga e dos rios Guamá e Aurá por metais pelo depósito de resíduos sólidos do Aurá**. Dissertação de Mestrado, Belém do Pará: PPGCA, UEPA. 2014.

MORALES, G. P. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá**. Tese de Doutorado em Hidrogeoquímica. Centro de Geociências, UFPA. 2002. 350pp.



MORALES, G. P.; FENZL, N. Environmental impact for of the deposit of solid waste of the "Auré" Belém-PA. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31. 2000.

OLAVO FILHO & ANTÔNIO JUNIOR. Avaliação hidrogeoquímica na área de abrangência do Parque Ambiental de Belém – PA. Anais do IV Congresso de Pesquisa e Inovação de Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (IV CONNEPI), Belém do Pará. 2009.

SANTOS, S. N.; LAFON, J. M.; CORRÊA, J. A. M.; BABINSKI, M.; DIAS, F. F & TADDEI, M. H. T. Distribuição e assinatura isotópica de Pb em sedimentos de fundo da foz do Rio Guamá e da Baía do Guajará (Belém - Pará), **Revista, Quím. Nova**, Vol. XY, No. 00, 1-8, 2011.

SILVA, L. M. da.; MORALES, G. P.; LIMA, A. M. M.de. Avaliação da qualidade das águas superficiais dos mananciais do Utinga e dos Rios Guamá a Aurá, Belém do Pará. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 3161 a 3179. 2014.

SIQUEIRA G.W., APRILE F. Avaliação de risco ambiental por contaminação metálica e material orgânico em sedimentos da bacia do Rio Aurá, Região Metropolitana de Belém - PA. **Acta Amazônica**, 43(1):51-62. 2013.

SIQUEIRA G.W., APRILE F. Indicadores de qualidade ambiental para a bacia do Rio Aurá sob influência de aterro sanitário descontrolado (Região Metropolitana de Belém, Brasil). II Seminário de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação (II SPMAC), de 16 à 18/11/2016. Livro E-Bock - Educação Ambiental & Sustentabilidade na Amazônia - Cláudio Nahum Alves, Davi do Socorro Barros Brasil, Gilmar Wanzeller Siqueira, Edson Leandro de A. Silva, José Douglas da G. Melo e Renato Hilton da S. Reis (Organizadores). Belém do Pará: Editora da UFPA. ISBN: 978-85-63728-47-0/ Vol. I, 1-307. 2017.

SIQUEIRA G.W., APRILE F., ALVES C.N., OLIVEIRA M.L., MENDES A.M., SANTOS V.C.D., RIBEIRO A.A., BENTES B.A. Metal fractionation on fluvial bed sediments and the risk assessment for water supply (Amazonian–Brazil). **Global Journal of Interdisciplinary Social Sciences**, 3(2):93-102. 2014.

SIQUEIRA, G.W., APRILE F., DARWICH A., SANTOS V.C. DOS, MENEZES B.T.A. Environmental Diagnostic of the Aurá River Basin (Pará, Brazil): Water Pollution by Uncontrolled Landfill Waste. **Archives of Current Research International** 5(2):1-13, 2016a.

SIQUEIRA, G.W., MENEZES, B.T.A; ROSA, W.L; BENTES, B.A. Indicadores da qualidade dos sedimentos do Rio Aurá, e suas implicações ambientais (Região Metropolitana de Belém). IV Congresso Nacional de Educação Ambiental & VI Encontro Nordestino de Biogeografia. UFPB, João Pessoa, PB, 20 a 23 de abril de 2016. Livro E-Bock - Educação Ambiental & Biogeografia / Giovanni Seabra (Organizador). Ituiutaba: Barlavento, 2016. ISBN: 978-85-68066-24-9, Vol. I, 1945-1957, 2360pp. 2016.

SOARES, L. da S.; CORRÊA, J. A. M.; SANTO, C.C. Distribuição de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos em sedimentos de fundo do Rio Aurá (Região Metropolitana de Belém-PA, Brasil) durante o período chuvoso. Anais do 54º Congresso Brasileiro de Química, 03 a 07 de novembro de 2014, CBQ, Rio Grande do Norte. 2014.