

HIDROGEOLOGIA DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MISSISSIPI (SC)

Mônica Lopes Gonçalves¹ & Bráulio César Da Rocha Barbosa¹

Resumo - O presente trabalho, identificou a presença de poluição física, química e biológica, nas águas do aquífero raso da micro bacia Rio Mississipi (SC) e a correlacionou as alterações encontradas com os riscos potenciais para a saúde humana. Foram colhidas amostras de água do aquífero raso em 2 (dois) poços de monitoramento com 6 (seis) metros de profundidade. Os pontos escolhidos foram na área de entorno do Aterro Sanitário de Joinville que antes era um lixão. Estes resultados foram comparados com os da OAP Engenharia (2001), que analisou 7 (sete) amostras em 4 (quatro) poços. Os resultados obtidos confirmaram a presença de poluição biológica (alta DQO e DBO, presença de coliformes totais e fecais) em todas as amostras analisadas. Também a presença de poluição física (cor, turbidez, sólidos suspensos e sólidos totais) nas águas subterrâneas. A poluição química foi também detectada de forma acentuada nas águas subterrâneas e caracterizada pela presença de cádmio, cromo, ferro, chumbo, manganês, níquel, selênio, mercúrio, óleos e graxas minerais, vegetais e animais. Concluiu-se finalmente que a questão relacionada à saúde pública é potencialmente grave, já que toda a poluição detectada é passível de acarretar doenças no homem.

Abstract - The present work sought to identify the presence of physical, chemical and biological pollution in the sub-superficial waters of the Mississipi River (SC), considered of larger environmental risk (Municipal Sanitary Disposal Area). The alterations found were also correlated with the potential risks for the human health. The results were compared with the ones from OAP Engenharia /2001 that analyzed 7 (seven) samples in 4 (four) wells (underground waters) also at the Municipal Sanitary Disposal Area. Totally 9 (nine) samples from underground waters were analyzed. The obtained results confirmed the presence of biological pollution (high COD and BOD, presence of total and fecal coliforms) in all of the analyzed samples. Also, the presence of physical pollution (color, turbidity, suspended solids content and total solids content) in the underground waters. The chemical pollution was also strongly detected in the underground waters and was characterized by the presence of cadmium, chromium, iron, lead, manganese, nickel, selenium, mercury and mineral, vegetal and animal oils and fats. It was concluded finally that the subject related to the public health is potentially serious, since all the detected pollution is susceptible to cause diseases in man.

¹ Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE, Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente; CEP 89.201-972; Joinville; Santa Catarina; Brasil; 461.9035; mlopes@univille.br

Palavras chave: Atividades impactantes, Rio Mississippi, lixão

INTRODUÇÃO

A Micro Bacia Hidrográfica do Rio Mississippi (MBHRM) faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão (BHRC), sendo esta a maior e principal bacia hidrográfica do Município de Joinville, já que fornece 77% da água consumida na cidade. A MBHRM drena a parte baixa da BHRC que constitui importante área agrícola do município e abriga uma urbanização significativa representada pelo Distrito de Pirabeiraba, boa parte do Distrito Industrial de Joinville, além de conter o Aterro Sanitário da Cidade de Joinville e o recém inaugurado Aterro de Resíduos Industriais.

A MBHRM é uma sub bacia da BHRC na sua margem direita, com 20 Km² de área, onde se constata grande interferência antrópica ao lado de atividades agrícolas e por isso, justificando o seu estudo. Os problemas ambientais que ocorrem na MBHRM contribuem significativamente para o desequilíbrio das águas do baixo curso da BHRC, que por sua vez deságua na Baía da Babitonga, esta última possuindo a área de estuário mais importante do Estado de Santa Catarina. Outro problema encontrado na bacia em estudo é que suas águas são utilizadas para irrigação de áreas agrícolas, para a dessedentação de animais e captação para utilização industrial e humana. Com este perfil, os problemas de poluição hídrica necessitam ser devidamente mensurados e comparados quanto a sua evolução, bem como, analisadas as potenciais conseqüências à saúde humana, ou seja, a patogenicidade decorrente do tipo de contaminação, que de forma direta ou indireta poderá causar doenças ao homem, tornando-se portanto um grave problema de saúde pública. Defini-se patogenicidade como capacidade de um agente químico, físico ou biológico causar doença no organismo humano (STEDMANS, 1989).

O presente trabalho teve como objetivo geral a avaliação da qualidade da água do aquífero raso da MBHRM e seus potenciais impactos sobre a saúde pública. De forma específica os objetivos perseguidos foram:

- avaliar a qualidade da água subterrânea (subsuperficial) na área cuja atividade antrópica tem o maior potencial poluidor da bacia;
- identificar o potencial patogênico decorrente da poluição encontrada.

METODOLOGIA

O trabalho realizado na MBHRM consistiu de:

- trabalho de campo para determinar os pontos de coleta da água e, dos locais a serem feitos poços de monitoramento de água subterrânea através das formas de uso e ocupação do solo à montante dos pontos considerados. Cabe ressaltar que se ponderou também na escolha dos pontos de coleta o acesso fácil, de preferência, em entroncamentos dos rios com as vias públicas. Desta forma, com o uso do “*Global Position System*” (GPS) identificou-se as coordenadas geográficas dos pontos selecionados e registro fotográfico de cada local escolhido. A Figura 2 mostra a localização dos pontos selecionados, cujas coordenadas estão relacionadas na Tabela 01. Foram colhidas águas subterrâneas de 2 poços de monitoramento construídos especificamente para este trabalho.

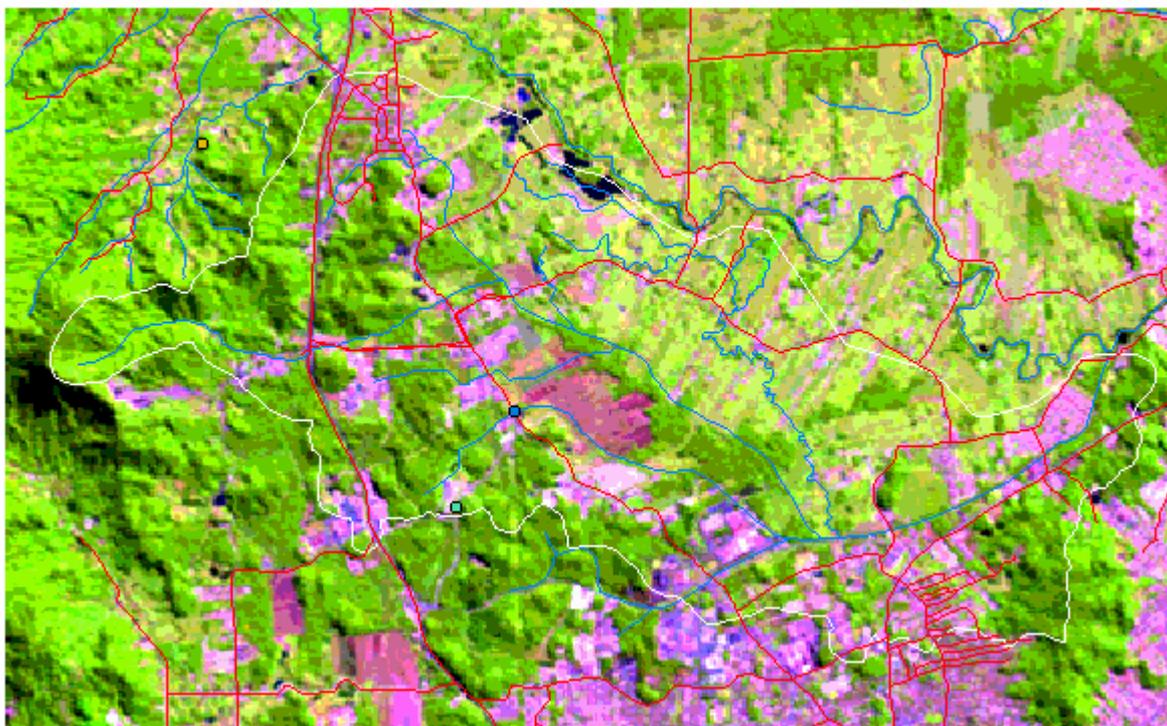


FIGURA 2– LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Tabela 01: Pontos de coleta

Ponto	Coordenadas Geográficas	Descrição
1	S 26° 14' 44,7"; W 48° 54' 04,0" e E 37,0 m	Poço de monitoramento dentro do aterro sanitário.
2	S 26° 14' 12,6"; W 48° 53' 38,2" e E 21,0 m.	Poço de monitoramento à jusante, cerca de 300 metros do aterro sanitário, na estrada Dona Francisca.

A segunda parte deste trabalho consistiu na construção de dois poços piezométricos para coleta de água sub superficial. A metodologia de coleta das amostras seguiu ao descrito no guia de coleta e preservação de amostras de água, da CETESB (1987) e também de acordo com preconizado para coleta de amostras do programa de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos do complexo da Baía da Babitonga, Projeto de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Santa Catarina, FATMA/GTZ (1998). Quanto aos parâmetros analisados, foram os mesmos descritos no trabalho “Rede de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos do Complexo Hídrico da Baía da Babitonga” (FATMA/GTZ, 1998).

Os parâmetros físico-químicos foram analisados no Laboratório de Química Ambiental do Departamento de Soluções Tecnológicas do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) e pela HIDROAR Engenharia & Laboratórios, seguindo as seguintes metodologias:

Alcalinidade total: Águas Minerais, Localização, Definições e Métodos foi feita pelo TECPAR (1990); **Cianetos totais após destilação (CN⁻):** colorimetria, conforme Standard Methods for the Examination, of Water and Wastewater (1992); 4500 - CNC e 4500 – CNE; **Cor:** colorimetria óptico-visual, com Kit Aquaquant 14421, Merck; **Cloretos (Cl⁻):** potenciometria, conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992). ; **Fenóis totais como fenol:** espectrofotometria do UV/visível, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992); **As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, P, Pb, Se e Zn:** espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado, conforme THOMPSON e WALSH (1989); **Cromo hexavalente (Cr⁺⁶):** colorimetria, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992); **Nitrogênio amoniacal (NH₃):** volumetria, conforme conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992) 4500 NH₃ C.; **Nitrogênio total Kjeldahl (N):** volumetria, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992) 4500 N org B; **Nitratos (NO⁻³):** colorimetria, conforme TECPAR (1990, p. 49); **Sódio (Na):** fotometria de chama, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992) 3500 - Na D; **Óleos e graxas minerais (hidrocarbonetos), óleos vegetais o gorduras animais:** gravimetria, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992), 5220 D e 5220 F.; **Sólidos totais e sólidos suspensos totais:** gravimetria, conforme TECPAR (2000); **Sulfatos (SO⁻²₄):** turbidimetria, conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992), 4.500 - S042- E; **Sulfetos (S⁻²):** iodometria, conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992), 4.500 S-2 E.; **Sulfitos (SO⁻²₃):** iodometria, conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992), 4.500 S03-2 B.; **Surfactantes aniônicos como dodecil sulfato de sódio:** espectrofotometria do UV-visível, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992); 5540 C

modificado, substituindo-se o alquilbenzeno sulfonato de sódio por dodecil sulfato de sódio; **Turbidez:** turbidimetria, conforme STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992), 2130 B; **Tricloroetileno e Diclorometano:** cromatografia com gás – LAMC – IE – CG – 027/00 revisão A.

A análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) foi também realizada no laboratório de microbiologia da TECPAR e obedeceram os métodos de oxidação por dicromato de potássio em meio ácido sulfúrico – ITALAMI 014 – TECPAR – REV D (emitida em 13/03/2001) e Método respirométrico - instrução de Trabalho – IT-LAMI 021 TECPAR REV A (emitida em 31/08/2000) respectivamente.

A análise da amostra de água para fins de bacteriologia foi realizada pelo Laboratório Microtec Ltda. e sob a responsabilidade técnica do bioquímico Evandro B. Nogueira (CRF-SC 3835) e obedeceu a seguinte metodologia do “Standard Methods” – tubos múltiplos, através do número mais provável (NMP), adaptado à metodologia do substrato cromogênico.

Convém explicitar que todas as amostras analisadas foram coletadas sob condições meteorológicas similares, embora saiba-se que outras variáveis têm implicações diretas sobre a técnica de amostragem simples.

Em seguida, os resultados obtidos foram comparados com os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde (2000) e com aqueles estabelecidos pelo CONAMA para rios Classe 3. Também comparou-se os resultados com aqueles obtidos pela OAP ENGENHARIA (2001). Por último, procedeu-se à correlação das alterações encontradas nos recursos hídricos, com o potencial patogênico.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A qualidade das águas subsuperficiais foi analisada em dois pontos próximos do aterro sanitário municipal, sendo um ponto de número 1 correspondente ao poço de monitoramento situado no aterro e, o ponto 2 correspondendo ao poço de monitoramento situado 300 metros à jusante do aterro. Pode-se observar na Tabela 2, que vários parâmetros se encontram fora do Padrão de Potabilidade ou, dos limites de rios de Classe 03. Desta forma, cada ponto será analisado e discutido em separado, de acordo com o levantamento qualitativo realizado em campo, assim como através dos problemas levantados na revisão bibliográfica.

O Ponto nº 1 está dentro do Aterro Sanitário e tem seus resultados apresentados no Tabela 02. Este ponto em relação ao Padrão de Potabilidade apresentou alterações nos seguintes parâmetros: cor real, cádmio, cromo total, ferro total, chumbo, manganês, níquel. Óleos e graxas minerais, óleos vegetais e gordura animal, selênio, sólidos totais, sólidos suspensos totais, turbidez, DQO, DBO, coliformes totais e coliformes fecais. Cabe ressaltar que o chumbo está presente em

depósitos naturais ou em resíduos industriais, onde é utilizado na produção de soldas, encanamentos, ligas metálicas, tintas e indústrias de baterias. O cromo também pode ocorrer em depósitos naturais, em resíduos de galvanoplastias, de pigmentos e de mineração. O selênio é encontrado de acordo com Portaria nº 036/91 em depósitos naturais, resíduos de mineração, fundição e de óleo combustível. O selênio é largamente utilizado em processos de pigmentação, tinturas, fabricação de vidros e de semi-condutores. Nesse sentido, os resultados confirmam os problemas preconizados por PEREIRA (1996), onde a eficiência do tratamento do chorume é questionável, uma vez que os valores de cádmio, cromo, chumbo, manganês e selênio estão pela primeira vez neste trabalho acima dos valores permitidos para potabilidade. Outro ponto que deve ser ressaltado é o passivo ambiental que pode ter sido gerado na época do lixão, quando não existia impermeabilização do aterro e de resíduos industriais dispostos, nesta área, uma vez que a legislação da época assim permitia.

TABELA 02 – VALORES ANALISADOS, COMPARADOS COM OS PADRÕES CLASSE 3 E POTABILIDADE .

ND= NÃO DETECTADO EM NÍVEL DE VERMELHO FORA DO PADRÃO DE POTABILIDADE * NÚMEROS EM

PARÂMETROS	UNID.	PONTO 1	PADRÃO CLASSE 3	PADRÃO DE POTABILIDADE E
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	16,8		
CIANETOS	mg/l	ND 0,02	0,2	0,07
CLORETOS	uH	22,9	250	250
COR REAL	mg/l	50	<75	15
FENÓIS TOTAIS	mg/l	ND 0,01		
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,84		
CÁDMIO	mg/l	0,0098	0,2	0,005
CROMO TOTAL	mg/l	0,20	ND	0,05
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	ND 0,05	0,05	
COBRE	mg/l	0,11	0,5	2,0
FERRO TOTAL	mg/l	77,2	5,0	0,3
CHUMBO	mg/l	0,076	0,05	0,01
MANGANÊS	mg/l	4,35	0,5	0,1
NÍQUEL	mg/l	0,08	0,025	
ZINCO	mg/l	0,28	5,0	5,0
ARSÊNIO	mg/l	ND 0,02	0,05	0,01
COBALTO	mg/l	0,11	0,2	
SELÊNIO	mg/l	0,04	0,01	0,01
MERCÚRIO	mg/l	ND 0,002	0,02	0,001
NITROGÊNIO AMONIACAL	mg/l	0,40		
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	1,11		
NITRATOS	mg/l	3,2	10	10
ÓLEOS E GRAXAS MINERAIS	mg/l	1,7	VA	
ÓLEOS	mg/l	7,1	VA	

VEGET./GORD.ANIM.				
SÓDIO	mg/l	1,84		200
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	4633	500	1000
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	3870	ND	
SULFATOS	mg/l	139,4	250	250
SULFETOS	mg/l	ND 0,1	0,3	0,05
SULFITOS	mg/l	ND 1,0		
SURFACTANTES ANIÔNICOS	MBAS/L	0,028	0,5	0,5
TURBIDEZ	FTU	1700	<100	5
DICLOROMETANO	mg/l	1		20
TRICLOROETILENO	mg/l	1		70
DQO	mg 02/L	30	ND	ND
DBO	mg/l	6	<10	ND
COLIFORMES TOTAIS	100 ml	>23,0	20000	ND em 95%
COLIFORMES FECAIS	100 ml	<1,1	4000	ND

O Ponto nº 2 representa o poço de monitoramento no cruzamento do rio com a rua Dona Francisca, cujos resultados encontram-se na Tabela 03. O Padrão de Potabilidade foi ultrapassado pelos seguintes parâmetros: cor real, cromo total, ferro total, chumbo, manganês, mercúrio, Óleos e graxas minerais, óleos vegetais e gordura animal, sólidos totais, sólidos suspensos totais, turbidez, DBO, DQO, coliformes totais e coliformes fecais. O mercúrio é oriundo de atividades industriais conforme a revisão bibliográfica.

Tabela 03 – VALORES ANALISADOS, COMPARADOS COM OS PADRÕES CLASSE 3 E POTABILIDADE .

ND=NÃO DETECTADO EM NÍVEL DE PADRÃO DE POTABILIDADE

* NÚMEROS EM VERMELHO FORA DO

PARÂMETROS	UNID.	PONTO 2	PADRÃO CLASSE 3	PADRÃO DE POTABILIDADE
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	52,5		
CIANETOS	mg/l	ND 0,02	0,2	0,07
CLORETOS	uH	5,1	250	250
COR REAL	mg/l	50	<75	15
FENÓIS TOTAIS	mg/l	ND 0,01		
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,64		
CÁDMIO	mg/l	ND 0,002	0,2	0,005
CROMO TOTAL	mg/l	0,07	ND	0,05
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	ND 0,05	0,05	
COBRE	mg/l	0,02	0,5	2,0
FERRO TOTAL	mg/l	12,12	5,0	0,3
CHUMBO	mg/l	0,039	0,05	0,01
MANGANÊS	mg/l	0,37	0,5	0,1
NÍQUEL	mg/l	0,025	0,025	
ZINCO	mg/l	0,040	5,0	5,0
ARSÊNIO	mg/l	ND 0,02	0,05	0,01
COBALTO	mg/l	0,02	0,2	

SELÊNIO	mg/l	ND 0,02	0,01	0,01
MERCÚRIO	mg/l	0,0028	0,02	0,001
NITROGÊNIO AMONIACAL	mg/l	0,13		
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	2,33		
NITRATOS	mg/l	0,5	10	10
ÓLEOS E GRAXAS MINERAIS	mg/l	2,5	VA	
ÓLEOS VEGET./GORD.ANIM.	mg/l	11,3	VA	
SÓDIO	mg/l	9,5		200
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	4600	500	1000
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	3784	ND	
SULFATOS	mg/l	1,0	250	250
SULFETOS	mg/l	ND 0,1	0,3	0,05
SULFITOS	mg/l	ND 1,0		
SURFACTANTES ANIÔNICOS	MBAS/L	ND 0,02	0,5	0,5
TURBIDEZ	FTU	190	<100	5
DICLOROMETANO	mg/l	1		20
TRICLOROETILENO	mg/l	1		70
DQO	mg 02/L	170	ND	ND
DBO	mg/l	7	<10	ND
COLIFORMES TOTAIS	100 ml	>23,0	20000	ND em 95%
COLIFORMES FECAIS	100 ml	2,2	4000	ND

Considerando o sentido do fluxo do Rio Mississippi, este ponto de coleta está situado à jusante do aterro sanitário municipal cerca de 300 metros. Comparando os valores das Tabelas 02 e 03, tem-se um ligeiro aumento da poluição em relação ao poço construído dentro do aterro. Isto pode refletir uma pluma de poluição gerada na época do lixão, onde se depositava tanto resíduos domésticos, quanto industriais. Ou então, existe alguma fonte de poluição através de injeção direta no solo.

A OAP Engenharia de Joinville (2001) realizou no primeiro semestre de 2001 sete análises em quatro poços de águas subsuperficiais no entorno do Aterro Sanitário Municipal, utilizando alguns dos parâmetros analisados neste trabalho (Tabela 04). Seus resultados corroboram os encontrados nas análises do presente trabalho, sendo suas alterações quantitativamente mais significativas, com relação aos níveis Sólidos totais, Sólidos totais suspensos, DQO, DBO, Coliformes totais e fecais. Há também a presença de cromo e cobre em duas amostragens. Por estas alterações fica clara a presença de poluição orgânica e inorgânica do aquífero raso nas áreas próximas ao Aterro Sanitário Municipal.

TABELA 04 – VALORES DA O . A . P. 2001, COMPARADOS COM PADÕES CLASSE 3 E POTABILIDADE E RESULTADOS

		O . A . P. 2001							PADRÕES	
PARÂMETROS	UNID	PONTO 1	PONTO 2		PONTO 3		PONT O 4		PADRÃO	PADRÃO DE POTABILIDADE
		amostra única	amostra 1	amostra 2	amostra 1	amostra 2	amostra 1	amostra 2	CLASSE 3	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l									
CIANETOS	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	0,07
CLORETOS	uH	98,57	15,31	5,91	38,85	6,5	30,41	16,12	250	250
COR REAL	mg/l								<75	15
FENÓIS TOTAIS	mg/l									
FÓSFORO TOTAL	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,17	< 0,10	< 0,10	2,86		
CÁDMIO	mg/l								0,2	0,005
CROMO TOTAL	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,62	0,63	ND	0,05
CROMO HEXAVALENTE	mg/l								0,05	
COBRE	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,62	3,20	0,5	2,0
FERRO TOTAL	mg/l								5,0	0,3
CHUMBO	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,05	0,01
MANGANÊS	mg/l								0,5	0,1
NÍQUEL	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,025	
ZINCO	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,10	2,30	5,0	5,0
ARSÊNIO	mg/l								0,05	0,01
COBALTO	mg/l								0,2	
SELÊNIO	mg/l								0,01	0,01
MERCÚRIO	mg/l	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	0,02	0,001
NITROGÊNIO AMONÍACAL	mg/l									
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	7,30	6,69	17,33	6,40	12,16	297,92	27,36		
NITRATOS	mg/l								10	10
ÓLEOS E GRAXAS MINERAIS	mg/l	12,30	17,20	9,30	34,50	22,30	122,0	86,70	VA	
ÓLEOS VEGET./GORD. ANIM.	mg/l								VA	
SÓDIO	mg/l									200
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	827,0	2233,0	5975,0	4658,0	4412,0	26917,0	7131,0	500	1000
SÓLIDOS SUSPENSOS	mg/l	383,00	2117,0	986,0	3855,0	780,0	19480,0	6387,5	ND	

TOTAIS										
SULFATOS	mg/l								250	250
SULFETOS	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,30	0,20	0,3	0,05
SULFITOS	mg/l									
SURFACTANTES ANIÔNICOS	MBA S/L								0,5	0,5
TURBIDEZ	FTU								<100	5
DICLOROMETANO	mg/l									20
TRICLOROETILENO	mg/l									70
DQO	mg/02/L	135,0	86,40	42,40	97,20	67,80	1944,0	1272,0	ND	ND
DBO	mg/l	42,19	24,68	12,77	32,40	19,20	486,00	327,36	<10	ND
COLIFORMES TOTAIS	100 ml	16.000	260,0	9.000	9.000	2.700	22.000	22.000	20000	ND em 95%
COLIFORMES FECAIS	100 ml	5.000	20,0	2.500	130,0	900,0	800,0	700,0	4000	ND

O POTENCIAL PATOGÊNICO DAS ÁGUAS DA MBHRM

Abaixo serão descritos os elementos que foram detectados nas análises efetuadas, em níveis acima dos permitidos pela portaria nº 1469/GM de 2000 do Ministério da Saúde, e, portanto, passíveis de causar patologias no organismo humano:

- Coliformes Totais e Fecais: a presença destas bactérias indica a contaminação das águas com fezes de animais, incluindo as fezes humanas. Isto indica a possibilidade de ocorrência parasitos, bactérias e vírus, que se ingeridos pelo homem, poderá infectá-lo causando doenças. As gastroenterites, a hepatite A, o cólera e a esquistossomose, são exemplos do potencial patogênico decorrentes deste tipo de contaminação;
- Cádmio: tende a se acumular nos rins. Seus sais acarretam vômitos e diarreia;
- Cromo: concentrações excessivas podem acarretar distúrbios nos sistemas circulatório e renal, no fígado e ulcerações no trato digestivo;
- Ferro: A ingestão oral de ferro por período prolongado, leva a uma sobrecarga conhecida como hemocromatose exógena. Esta doença é caracterizada pelo acúmulo do ferro no organismo sob a forma de hemossiderina, causando importantes alterações no fígado e no pâncreas;
- Chumbo: em teores excessivos, pode causar danos aos sistemas renais, sistema nervoso central, sistema nervoso periférico, sistema hematopoiético, trato gastrointestinal, sistema cardiovascular e sistema reprodutivo, estando neste último caso relacionado a abortamento espontâneo, ruptura prematura de membranas e, esterilidade. É característica do envenenamento por chumbo, a presença de cólica intestinal, enfraquecimento de músculos

extensores, anemia secundária com reticulócitos, policromasia e basofilia no hemograma.

Uma linha azul nas gengivas e distúrbios mentais também podem ocorrer;

- Manganês: pode causar um sabor desagradável à água (metálico) concentrações elevadas não trazem riscos à saúde;
- Níquel: Não há riscos quando ingerido. Quando em contato com a pele pode originar eczema de contato;
- Selênio: Trata-se de mineral hepatotóxico;
- Mercúrio: A intoxicação crônica causa disfunção do sistema nervoso central, “rash” e descamação das mãos e dos pés, além de gengivites , estomatites e salivação.

CONCLUSÕES

As águas subsuperficiais demonstram um maior nível de poluição da MBHRM, em função da ocorrência de cádmio, cromo total, ferro total, chumbo, manganês, selênio, mercúrio, sólidos totais, sólidos suspensos totais, turbidez, DQO, DBO, coliformes totais e coliformes fecais. É provável que esta poluição reflita um passivo ambiental anterior a implantação do atual Aterro Sanitário, pois o ponto a jusante apresenta uma carga de poluição superior ao poço de dentro do aterro.

Toda poluição encontrada é passível de acarretar doenças, no caso da ingestão das águas desta bacia, sem o correto tratamento. Quanto a contaminação expressada pela presença de coliformes, o seu potencial patogênico depende fundamentalmente do estado imunológico do hospedeiro, ou seja, a ingestão de água contaminada com coliformes pelo homem, não causará necessariamente doença. Já a poluição aqui representada pela presença de metais pesados, mais acentuadamente nas águas subterrâneas, representa um risco maior de patologias, já que estas substâncias se acumulam no organismo, levando a quadros de intoxicação crônica, independente das condições de higiene pregressas do hospedeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 1469/ GM**, 2000.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Projeto do aterro sanitário-memorial descritivo**. Prefeitura do Município de Joinville. 1979.
- CETESB. **Determinação de bacteriófagos em amostras de águas**. São Paulo, 1992.
- Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1987.
- CONAMA . **Resolução n. 20, 18 de jun. 1986**. Brasília, 1986.
- FATMA/GTZ. **Rede de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos no complexo hídrico da Baía da Babitonga**. Florianópolis, 1998.
- GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Portaria nº 024/79 da Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral**. Florianópolis, 1979.
- OAP. ENGENHARIA. **Estudos para avaliação da área do aterro sanitário municipal**. Joinville, 2001.
- PEREIRA, A. **Caracterização físico-química e controle da toxicidade do Chorure gerado no aterro sanitário da cidade de Joinville e avaliação do atual sistema de tratamento**. Joinville: UNIVILLE/Relatório Supersessionado, 1996.
- QUALYS, Ltda. **Diagnóstico sanitário da micro-bacia do Rio Mississipi**. Joinville, 1997.
- STANDARD Methods For The Examination, Of Water And Wastewater, 18. ed. 1992.
- STEDMAN, T. L. **Stedman`s medical dictionary**. 25. ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1990. 1550 p.
- TECPAR. **Métodos e ensaios**. Curitiba, 1990.
- TECPAR. **Determinação de sólidos em águas e efluentes**. Curitiba, 2000. Revisão C.
- THOMPSON, M. e WALSH J.N., **Handbook of inductively coupled plasma spectrometry**, 2. ed., 1989, p. 161 a 176 (As, Hg e Se) e p. 201 a 208 (demais elementos).