



DESENVOLVIMENTO DE BIOTECNOLOGIA COMO MELHORIA NO SANEAMENTO BÁSICO – ESTUDO DE CASO DO RIO CAMARAJIPE

Isadora Machado Marques⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Salvador (UNIFACS)
Mestranda em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (IGEO/NEA/UFBA) – Bolsista CAPES.

Ícaro Thiago Andrade Moreira

Graduado em Ciências Biológicas, Mestre em Geoquímica: Petróleo e meio ambiente (Departamento de Oceanografia/IGEO/UFBA) e Doutor em Geologia Ambiental e dos Recursos Hídricos (NEA/Departamento de Oceanografia/IGEO/UFBA). Pesquisador/Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Energia (UNIFACS) e do Doutorado em Engenharia Química (UFBA).

Raiany Sandhy Souza Santos

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Salvador (UNIFACS)
Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano (PPDRU) pela UNIFACS – Bolsita FAPESB.

Tuane Nascimento Mendes Aragão

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Salvador (UNIFACS)
Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGE) pela UNIFACS – Bolsita FAPESB.

Milton Santos Cardoso Filho

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Salvador (UNIFACS)
Mestrando em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (IGEO/NEA/UFBA) – Bolsista FAPESB.

Endereço⁽¹⁾: Av. Adhemar de Barros, s/n, sala 314 A, 2º andar. Campus Universitário de Ondina – Ondina – Salvador – Bahia – CEP: 40170110 – Brasil – Tel: +55 (71) 991916008 – e-mail: isadoramachado1@hotmail.com



RESUMO

No Brasil, apenas 99 milhões de habitantes recebem a infraestrutura necessária para obter o saneamento básico, totalizando apenas 48,9% (SNIS, 2015). Os efluentes domésticos que não são devidamente coletados e tratados e são lançados indevidamente em corpos hídricos causa graves problemas ambientais, sociais e econômicos. O desenvolvimento de biotecnologias como a fitorremediação possibilita no tratamento eficiente desses efluentes urbanos, sendo assim a área de estudo foi o médio curso do rio Camarajipe localizado no município de Salvador na Bahia. Foi avaliados em campo parâmetros físico-químicos utilizando uma sonda multiparâmetros. Em laboratório foi analisados os contaminantes de interesse da pesquisa: nitrogênio amoniacal (NH_4^+) e ânions: nitrato (NO_3^-) e fosfato (PO_4^{-3}) pelo método ASTM (2005) e clorofila (a) através da leitura em espectrofotômetro utilizando o Standard methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). Foi desenvolvido um sistema de fotobiorreatores a base de microalgas dulciaquícolas contendo cinco gradientes de concentrações diferentes para verificar a eficiência do tratamento da água residual urbana. A biotecnologia demonstrou eficiência de remoção do nitrogênio em 100% e de fósforo até 75%. Também foi apresentado alternativas para o reaproveitamento do resíduo após o tratamento tendo o potencial de gerar bioprodutos.

Palavras-chave: Saneamento, biotecnologia, tratamento e efluentes.

INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

O saneamento básico brasileiro, apesar dos pequenos avanços conquistados, ainda enfrenta diversos problemas ambientais e sociais no que se refere ao tratamento de água residual adequado e seu devido lançamento. O Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelece que uma das dezessete prioridades mundiais encontra-se o desafios na gestão dos recursos hídricos e na disponibilidade de água limpa para a população bem como o fornecimento de saneamento básico (ONU, 2015).

Considerando o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) juntamente com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em relação à população total do Brasil que contém 204 milhões de habitantes, apenas 99 milhões de habitantes recebem a infraestrutura necessária para obter o saneamento básico, totalizando apenas 48,9% (SNIS, 2015). Estes valores ratificam a importância de investir no saneamento básico brasileiro de forma eficiente e sustentável.

Os efluentes domésticos que não são devidamente coletados e tratados em uma estação de tratamento de efluentes, são lançados indevidamente em corpos hídricos que percorrem as cidades ocasionando um problema ambiental chamado de eutrofização. O rio Camarajipe é o



exemplo de um rio urbano receptor de efluentes domésticos, pois percorre pelo município de Salvador na Bahia, passando por zonas concentradas residenciais e comerciais. Segundo Santos e colaboradores (2010), este rio urbano já foi utilizado como abastecimento de água para a população de Salvador no século XX, porém sua qualidade vem sendo reduzido ao longo dos anos devido a falta dos serviços adequados de saneamento básico (SANTOS et al., 2010).

Avaliando o desenvolvimento sustentável, algumas biotecnologias vem sendo desenvolvidas para a melhoria no tratamento de águas residuais urbanas com redução de custos operacionais. Sendo assim a ficorremediação é uma dessas biotecnologias que estão sendo estudadas para o tratamento de diversos efluentes (domésticos, industriais e agrícolas). Esta tecnologia utiliza microrganismos fotossintetizantes (microalgas) que assimilam diferentes tipos de contaminantes em meio aquoso que compõe sua estrutura celular, sendo então nutrientes para estes microrganismos (WANG et al., 2016).

Visando a necessidade de solucionar os problemas citados anteriormente, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água proveniente do rio urbano Camarajipe e propor uma biotecnologia a base de microalgas dulciaquícolas para o tratamento sustentável e eficiente dessas águas residuais, com o intuito de melhorar os recursos utilizados para o saneamento básico brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

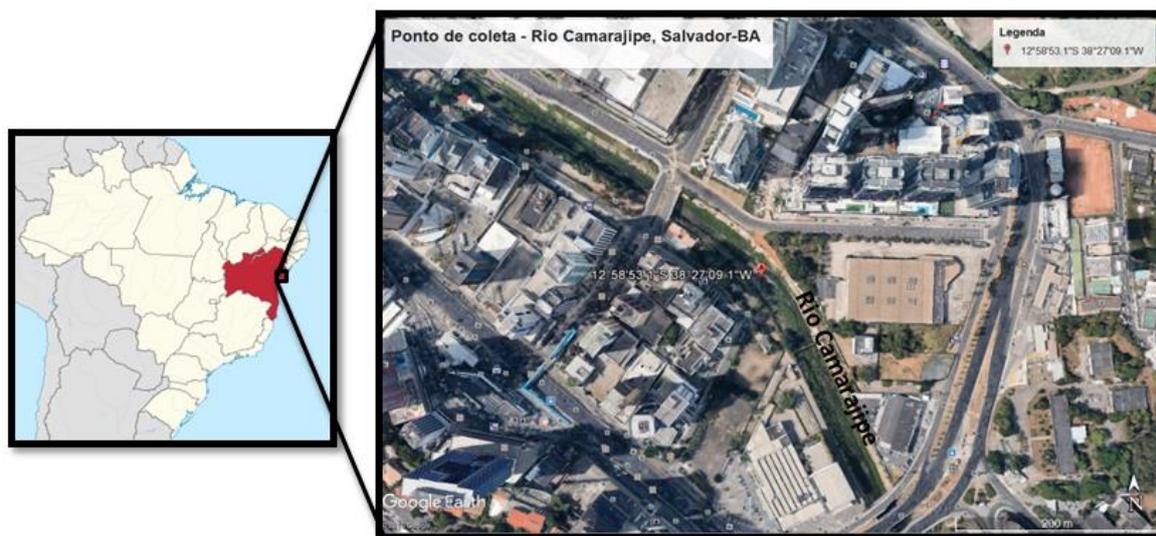
O rio Camarajipe está localizado no município de Salvador, Bahia. Este rio urbano foi selecionado para estudo na presente pesquisa por corresponder a uma extensão de 14 km e comportando a cerca de 11,62% da população total de Salvador ao longo de toda sua área, sendo classificado como a terceira maior bacia de importância do município (SANTOS et al., 2010). Segundo Santos e colaboradores (2010), em seus estudos foi verificado que este rio urbano citado foi enquadrado para o abastecimento público na região durante o século XX, mas que atualmente o rio não apresenta condições e parâmetros favoráveis para captação e fornecimento de água devido ao grau de contaminação e a ocupação de prédios residenciais e comerciais no local aumentando o risco de lançamento de efluentes, como está representado no mapa (**figura 1**).

Em campo, foram analisados parâmetros físico-químicos para o cálculo do índice de qualidade da água (IQA) para identificar a qualidade das águas superficiais deste rio urbano seguindo a metodologia fornecida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1975). Os parâmetros analisados foram: Temperatura, pH, eH, salinidade, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e sólidos dissolvidos totais (SDT), para o cálculo da qualidade da água superficial e sendo medidos *in situ* através de uma sonda multiparâmetros da marca Horiba U-50. A água



residual urbana foi coletada em uma estação de coleta no médio curso do rio Camarajipe cujas coordenadas demarcadas foram: 12°58'53.1"S 38°27'09.1"W e estão representadas no mapa (**Figura 1**). A coleta foi feita durante a baixa amplitude da maré.

Figura 1 - Mapa representando a estação de coleta no médio curso do rio Camarajipe



Fonte: Google Earth Pro, 2018.

Um sistema de fotobiorreatores a base de microalgas dulciaquícolas foi desenvolvido como uma solução biotecnológica sustentável para o tratamento dessas águas superficiais de rios urbanos contaminados por efluentes domésticos. As amostras de água residual coletadas foram filtradas utilizando papel filtro microfibras de vidro (GF/A 47mm) com tamanho do poro de 0,45 µm e com o auxílio de uma bomba à vácuo e compressor, para a retirada de material particulado em suspensão que possa interferir no crescimento microalgal.

O monitoramento da remoção dos contaminantes de interesse para a pesquisa (nitrogênio e fósforo) no fotobiorreator foi feito através da análise de cátions: nitrogênio amoniacal (NH_4^+) e ânions: nitrato (NO_3^-) e fosfato (PO_4^{3-}) utilizando um cromatógrafo de íons pelo método da ASTM (2005), pertencente ao laboratório do Núcleo de Estudos Ambientais (NEA/IGEO/UFBA). Para análise do crescimento celular da microalga, foi determinada a concentração de Clorofila (a) através da leitura em espectrofotômetro utilizando o Standard methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Os experimentos testes de simulação do tratamento ocorreram durante quinze dias consecutivos, sendo dividido em quatro tempos diferentes para coleta de amostras com: Tempo 1, tempo 6 (6 dias), tempo 9 (9 dias) e tempo 15 (15 dias). A divisão dos tempos foi feita para quantificar a remoção dos contaminantes de interesse da pesquisa.



O sistema foi subdividido em gradientes de concentrações diferentes de águas residuais urbanas diluídas em água destilada, para melhor avaliar a remoção dos contaminantes. Os gradientes foram divididos nos fotobiorreatores em: Tratamento 1, com 0% de água residual, Tratamento 2, com 25% de água residual, Tratamento 3, com 50% de água residual, Tratamento 4, com 75% de água residual e Tratamento 5, contendo águas residuais urbanas concentradas. Após as diluições e antes da transferência das cepas microalgais, as amostras de água foram autoclavadas a 120°C durante 15 minutos para esterilização.

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir foram adquiridos *in situ* no ponto de coleta analisados em laboratório e avaliados através de cálculos em planilhas.

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

O índice de Qualidade da Água foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade da água bruta de corpos hídricos visando o seu uso para abastecimento urbano após o devido tratamento (CETESB, 1975). O valor do IQA foi aferido em 50,8 avaliando o rio Camarajipe como qualidade regular para águas do estado da Bahia.

Apesar do resultado obtido do cálculo do IQA, alguns parâmetros relevantes ao equilíbrio ecológico foram apresentados fora dos padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357/05 (Brasil, 2005) para rios com classe II, evidenciando o fosfato com 0,53 mg/L, nitrogênio amoniacal com 10,43 mg/L e oxigênio dissolvido com 4,06 mg/L. Sendo que na resolução o máximo permitido para esses parâmetros são: para o fosfato é de 0,025 mg/L, para nitrogênio amoniacal é de 3,7 mg/L (considerando o pH 7,3 avaliado em campo) e o mínimo necessário de oxigênio dissolvido para a sobrevivência dos seres vivos locais é de 6,00 mg/L. Esses resultados já eram esperados uma vez foi identificado lançamentos pontuais de efluentes no local e nas proximidades, visto que este rio percorre áreas densas e povoadas até a sua foz.

INFLUENCIA DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

O enriquecimento dos corpos hídricos com lançamentos de efluentes indevidos influencia no desequilíbrio do ecossistema local potencializando o risco de degradação ambiental e da população em contrair doenças infecciosas.



A temperatura é um parâmetro físico importante para estudo pois determinada algumas propriedades da água como: viscosidade, densidade e capacidade do oxigênio se dissolver em meio aquoso, refletindo sobre a vida no ambiente aquático. O aumento da temperatura influencia na biodisponibilidade do contaminante, pois este se desprende das partículas contidas na água tornando de fácil absorção pelos microrganismos. Determinados contaminantes, como os inorgânicos (metais) são bioacumulados na cadeia ecológica porque não são metabolizados por seres vivos acumulando em suas células, sendo um grande risco para os seres humanos.

O parâmetro biológico como o crescimento das bactérias e protozoários, influencia na metabolização da matéria orgânica, fator importante e positivo para a autodepuração do rio (ANDRADE, 2010). Em contra partida, o fator negativo consiste no consumo elevado do oxigênio dissolvido e liberação de toxinas como subproduto da metabolização. Estas substâncias prejudicam no crescimento de outros microrganismos como fitoplânctons que são fontes primárias na cadeia alimentar e fornedoras de oxigênio pela fotossíntese. Além disso, a diminuição do oxigênio dissolvido (OD) aumenta a demanda bioquímica de oxigênio e ocasiona na morte de peixes essenciais para o equilíbrio ecológico. Por este fator que o oxigênio dissolvido é o indicador principal para a qualidade das águas superficiais de rios urbanos (FERREIRA et al., 2014).

Os parâmetros químicos essenciais para a qualidade da água constitui nos íons nitrogênio amoniacal, fosfato e nitrato, pois estes são tóxicos e bastante restritivo a vida dos peixes, sendo que algumas espécies não sobrevivem a concentrações de nitrogênio acima de 5 mg/L. O fosfato em altas concentrações, pode provocar uma doença denominada hiperfosfatemia no sangue humano, prejudicando na eletrólise natural da corrente sanguínea (UCKER et al., 2012). Sendo de extrema importância a remoção desses contaminantes em água pra evitar problemas ambientais, como a eutrofização e problemas sociais como a população contrair doenças infecciosas a partir de água poluídas.

BIOTECNOLOGIA PARA TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUAL URBANA

As microalgas são seres microscópicos que necessitam de energia para seu crescimento seja por meio luminoso (fotossíntese) sendo um crescimento autotrófico ou por um composto orgânico (Carbono orgânico) sendo um crescimento heterotrófico. Determinadas microalgas são capazes de produzir seu próprio alimento ou absorver carbono do meio aquoso, sendo seu crescimento denominado como mixotrófico. Estas ultimas crescem em um meio enriquecido por íons dissolvidos e matéria orgânica, pois são nutrientes que compõem sua estrutura celular, além disso possuem capacidade de biofixar CO₂ da atmosfera (FRANCO et al., 2013).

Considerando que os contaminantes lançados nos rios urbanos possuem propriedades que compõem as células microalgáceas, a proposta desta presente pesquisa foi desenvolver uma



biotecnologia a base destas microalgas dulciaquícolas para o tratamento de água residual urbana proporcionando a remoção desses contaminantes em águas de rios urbanos.

O sistema com fotobiorreatores utilizando microalgas dulciaquícolas apresentou 100% de eficiência na remoção de nitrato e de nitrogênio amoniacal após 15 dias de tratamento em todos os cinco gradientes de concentração diferentes, como mostra as **figuras 2 e 3**. Em 9 dias foi demonstrado no fotobiorreator que os tratamentos 1 e 2 apresentaram 100% de remoção do nitrogênio. Foi evidenciado como resultado final a água tratada alcançando os valores dentro dos padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357/05, pois a concentração final foi abaixo de 0,25 mg/L, sendo que na resolução o máximo permitido é de 2 mg/L para nitrogênio amoniacal e 10 mg/L para nitrato.

Figura 2 - Remoção temporal do nitrato no sistema de fotobiorreator dado em mg/L (Vertice vertical) em relação aos dias do experimento (Vertice horizontal)

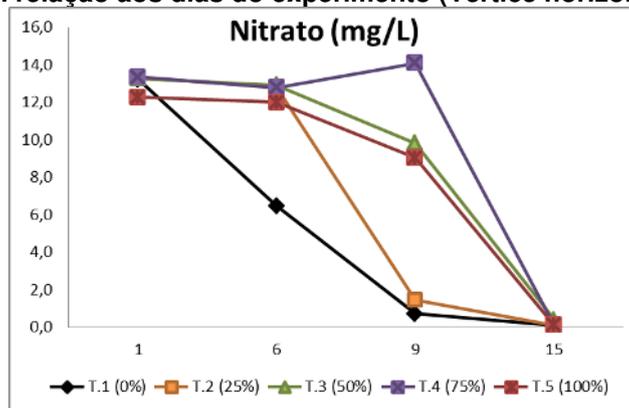
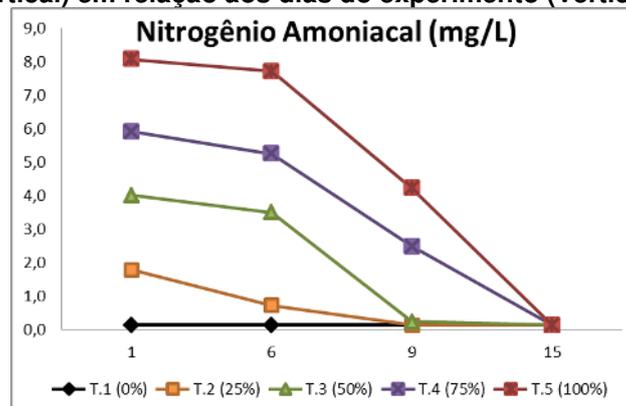


Figura 3 - Remoção temporal do nitrogênio amoniacal no sistema de fotobiorreator dado em mg/L (Vertice vertical) em relação aos dias do experimento (Vertice horizontal)

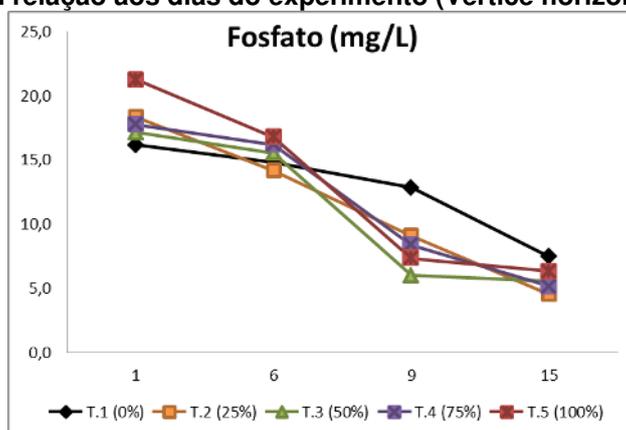


Em relação a remoção do fosfato, o fotobiorreator apresentou maior remoção no tratamento 2 com 75% de eficiência na remoção, pois continha menor concentração, e no tratamento 5 com 70% de eficiência na remoção, onde continha água residual concentrada, conforme demonstrado na **figura 4**. A taxa de remoção de fosfato é mais lenta em comparação com a taxa de remoção de



nitrogênio, pois existe uma proporção de absorção onde a cada 1 mol de fósforo é removido 16 mol de nitrogênio (REDFIELD 1958).

Figura 4 - Remoção temporal do fosfato no sistema de fotobiorreator dado em mg/L (Vertice vertical) em relação aos dias do experimento (Vertice horizontal)



Outros trabalhos realizados demonstraram que a utilização de um sistema de fotobiorreatores a base de microalgas dulciaquícolas são eficientes para o tratamento de águas residuais urbanas no que tange na remoção de nitrogênio e fósforo, como apresentado na **tabela 1**:

Tabela 1 - Resultados da eficiência na remoção de nitrogênio e fósforo em águas residuais urbanas utilizando microalgas dulciaquícolas

Remoção de nitrogênio	Remoção de fósforo	Referência Bibliográfica
92% de remoção total em água residual urbana	90% de remoção total em água residual urbana	MENNAE et al., 2015
98,9± 0,3% de remoção total em água residual urbana	97,0± 4,0% de remoção total em água residual urbana	GE et al., 2016
99,5% na remoção de amônia em água residual urbana	77% na remoção de fósforo em água residual urbana	BATISTA et al., 2015
99% de remoção após 10 dias de incubação	90% de remoção em 10 dias de incubação	MATAMOROS et al., 2016
45,60 - 100% de remoção em água residual mista	30,85 - 100% de remoção em água residual mista	LU et al., 2015

REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO APÓS TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUAL URBANA



Após os quinze dias de tratamento, evidenciou que o maior crescimento microalgal foi apresentado nos fotobiorreatores que continham água residual urbana concentrada, apresentando cerca de $601,1 \mu\text{g L}^{-1}$, demonstrando que esses microrganismos se adaptam e assimilam altas concentrações de contaminantes.

A biomassa microalgal pode ser reaproveitada para geração de bioprodutos com valor agregado (**Tabela 2**), como sido desenvolvido algumas pesquisas atualmente. Potanto após o tratamento de água residual urbana destacando a eficiência da biotecnologia explanada acima, a biomassa que foi gerada em maior quantidade em água residual urbana que seria um resíduo após tratamento pode ser reaproveitada para fins lucrativos nas empresas de tratamento de água residual. Este trabalho apresenta como principais contribuições na engenharia sanitária e ambiental como o potencial de desenvolver uma biotecnologia com eficiência no tratamento de águas residuais urbana e reaproveitamento do resíduo para geração de bioprodutos com valor agregado, sendo uma alternativa para reduzir os custos operacionais em uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Tabela 2 - Referências de trabalhos desenvolvidos para o reaproveitamento da biomassa de microalgas e geração de bioprodutos

	Bioprodutos	Referências Bibliográficas
Microalgas dulciaquícolas	Biocombustíveis	ARITA et al., 2015 ; CHEAH et al., 2016
	Biogás	CAPORGNO et al., 2015
	Biofixação de CO ₂	ARBIB et al., 2014
	Biohidrogênio	BATISTA et al., 2015

CONCLUSÃO

A presente pesquisa aferiu a qualidade das águas superficiais do rio urbano Camarajipe como regular, entretanto alguns parâmetros relevantes para o equilíbrio do ecossistema local estiveram fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, ocasionando problemas ambientais e sociais.

A biotecnologia desenvolvida na pesquisa apresenta um sistema de fotobiorreatores a base de microalgas dulciaquícolas que proporcionou o tratamento eficiente das águas residuais urbanas no que se refere à remoção de nitrogênio, com eficiência de 100% e remoção de fósforo com



eficiência de até 75%, apresentando como uma alternativa viável para a melhoria do saneamento básico local e proporcionando benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Foi evidenciado e apresentado na presente pesquisa as principais contribuições para a engenharia sanitária e ambiental, tendo em vista que a biotecnologia desenvolvida além de apresentar eficiência no tratamento da água residual urbana seguindo os padrões de lançamento em corpos hídricos (resolução do CONAMA nº 357/05) também apresentou alternativas para o reaproveitamento do resíduo após o tratamento da água, tendo o potencial de gerar bioprodutos de valores agregados que diminuem nos custos operacionais de uma estação de tratamento de água residual.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. N. (2010). Autodepuração dos corpos hídricos. **Revista da biologia**. V. 5. P. 16 – 19.
- APHA - American Public Health Association (2012). **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**, Washington (USA). Ed. 22^a.
- ARBIB, Z. RUIZ, J. DÍAZ, P. PÉREZ, C.G. PERALES, J.A. (2014). Capability of different microalgae species for phytoremediation processes: Wastewater tertiary treatment, CO₂ bio-fixation and low cost biofuels production. **Water Research**. Pag. 465 à 474. Vol. 49.
- ARITA, C. E. Q. PEEBLES, C. BRADLEY, T. (2015). Scalability of combining microalgae-based biofuels with wastewater facilities: A review. **Algal Research**. Pag. 160 – 169.
- ASTM – American Society for Testing and Materials (2005). Standard Guide for Displaying Results of Chemical Analyses of Groundwater for Major Ions and Trace Elements - Diagrams Based on Data Analytical Calculations (Withdrawn 2014). **ASTM D5877-95**.
- BATISTA, A. et al. (2015). Combining urban wastewater treatment with biohydrogen production – An integrated microalgae-based approach. **Bioresource technology**, v. 184. Pag. 230-235.
- BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357**. De 17 de março de 2005, publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 12 de jan. de 2016.
- CAPORGNO, M. P. TALEB, A. OLKIEWICZ, M. FONT, O. PRUVOST, J. LEGRAND, J. BENGUA, C. (2015). Microalgae cultivation in urban wastewater: Nutrient removal and biomass production for biodiesel and methane. **Algal research**. Vol. 10. Pag. 232 à 239.
- CHEAH W. Y.; LING T. C.; SNOW P. L.; JUAN J. C.; CHANG J. S. e LEE D. J. (2016). Cultivation in wastewaters for energy: A microalgae platform. **Applied Energy**. N179. Pag. 609 a 625.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (1975) Apêndice D: Índice de Qualidade da água. Pag. 1 – 28.



- EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento. (2015). Disponível em < <http://www.embasa.ba.gov.br/>> acesso em: Jun. de 2017.
- FERREIRA E. V. S.; PEREIRA, F. M. C.; SOUZA, I. A.; JESUS, L. A. N. (2014). Possível solução para o problema da poluição no Rio Camarajipe em Salvador mediante o uso de macrófitas aquáticas. CANDOMBÁ. v. 10, nº.1, jan/dez.**
- FRANCO, A. L. C.; LOBO, I. P.; CRUZ, R. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; ALMEIDA NETO, J. A.; MENEZES, R. S. (2013). Biodiesel de microalgas: Avanços e desafios. **Química Nova**. V. 36, nº 3, p. 437 – 448.
- GE, S. CHAMPAGNE, P. (2016). Nutrient removal, microalgal biomass growth, harvesting and lipid yield in response to centrate wastewater loadings. **Water Research**, v. 88. Pag. 604-612.
- LU, Q. et al. (2015). Growing Chlorella sp. on meat processing wastewater for nutrient removal and biomass production. **Bioresource technology**, n. 198. Pag. 189-197.
- MATAMOROS, V. et al. (2016) Assessment of the mechanisms involved in the removal of emerging contaminants by microalgae from wastewater: a laboratory scale study. **Journal of Hazardous materials**, n. 301. Pag. 197-205.
- MENNAA, F. et al. (2015). Urban wastewater treatment by seven species of microalgae and an algal bloom: Biomass production, N and P removal kinetics and harvestability. **Water Research**, v. 83. Pag. 42-51.
- ONU - Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: < <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politicaexterna/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>> Acesso em: Jul. de 2017.
- REDFIELD, A. C. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. **American Scientist**, v.3, nº 43, p. 205 – 221.
- SANTOS, E.; PINHO, J. A. G.; MORAES, L. R. S.; FISCHER, T. (2010). **O caminho das águas em Salvador: Bacias hidrográficas, bairros e fontes**. Salvador, Bahia. Pag. 468.
- SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. (2015). Diagnóstico anual de água e esgoto. Disponível em < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>> Acesso em: Jun. de 2017.**
- UCKER, F. E.; ALMEIDA, R. A.; KEMERICH, P. D. C. (2012). Remoção de nitrogênio e fósforo do esgoto sanitário em um sistema de alagados construídos utilizando o capim vetiver. Revista ambiente & água, v.7. nº 3.**
- WANG, Y.; HO, S. H.; CHENG, C. L.; GUO, W. Q.; NAGARAJAN, D.; REN, N. Q.; LEE, D. J.; CHANG, J. S. (2016). Perspectives on the feasibility of using microalgae for industrial wastewater treatment. **Bioresource technology**, p. 485-497.