

**Remoção de nitrogênio amoniacal por *Chlorella* sp. em diferentes diluições de
lixiviado de aterro sanitário**

**Amoniacal nitrogen removal by *Chlorella* sp. in different dilutions of sanitary
terry dillution**

DOI:10.34117/bjdv6n11-184

Recebimento dos originais:05/10/2020

Aceitação para publicação:10/11/2020

Maria Célia Cavalcante de Paula e Silva

Doutoranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia
Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail:celia_romulo@hotmail.com

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque

Doutoranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia
Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: virginia.albuquerque@yahoo.com.br

Roberta Milena Moura Rodrigues

Doutoranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia
Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: robertamilena_rm@hotmail.com

Railson de Oliveira Ramos

Doutorando em Química Analítica pela Universidade Federal da Paraíba- UFPB
E-mail:railson_uepb@outlook.com

Josivaldo Rodrigues Sátiro

Mestrando em Engenharia Civil com ênfase em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela
Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
E-mail: josivaldosatiroo@gmail.com

Wilton Silva Lopes

Doutor em Química pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Professor Associado B do
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: wiltonuepb@gmail.com

Howard William Pearson

Doutor em Microbiologia do Meio Ambiente pela Universidade de Londres, Professor do PPGEQ da
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
E-mail: howard_william@uol.com.br

Valderi Duarte Leite

Doutor em Hidráulica e saneamento pela USP, Professor Associado C do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

E-mail: mangabeiraleite@gmail.com

RESUMO

Lixiviado de aterro sanitário é uma água residuária de matriz complexa de alto poder poluente. Apresenta elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal, fósforo, matéria carbonácea e substâncias recalcitrantes. A aplicação de microalgas na remoção de poluentes do lixiviado tem sido investigada. A cepa de *Chlorella* sp. aplicada neste trabalho, foi isoladas do lixiviado do aterro sanitário de João Pessoa- PB. O sistema experimental constituiu-se por 3 biorreatores com volume útil de 210 mL, sendo, 200 mL de lixiviado diluído em água destilada e 10 mL de meio de cultivo de *Chlorella* sp. em fase estacionária, alimentados em batelada, fotoperíodo de 24 horas, temperatura de 27° C, TDH de 240 horas e concentrações afluentes de N-amoniacal de 46, 192 e 575 mg. L⁻¹ e um controle positivo. As maiores densidades celulares foram registradas nas concentrações de N-amoniacal afluentes de 46 e 192 mg. L⁻¹, com incrementos superiores a 250% até o 5° dia de monitoração. O menor crescimento foi obtido na concentração de nitrogênio amoniacal de 575 mg. L⁻¹ com incrementos até o 5° dia de 12%. A análise do cálculo da massa de nitrogênio residual no sistema, indicou remoção de massa de 66, 59 e 56% para entradas afluentes de 9,66; 40,32 e 120,75 mg-N para concentrações afluentes de N-amoniacal respectivas de 46, 192 e 575 mg. L⁻¹. Os resultados são indicativos de que a *Chlorella* sp. consegue adaptar-se e crescer em diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal, possuindo potencial para ser aplicada eficientemente no tratamento terciário do lixiviado de aterro sanitário.

Palavras Chave: Nitrogênio amoniacal, Fitorremediação, Microalgas, Tratamento de chorume.

ABSTRACT

Landfill leachate is a complex matrix wastewater of high polluting power. It presents high concentrations of ammoniacal nitrogen, phosphorus, carbonaceous matter and recalcitrant substances. The application of microalgae to remove pollutants from the leachate has been investigated. The strain of *Chlorella* sp. applied in this work, was isolated from the leachate from the landfill of João Pessoa- PB. The experimental system consisted of 3 bioreactors with useful volume of 210 mL, being 200 mL of leachate diluted in distilled water and 10 mL of culture medium of *Chlorella* sp. in stationary phase, fed in batch, 24 hours photoperiod, temperature of 27o C, TDH of 240 hours and affluent concentrations of N-amoniacal of 46, 192 and 575 mg. L⁻¹ and a positive control. The highest cellular densities were registered in the affluent N-amoniacal concentrations of 46 and 192 mg. L⁻¹, with increments higher than 250% until the 5th day of monitoring. The smallest growth was obtained in the concentration of ammoniacal nitrogen of 575 mg. L⁻¹ with increments up to day 5 of 12%. The analysis of the calculation of the residual nitrogen mass in the system indicated mass removal of 66, 59 and 56% for affluent entries of 9.66; 40.32 and 120.75 mg-N for respective N- ammoniacal affluent concentrations of 46, 192 and 575 mg. L⁻¹. The results are indicative that *Chlorella* sp. can adapt and grow in different concentrations of ammoniacal nitrogen, having potential to be applied efficiently in the tertiary treatment of landfill leachate.

Keywords: Ammoniacal nitrogen, Microalgae, Slurry treatment.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos pela sociedade representa um desafio que carece da participação de diversos segmentos para a resolução do mesmo. A maior fração destes resíduos, é disposta em aterros controlados e lixões, a qual, durante sua biodegradação, provoca problemas diversos, dentre estes, a geração de lixiviado, resíduo líquido de alto poder contaminante para o ecossistema em geral.

O Lixiviado de aterro sanitário apresenta altos níveis de nitrogênio amoniacal (3000-5000 mg. L⁻¹- N-amoniacal), compostos orgânicos tóxicos, xenobióticos dissolvidos, baixa razão de demanda química e bioquímica de oxigênio (DBO₅: DQO → 0,2 ou menos) e metais pesados (KHANZADA et al. 2018). O Lixiviado é considerado uma água residuária de alta força iônica devido a nutrientes inorgânicos dissolvidos, o que pode levar à salinidade com aumento dos níveis de íons cloreto (~ 5g Cl⁻. L⁻¹), sais totais dissolvidos e condutividade (CHENG et al., 2011; KJELDSEN et al., 2002).

O nitrogênio amoniacal presente no lixiviado pode assumir forma iônica ou livre em solução aquosa, dependendo assim, sua concentração do pH e da temperatura. A concentração de nitrogênio amoniacal aumenta com o tempo e pode se constituir como um dos principais poluentes de longa duração. Uma das principais questões relativas à gestão de aterros fechados é a eliminação de lixiviados que continua a ser produzido (com elevada concentração de NH⁴⁺ -N) durante muito tempo, mesmo após o encerramento do aterro (KJELDSEN et al., 2002).

A biorremediação usando microalgas, mais conhecida como fitorremediação, tem sido uma abordagem ecológica para combater a poluição ambiental, a exemplo do tratamento de águas residuárias (MISHRA et al., 2018). As microalgas são importantes no tratamento terciário de efluentes devido à sua capacidade metabólica de remover nutrientes, poluentes e metais pesados (PACHECO et al., 2015). Nitrogênio é o principal constituinte de proteínas, hormônios, moléculas de transferência de energia (ATP), construção de material genético, clorofila e enzimas envolvidas na fotossíntese. É responsável por 1-10% de biomassa seca e sua disponibilidade afeta a fotossíntese de microalgas (JIA e YUAN, 2016).

Silva et al. (2017), monitorando biorreatores tubulares com volume de 0,1L com recheio de *Chlorella* sp. imobilizada em esferas de alginato de cálcio em concentração final de 2, 4 e 6%, com TDH de 5 horas, alimentados por efluente de filtro de areia, em regime de batelada intermitente, obtiveram remoção de 81% de fósforo total em biorreatores com esferas de alginato em concentração de 2%. Os valores de remoção obtidos para os biorreatores com 4% e 6% de alginato foram significativamente menores.

Em estudo de Silva et al. (2019), monitorando biorreatores recheados com *Chlorella* sp. imobilizada em matriz de alginato de cálcio a 4%, com temperatura e luminosidade controladas, na remoção de N- amoniacal, alimentados por substrato constituído por esgoto doméstico e lixiviado de aterro sanitário com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal, TDH de 3 horas e regime de alimentação em batelada, foram registradas remoções entre 59 e 81% nas concentrações testadas.

Considerando a complexa matriz química apresentada pelo lixiviado e os múltiplos impactos que este resíduo líquido pode causar no solo e ecossistemas aquáticos, quando lançado sem tratamento, este trabalho, visou o estudo da remoção de nitrogênio amoniacal por *Chlorella* sp. em diferentes diluições de lixiviado de aterro sanitário para a obtenção de um efluente com melhores condições sanitárias.

2 METODOLOGIA

Considerações Gerais

Este trabalho foi realizado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), pertencente à Universidade Estadual da Paraíba, situada no bairro do Tambor, na cidade de Campina Grande – PB.

O LAS (lixiviado de aterro sanitário) foi coletado na entrada da lagoa de decantação do sistema de lagoas de tratamento de lixiviado do aterro sanitário da região metropolitana da cidade de João Pessoa -ASMJP– PB, transportado em reservatórios de polietileno de 250L até as dependências da EXTRABES, e caracterizado física e quimicamente. Na Figura 01 apresenta-se uma imagem a vista aérea do aterro sanitário da cidade de João Pessoa.

Figura 01-Vista aérea do ASMJP, com destaque para as lagoas de tratamento de lixiviado.



Fonte: Google Earth

Identificação do fitoplâncton

Foram inoculados, 5 mL de lixiviado em 10 frascos erlenmeyers de 250 mL, contendo cada um, 100 mL de meio ASM-1 estéril, (GORHAM et al. 1964 e ZAGATTO e ARAGÃO, 1992). As amostras foram colocadas em mesa rotatória com 80 rpm, temperatura de 30° C e fotoperíodo de 24 horas. Transcorrido o período de 7 dias, procedeu-se a identificação, utilizando microscópio binocular Olympus CBA, em até 400 x de aumento.

Isolamento da Chlorella sp.

Diante do levantamento fitoplânctônico, foi realizado o isolamento da *Chlorella* sp. pelo método de Ágar em placa preconizado por Guerrero III e Villegas (1982). A cepa de *Chlorella* sp. foi inoculada em placas de Petri, pré-esterilizadas contendo Meio Basal Bold's-MBB (BISCHOFF e BOLD, 1963; BOROWITZKA, 1988) com 1,5% de ágar. As amostras foram mantidas em câmara de cultivo com temperatura de 27° C em fotoperíodo de 24 horas, iluminação de 4 lâmpadas fluorescentes, intensidade de fótons de 85 $\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$.

Passados 21 dias, foi realizado o isolamento usando pipeta de Pasteur de vidro da marca NETLAB. A observação do gênero algal foi procedida em microscópio invertido da marca Oleman em objetiva de 400x, sendo essa amostra unialgal repicada em frascos erlenmeyers contendo 50 ml de MBB. Aos 21 dias, as microalgas foram inoculadas em 100 mL de MBB e colocadas na mesa rotatória com 80 rpm em frascos erlenmeyers de 250 mL. Passados 7 dias, 32 mL de meio de cultivo foram ressuspensos em frascos erlenmeyer de 2L contendo 1600mL MBB.

Monitoração dos biorreatores

Foram montados 3 biorreatores, alimentados em regime de batelada. Estes, receberam lixiviado de aterro sanitário diluído em água destilada com volume final de 200 mL, em diferentes concentrações afluentes de N-amoniaco (C_1 , C_2 e C_3) sendo respectivamente 46, 192 e 575 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e um controle positivo contendo de MBB. Cada biorreator foi inoculado com 10 mL de cultivo com *Chlorella* sp. em fase estacionária apresentando Densidade Celular Inicial (DCI) de $1,78437 \times 10^5$ célula. mL^{-1} . Os biorreatores foram mantidos em ambiente com fotoperíodo de 24 horas, temperatura controlada a 27° C e TDH de 240 horas.

Foram coletadas três alíquotas de 50mL cada, no tempo zero(0), 120 e 250 horas, para determinação do pH e nitrogênio amoniaco. Para quantificação de células de *Chlorella* sp. , foi realizada contagem em câmara de Neubauer na qual, para determinação da concentração celular foram contadas todas as células dos blocos individuais maiores da câmara de Neubauer aplicados na Equação 1, segundo Tavares e Rocha (2003).

$$C \text{ (células/mL)} = \text{contagem total} \times 10^4 / n^{\circ} \text{ de blocos contados}$$

Equação 1

Os parâmetros de caracterização do lixiviado e seus respectivos métodos analíticos seguiram o que está preconizado em APHA (2012). Para avaliação dos íons, a amostra foi filtrada em membrana de fibra de vidro, grau GF/C-Whatman de 0,45 e 0,22 μm para injeção em cromatógrafo iônico Dionex ICS-1100 da marca Thermo Scientific.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do lixiviado

O lixiviado aplicado na pesquisa foi caracterizado fisicoquimicamente. Na Tabela 1 estão apresentados os dados de caracterização do LAS utilizado no cultivo da *Chlorella* sp.

Tabela 1: parâmetros físicos e químicos do LAS aplicado na pesquisa.

PARÂMETRO	Magnitude
DQO total (mgO_2/L)	3647,8
DQO filtrada(mgO_2/L)	2270,6
DBO ₅ (mgO_2/L)	1163,2
NTK(mgN/L)	2710
N-NH ₄ ⁺ ($\text{mg- NH}_4^+/\text{L}$)	2514
N-NO ₃ ⁻ ($\text{mg N- NO}_3^-/\text{L}$)	7,38
N-NO ₂ ⁻ (mgNO_2^-/L)	-
ST (mg/L)	16003,3
STV (mg/L)	5430
STF (mg/L)	10573,33
SST(mg/L)	210
SSV(mg/L)	193,33
SSF(mg/L)	16,67
Ortofosfato(mg Orto-P/L)	14,184
Fósforo Total(mg/L)	18,03
Cl ⁻ (mg/L)	3619,8
Na ⁺ (mg/L)	2301
K ⁺ (mg/L)	2000
Mg ⁺ (mg/L)	275,04
Ca ⁺⁺ (mg/L)	626,46
pH	8,0

Fonte: dados da pesquisa

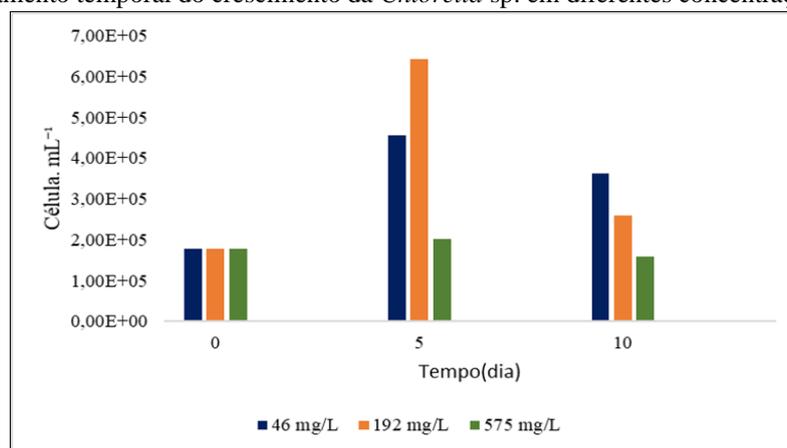
Na análise dos dados da Tabela 1, identifica-se elevada concentração sólidos totais, que pode interferir na passagem da luz para o processo fotossintético microalgáceo. Quanto ao nitrogênio amoniacal, em sua maior fração na forma de NH_4^+ , aproximadamente 95% como função do pH 8,0, é a forma preferencialmente assimilável pelas microalgas, contudo, sua magnitude sugere que deve ser feita a diluição do lixiviado em água destilada ou esgoto para reduzir seu potencial de toxicidade e, favorecer a remoção. A concentração de Ortofosfato, fração imediatamente assimilável, encontra-se na faixa de $14,2 \text{ mg.L}^{-1}$, podendo favorecer o crescimento da *Chlorella* sp. integrando as moléculas de ácidos nucleicos. A presença dos íons de K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} são relevantes na manutenção da fisiologia das algas. Segundo Procházková et al. (2014), para o crescimento ótimo das microalgas é necessária uma série de nutrientes, a exemplo de macronutrientes tais como, carbono (C), nitrogênio (N), oxigênio (O), hidrogênio (H) e fósforo (P), além de cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e potássio (K).

O crescimento celular

O incremento celular registrado na concentração de 192 mg.L^{-1} de N- amoniacal afluyente foi de 360% até o 5º dia de monitoração, partindo da DCI de $1,78437 \times 10^5 \text{ cel. mL}^{-1}$ atingindo $6,43125 \times 10^5$ com remoção de 30 mg de nitrogênio amoniacal.

Em todas as concentrações estudadas, verificou-se que as culturas estavam em fase de declínio entre o 5º e o 10º dia de monitoração, reduções na DC de 21, 60 e 22%, respectivamente para as concentrações de N- amoniacal afluyente de 46, 192 e 575 mg.L^{-1} . No controle, foi registrado incremento de 235% até o 10º dia, atingindo valores de $5,97 \times 10^5$ com remoção completa do nitrogênio amoniacal afluyente ($2,4 \text{ mg.L}^{-1}$) a partir do 11º dia. Na Figura 3 está apresentado o crescimento da *Chlorella* sp. em diferentes concentrações de N- amoniacal no TDH de 10 dias.

Figura 3. Comportamento temporal do crescimento da *Chlorella* sp. em diferentes concentrações de N- amoniacal.



Fonte: dados da pesquisa

Este resultado pode ser explicado por um fenômeno chamado “hormesis” é um termo usado para descrever um fenômeno associado a compostos tóxicos que, em baixas doses, mostram efeito estimulatório ou benéfico ao organismo exposto e em altas doses mostram efeito inibitório ou tóxico (HASHMI et al. 2014). Resultado similar foi obtido por El Quaer et al. (2019), ao cultivarem *Chlorella* sp. em diferentes diluições de lixiviado de aterro sanitário com lixiviado bruto apresentando concentrações de nitrogênio amoniacal na faixa de 3595 mg.L⁻¹. Neste trabalho, foi registrado um efeito inibidor do crescimento de algas a partir da concentração de lixiviados de 30%.

pH

Neste estudo foram registrados incrementos progressivos no pH nos três tratamentos. Na concentração de 46 mg. L⁻¹ de N- amoniacal afluente, o pH inicial foi 7,8 atingindo 9,7 até o 10º dia de monitoração. As elevações menos expressivas (0,6 unidade), foram observadas na concentração afluente de 575 mg. L⁻¹. Este resultado sugere que mesmo partindo de um pH elevado, a *Chlorella* sp., através da fotossíntese, assimilou CO₂ do meio, onde, os íons bicarbonato presentes se dissociaram produzindo CO₂ e OH⁻ elevando o pH.

Diversos estudos apontam redução do pH na fitorremediação do LAS. Em trabalho de JIA e YUAN, (2016), o NH⁴⁺ quando assimilado diretamente na via do ácido glutâmico, libera íons H⁺, o que pode reduzir o pH do meio. Khanzada et al. (2018) estudaram a *Chlorella vulgaris* e *Chlamydomonas reinhardtii* no tratamento de lixiviado, e registraram que o pH estava constantemente diminuindo, chegando a 5,7.

Remoção de N- amoniacal

Calculando a massa de N- amoniacal em cada sistema, foram registrados valores afluentes aproximados de (9,7) (40,3) e (121,0) mg-N com valores respectivos ao término do experimento de (3,3) (16,5) e (52,9) mg-N, representando remoções médias de 66, 59 e 56% para as concentrações respectivas de N- amoniacal de 46, 192 e 575 mg. L⁻¹. Estes dados são indicativos de que a *Chlorella* sp. é tolerante a elevadas concentrações de N-amoniacal, conseguindo incorporar massa de nitrogênio, a ser direcionada principalmente, para síntese de aminoácidos e proteínas.

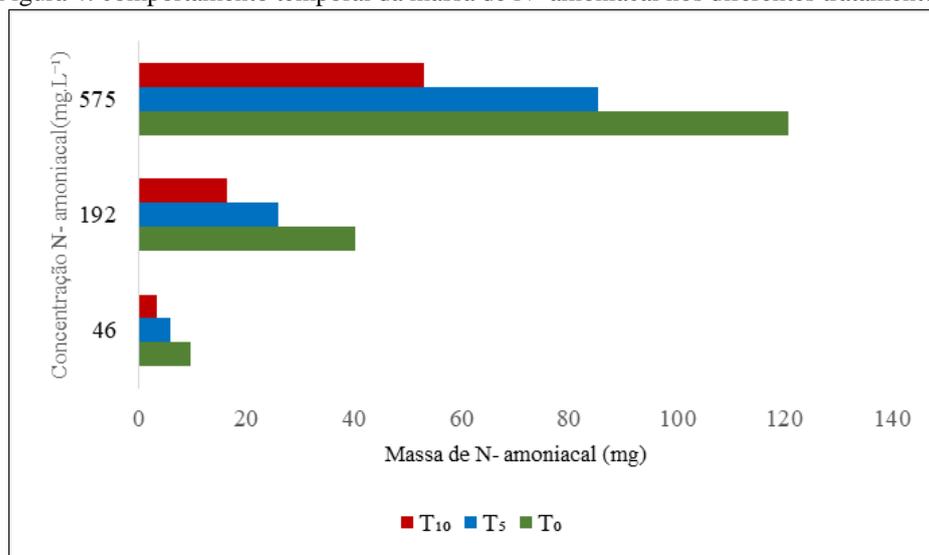
Outro aspecto a ser destacado, está relacionado ao volume da célula de *Chlorella* sp. . Na concentração afluente de 46 mg. L⁻¹, as células mantiveram seus volumes normais de aproximadamente 10µm. O inverso foi observado na concentração de 575 mg. L⁻¹, onde registrou- se redução do volume inicial em até 50%. Na concentração afluente de 192 mg.L⁻¹, as células apresentaram aumento expressivo em seu volume. Este resultado sugere que, elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal

podem interferir na divisão celular aumentando a densidade e o tamanho da *Chlorella* sp. Esses resultados são consistentes com os registrados por Hu et al. (2012) onde o lixiviado afeta notavelmente a estrutura subcelular, reduzindo o volume de cloroplastos e a quantidade de tilacóide.

Corroborando com estes resultados de interferência da massa de nitrogênio amoniacal no volume celular de *Chlorella* sp. El Quaer et al. (2019), registraram que em diluições de lixiviado a 10% e faixa de 350 mg.L⁻¹ de N- amoniacal as células pareciam maiores com uma cor verde mais escura em comparação com as observadas no controle(MBB).

Na concepção de Klochenko et al. (2003), a tolerância de algas verdes a altas concentrações amônio é devido elas terem maior atividade do sistema enzimático GS/GDH, que promove portanto, rápida conversão do amônio em aminoácidos ao invés deste ser acumulado na célula. Corroborando com este posicionamento, Giordano et al. (2003), afirmam que o amônio estimula a produção da PEPCase, enzima que acelera a incorporação de amônio em compostos orgânicos para evitar toxicidade em algas. Na Figura 4 está apresentado o comportamento temporal da massa de N- amoniacal no sistema ao longo da monitoração.

Figura 4: comportamento temporal da massa de N- amoniacal nos diferentes tratamentos.



Fonte: dados da pesquisa

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise destes dados, pode-se inferir que:

- Considerando que o lixiviado de aterro sanitário é um resíduo líquido de matriz complexa, com substâncias recalcitrantes e elevada turbidez, os resultados obtidos são indicativos de que a *Chlorella*

sp. apresentou eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal em diferentes diluições de lixiviado em sistemas alimentados em batelada;

- As concentrações superiores a 200 mg. L^{-1} de nitrogênio amoniacal, podem produzir efeito inibitório na célula, carecendo maiores estudos no tratamento biológico do lixiviado de aterro sanitário, especificamente no âmbito da fitorremediação;
- Neste aspecto, a aplicação de microalgas pode ser uma alternativa viável na recuperação de recursos presentes nas águas residuárias, mitigando, portanto, quadros de eutrofização dos mananciais

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION -APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th ed. Washington, D.C. 2012.

BISCHOFF, H. W.; BOLD, H. C. Physiologic studies. IV. Some algae from Enchanted Rock and related algae species. University of Texas Publications, v. 6318,. p.1- 5. 1963.

BOROWITZKA, M. A. Micro-algal Biotechnology Cambridge. University Press. Cambridge. 1988.

CHENG H-X, TIAN G-M. Preliminary Evaluation of a Newly Isolated Microalga *Scenedesmus* sp. CHX1 for Treating Landfill Leachate. *Intell Syst Des Eng Appl* .2013.

EL QUAER.M, TURKI. N, KALLEL. A , HALAOUI. M, TRABELSI. I, HASSEN. A. Recovery of landfill leachate as culture medium for two microalgae *Chlorella* sp. and *Scenedesmus* sp.. *Environment, Development and Sustainability*. Springer Nature, B.V. 2019.

GIORDANO, M., NORICI, A., FORSSEN, M., ERIKSSON, M., RAVEN, J.A. An anaplerotic role for mitochondrial carbonic anhydrase in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol*. 132, 2126–2134. 2003

GORHAM, P.R., MCLACHLAN, J., HAMMER, U.T., KIM, W.K. Isolation and culture of toxic strains of *Anabaena flos-aquae* (lyng) de Breb. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 15:796-804, 1964.

HASHMI, M. Z., NAVEEDULLAH, S. H., ZHU, S., YU, C., & SHEN, C. Growth, bioluminescence and shoal behavior hermetic responses to inorganic and/or organic chemicals: A review. *Environment International*, 64, 28–39. 2014.

HU, L. F., LONG, Y. Y., SHEN, D. S., & JIANG, C. J. Can *Chlorella pyrenoidosa* be a bioindicator for solid hazardous waste detoxification? *Science of the Total Environment*, 416, 232–238. 2012.

JIA H, YUAN Q. Removal of nitrogen from wastewater using microalgae and microalgae-bacteria consortia. *Cogent Environ Sci* . 2:1–15. 2016.

KHANZADA, Z.T., ÖVEZ, S. Growing Fresh Water microalgae in High Ammonium Landfill Leachate. *American Journal of Mechanics and Applications*. 50-61. 2018.

KJELDSEN P, BARLAZ MA, ROOKER AP, BAUN A, LEDIN A, CHRISTENSEN TH. Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review. *Crit Rev Environ Sci Technol* ;32:297–336. 2002.

KLOCHENKO, P.D., GRUBINKO, V.V., GUMENYUK, G.B., ARSAN, O.M. Peculiarities of ammonium nitrogen assimilation in green and blue-green algae. *Hydrobiol. J*. 39, 102–108. 2003.

MISHA, A., MEDHI, K., MAHESHWARI, N., SRIVASTAVA, S., TRAKUR, I, S., Biofuel production and phycoremediation by *Chlorella* sp. ISTLA1 isolated from landfill site. *Bioresource Technology*, 2018.

PACHECO M, M., HOELTZ M, MORAESM, S A, SCHNEIDER RCS. Microalgae: Cultivation techniques and wastewater phycoremediation. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* ;50:585–601. 2015.

SILVA, M.C.C.P; PEARSON, H.W; SILVA DO Ó; K.D; SOUSA, J.T; CANTO, C.S.A; LEITE, V.D. Remoção de nitrogênio amoniacal de lixiviado de aterro sanitário aplicando *Chlorella* sp. Imobilizada em matriz de alginato de cálcio em reatores tubulares. X Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária. Recife- PE, 2019.

SILVA, M.C.C.P; SOUSA, J.T; PEARSON, H.W; LEITE, V.D. Remoção de nutrientes de efluente secundário oriundo de filtro de areia, usando a microalga *Chlorella* sp. imobilizada em matriz de alginato de cálcio. 9º Encontro Internacional das Águas. Universidade Católica de Pernambuco- 2017.

TAVARES, L. H. S.; ROCHA. O. Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de Organismos Aquáticos. São Carlos. Rima. 2003 105p.

ZAGATTO, P.A. & ARAGÃO, M.A. Implantação de métodos para avaliação de algas tóxicas. São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Relatório Técnico. 23p. 1992.