

AValiação DA QUALIDADE DE UM AFLUENTE UTILIZADO PARA IRRIGAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO (NORDESTE DO BRASIL)

Indira Maria Estolano Macêdo¹; Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira²; Maria do Rosário de Fátima Padilha³; Osman de Oliveira Lira⁴ e Neide Kazue Sakugawa Shinohara⁵

¹Licenciada em Biologia na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Campus Recife. (indiramacedo21@gmail.com) – Recife – PE – Brasil.

²Prof. Mestre em Biotecnologia no Departamento de Nutrição. Instituto de Desenvolvimento Educacional – Recife – PE – Brasil.

³Prof^a Doutora em Nutrição no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Recife – PE – Brasil.

⁴Farmacêutico-bioquímico e Sanitarista da FUNASA - Ministério da Saúde – Recife – PE – Brasil.

⁵Prof^a Doutora em Ciências Biológicas no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Recife – PE – Brasil.

Recebido em: 08/04/2017 – Aprovado em: 10/06/2017 – Publicado em: 20/06/2017
DOI: 10.18677/EnciBio_2017A19

RESUMO

A cidade de Toritama encontra-se localizada na região semiárida de Pernambuco (Nordeste do Brasil). O município é conhecido pela grande diversidade na confecção de jeans, representa importante setor industrial e incremento para a economia estadual. Os resíduos provenientes dessa atividade têxtil são comumente lançados sem tratamento nos rios de Toritama, causando contaminação desses corpos d'água. Este trabalho objetivou analisar parâmetros físico-químicos indicadores da qualidade da água de um trecho do afluente do rio Capibaribe utilizado para irrigação de pastagens e dessedentação de animais, localizado em uma região semiárida do Nordeste do Brasil. As amostras foram coletadas entre setembro de 2015 e junho de 2016 (n=81), em sub-superfície. Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada para determinar os parâmetros abióticos que mais explicaram a variabilidade dos dados em cada amostra. No estudo, foram observadas concentrações de cobre e manganês com valores 50 e 122 vezes, respectivamente, superiores aos valores máximos estabelecidos pela legislação vigente (CONAMA 357/2005). Esses dois metais encontrados apresentam riscos para os humanos porque podem causar doenças neurodegenerativas e distúrbios na eritropoiese. Apesar de o manganês ser um metal presente nos sistemas biológicos, a exposição ambiental ou ocupacional a níveis elevados pode produzir uma desordem neurológica chamada manganismo, que tem sintomas semelhantes com a doença de Parkinson.

PALAVRAS-CHAVE: metais, poluição ambiental, resíduos industriais.

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF A INFLUENT USED FOR IRRIGATION IN A SEMI-ARID REGION FROM PERNAMBUCO STATE (BRAZILIAN NORTHEAST)

ABSTRACT

The city of Toritama is located in the semi-arid region of Pernambuco (Brazilian Northeast). The municipality is known for its great diversity in the manufacture of jeans, represents an important industrial sector and an increase for the state economy. The residues coming from this textile activity are commonly released without treatment in the rivers of Toritama, causing contamination of these bodies of water. This work aimed to analyze the physical and chemical parameters of the water quality of a section of the Capibaribe tributary used for irrigation of pastures and animal watering, located in a semi-arid region of Northeast Brazil. Samples were collected between September 2015 and June 2016 (n = 81) in sub-surface. Principal Component Analysis (PCA) was used to determine the abiotic parameters explained most of the variability of the data in each sample. In the study, copper and manganese concentrations reached concentrations 50 and 122 times, respectively, higher than the limits established by law (CONAMA 357/2005). These both metals present risks for human because they can cause neurodegenerative disease and disorders in erythropoiesis. Although manganese is a metal present in biological systems, environmental or occupational exposure to high levels may lead neurological disorders called manganism which presents symptoms with Parkinson's disease.

KEYWORDS: metals, environmental pollution, industrial wastes.

INTRODUÇÃO

Em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a oferta de água é escassa devido à má distribuição das chuvas e/ou dos prolongados períodos de estiagem. Nestas áreas, portanto, corpos d'água são frequentemente utilizados para fins múltiplos, incluindo irrigação de pastagens e dessedentação de animais (BARBOSA et al., 2012).

No estado de Pernambuco, o município de Toritama está localizado na mesorregião agreste, tendo como sua principal atividade econômica a indústria de confecções e lavanderias industriais, responsáveis por 14% da produção de jeans do Brasil (CPRH, 2005). Os efluentes provenientes destas atividades são comumente lançados diretamente no curso de rios ou em seus afluentes, podendo causar contaminação destes corpos d'água, principalmente devido à presença de metais e outros compostos químicos (KURADE et al., 2017).

A poluição ao longo dos cursos d'água, ocasionada pelo despejo de efluentes industriais, é uma das principais causas do comprometimento da qualidade da água. Estes resíduos percorrem centros urbanos ou áreas de produção agropecuária, afetando diretamente áreas irrigáveis, contaminando potencialmente o solo e, conseqüentemente, plantações, animais e o ser humano (LUCAS et al., 2014).

Os vestígios de metais não são biodegradáveis podendo tornar-se biomagnificado nos tecidos do corpo, ocasionando riscos graves à saúde, incluindo perturbações do sistema nervoso central, insuficiência reprodutiva, genotoxicidade, e problemas gastro-intestinais visto que os metais se encontram disponíveis no ambiente através dos ciclos biogeoquímicos, em excesso ele pode desencadear riscos a saúde humana, causando doenças neurodegenerativas e distúrbios na eritropoiese (BAIERLE et al., 2010), disfunção genética (Doença de Wilson)

(BREWER, 2015), desordem neurológica chamada manganismo que tem semelhanças com a doença de Parkinson (ÁVILA et al., 2015) e também participar como agente causador da Doença de Alzheimer (MOHMAND et al., 2015).

Visto que o local de estudo encontra-se em uma área industrial têxtil, pode-se hipotetizar que a água do manancial em estudo apresenta elevadas concentrações de metais, cujos valores variam em função da atividade industrial. O objetivo deste trabalho foi analisar parâmetros físico-químicos indicadores da qualidade da água de um afluente do rio Capibaribe, utilizado para atividades de irrigação de pastagens direcionadas para bovinos, caprinos e equinos, localizado em uma região semiárida com intensa atividade industrial do Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O manancial analisado encontra-se na cidade de Toritama, nas coordenadas 8°48'81"S, 36°03'98"O. Trata-se de um afluente do rio Capibaribe localizado na área industrial do município (Figura 1a e 1b). O clima da região é semiárido (BSh), com chuvas concentradas entre fevereiro a abril e seca intensa nos demais meses do ano (ALVAREZ et al., 2013).



FIGURA 1 – Imagem de satélite (1a) e localização dos pontos amostrais (1b) do afluente do rio Capibaribe em Toritama (Pernambuco, Brasil).

Coleta e preservação das amostras

As amostras foram coletadas em triplicata no período de setembro de 2015 a junho de 2016 em três pontos da subsuperfície (0,3m) da região marginal do corpo d'água (n=81). Para todos os parâmetros abióticos, as amostras foram acondicionadas em recipientes de polietileno estéril de cinco litros. Para determinação dos metais, foram utilizados recipientes de polietileno de 500 mL contendo HNO₃ como preservante. Todas as amostras foram mantidas a 4°C e transportadas ao laboratório URCQA/Funasa/PE, onde foram imediatamente processadas para análise.

Parâmetros analíticos

Os valores de turbidez (uT), cor (uC) e pH foram obtidos através de medições com turbidímetro, colorímetro e potenciômetro, respectivamente. As determinações de condutividade (μS); dureza (mg.L^{-1}); cloreto (mg.L^{-1}); nitrogênio amoniacal (mg.L^{-1}); nitrito (mg.L^{-1}); nitrato (mg.L^{-1}) e sólidos totais dissolvidos (STD, mg.L^{-1}); ferro (mg.L^{-1}); cobre (mg.L^{-1}); manganês (mg.L^{-1}) e zinco (mg.L^{-1}) foram realizadas conforme metodologias descritas pelo *American Public Health Association* (APHA, 2012).

Análise estatística

Análises foram realizadas a partir de uma matriz composta de variáveis abióticas, cujos valores foram previamente padronizados. Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada para determinar os parâmetros abióticos que mais explicaram a variabilidade dos dados em cada amostra. Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* R 3.1.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica do Semiárido brasileiro é marcada pela variabilidade espaço-temporal, associada aos baixos índices de acumulação anuais sobre a região, isso resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva caracterizando períodos de seca. Sendo ainda há grande homogeneidade térmica nessa região, que apresenta elevadas temperaturas durante praticamente todos os meses do ano (CORREIA et al., 2011).

De acordo como INMET (2016), no período desse estudo, foram registrados 196,2mm de precipitação pluviométrica, aproximadamente 50% abaixo da média histórica local, possivelmente em virtude do prolongado período de seca, conhecido como estiagem, que acomete a região Nordeste do Brasil entre os anos de 2011 a 2015 (MARENGO et al., 2016; HERWEHE & SCOTT, 2017).

Durante todo o período de estudo, os valores de cor, ferro, cobre, manganês e amônia permaneceram acima dos valores máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), como observado na Tabela 1, concentrações de cobre e manganês apresentaram valores de 50 até 122 vezes, respectivamente, superiores aos valores máximos estabelecidos pela citada Resolução. Segundo ROVIRA et al., (2015), o cobre está na composição de pigmentos aplicados em tecidos. Neste estudo, elevadas concentrações do cobre podem ter sido oriundos da atividade industrial, que sem tratamento, resultam na contaminação do afluente em estudo.

Os metais são provenientes principalmente dos efluentes de tingimento que podem ser originados da molécula do corante como, por exemplo, o cobre nos corantes diretos, caracterizado como fixador (ARORA et al., 2017). Entre os principais metais ligados aos corantes são o cobre, cromo, colbato e níquel. Desta forma, os corantes são formados a partir de ligações químicas entre o metal e a molécula orgânica, determinando a fixação da cor no tecido (ANNAMALAI et al., 2014).

TABELA 1. Parâmetros analisados no afluente do rio Capibaribe (Toritama, Pernambuco, Brasil) de setembro/2014 a junho/2015.

Data de coleta	Cor ¹ (uH)	Turbidez ² (uT)	Cond * (µS)	Fe ³ (mg/L)	Cu ⁴ (mg/L)	Mn ⁵ (mg/L)	NH4 ⁶ (mg/L)	Zn ⁷ (mg/L)	Nitrato ⁸ (mg/L)	Nitrito ^{9v} (mg.L ⁻¹)	STD ¹⁰ (mg.L ⁻¹)	pH ¹¹	Dureza [*] (mg.L ⁻¹)	Cloreto ¹² (mg.L ⁻¹)
15/09/2014	289	182	4650	0,57	1,78	6,8	4,0	2,69	9,1	0,05	3453	7,50	1	104,36
27/10/2014	573	90	6730	0,58	3,07	6,9	4,0	0,05	150,9	0,08	4480	7,61	102	102,96
10/11/2014	284	249	4915	0,30	1,93	6,8	3,5	0,42	5,5	0,03	4773	7,72	103	87,97
27/01/2015	602	13	7630	0,61	4,47	6,3	4,0	0,11	7,1	0,05	5100	7,94	1	89,97
06/02/2015	731	14	9	0,72	3,87	12,2	4,0	0,00	118,3	0,14	6067	7,29	2300	98,96
11/03/2015	9775	101	6	1,17	4,13	8,5	5,8	0,00	37,7	0,05	3673	7,64	1348	101,97
07/04/2015	784	56	10	1,2	3,35	4,9	7,2	4,0	0,0	48,90	0	6,70	1365	97,96
19/05/2015	304	9	7	0,30	2,89	5,9	4,0	0,01	9,6	0,03	4	8,33	2335	97,96
23/06/2015	381	18	6	0,54	3,58	5,8	4,0	0,05	43,1	0,07	4	7,55	2339	97,96

Valores de referência (CONAMA 357/2005): ¹ 75uH; ² 40uT; ³ 0,3mg/L ⁴ 0,009 mg/L⁻¹; ⁵ 0,1 mg/L; ⁶ 3,7 mg/L; ⁷ 0,18 mg/L; ⁸ 10mg/L; ⁹ 1,0 mg/L; ¹⁰ 500 mg/L; ¹¹ 6-9; ¹² 250 mg/L; * sem valor de referência ; Cond: condutividade; Fe: ferro; Cu: cobre; Mn: manganês; NH4: amônia; Zn: zinco.

Analisando-se PCA, observa-se que os dois primeiros eixos de ordenação explicaram 78,9% da variação dos dados abióticos. As coletas de setembro/2015, outubro/2015, novembro/2015, fevereiro/2016, março/2016 e abril/2016 foram relacionadas a maiores valores de turbidez, STD, condutividade, manganês, cobre e zinco, respectivamente (Figura 2). Ressaltamos que os meses de dezembro/2015, janeiro, maio e junho/2016 não obtiveram resultados significativos frente à análise estatística (PCA) empregada neste estudo.

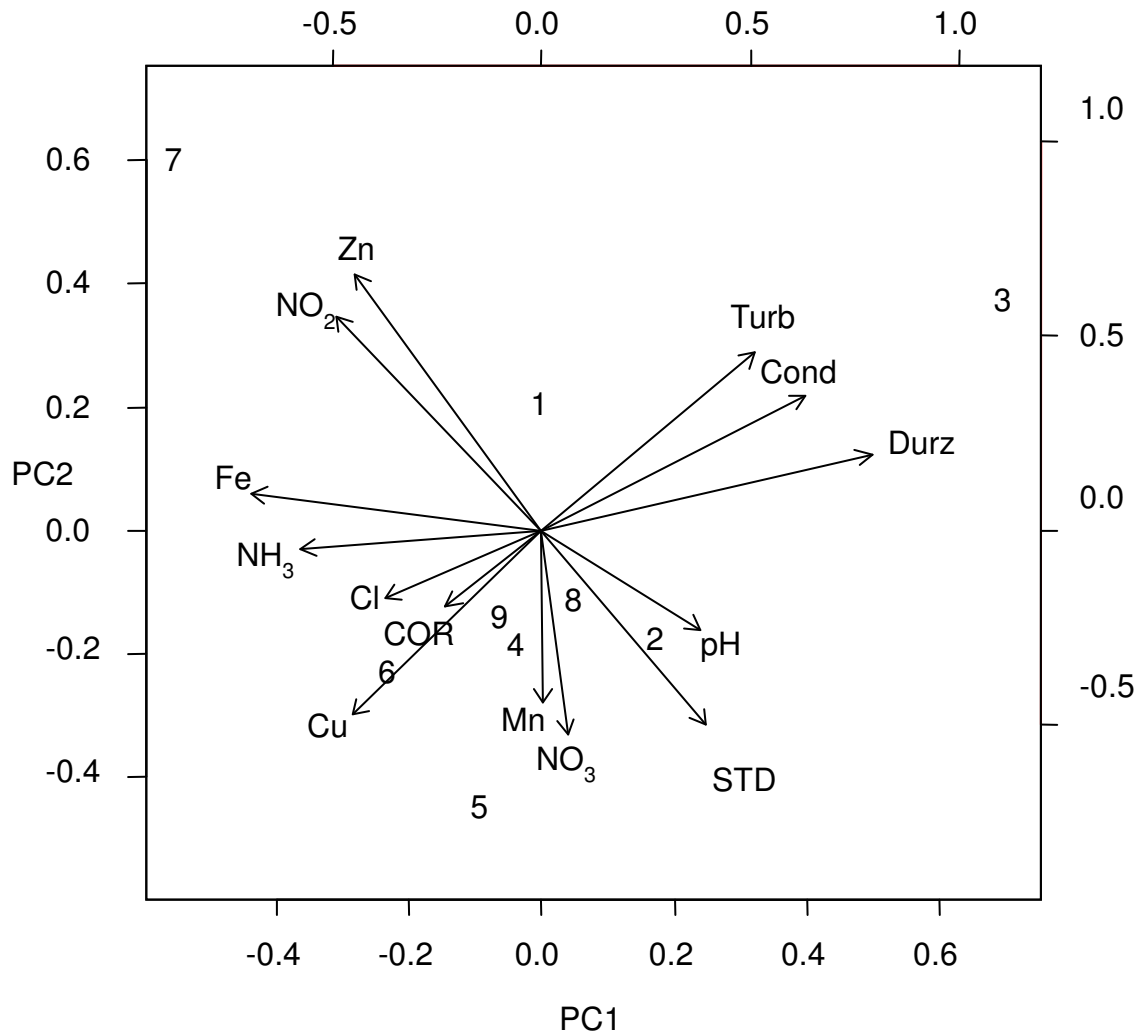


FIGURA 2 - Análise de PCA para os componentes abióticos durante o período de estudo no afluente do rio Capibaribe (Toritama, Pernambuco, Brasil). 1-3: datas das coletas de 2014 (setembro a novembro), 4-9: coletas de 2015 (janeiro a junho); Turb: turbidez; Cond: condutividade; Durz: dureza; STD: Sólidos Totais Dissolvidos; NO₃: nitrato; Mn: manganês; Cu: cobre; Cl: cloreto; NH₃: amônia; Fe: ferro; NO₂: nitrito; Zn: zinco.

Conforme observado na Figura 2, não foram observados agrupamentos de unidades analíticas, demonstrando que os parâmetros analisados não seguiram variações sazonais ou temporais, mas sim refletiram uma possível variação na composição química dos efluentes das indústrias têxteis e lavanderias lançadas no

manancial em resposta às diferentes atividades produtivas desenvolvidas no período da coleta.

O descarte de resíduos industriais coloridos é uma das principais causas de impacto ambiental. Estes, ligados a outros parâmetros químicos orgânicos e inorgânicos, também são responsáveis por elevadas concentrações de sólidos dissolvidos nos efluentes de tingimento (KURADE et al., 2017; WU et al., 2017), confirmando os elevados valores de STD observados durante o estudo, conforme Figura 2 e constatado *in loco* na Figura 3, em que água do afluente apresentava coloração azulada.



FIGURA 3 – Curso do afluente apresentando coloração azulada.

Moradores da localidade onde este estudo foi realizado, sem alternativa devido aos prolongados períodos de escassez de água, utilizam as águas do afluente analisado, contaminado com resíduos industriais, para irrigação de pastagens, oferecendo o vegetal (capim), posteriormente crescido, como fonte de alimento para caprinos e bovinos destinados ao consumo humano, além de equinos usados como tração animal.

Compostos inorgânicos, como Cu, Ni, Cr, Fe, Mn e Zn, ocorrem naturalmente no ambiente, sendo essenciais para funções fisiológicas dos seres vivos, mas em excesso podem ser altamente tóxicos (BIRUK et al., 2017). Metais pesados são altamente reativos e bioacumuláveis, desta forma, os organismos não são capazes de eliminá-los. Conforme LECLERC & LAURENT (2017), em elevadas concentrações, metais pesados podem ocasionar danos ambientais e à cadeia alimentar, contaminando outros organismos.

O consumo de plantas com elevados teores de metais como Pb, Cu, Zn, Cr e Mn é uma importante via de contaminação para seres humanos e animais e a absorção destes compostos por vegetais pode variar de acordo com a espécie, idade fisiológica e exposição destes organismos (SHAHID et al., 2017). Em seres humanos metais como cobre podem desencadear doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer, distúrbios na eritropoiese e a exposição a níveis elevados de manganês pode causar desordem neurológica chamada manganismo que tem semelhanças com a doença de Parkinson (MOHMAND et al., 2015). Portanto, os metais pesados afetam tanto a flora quanto a fauna, causando de modo geral o declínio do ecossistema, podendo colocar em riscos as comunidades no entorno do rio Capibaribe.

CONCLUSÃO

A cidade de Toritama é conhecida pela atividade têxtil, localizada na região do semiárido brasileiro, portanto marcada por períodos de baixos índices pluviométricos. O Rio Capibaribe que percorre a cidade sofre intensa eutrofização decorrente da atividade fabril repercutindo, como foi encontrado nesta pesquisa, em altas concentrações de cobre e manganês, colocando assim em risco, a saúde das populações do entorno. Esses metais em altas concentrações podem provocar doenças incapacitantes em seres humanos, além de bioacumulação na cadeia trófica.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/mz/2013/00000022/00000006/art00008>>. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ANNAMALAI, S.; SANTHANAM, M.; SUNDARAM, M.; CURRAS, M.P. Electrokinetic remediation of inorganic and organic pollutants in textile effluent contaminated agricultural soil. **Chemosphere**. v. 117, p. 673–678, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653514012053>>.doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.10.023.

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington, DC, 2012.

ARORA, J., AGARWAL, P., GUPTA, G. (2017). Rainbow of Natural Dyes on Textiles Using Plants Extracts: Sustainable and Eco-Friendly Processes. **Green and Sustainable Chemistry**, 7(01),35. Disponível em: http://file.scirp.org/pdf/GSC_2017022416223585.pdf>. doi: 10.4236/gsc.2017.71003

ÁVILA, D. S.; COLLE, D.; GUBERT, P.; PALMA, A. S.; PUNTEL, G.; MANARIN, F.; SOARES, F. A. A. "A possible neuroprotective action of a vinylic telluride against Mn-induced neurotoxicity". **Toxicological sciences**.v. 115, n.1 p. 194-201, 2010. Disponível em: <<https://academic.oup.com/toxsci/article/115/1/194/1636658/A-Possible-Neuroprotective-Action-of-a-Vinylic>>.doi: 10.1093/toxsci/kfq036.

BAIERLE, M., VALENTINI, J., PANIZ, C., MORO, A., BARBOSA JUNIOR, F., GARCIA, S. C. Possible effects of blood copper on hematological parameters in elderly. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, 46(6), 463-470, (2010). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-24442010000600006&script=sci_arttext&tlng=es>.doi:10.1590/S1676-24442010000600006.

BARBOSA, J. E. D. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. D. S.; CRISPIM, M. C. B.; SILVA, G. H. G. D. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.24, n.1, p.103-118, 2012. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-975X2012000100010&script=sci_arttext>. doi: 10.1590/S2179-975X2012005000030.

BIRUK, L.; MORETTON, J.; IORIO, A.F.; WEIGANDT, C.; ETCHEVERRY. J.; FILIPPETTO, J.; MAGDALENO. A.Toxicity and genotoxicity assessment in

sediments from the Matanza-Riachuelo river basin (Argentina) under the influence of heavy metals and organic contaminants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 135, p. 302–311, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651316303773>>.doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.09.024.

BREWER, G.J. “Divalent copper as a major triggering agent in Alzheimer’s disease”. **Journal of Alzheimer's Disease**. v.46, n.3, p.593-604, 2015. Disponível em: <Divalent copper as a major triggering agent in Alzheimer’s disease>. doi: 10.3233/JAD-143123.

CONAMA. Conselho Regional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357, de 17 de março 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 de jun de 2016.

CORREIA, R. C., KIILL, L. H. P., MOURA, M. S. B. CUNHA, T. J. F., JESUS JUNIOR, L. A., ARAUJO, J. L. P. **A região semiárida brasileira**. In: __. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. cap 1, p.21-48.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Diagnóstico ambiental das lavanderias de Toritama – PE**, Recife, 2005. Disponível: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/toritama.pdf>. Acesso em: 14 de mar de 2016.

HERWEHE, L.; SCOTT, C. A. Drought adaptation and development: small-scale irrigated agriculture in northeast Brazil. **Climate and Development**, p. 1-10, 2017. Disponível: <<http://rsa.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17565529.2017.1301862>> doi:10.1080/17565529.2017.1301862.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>>. Acesso em: 20 de abril de 2017.

KURADE, M.B.; WAGHMODE, T.R.; PATIL, S.M.; JEON, Byong-Hun, Monitoring; GOVINDWAR, S.P. the gradual biodegradation of dyes in a simulated textile effluent and development of a novel triple layered fixed bed reactor using a bacterium-yeast consortium. **Chemical Engineering Journal**. v. 307, p. 1026–1036, 2017. Disponível em: <<http://rsa.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17565529.2017.1301862>>.doi:10.1016/j.cej.2016.09.028 1385-8947.

LECLERC, A.; LAURENT, A. Framework for estimating toxic releases from the application of manure on agricultural soil: National release inventories for heavy metals in 2000–2014. **Science of The Total Environment**. v. 590–591, p. 452–460, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717301298>>.doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.117.

LUCAS, A.A.T.; MOURA, A. S. A.; NETTO, A. D. O. A.; FACCIOLI, G. G.; SOUSA, I. F. Qualidade da água no Riacho Jacaré, Sergipe Brasil usada para irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.8, n.2, p.98-105, 2014. Disponível

em:< <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/228>>.doi:
10.7127/rbai.v8n200228.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, p. 1-12, 2016. Disponível em:<<https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-016-1840-8>>.doi:
10.1007/s00704-016-1840-8.

MOHMAND J, EQANI SAMAS, FASOLA M, ALAMDAR A, MUSTAFA I, ALI N, SHEN H. “Human exposure to toxic metals via contaminated dust: Bio-accumulation trends and their potential risk estimation”. **Chemosphere**. v.132, 142-151. 2015 Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653515002027>>.doi:10.1016/j.chemosphere.2015.03.004.

ROVIRA, J., NADAL, M., SCHUHMACHER, M., DOMINGO, J. L. Human exposure to trace elements through the skin by direct contact with clothing: Risk assessment. **Environmental research**, 140, 308-316, 2015. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115001103>>.doi:10.1016/j.envres.2015.03.032.

SHAHID, M.; DUMAT, C.; KHALID, S.; SCHRECK, E.; XIONG, T.; Niazie, N.K. Foliar heavy metal uptake, toxicity, and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. **Journal of Hazardous Materials**. v. 325, p. 36–58, 2017. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389416310937>>.doi:
10.1016/j.jhazmat.2016.11.063.

WU, H.; LIU, Z.; LI, A.; YANG, H. Evaluation of starch-based flocculants for the flocculation of dissolved organic matter from textile dyeing secondary wastewater. **Chemosphere**.v. 174, pages 200–207, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351730139X>>. doi:
10.1016/j.chemosphere.2017.01.120.