



## **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA E DO CHORUME NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO LIXÃO DESATIVADO DO MUNICÍPIO DE LAGES-SC**

DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017149-164

**Caroline Linke Moraes<sup>1</sup>,  
Laís Lavnitcki<sup>2</sup>, Vitor Rodolfo Becegato<sup>3</sup>,  
Camila Angelica Baum<sup>11</sup>, Valter Antonio Becegato<sup>12</sup>,  
Alexandre Tadeu Paulino<sup>13</sup>, Jairo Afonso Henkes<sup>21</sup>**

### **RESUMO**

O objetivo do presente estudo é a avaliação dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água de corpos hídricos do entorno e chorume proveniente de um lixão desativado do município de Lages-SC. A metodologia utilizada nas amostragens e análises de água e chorume percolado foram realizadas através dos procedimentos padrões descritos APHA (1999). Em relação a fauna, foi realizada amostragem e análise dos macroinvertebrados bentônicos seguindo a metodologia do Comunicado Técnico N° 19 da Embrapa. Para análise dos resultados foram utilizadas as Resoluções n° 357/2005 e n° 430/2011 do CONAMA como referência, além do cálculo do IQA para análise da qualidade da água e o índice BMWP para análise dos macroinvertebrados bentônicos. Os resultados das análises de chorume permitiram aferir as principais características físico-químicas e o estágio de decomposição do lixão. Conforme o IQA, cinco pontos foram classificados como ruins na área do lixão, sendo um a montante, dois após o lançamento do efluente e dois a jusante das descargas. O índice BMWP classificou cinco pontos como águas críticas e dois como ambientes de águas duvidosas. Os resultados das análises de chorume indicam que a fase de decomposição do lixão é predominantemente metanogênica, tendo-se a necessidade de medidas de contenção e tratamento.

**Palavras-chave:** Fase de decomposição do chorume; IQA; Macroinvertebrados bentônicos.

<sup>1</sup> Engenheira Florestal pela UDESC (2011) e Mestrado em Engenharia Florestal pela UDESC (2014). Atualmente é professora no Departamento de Engenharia Civil da Uniasselvi-Fameg. E-mail: carolineline@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheira Ambiental e Sanitária pela UFSM. Mestranda no programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UDESC. E-mail: laisbruski\_13@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV - UDESC). Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UNISUL. E-mail: vitorvrb92@gmail.com

<sup>11</sup> Engenheira Sanitarista e Ambiental (UFSM). Mestranda em Ciências Ambientais (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UDESC. E-mail: camilabaumm@yahoo.com

<sup>12</sup> Doutor em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (2005). Engenheiro Agrônomo/UDESC.. Chefe do Departamento do curso de Engenharia ambiental entre 2009 a 2011 e 2013 a 2015. Vice-coordenador da Pós-graduação em Ciências Ambientais da UDESC. E-mail: valter.becegato@udesc.br

<sup>13</sup> Químico/ UEM. Mestre em Ciências/ Química /UEM, Doutor pela mesma Universidade. Estágio pós-doutorado pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Estágio pós-doutoral pela Colorado State University, USA. Orientador de Mestrado no programa de pós-graduação em Ciências Ambientais do CAV-UDESC e no programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do CEO-UDESC. E-mail: alexandre.paulino@udesc.br

<sup>21</sup> Engenheiro Agrônomo, -UDESC (1986). Especialista em Administração Rural - UNOESC (1996). Mestre em Agroecossistemas – UFSC(2006). Atualmente é Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e do CST em Gestão do Agronegócio (Mar/2017-Atual) ambos na Unisul, Professor da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, E-mail: jairo.henkes@unisul.br

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, originária da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos passou a ser motivo de estudos em todo o mundo, dado ao reconhecido potencial poluidor dos passivos ambientais e o grande volume de resíduos gerado diariamente (GUSTAVSSON & ENGWALL, 2012). A possibilidade de contaminação ambiental, associada à necessidade de grandes áreas para a disposição e tratamento dos resíduos sólidos urbanos, transformou a solução em problema, sendo um dos desafios mais sérios para as administrações públicas municipais.

A prática mais habitual para disposição de resíduos sólidos urbanos no Brasil, até 2014, eram os “lixões” que, devido ao estabelecido pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos tiveram de ser eliminados e recuperados (BRASIL, 2010). No entanto, o chorume, que é o principal passivo ambiental associado à atividade dos lixões, continua a ser gerado mesmo após a desativação e recuperação dos mesmos, devido à decomposição da matéria orgânica dos resíduos (POSSAMAI et al., 2007). Os lixões geram chorume e gases por um longo período de tempo, mesmo após seu encerramento, tendo-se uma condição contínua de deterioração do solo e recursos hídricos, necessitando de um monitoramento constante (BETIO & SANTOS, 2017).

De acordo com Baird (2002) o chorume é um líquido originário da decomposição parcial dos resíduos orgânicos, contendo contaminantes orgânicos e inorgânicos dissolvidos e em suspensão. As substâncias dissolvidas são altamente solúveis, as quais causam a contaminação das águas superficiais e subterrâneas nas proximidades dos aterros, caso não controladas (IPT, 2000). Os poluentes presentes no chorume, ao atingirem corpos d’água, podem ser assimilados por qualquer espécie aquática, sendo transferidos através da cadeia alimentar a outras espécies, podendo bioacumular-se por longos períodos de tempo (DI IACONI et al., 2011).

A desativação dos lixões e aterros, controlados por prefeituras e por empresas particulares, apresenta diversas lacunas em aberto no que tange aos impactos ambientais gerados por esses empreendimentos. Para a recuperação dessas áreas, na maioria dos casos é realizada a cobertura com terra das células de

disposição dos resíduos sendo posteriormente efetuado o plantio de espécies vegetais, como solução paisagística para o local, porém o controle e o monitoramento dos passivos ambientais na área de influência são tratados com certo descaso. Neste sentido, o objetivo deste estudo é realizar a avaliação dos parâmetros físico-químicos e biológicos do chorume e da água da área de influência do lixão desativado do município de Lages-SC.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Caracterização da área**

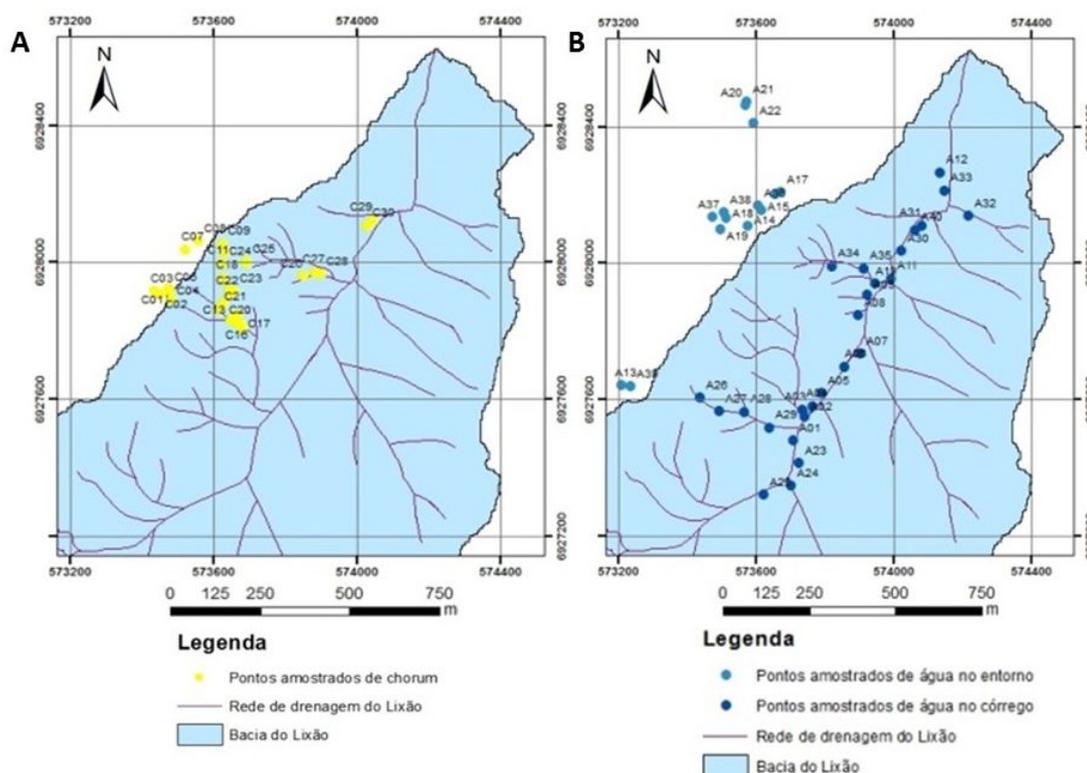
O lixão desativado objeto deste estudo, está localizado no município de Lages, SC, nas coordenadas geográficas: 27°46'15,38" S e 50°15'10,92" O, ocupando uma área de aproximadamente 48.000 m<sup>2</sup>. As atividades de disposição inadequada de resíduos nesta área iniciaram em 1987 e se estenderam por 18 anos, sendo que no ano de 2005 ocorreu a desativação. Como recuperação da área foi realizada a cobertura das células com solo, plantio de vegetação e drenagem do chorume para lagoas de tratamento, porém a drenagem encontra-se danificada devido à falta de monitoramento e infraestrutura, tendo-se diversos pontos de afloramentos de chorume dentro da área escoando a céu aberto para os cursos d'água. No entorno do empreendimento encontram-se áreas de proteção ambiental e reflorestamento devido à presença de cursos d'água e nascentes, inseridos em uma bacia hidrográfica com extensa rede de drenagem, fator que torna a situação ainda mais grave.

Com relação ao contexto geológico, a área de estudos insere-se nos domínios da unidade geotectônica Bacia do Paraná, constituída por sedimentos gondwânicos paleomesozóicos (arenitos), capeados por rochas vulcânicas mesozóicas/juro-cretáceas (ROLDAN et al., 2010). O relevo caracteriza-se por modelados de dissecação homogênea, representado por "coxilhões", com encostas íngremes e vales relativamente profundos, favorecendo a atuação do escoamento superficial e dos processos erosivos.

## 2.2 Material e métodos

Para a realização deste estudo foi coletado chorume em 30 pontos (Figura 1a), que foram escolhidos de acordo com o afloramento deste líquido em locais que possibilitavam a coleta. Também foi realizada coleta de água em 26 pontos no córrego (sem denominação oficial, afluente do Córrego da Chapada) iniciado dentro da área delimitada do estudo, procedeu-se a coleta ainda em outros 13 pontos incluindo-se açudes e córregos vizinhos à área delimitada e 01 de um poço utilizado por uma propriedade que faz divisa com o lixão (Figura 1b).

Figura 1: a) Pontos amostrados de chorume e b) água na área de influência do lixão desativado de Lages (2013).



Fonte: Os autores.

As coletas das amostras, para as análises físico-química e biológica da água e do chorume, foram realizadas nos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2012, sempre em datas com chuva precedente. As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno, quimicamente inertes, com capacidade de 1000 ml, armazenadas em caixa térmica com gelo, permitindo o controle da

temperatura e a preservação das amostras, sendo encaminhadas para análise em laboratório.

Para avaliação físico-química da qualidade da água e do chorume coletados, foram considerados os seguintes parâmetros: Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Nitratos, Amônia, Fósforo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) e Coliformes Fecais. As análises foram realizadas através de procedimentos padrões, descritos em *Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater* (APHA, 1999).

Os parâmetros Temperatura e OD foram medidos *in loco* utilizando um medidor de OD portátil, de marca Lutron DO-5519. A determinação do pH foi realizada em laboratório, com o auxílio de um pHmetro. Para determinar a turbidez das amostras utilizou-se um Turbidímetro Digital de Bancada. Os STD foram quantificados por meio do Método Eletrométrico, com auxílio do aparelho AZ-86505 – AZ. A Amônia, o Nitrato e o Fósforo total foram determinados pelo Método Colorimétrico, N° 4500-NH<sub>3</sub> F; N° 4500-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; e N° 4500-P PHOSPHORUS 3b, descritos em APHA (1999), respectivamente, no equipamento SPECTROQUANT NOVA 60. A DBO foi obtida através da aplicação do Método Respirométrico empregando o conjunto BOD da WTW, seguindo a metodologia que encontra-se descrita sob o N° 5210 B (APHA, 1999). Para determinação dos coliformes totais e fecais, utilizou-se os métodos 9221 B. *Standard Total Coliform Fermentation Technique* e 9221 E. *Fecal Coliform Procedure*, respectivamente (APHA, 1999).

Os resultados das análises físico-química e biológica da água e físico-química do chorume foram comparados com o estabelecido pelas Resoluções N° 357/05 e 430/11 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Os resultados das análises de água também foram utilizados para calcular o Índice de Qualidade de Águas (IQA), que expressa em uma escala de 0 a 100, o nível de contaminação presente em um determinado corpo de água em termos de parâmetros físico-químico e microbiológicos.

A coleta, preservação e a análise dos macroinvertebrados bentônicos, seguiu o Comunicado Técnico N° 19 da Embrapa, denominado “Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos” (SILVEIRA et al., 2004). Foram amostrados 07 pontos, de acordo com a sua representatividade. Utilizou-se um amostrador do tipo Surber, de malha 250 µm, onde se coletou amostras dos substratos presentes nas margens esquerda e direita do córrego, bem

como do fundo, com esforço amostral de 1 minuto para cada amostra; as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, contendo álcool 70% e encaminhadas ao Laboratório, onde os animais foram triados, identificados e classificados por Famílias utilizando-se chaves. Para a análise foi aplicado o índice BMWP' (*Biological Monitoring Work Party Score System*) adaptado de Loyola (2000), o qual pontua de 1 a 10 o grau de sensibilidade dos organismos conferindo maiores valores para aqueles com maior sensibilidade à poluição orgânica.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Água

A Tabela 1 apresenta média e desvio padrão das características físico-químicas da água coletada nas áreas de influência da disposição inadequada de resíduos sólidos.

Tabela 1: Características físico-químicas da água na área de influência do lixão de Lages-SC.

Parâmetro	Córrego		Açudes, córregos e poço lindeiros		VMP Resoluções CONAMA n° 357/05 e 430/11
	Valor médio	Desvio padrão	Valor médio	Desvio padrão	
Temperatura (°C)	18.45	0.59	24.89	2.82	
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	5.98	0.96	4.56	1.80	****
pH	7.05	0.24	6.58	1.00	entre 6 e 9*
Turbidez (uT)	8.89	8.59	101.69	122.78	****
STD (ppm)	172.71	109.67	55.26	63.45	500 mg.L <sup>-1</sup> *
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	3.19	2.21	3.43	1.01	10 mg.L <sup>-1</sup> N*
Amônia (mg. L <sup>-1</sup> )	1.28	1.46	1.34	1.04	***
Fósforo (mg. L <sup>-1</sup> )	0.04	0.03	0.02	0.02	0,15 e 0,05 mg.L <sup>-1</sup> **
DBO <sub>5,20</sub> (mg. L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	12.73	12.03	13.00	13.39	10 mg de O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>
Coliformes Fecais (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	1350.00	165.53	952.43	477.25	****

\* Valor não difere entre as classes de água doce

\*\*O VMP de fósforo é 0,15 mg.L<sup>-1</sup> para ambientes lóticos e 0,05 mg.L<sup>-1</sup> para ambientes lênticos.

\*\*\* Valor varia de acordo com o pH.

\*\*\*\* Valor difere entre as classes de água doce.

Fonte: Da pesquisa (2012).

Quanto ao OD, o conjunto de dados do córrego afluente iniciado na área de estudo, indica que algumas amostras apresentaram valores abaixo de 6 mg/L O<sub>2</sub>, no entanto superiores a 2 mg/L O<sub>2</sub>, o que enquadra o córrego analisado na classe 4 de acordo com a Resolução N° 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005). Todavia os pontos que apresentaram menor concentração de OD no córrego justificam-se por localizarem-se próximos a pontos de lançamento de chorume (A03, A08 e A10). As demais amostras provenientes de açudes, poços e córregos obtiveram um baixo valor de OD, que são explicadas pelas temperaturas mais elevadas e respiração de peixes e organismos bentônicos em açudes. Em relação ao pH, duas amostras ficaram abaixo do padrão, sendo que uma foi coletada em um açude próximo e a outra no poço de uma propriedade que faz divisa com o lixão. O pH indicado para o padrão de potabilidade, recomendado, para as águas de abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), desta forma a água coletada no poço não deveria ser consumida pelos moradores.

Os VMP dos parâmetros STD e Nitrato também não diferem entre as classes de água doce, sendo que para o parâmetro Nitrato apenas uma amostra superou o VMP, sendo esta a do ponto A03, que corresponde ao córrego que vêm das lagoas, o que pode justificar o valor elevado. Já para os STD verificou-se que todas as amostras ficaram abaixo do VMP, indicando qualidade estética da água.

No que diz respeito à DBO<sub>(5,20)</sub>, os pontos A01, A03, A05, A06, A08, A 09, A11, A12 e A24 foram todos classificados como Classe 4, de acordo com a Resolução N° 357/05 do CONAMA devido ao aporte de chorume e troncos de árvores e galhos caídos sobre o leito dos córregos (BRASIL, 2005). Os pontos A34 e A35 foram coletados porque estão no trajeto percorrido pelo chorume que escoar até o ponto A10, no entanto foram classificados como de Classe 1, já que provém de uma massa de lixo mais velha, apresentando valor de DBO baixa.

As amostras coletadas no córrego que passa abaixo do lixão, verificou-se que todas se enquadram na Classe 1 para o parâmetro Fósforo. Nas demais amostras coletadas no entorno, os valores diferiram bastante, sendo encontrados locais que se classificavam desde a Classe 1 até a 4 para o parâmetro Fósforo, o que pode estar associado a partículas de solos contendo este nutriente, despejo de esgotos e devido a exploração de piscicultura ou presença de gado no local.

No que tange ao Nitrogênio Amoniacal todas as amostras coletadas nos pontos lindeiros ao lixão se enquadram na Classe 1. As amostras coletadas no córrego que corre abaixo do lixão apresentaram pH inferior a 7,5, cujo limite seria de 3,7 mg.L<sup>-1</sup> N para a classe 1 e 13,3 mg.L<sup>-1</sup> N para a classe 3.

Conforme a Resolução n° 357/05 (BRASIL, 2005) as águas doces de Classe 1 observam padrão de até 40 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), o que enquadraria nesta classe as amostras retiradas do afluente do Córrego da Chapada, que apresentaram valores entre 0,23 e 33,00. Nas demais amostras coletadas no entorno os valores diferiram bastante sendo encontrados locais que se classificavam desde a Classe 1 até a 4 para o parâmetro.

Diante da variabilidade dos resultados realizou-se o cálculo do IQA, este fornece uma indicação relativa da qualidade da água em diferentes pontos no espaço ou tempo, como pode se observar na Tabela 2, a seguir (ISAM, 1999 *apud* ZANONI & BOLLMANN, 2007). Os parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados para o diagnóstico da contaminação dos rios da bacia e para a obtenção do IQA, traduzem o potencial poluidor das atividades antrópicas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

Tabela 2: Classificação da água segundo o índice IQA. a) pontos à montante; b) pontos a partir do aporte de chorume; c) pontos a jusante: no córrego que passa logo abaixo da área de estudo; d) dos pontos lindeiros ao lixão.

a) Montante			b) Aporte de chorume			c) Jusante			d) Pontos lindeiros		
Pnt	IQA	Clas.	Pnt	IQA	Clas.	Pnt	IQA	Clas.	Pnt	IQA	Clas.
A26	69.4 6	A	A03	60.0 2	A	A11	45.6 0	R	A1	44.4 2	R
A27	70.1 3	B	A04	62.4 4	A	A30	67.8 3	A	A1	53.9 2	A
A28	69.8 1	A	A05	42.8 2	R	A40	63.6 9	A	A1	27.6 8	R
A29	69.2 6	A	A06	50.3 3	A	A31	68.1 5	A	A1	60.2 8	A
A25	67.3 6	A	A07	64.0 4	A	A32	69.4 2	A	A1	50.9 2	A
A24	56.1 2	A	A08	47.1 8	R	A33	67.2 3	A	A1	61.4 1	A
A23	66.8 2	A	A09	50.9 9	A	A12	48.3 4	R	A1	42.4 8	R

A01	45.8 2	R	A34	63.4 7	A	A2	65.8 0	4	A
A02	66.4 0	A	A35	64.9 2	A	A2	70.8 1	2	B
			A10	56.0 0	A	A2	50.3 2	2	A
						A3	27.4 6	9	R
						A3	46.9 7	3	R
						A3	47.5 8	3	R
						A3	65.5 9	0	A

\* Classificação do IQA: Péssima (P) = 0 - 19; Ruim (R) = 20 - 36; Aceitável (A) = 37 - 51; Boa (B) = 52 - 79; Ótima (O) = 80 - 100.

Fonte: Da pesquisa (2012).

Dos pontos a montante do lançamento de chorume, sete foram classificados como aceitáveis, o ponto A27 como bom e o ponto A01 como ruim; dois pontos coletados após o lançamento do efluente foram classificados como ruins; os pontos coletados a jusante foram classificados como aceitáveis, exceto os pontos A11 e A12. Cabe ressaltar que mesmo nos pontos a montante do aporte de chorume o IQA esteve alinhado com os valores obtidos para os pontos a jusante, onde era esperado IQA inferior. Os principais efeitos observados são relativos ao OD e a DBO, sugerindo a intensa presença de matéria orgânica na água. Dos pontos coletados no entorno do lixão, um foi classificado como bom, sete como aceitáveis e seis como ruins. Os pontos classificados como ruins diferiram dos demais pelo teor de fósforo, DBO, OD e turbidez.

### 3.2 Chorume

A fase de decomposição do chorume está diretamente relacionada ao impacto produzido por ele sobre o meio ambiente, sendo sugerida a determinação de parâmetros como pH, DBO e DQO (PESSIN et al., 1997) para avaliar a fase de decomposição em se encontra um aterro. Nesse sentido, foram coletadas amostras

de chorume em 30 pontos, as quais foram analisadas através da determinação de características físico-química, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Características físico-química e microbiológicas do lixiviado gerado no lixão de Lages-SC.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>Valor médio</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>VMP pela Resolução CONAMA n°430/11</b>
Temperatura (°C)	16.10	28.80	21.04	3.92	Entre 5 e 9
pH	6.20	9.95	7.80	1.09	inferior a 40°C
N Amoniacal Total (mg. L <sup>-1</sup> )	0.10	156.61	18.20	35.32	20 mg.L <sup>-1</sup> N
DQO (mg. L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	7.14	1721.46	636.35	559.60	---
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	2.00	140.00	30.00	30.12	120 mg/L*

\* DBO<sub>(5,20)</sub>: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Fonte: Da pesquisa (2012).

O parâmetro pH verificado nos 30 pontos amostrados, variou entre 6,20 e 9,95. Os valores acima de 9 (VMP, pela legislação) foram encontrados nos pontos C12, C13, C14, C15, C16 e C17, que foram coletados das lagoas de decantação, onde o chorume está mais diluído, nos demais pontos o valor de pH está de acordo com a resolução citada. Se levarmos em conta a variação de pH, podemos considerar que o lixão desativado do município de Lages-SC, está entre as fases acetogênica e metanogênica (IPT, 2000), se aproximando mais da última, já que apenas 26,67% dos pontos amostrados possuem pH inferior a 7,5. Cabe ressaltar que as fases não são bem delimitadas, podendo ocorrer mais que uma fase em um mesmo período.

Dos parâmetros inorgânicos citados pela Resolução n° 430/11 do CONAMA (BRASIL, 2011), apenas o Nitrogênio Amoniacal Total foi analisado, sendo que 76.6 % dos pontos amostrados estão abaixo do VMP pela resolução. No entanto, os pontos C02, C04, C05, C22, C23, C24, C25 apresentaram valor superior ao máximo permitido para este parâmetro, e, portanto não poderiam ser lançados em corpos receptores.

Os valores de DQO para os pontos amostrados ficaram entre 7,14 e 1.721,46 mg.L<sup>-1</sup>. Os aterros que possuem efluente (chorume) com DQO variando entre 500 e 4.500 mg.L<sup>-1</sup>, de acordo com IPT (2000), estariam na fase metanogênica, o que enquadraria as amostras analisadas, já que 53,33% estão entre os valores citados. Os valores baixos de DBO<sub>5,20</sub> também indicam a fase metanogênica como predominante, já que nesta fase os valores de DBO devem ficar entre 20 e 550 mg.L<sup>-1</sup>. Nesta fase a DBO do chorume começa a diminuir e a razão DBO.DQO<sup>-1</sup> resulta em valores mais baixos, o que significa que o chorume possui menor capacidade de biodegradação.

A relação DBO.DQO<sup>-1</sup> é utilizada como parâmetro de biodegradabilidade do lixiviado, podendo variar entre 0 e 1, sendo que o zero indica não biodegradável e um para totalmente biodegradável. Para as amostras analisadas a relação DBO.DQO<sup>-1</sup> variou entre 0,01 e 0,87, sendo que apenas duas amostras apresentaram valor superior a 0,4 que de acordo com Castilhos Junior. et al (2002) é o valor de referência para diferenciação das fases do chorume. Desta forma, os pontos C02 e C16 estariam predominantemente na fase acetogênica e os demais pontos na fase metanogênica.

### **3.3 Macroinvertebrados Bentônicos**

Foram coletados, nos sete pontos amostrados, 911 exemplares de macroinvertebrados bentônicos pertencentes a 23 famílias identificadas dentro de 10 ordens e 5 classes (Tabela 4).

A Família com maior número de indivíduos identificados foi a Chironomidae, com 64% do total de espécimes coletados. Em seguida têm-se as famílias Psephenidae correspondendo a 19% e Hydrobiidae com 7,1% do total. A Família Chironomidae foi a única coletada nos sete pontos amostrados, sendo a mais abundante em quatro deles. Ela se caracteriza por ser bioindicadora de poluição uma vez que a maioria das espécies é capaz de suportar grandes oscilações nas concentrações de oxigênio (PINDER, 1986), contudo, de acordo com Faria e Almeida (2007), essa família ocupa desde ambientes conservados até locais amplamente poluídos. Em todos os pontos foram encontrados organismos da Ordem Diptera, que segundo Mugnai et al. (2010) são indicadores de águas extremamente poluídas, pois são resistentes à poluição. Barboza et al. (2011) menciona que

algumas espécies possuem adaptações para poder viver em locais extremamente poluídos, com pouco oxigênio dissolvido na água.

Tabela 4: Localização do ponto amostra, quantidade de indivíduos coletados e de famílias identificadas, no lixão de Lages-SC.

Ponto	Ponto correspondente	Nº de indivíduos coletados	Nº de famílias identificadas	Observação/Localização
P01	A27	67	07	Não há influência do chorume
P02	A03	69	10	Córrego que vêm das lagoas do lixão
P03	A04	21	08	Entre o córrego que vêm das lagoas e a entrada primária de chorume
P04	A08	24	07	Entrada primária de chorume
P05	A09	55	09	Após a entrada primária de chorume
P06	A10	439	07	Entrada secundária de chorume
P07	A11	236	08	À jusante das descargas de chorume

Fonte: Da pesquisa (2012).

Os pontos B01, B02, B03, B04 e B06 apresentaram águas críticas de acordo com o índice BMWP (*Biological Monitoring Work Party System*) adaptado por Loyola (2000) (Tabela 5), com águas muito poluídas e sistemas altamente alterados.

Tabela 5: Classificação dos pontos de macroinvertebrados bentônicos segundo o índice BMWP' adaptado por Loyola (2000).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<b>Pontuação Total*</b>	21	35	29	29	53	28	42
<b>Classe</b>	V	V	V	V	IV	V	IV
<b>Qualidade</b>	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Duvidosa	Crítica	Duvidosa

\* Pontuação calculada, a partir das diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos existentes no ponto amostrado, para obtenção do Índice BMWP'.

Fonte: Da pesquisa (2012).

A presença de Chironomidae em todos os pontos, Hydrobiidae nos pontos 2 e 3, Hirudinea nos pontos 2, 4 e 6 e de Oligochaeta no ponto 6 são fortes indicadores de ambientes poluídos com matéria orgânica, uma vez que são todos grupos que recebem baixa pontuação no Índice BMWP. Indivíduos das famílias

Perlidae e Leptoceridae foram coletadas nos pontos 3 e 4, indicando que estes locais apesar de serem classificados como ambientes críticos, provavelmente apresentem trechos com taxa de oxigenação, capazes de sustentar organismos mais exigentes em relação à qualidade da água. Os Pontos B05 e B07 foram classificados, segundo o índice BMWP, como ambientes de águas duvidosas, com a presença de poluentes (sistema alterado). De acordo com Barboza et al. (2011), os organismos pertencentes à ordem Plecoptera são considerados intolerantes a mudanças na qualidade da água, necessitando de água extremamente limpa e bem oxigenada, sendo que apenas um indivíduo de Plecoptera foi encontrado no ponto B05.

#### **4 CONCLUSÕES**

Em relação à qualidade da água, a partir do IQA, concluiu-se que nos pontos a montante do aporte de chorume, o IQA esteve alinhado com os valores obtidos para os pontos a jusante, enquanto que nos pontos coletados no entorno do lixão um foi classificado como bom, sete como aceitáveis e seis como ruins. Os pontos classificados como ruins diferiram dos demais pelo teor de fósforo, DBO, OD e turbidez. A adoção do método do IQA para análise dos dados se mostrou adequada, em função da grande variabilidade nos dados.

Os resultados das análises de chorume indicam que a fase de decomposição do lixão é predominantemente metanogênica, sendo que apenas nos pontos C02 e C16 estariam predominantemente na fase acetogênica.

Utilizando-se o Índice BMWP' (*Biological Monitoring Work Party System*) adaptado por Loyola (2000), classificou-se cinco pontos como águas críticas e dois pontos como ambientes de águas duvidosas, devido a presença de poluentes. A presença nestes locais de famílias de média tolerância à poluição, como os Psephenidae e os Coenagrionidae, pode indicar que está ocorrendo uma diluição dos poluentes provenientes do lixão, fazendo com a água se encontre em um estado de melhor qualidade. A utilização do indicador biológico macroinvertebrados bentônicos, corroborou o resultado de 28,57% do IQA.

Verificou-se através dos resultados obtidos que as medidas de recuperação realizadas após a desativação do lixão no município de Lages, não foram suficientes para minimizar os danos ao meio ambiente onde mesmo após sete anos de sua

desativação os passivos ambientais ainda estão sendo gerados e sentidos pelo ecossistema. Assim, é necessário um monitoramento constante da área e técnicas de recuperação mais eficientes.

## **EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL AND BIOLOGICAL PARAMETERS OF WATER AND LEACHATE IN THE AREA OF INFLUENCE OF THE DEACTIVATED LANDFILL OF THE MUNICIPALITY OF LAGES-SC**

### **ABSTRACT**

The objective of the present study is the evaluation of the physicochemical and biological parameters of the leachate from the deactivated landfill of the municipality of Lages-SC, as well as of the waters of hydric bodies from its surroundings. The methodology utilized for sampling and analysis of water and leachate followed the standard procedures described by APHA (1999). Regarding fauna, the sampling and analysis of benthic invertebrates followed the methodology of the Embrapa Technical Statement number 19. For the analysis of the results, CONAMA Resolutions numbers 357/2005 and 430/2011 were utilized as references, as well as the calculation of WQI for water quality and the BMWP index for the analysis of benthic invertebrates. The results of the leachate analyses allowed to measure the main physicochemical characteristics and the stage of decomposition of the landfill. According to the WQI, five points were rated as bad in the landfill area, one at the upstream, two days after the effluent launch, and two downstream the discharges. The results of the leachate analyses indicate that the stage of decomposition of the landfill is predominantly methanogenic, making containing and treatment measures necessary.

**Keywords:** Leachate decomposition stage; WQI; Benthic macroinvertebrates.

### **REFERÊNCIAS**

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater.** American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington, 1999.

BARBOZA, L. G. A.; RATZ, R. J.; ANZOLIN, T. A utilização de macroinvertebrados aquáticos como subsídios para estratégias de conservação local. In: **XXIII Congresso Nacional Del Agua.** Chaco, Argentina, 2011.

BAIRD, C. **Química Ambiental.** 2 ed. Porto Alegre. Ed. Bookam, 2002. 622 p.

BETIO, M. M.; SANTOS, M. M. dos. Contaminação das águas subterrâneas por lixões desativados: avaliação da antiga área de disposição final de resíduos sólidos

de Rolândia–PR. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Anais... Águas Subterrâneas**. ABAS n.2. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. – In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 17 de março de 2005.

BRASIL. **Lei no 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. – In: Diário Oficial da União.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em: 07 mai. 2016

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. – In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 13 de maio de 2011.

CASTILHOS JUNIOR., A.B. de.; LANGE, L.C.; GOMES, L.P.; PESSIN, N. **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades** – coletânea de artigos técnicos. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2002. 104p.

DI IACONI, C.; ROSSETI, S.; LOPEZ, A.; RIED, A. Effective treatment of stabilized municipal landfill leachates. **Chemical Engineering Journal**, v. 168, p. 1085 – 1092, 2011.

FARIA, M. L. de; ALMEIDA, G. W. de. Monitoramento da fauna de macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Ipanema - Ipatinga, MG: uma comunidade bioindicadora da efetividade de programas de despoluição de cursos d'água II. **Principium Online**: Iniciação Científica no Unileste-MG, Coronel Fabriciano, v. 1, n. 2, p.82-92, 2007.

GUSTAVSSON, L.; ENGWALL, M. Treatment of sludge containing nitro-aromatic compounds in reed-bed mesocosms – Water, BOD, carbon and nutrient removal. **Waste Management**, v. 32, p.104–109, 2012.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

LOYOLA, R. G. N. Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade. In: V Simpósio de ecossistemas brasileiros, **Anais...** Conservação. v. 1. Conservação e Duna. ACIESP, n. 109, p. 46-52. 2000.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. **Technical Books**, v. 174 p. 26. 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, GERALDO; BRITO, E. B. C. C.; RABELO, D. A. F., BRITO, N. N. Avaliação do índice de qualidade da água (IQA) as margens da rodovia brasileira (BR-135). **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 3, 2013.

POSSAMAI, F. P., VIANA, E., SCHULZ, H. E., COSTA, M. M. D., CASAGRANDE, E. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 171-179, 2007.

PESSIN, N.; SILVA, A. R.; BRUSTOLIN, I. Variação da composição dos líquidos percolados do aterro sanitário de São Giacomó – Caxias do Sul – RS. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu. **Anais....** 1997. 170p.

PINDER, L. C. V. Biology of freshwater chironomidae. **Annual Review of Entomology**. v. 31, p. 1–23. 1986.

ROLDAN, L.F.; MACHADO, R.; STEINER, S.S.; WARREN, L.V. Análise de Lineamentos Estruturais no Domo de Lages (SC) com uso de Imagens de Satélite e Mapas de Relevô Sombreado. **Geol. USP, Sér. cient.**, v. 10, n. 2, p. 57-72. 2010.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (Embrapa Meio Ambiente. **Comunicado Técnico, 19**), 2004. 7p.

ZANONI, C. D. C. A.; BOLLMANN, H. A. Mapeamento e avaliação da qualidade das águas dos olhos d'água e nascentes na Bacia do Rio Belém: sub-bacia da Barreirinha. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2007.