

III-107 - RESULTADO PARCIAL DO TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO ATRAVÉS DE IRRIGAÇÃO EM ÁREA PLANTADA COM CAPIM VETIVER - TESTE PILOTO NO CTR-MACAÉ

Karine Atayde Mahon Rossi⁽¹⁾

Geóloga pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Coordenadora do Instituto SENAI de Tecnologia Ambiental na Firjan/RJ, com MBA Executivo Internacional em Gerenciamento de Projetos pela FGV e University of Califórnia, Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental (CESA/UERJ) e Mestranda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ.

João Alberto Ferreira⁽¹⁾

D.Sc. em Saúde Pública pela ENSP - Fundação Oswaldo Cruz e M.Sc. em Engenharia Ambiental pelo Manhattan College, New York, USA. Pesquisador Visitante do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia da UERJ.

Daniele Maia Bila⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestre, Doutora em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ. Prof. Adjunto no Depto. de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da FEN/UERJ

Louize da Cruz Felix⁽¹⁾

Engenheira Cartográfica, Mestranda em Engenharia Ambiental Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia da UERJ.

Débora Magdalão dos Santos⁽²⁾

Bacharelada em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Gestora Ambiental pela Universidade Estácio de Sá (UNESA) com Pós graduação em Engenharia da Qualidade em andamento pela Universidade Cândido Mendes (UCAM) e Pós graduação em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico em andamento pela Estácio de Sá (UNESA). Técnica em Estação de Tratamento na empresa Limpatech Construções e Serviços LTDA.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20550-900 - Brasil - Tel: (21) 98568-9683 - e-mail: karinemahon@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Fazenda São Sebastião dos Quarenta - Barreto e Pindobas. Entre o Km 148 e Km 149 na BR-101.

RESUMO

Sabe-se que o atual cenário de tratamento de lixiviado no Brasil, apresenta grandes desafios em busca de uma tecnologia de tratamento que seja economicamente viável durante todo ciclo de vida de um Aterro Sanitário.

Diante dessa procura, faz-se necessário a condução de pesquisas que corroborem positivamente para a evolução desse cenário, focando em técnicas mais limpas, que utilizem menos insumos e que sejam operacionalizadas de forma simples e assertiva. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta os dados parciais obtidos através da etapa de campo, onde são realizadas contínuas irrigações de lixiviado proveniente de lagoa aerada em 2 caixas de 5.000 L, e a etapa de laboratório que compreende nos testes de ecotoxicidade utilizando o microcrustáceo *Daphnia Similis* e a bactéria *Aliivibrio fischeri* para as amostras de lixiviado bruto, lixiviado da lagoa aerada, efluente coletado na Caixa 1 e efluente coletado na Caixa 2. Os resultados parciais indicam um potencial redutor de toxicidade ao comparar os resultados do lixiviado bruto e aerado, com as amostras coletadas nas Caixas 1 e 2.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado, capim vetiver, irrigação e ecotoxicidade.

INTRODUÇÃO

A contínua geração de resíduos sólidos no Brasil, bem como a predominância de uma destinação final sem uma etapa anterior de tratamento, corroboram para a frequente busca por soluções ambientais para o tratamento do lixiviado oriundo dos aterros sanitários.

Contudo, apesar do conhecimento sobre inúmeras técnicas para o adequado tratamento desse efluente, o grande desafio é que existam técnicas que estejam alinhadas com a viabilidade econômica durante todo o ciclo de vida do aterro sanitário, desde a sua fase ativa, recebendo resíduos diariamente, como após, na fase pós fechamento do aterro, onde o lixiviado continua sendo gerado, porém, na ausência de receita gerada pela atividade de disposição final.

Para isso, o tratamento de lixiviado utilizando fitorremediação vem cada vez mais ganhando espaço nos centros de pesquisa, que buscam desenvolver soluções sustentáveis para lidar com esse desafio, uma vez que a indústria carece desse apoio técnico-experimental para viabilizar técnicas adequadas à sua demanda.

A gramínia utilizada no experimento foi escolhida a partir das suas características específicas que culminam em uma interessante resistência às condições adversas, porém, ainda pouco utilizada para tratamento de lixiviados provenientes de aterros sanitários brasileiros.

Com ampla faixa de adaptação às mais diversas condições ambientais, o capim vetiver sobrevive em solos áridos ou com alta umidade, com pH entre 3,5 e 9,6, e pode vegetar em solos leves, como os de beira de rios, resiste a elevados teores de salinidade e é tolerante a níveis altos de metais pesados, a agroquímicos e a compostos orgânicos e inorgânicos. Também tem um consumo relativamente elevado de água (Deflor Bioengenharia, 2006).

Percy e Truong (2003) relatam a experiência de utilização do vetiver para o tratamento do lixiviado através irrigação de área plantada, no aterro de Stottts Creek na Austrália. Segundo os autores, as elevadas taxas de uso de água e de absorção de nutrientes, a tolerância à salinidade, alcalinidade e a poluentes incluindo metais pesados, foram as razões de escolha do vetiver. O projeto previu uma taxa de aplicação de 1,8 ML/dia em 6 ha de área plantada, o que equivale a uma vazão de 300 m³/há.dia de lixiviado tratado, sem a ocorrência de escoamento superficial e drenagem profunda.

Cheng et al (2011) constataram a resistência do capim vetiver irrigado com lixiviado bruto, em experimento de fitotoxicidade. Cull et al (2000), realizaram experimento para tratar efluentes de *run off* contaminados com resíduos de herbicidas, em *wetlands* construídos, plantados com capim vetiver e obtiverem resultados positivos, não ocorrendo efeitos negativos no mesmo até concentrações da ordem de 2.000 µg/l do herbicida.

Pesquisas relativas à ecotoxicidade dos efluentes tratados e identificação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes nos mesmos, não são correntemente encontradas na literatura a despeito da sua importância na preservação do equilíbrio ambiental e da saúde humana.

OBJETIVOS

O presente trabalho é um experimento, em escala piloto e laboratório, utilizando uma área plantada (2 caixas – Caixa 1 e Caixa 2 de 5.000 L de capacidade cada uma,) como pode-se observar na **Figura 01** abaixo, com do capim vetiver (*Vetiver zizanioides*), que está sendo irrigada diariamente com o lixiviado do CTR-Macaé, proveniente da lagoa de aeração do Aterro.



Figura 01 – Caixas 1 e 2 de 5.000 L cada, onde está sendo realizada a irrigação diária do lixiviado oriundo da lagoa aerada.

O acompanhamento e operação do experimento, bem como a coleta de amostras mensais através de dois registros instalados, respectivamente em cada uma das duas caixas onde foram plantadas as mudas do capim, e a realização de análises físico-químicas no efluente, e também, avaliação da ecotoxicidade dos mesmos em um período de 12 meses, compreendidos entre os meses de Agosto de 2018 e Agosto de 2019.

Para que esses objetivos sejam alcançados, faz-se necessário a realização de uma série de acompanhamentos, desde a rotina diária de irrigação, realizada de segunda à sexta-feira com um volume de 70 L/dia, monitorando e avaliando a operação, à interpretação dos resultados analíticos, onde será possível verificar a eficiência do sistema ao longo de um ano hidrológico completo, verificando a variação dos resultados em períodos historicamente chuvosos e mais secos.

Faz parte também da metodologia e objetivo deste trabalho, avaliar em campo a relação volumétrica a ser utilizada na irrigação da área plantada com o capim vetiver, estabelecendo uma relação de volume x área capaz de gerar resultados satisfatórios, verificando a diferença de afluente, considerando o volume de lixiviado oriundo da lagoa aerada, acrescido do volume a partir da precipitação diária registrada em Estação Meteorológica instalada no próprio aterro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, a metodologia aplicada, além da revisão bibliográfica inicialmente realizada, a pesquisa conta com a execução de duas etapas principais para levantamento dos índices prioritários que corroboram com um melhor entendimento da utilização do capim vetiver em tratamento de lixiviados.

Considerando que as condições climáticas e características do lixiviado são pontos fundamentais, e que os mesmos exercem influência direta aos resultados, as seguintes etapas abaixo descritas estão sendo executadas ao longo da pesquisa:

PRIMEIRA: ETAPA DE CAMPO

- I. Instalação da unidade piloto da área plantada com capim vetiver utilizando duas caixas d'água de 5.000 litros de capacidade (cada) no Aterro Sanitário de Macaé;
- II. Avaliação do comportamento do capim vetiver em relação à resistência do mesmo para com o lixiviado, utilizando 2 caixas com área plantada, realizando inicialmente a irrigação diferenciada (água e lixiviado) na 1ª Caixa, e a irrigação permanente de lixiviado aerado na 2ª Caixa., possibilitando a avaliação dos pilotos através do monitoramento da qualidade do efluente de entrada e de saída durante 12 meses de operação;
- III. Como não se tem referências com relação ao volume utilizado em trabalhos anteriores, a avaliação em campo da relação volumétrica a ser utilizada na irrigação da área plantada com o capim vetiver estabeleceu a metodologia a ser empregada do início ao fim do projeto, chegando ao volume de 70L/Dia em cada uma das caixas;
- IV. Realizar o monitoramento da vazão de saída para avaliar a redução por evapotranspiração: frequência de 1 vez por semana.
- V. Acompanhar e monitorar o crescimento das plantas: será feito acompanhamento fotográfico do crescimento e do seu viço;
- VI. Monitorar a operação de irrigação em área de capim vetiver para determinar a redução de volume de efluente a fim de determinar uma taxa de ação da evapotranspiração.

SEGUNDA: ETAPA EM LABORATÓRIO E ESCRITÓRIO

Para a execução da fase de laboratório, são estimadas amostragens mensais do efluente proveniente das caixas 1 e 2, além da amostragem do lixiviado bruto drenado diretamente do aterro e estocado em lagoa, e também, o lixiviado oriundo da lagoa aerada, etapa anterior à etapa de irrigação das caixas com o volume diário.

Espera-se que ao final de um ano hidrológico, onde todas as condições climáticas serão observadas, tenha-se um banco de dados de precipitação mensal, que serão trabalhados em etapa de consolidação de dados, afim de demonstrar a efetividade da evapotranspiração exercida pela condição climática e presença da gramínea.

Essa etapa contou com as seguintes ações até o momento:

- I. Ensaios de Ecotoxicidade: foram realizados testes de toxicidade segundo a norma NBR 12713 (ABNT-2016), com o microcrustáceo *Daphnia Similis* para determinação dos valores de CL50(48h).
- II. Ensaios de Ecotoxicidade com a bactéria *Aliivibrio fischeri* utilizando a Norma Técnica NBR 15411-3 (ABNT, 2006) e determinados valores de CE50 (30 min.): frequência de 1 vez por mês;
- III. Tabulação de resultados obtidos em campo, tais como volume de irrigação diária, dados de precipitação diária, volume obtido com a abertura semanal dos registros da Caixa 1 e Caixa 2, além da razão obtida entre eles;
- IV. Interpretação dos resultados analíticos obtidos após as análises químicas, fazendo uma pequena análise comparativa entre os resultados de ecotoxicidade brutos e do efluente final.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

A primeira etapa de campo vem sendo acompanhada diariamente após a implantação das caixas. Esse acompanhamento é feito por técnicos do CTR Macaé que, continuamente, fazem a irrigação diária de 70L no período de segunda à sexta-feira, além das anotações de campo ao observar quaisquer modificações no sistema.

Essas leituras diárias possibilitaram um banco de dados robusto, onde foram analisados os dados brutos de irrigação e volume residual, juntamente com o volume precipitado no período, compreendido à cada 15 dias, e a partir daí foi realizada um breve tratamento de dados, originando as Tabelas 1, 2 e 3 a seguir.

Vale ressaltar que, antes de termos os dados das quinzenas 1 a 15, foi realizada uma etapa de testes que durou 5 semanas. Essa etapa foi muito importante para a realização das leituras às respostas com relação ao volume adequado para irrigação inicial de água, e posteriormente, de lixiviado, bem como da observação com relação ao contato do lixiviado com o capim vetiver.

Dados de Campo	Tabela 01 - Dados Coletados no Período																			
	Fase Teste					Pesquisa														
	jun/18		jul/18		ago/18		set/18		out/18		nov/18		dez/18		jan/19		fev/19		mar/19	
Irrigação - Caixa 01	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Quinzena 1	Quinzena 2	Quinzena 3	Quinzena 4	Quinzena 5	Quinzena 6	Quinzena 7	Quinzena 8	Quinzena 9	Quinzena 10	Quinzena 11	Quinzena 12	Quinzena 13	Quinzena 14	Quinzena 15
Volume (L) - Água	1520	1260	595	420	245	70	0	0	0	0	770	770	0	0	0	0	0	0	0	0
Volume (L) - Lixiviado - Lagoa Aeração	0	0	105	420	525	770	700	700	770	840	0	0	700	770	770	840	700	700	700	770
Precipitação do Período (L)	32	32	64	0	268	20	44	240	252	340	612	148	72	188	244	84	236	360	540	540
Total de Entrada (L)	1552	1292	764	840	1038	860	744	940	1022	1180	1382	918	772	958	1014	924	936	1060	1240	1310
Abertura do Registro - Volume Residual (L)	652	1232	908	556	1174	426	437	607	597	1121	792	535	591	639	810	375	228	424	729	955
Volume - Saída (L)	900	60	-144	284	-136	434	307	333	425	59	590	383	181	319	204	549	708	636	511	355
Irrigação - Caixa 02	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Quinzena 1	Quinzena 2	Quinzena 3	Quinzena 4	Quinzena 5	Quinzena 6	Quinzena 7	Quinzena 8	Quinzena 9	Quinzena 10	Quinzena 11	Quinzena 12	Quinzena 13	Quinzena 14	Quinzena 15
Volume (L) - Água	910	630	595	420	245	70	0	0	0	0	700	770	0	0	0	0	0	0	0	0
Volume (L) - Lixiviado - Lagoa Aeração	610	630	105	420	525	770	700	700	770	840	770	770	0	0	770	840	700	700	700	770
Precipitação do Período (L)	32	32	64	0	268	20	44	240	252	340	612	148	72	188	244	84	236	360	540	540
Total de Entrada (L)	1552	1292	764	840	1038	860	744	940	1022	1180	1382	918	772	958	1014	924	936	1060	1240	1310
Abertura do Registro - Volume Residual (L)	691	846	780	556	1256	613	575	607	1121	1074	689	529	567	632	702	336	236	363	751	527
Volume - Saída (L)	861	446	-16	284	-218	247	169	333	-99	106	693	389	205	326	312	588	700	697	489	783

* Os dados quinzenais são o somatório do volume de 15 dias para a primeira quinzena e 16 dias para a segunda quinzena, quando são meses de 31 dias.

**A abertura do registro é feita 1 vez por semana, portanto, os dados apresentados são o somatório das duas aberturas realizadas na quinzena - a precipitação do período.

*** Os dados de precipitação foram extraídos da estação meteorológica presente no próprio local de pesquisa (CTR Macaé). O cálculo foi feito com base no Volume (mm) x Área da Caixa (4 m²)

**** A quinzena 2 apresentou um valor desproporcional na abertura do registro devido à dificuldade de infiltração observada na Caixa.

Dados de Campo	Tabela 02 - Eficiência da Evapotranspiração																			
	Fase Teste					Pesquisa														
	jun/18		jul/18		ago/18		set/18		out/18		nov/18		dez/18		jan/19		fev/19		mar/19	
Caixa 01	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Quinzena 1	Quinzena 2	Quinzena 3	Quinzena 4	Quinzena 5	Quinzena 6	Quinzena 7	Quinzena 8	Quinzena 9	Quinzena 10	Quinzena 11	Quinzena 12	Quinzena 13	Quinzena 14	Quinzena 15
Evapotranspiração (%)	58%	5%	-19%	34%	12%	50%	41%	35%	42%	5%	43%	42%	23%	33%	20%	59%	76%	60%	41%	27%
Caixa 02	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Quinzena 1	Quinzena 2	Quinzena 3	Quinzena 4	Quinzena 5	Quinzena 6	Quinzena 7	Quinzena 8	Quinzena 9	Quinzena 10	Quinzena 11	Quinzena 12	Quinzena 13	Quinzena 14	Quinzena 15
Evapotranspiração (%)	55,48%	34,52%	-2,09%	33,81%	-21%	29%	23%	35%	-10%	9%	50%	42%	27%	34%	31%	64%	75%	66%	39%	60%

Dados de Campo	Tabela 03 - Média dos Dados de Irrigação x Evapotranspiração																			
	Fase Teste					Pesquisa														
	jun/18		jul/18		ago/18		set/18		out/18		nov/18		dez/18		jan/19		fev/19		mar/19	
Caixa 01	Quinzena 1	Quinzena 2	Quinzena 3	Quinzena 4	Quinzena 5	Quinzena 6	Quinzena 7	Quinzena 8	Quinzena 9	Quinzena 10	Quinzena 11	Quinzena 12	Quinzena 13	Quinzena 14	Quinzena 15	Quinzena 16	Quinzena 17	Quinzena 18	Quinzena 19	Quinzena 20
Volume de Irrigação (L)/dia	103,47	86,13	50,93	52,5	69,20	53,75	49,60	62,67	68,13	73,75	92,13	61,2	51,47	59,875	67,60	57,75	66,86	75,7142857	82,67	81,875
Volume Residual (L)/dia	43,47	82,13	60,53	34,75	78,27	26,63	29,13	40,47	39,80	70,06	52,80	35,67	39,40	39,94	54,00	23,44	16,29	30,29	48,60	59,69
Evapotranspiração Média (L)/dia	58%	5%	-19%	34%	-13%	50%	41%	35%	42%	5%	43%	42%	23%	33%	20%	59%	76%	60%	41%	27%
Caixa 02	Quinzena 1	Quinzena 2	Quinzena 3	Quinzena 4	Quinzena 5	Quinzena 6	Quinzena 7	Quinzena 8	Quinzena 9	Quinzena 10	Quinzena 11	Quinzena 12	Quinzena 13	Quinzena 14	Quinzena 15	Quinzena 16	Quinzena 17	Quinzena 18	Quinzena 19	Quinzena 20
Volume de Irrigação (L)/dia	103,47	86,13	50,93	52,5	69,20	53,75	49,60	62,67	68,13	73,75	92,13	61,2	51,47	59,875	67,60	57,75	66,86	75,7142857	82,67	81,875
Volume Residual (L)/dia	46,07	56,40	52,00	34,75	83,73	38,31	38,33	40,47	74,73	67,13	45,93	35,27	37,80	39,50	46,80	21,00	16,86	25,93	50,07	32,94
Evapotranspiração Média (L)/dia	55%	35%	-2%	34%	-21%	29%	23%	35%	-10%	9%	50%	42%	27%	34%	31%	64%	75%	66%	39%	60%

Tabelas 1, 2 e 3: Dados oriundos da observação diária realizada para a pesquisa. Os meses de junho, julho e primeira semana de agosto foram utilizadas como uma etapa teste da pesquisa, onde buscamos entender a dinâmica e capacidade das caixas até estipular um volume diário de 70 l de irrigação com lixiviado da lagoa aerada

Diante dos dados obtidos através da tabela 1, considerando apenas as quinzenas 1 à 15, foi possível gerar os gráficos a seguir:

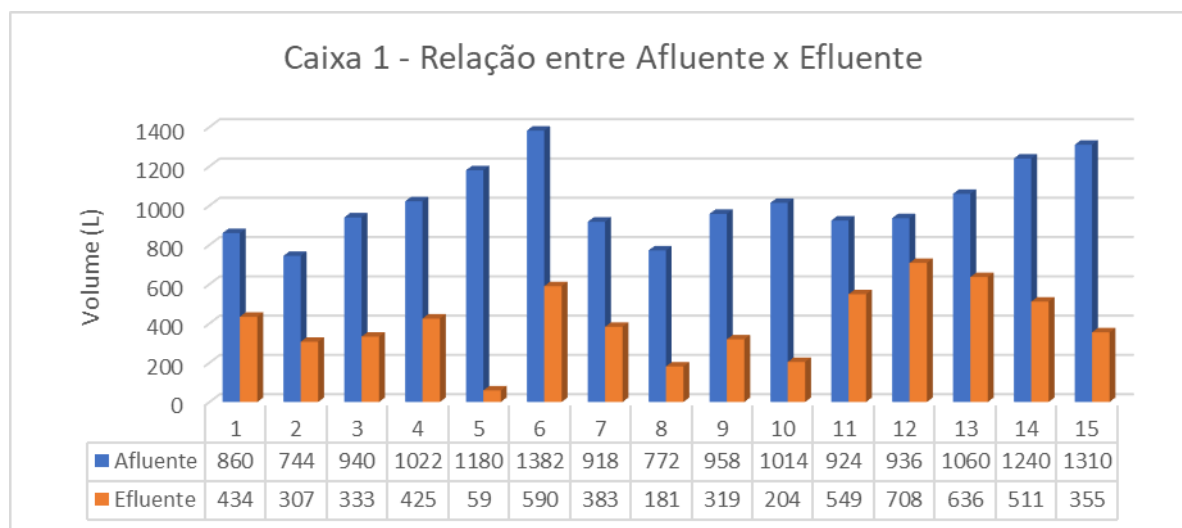


Gráfico 1 – Relação entre Afluente e Efluente referentes à irrigação na Caixa 1.

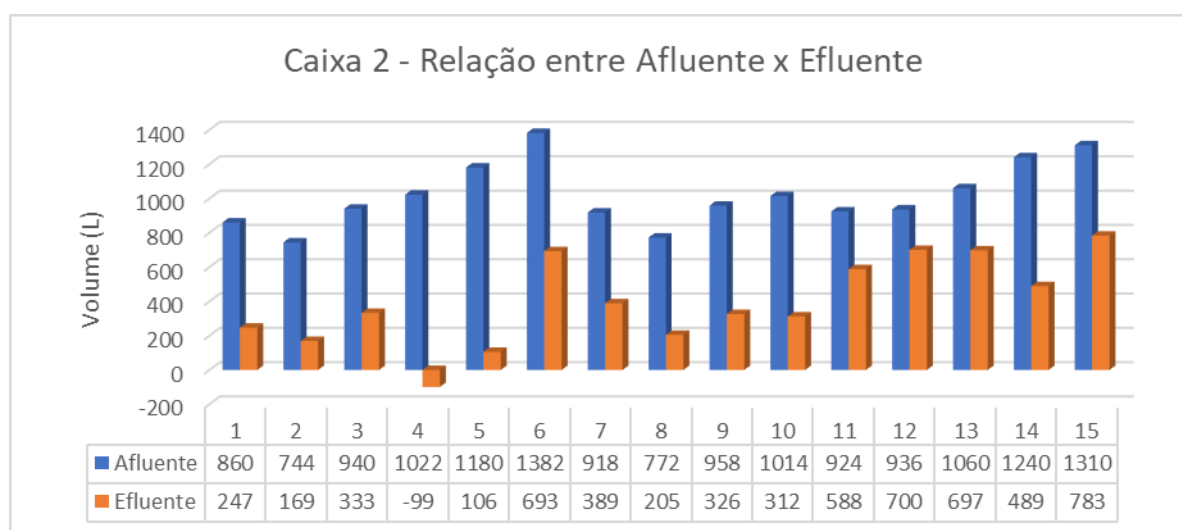


Gráfico 2: Relação entre Afluente e Efluente referentes à irrigação na Caixa 2.

Diante dos resultados apresentados pelos gráficos 1 e 2, é possível notar que em todas as 15 quinzenas, com exceção da quinzena 4 na Caixa 2 (*outlier*), o volume de efluente foi inferior ao volume de entrada (afluente), o que nos confere um resultado de evapotranspiração interessante, inclusive nos meses mais chuvosos, compreendidos entre as quinzenas 9 e 15.

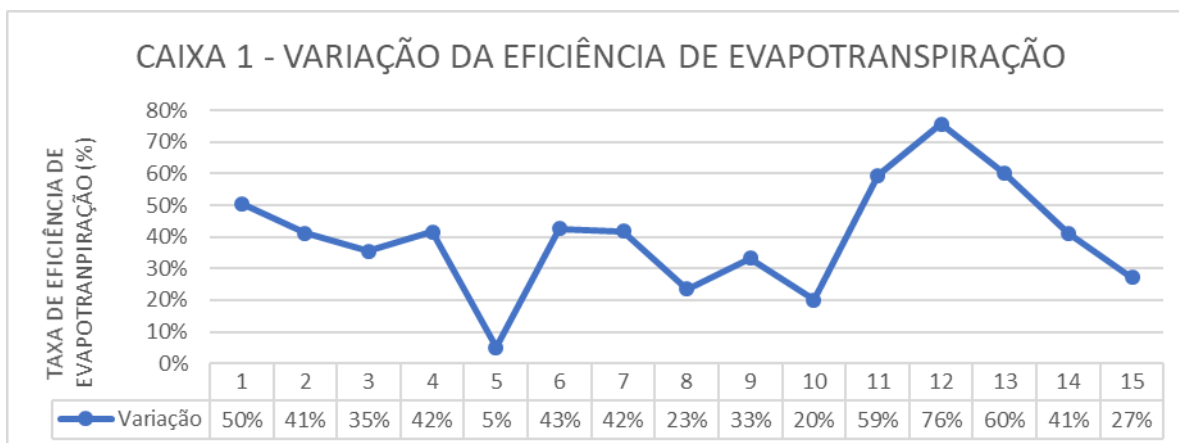


Gráfico 3: Variação da eficiência de evapotranspiração referente aos dados obtidos na Caixa 1.



Gráfico 4: Variação da eficiência de evapotranspiração referente aos dados obtidos na Caixa 2.

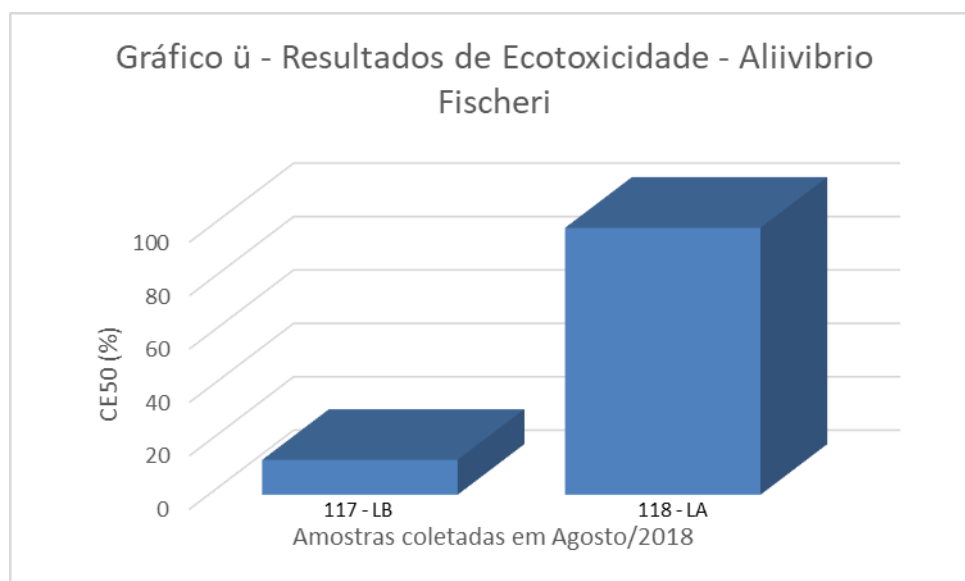
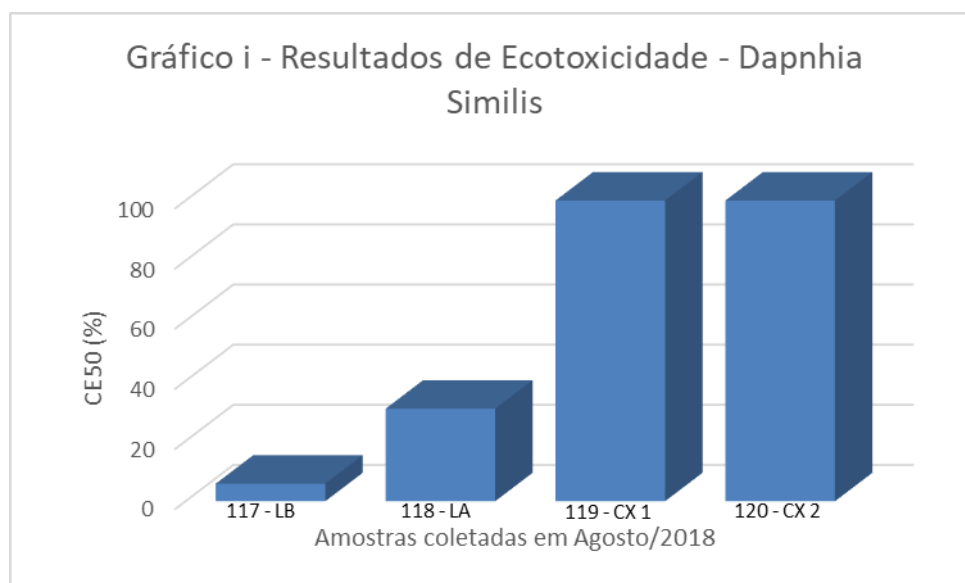
Para os gráficos 3 e 4, onde são posicionadas as variações das taxas de evapotranspiração, pode-se observar que as mesmas mantiveram seus resultados compreendidos entre 5 a aproximadamente 76%, notando-se uma pequena vantagem à caixa 2.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Na segunda etapa, até o presente momento, o foco do trabalho foi concentrado nos resultados de ecotoxicidade aguda realizados em microcústeos e bactérias, onde foi possível verificar uma condição de melhora significativa ao comparar a Concentração de Efeito – CE50 do lixiviado bruto e aerado, com os resultados de CE-50 das amostras oriundas das Caixas 1 e 2.

A metodologia seguiu suas premissas determinadas em Normas ABNT, onde os resultados obtidos correspondem à concentração da amostra responsável pelo efeito em 50 % dos organismos testados.

Os gráficos i e ii a seguir apresentam alguns dos ensaios de ecotoxicidade feitos a partir da coleta mensal de amostras:



Gráficos i e ü: Resultados de Ecotoxicidade aguda para a Daphnia Similis e Aliivibrio Fischeri referentes às amostras coletadas em Agosto/2018, onde LB – Lixiviado bruto, LA – Lixiviado da Lagoa Aerada, Cx 1 – Efluente Caixa 1 e Cx 2 – Efluente Caixa 2.

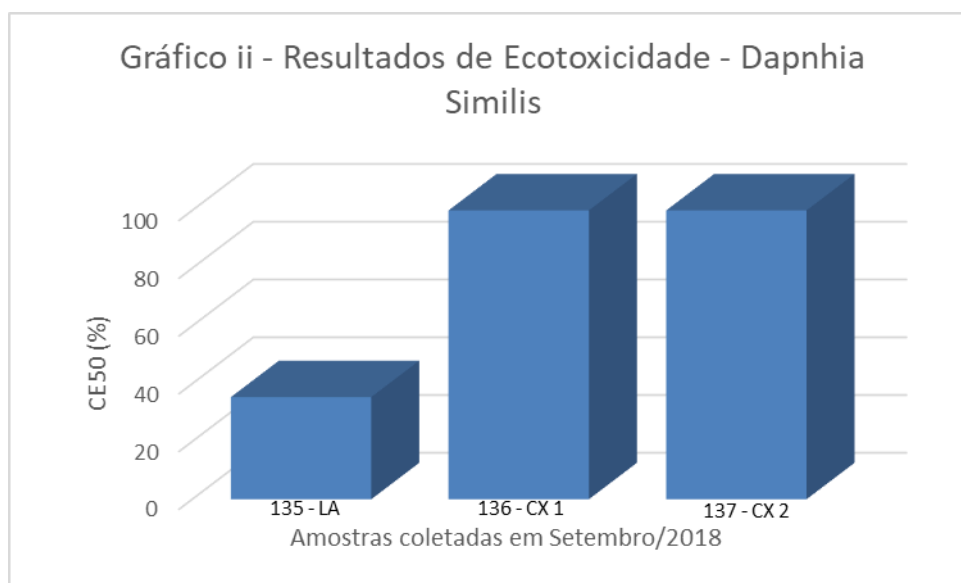


Gráfico ii: Resultados de Ecotoxicidade em Daphnia Similis para as amostras coletadas em Setembro/2018.

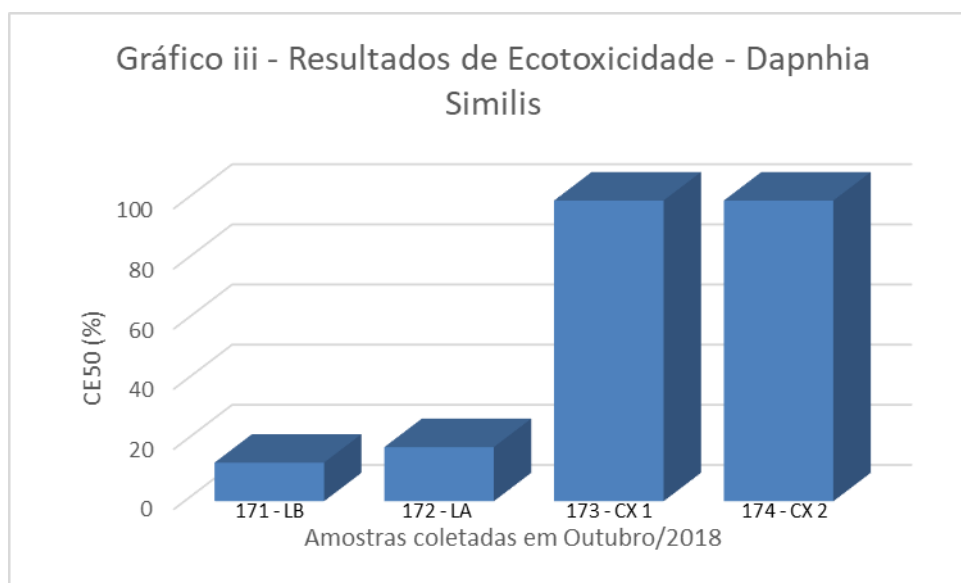
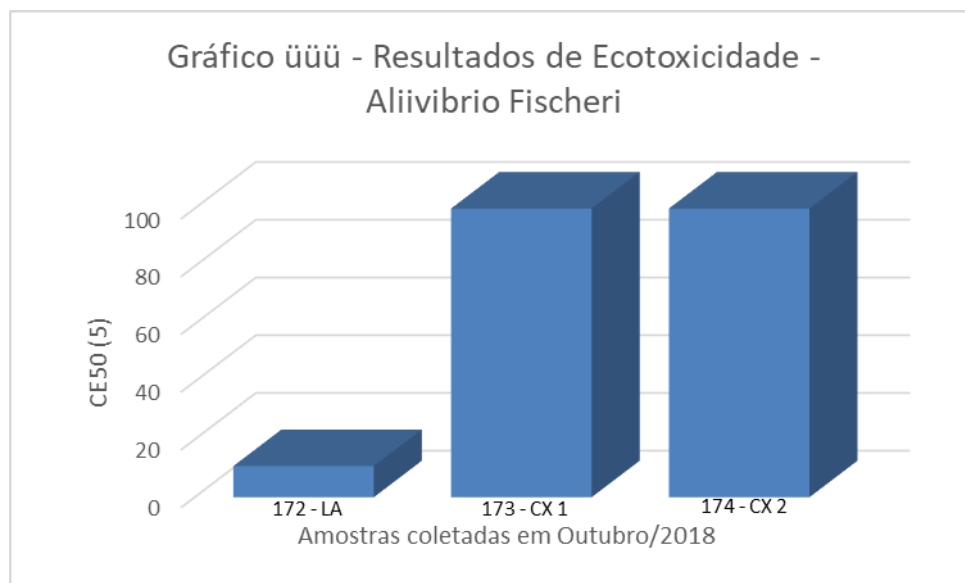


Gráfico iii: Resultados de Ecotoxicidade em Daphnia Similis para as amostras coletadas em Outubro/2018.



Resultados de Ecotoxicidade aguda para o *Aliivibrio Fischeri* referentes às amostras coletadas em Outubro/2018.

Diante dos resultados apresentados, e ao analisar os valores de CE50 obtidos, verifica-se que na sua grande maioria, o CE50 inicia com porcentagem baixa para LB e LA, e atinge o valor de 100 % nas Caixas 1 e 2, onde lê-se que o efluente oriundo das caixas perde-se o efeito tóxico ao passar pela área plantada no inferior das duas caixas.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados parciais apresentados neste trabalho, pode-se indicar que o sistema de área plantada com capim vetiver apresenta uma eficiência significativa, tanto para os dados de entrada e saída (vazão) do efluente, quanto do seu potencial redutor de toxicidade.

Ressalta-se a importância para a próxima etapa do projeto, a análise dos demais parâmetros físico químicos analisados nas amostras mensais, e sua interação com os dados de ecotoxicidade apresentados neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq a agência brasileira para a promoção da pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21 st Ed. American Public Health Association, Washington, D. C. 2012.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15411-3. Determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a emissão de luz de *Aliivibrio fischeri* (ensaio de bactéria luminescente): método com utilização de bactérias liofilizadas. Rio de Janeiro, 2012.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 12713. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda: Método de ensaio com *Daphnia sp* (Cladocera, Crustácea). Rio de Janeiro, 2009.
4. CHENG, C.Y.; CHU, L.M. Fate and distribution of nitrogen in soil and plants irrigated with landfill leachate. China. Editora Elsevier. 2011.

5. CULL, R., HUNTER, H., HUNTER, M., TRUONG, P. Application of Vetiver Grass Technology in Off-Site Pollution Control Tolerance to Herbicides Under Selected Wetland Conditions. Anais: Second International Vetiver Conference, Thailand, 2000.
6. PERCY, I., TRUONG, P. Landfill Leachate Disposal with Irrigated Vetiver Grass. Proceedings of Landfill 2003 – National Conference on Landfill, Brisbane, 2003, Austrália.
7. PINNERS, E.; TRUONG, P.; TAN VAN, T. Sistema de aplicação Vetiver - Manual de referência técnica. Tradução de Paulo R. Rogério. 2 ed. Publicado pela Rede Internacional de Vetiver, 2008.
8. PINHO, J.M., ET AL. Gotejamento por gravidade para irrigação de hortas. Instruções Técnicas – nº122, EMBRAPA, 2015.