

COMPARAÇÃO DO EFLUENTE DE INSTITUIÇÕES ONCOLÓGICAS COM EFLUENTE DOMÉSTICO: UMA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.

Lidiane Michelini, Katia Kopp, Rodrigo Taminato & Karine do Prado Silva

RESUMO: Os resíduos hospitalares contêm substâncias ímpares se comparadas aos resíduos líquidos comuns. Entre os resíduos hospitalares encontram-se os efluentes gerados por clínicas de oncologia que possuem em sua composição substâncias genotóxicas. Os quimioterápicos podem causar inúmeros impactos, afetam a saúde e não são removidos do tratamento comum de água residuária. Com o intuito de caracterizar esses efluentes foram feitas análises físico químicas em efluente de duas clínicas de oncologia de Goiânia e comparação dos resultados com a legislação vigente e o esgoto comum. O efluente não apresentou diferença significativa entre o esgoto comum e os parâmetros analisados estavam de acordo com os limites exigidos pela legislação. Entretanto faz-se necessário a realização de análises ecotoxicológicas para avaliar a capacidade mutagênica do efluente.

ABSTRACT: Clinical wastewater containing substances uniques compared to common liquid waste. Among hospital waste effluents there are oncology clinics which have in their composition genotoxic substances. The chemotherapy can cause numerous impacts, affect health and are not removed from the common treatment of residual water. In order to characterize these effluents, two oncology clinics effluents of Goiânia were analyzed. Physical chemical parameters were plotted and comparisons with existing legislation and common sewers were made. The effluent showed no significant difference between the common drain and the parameters were analyzed according to the limits required by law. However it is necessary to carry out analyzes ecotoxicological to evaluate the mutagenic capacity of the effluent.

Palavras-Chaves: oncologia, efluente.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água despejada em mananciais superficiais é uma questão cada vez mais alarmante. Quando utilizada para diversos fins, como produção industrial, consumo doméstico ou com a finalidade de lazer, deve ser devolvida ao meio ambiente de forma a não prejudicar fauna e flora local. Ou seja, não deve causar impacto e deve ser devolvida de maneira a atender a legislação

existente. Um exemplo dessa preocupação é o Código Nacional de Saúde de 21 de janeiro de 1961 que trata sobre algumas vertentes das águas residuárias. No artigo 37 é perceptível esta atenção quando se lê: “águas residuárias de qualquer natureza (...) quando alterarem prejudicialmente a composição das águas receptoras devem receber tratamento prévio”.

Entretanto, em alguns casos as legislações não são suficientes para determinar todos os tipos de agentes nocivos presentes na água de despejo. Ou ainda, não tratam detalhadamente dos inúmeros parâmetros existentes. Como é o caso dos efluentes gerados por hospitais, que não possuem uma legislação específica. A única legislação onde é tratada esta questão é a resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 que apesar de dispor sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, não trata de parâmetros característicos de resíduos provenientes de hospitais.

Os resíduos hospitalares contêm substâncias impares se comparadas aos resíduos líquidos comuns. Materiais de risco biológico, tóxicos, radioativos ou ainda com potencial infeccioso são despejados diariamente por inúmeros hospitais (Pruss *et al*, 1999). O fator mais agravante é que quando não há um tratamento adequado deste tipo de resíduo, é possível a ocorrência de contaminações de mananciais de água potável, ou ainda sérios problemas à saúde pública (Augustinho e Ferreira, 2004).

Medicamentos, utilizados frequentemente pelos pacientes hospitalares, contêm substâncias biologicamente e quimicamente ativas que podem provocar alterações no meio ambiente. Mesmo quando presentes em concentrações mínimas as alterações podem levar a grandes impactos. Quimioterápicos, por exemplo, são substâncias genotóxicas que possuem o potencial de matar ou parar o crescimento de células vivas, características comuns de agentes mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos (World Health Organization, 2011).

Os quimioterápicos, ou ainda, drogas citostáticas são mais amplamente utilizadas em estabelecimentos especializados de oncologia, quimioterapia ou radioterapia no tratamento de câncer. Instituições que na maioria das ocasiões não possuem tratamento específico para resíduos líquidos e lançam as águas residuárias na rede coletora de esgoto. A ineficiência das estações de tratamento de efluente aliada à falta de tratamento específico deste tipo de serviço pode gerar sérios agravantes.

Vários tipos de fármacos são encontrados e quantificados em águas superficiais. Entre eles analgésicos, antibióticos, antiinflamatórios, hormônios e bloqueadores em concentrações na faixa de µg/L a ng/L (Billa e Dezotti, 2003). Especificamente, drogas citostáticas como isofamida e ciclofosfamida já foram encontradas em águas superficiais da Suíça em faixas de 50 a 170 pg/L (Buerge *et al*. 2006).

Outros quimioterápicos como fluorouracila, gemcitabina e difluorodeoxiuridina são emitidos em concentrações de 255 a 1250g/d de um hospital Suíço (Weissbrod *et al.* 2009). Substâncias que quando em contato com o ser humano podem causar danos como mutagenicidade, infertilidade, aborto e malformações congênitas, disfunções menstruais ou sintomas imediatos como tonturas, cefaléia, náusea, alterações de mucosas e reações alérgicas (Rocha *et al.*, 2004).

Exemplos como esses evidenciam a importância do estudo de efluentes oriundos de clínicas de oncologia. Dessa forma, este trabalho objetivou o estudo físico químico de efluente gerado por duas clínicas de oncologia do município de Goiânia e comparação com referências do esgoto comum, bem como limites da legislação Conama 430.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta foi realizada em duas instituições que prestam serviços de diagnóstico de prevenção e tratamento de câncer situada no município de Goiânia, GO. As instituições são denominadas como Clínica 01 e Clínica 02. As clínicas utilizam da aplicação de quimioterápicos para o tratamento e não dispõem de serviços de radioterapia. Os medicamentos não são manipulados no local de atendimento aos pacientes, são terceirizados e provenientes de laboratório especializado.

A amostragem foi realizada após estudo das instalações hidráulicas das instituições, sendo que o local determinado foi a última caixa de passagem de esgoto antes do lançamento na rede pública de coleta de efluente. Para que fosse obtida uma amostra representativa de todo o período de funcionamento da clínica, a metodologia escolhida foi a de amostra composta. O período de funcionamento das clínicas foi dividido em cinco (Figura 01) e as coletas objetivaram seguir estes períodos quando possível.



Figura 1: Intervalo de amostragem simples.

Para composição da amostra composta seguiu-se metodologia proposta pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2012) de acordo com a equação 1.

$$V_{al} = \frac{Q_i \cdot V_{am}}{Q_m \cdot n} \quad (1)$$

Onde:

V_{al} = Volume da alíquota

Q_i = Vazão instantânea

Q_m = Vazão média

V_{am} = Volume total da amostra

n = número total de alíquotas

Com a finalidade de obter o valor da vazão instantânea as caixas de passagem de efluente passaram por medição, interrupção do fluxo de efluente e cronometragem do tempo necessário para alcançar o volume pré-determinado. Para alcançar este objetivo a interrupção do fluxo ocorreu com auxílio de um tampão para a tubulação de saída. A medição da capacidade volumétrica foi obtida utilizando um volume conhecido de água. Com a cronometragem do intervalo necessário para que a quantidade liberada de esgoto alcançasse o volume previamente demarcado, foi possível quantificar o tempo.

A vazão foi então calculada seguindo a equação 2.

$$Q = \frac{V}{\Delta t} \quad (2)$$

Onde:

Q = Vazão

V = Tempo

Δt = Variação do tempo

Cada amostra simples foi retirada da caixa de coleta com auxílio do coletor, e transferida para frascos de polietileno, acondicionados a 4°C até composição da amostra composta. Antes do acondicionamento cada amostra simples foi submetida à medição momentânea de pH e temperatura utilizando sonda multi-parâmetros (marca YSI, modelo 650).

Após formulação da amostra composta os parâmetros foram analisados de acordo com a Resolução CONAMA nº 430/11 e estão descritos na Tabela 3.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos e metodologia utilizada para análise das amostras coletadas nas clínicas de oncologia de Goiânia.

Parâmetros Analisados	LQ	Metodologia
Arsênio total	0,002 mg/L	SM 3120 B
Bário total	0,005 mg/L	SM 3120 B
Boro Total	0,006 mg/L	SM 3120 B
Cadmio Total	0,001 mg/L	SM 3120 B
Chumbo Total	0,005 mg/L	SM 3120 B

Cianeto Livre	0,005 mg/L	SM 4500
Cobre dissolvido	0,003 mg/L	SM 3120 B
Cromo Hexavalente Total	0,01 mg/L	SM 3500 B
Cromo III	0,01 mg/L	SM 3120 B
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	0,20 mg/L	SM 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	0,03 mg/L	SM 5220 D
Estanho Total	0,021mg/L	SM 3120 B
Ferro dissolvido	0,04 mg/L	SM 3500 B
Fluoreto total	0,04 mg/L	SM 4500 B
Manganês total	0,007 mg/L	SM 3120 B
Mercurio total	0,0001 mg/L	EPA 7470 A
Níquel total	0,009 mg/L	SM 3120 A
Nitrogênio Amoniacal	0,02 mg/L	SM 4500
Óleos e graxas	1,0 mg/L	SM 5520
pH	0,02	SM 4500
Prata total	0,004 mg/L	SM 3120 B
Selênio total	0,002 mg/L	SM 3120 B
Sólidos suspensos	1,0 mg/L	SM 2540
Sólidos Suspensos Fixos	10 mg/L	SM 2540 E
Sólidos suspensos voláteis	1 mg/L	SM 2540
Sólidos Totais	1 mg/L	SM 2540
Sólidos Totais Fixos	1,0 mg/L	SM 2540
Sólidos Totais Voláteis	1,0 mg/L	SM 2540
Sólidos Sedimentáveis	0,1 mL/L.h	SM 2540 F
Sulfeto	0,05 mg/L	SM 4500

Legenda: LQ: Limite de Quantificação. SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition, 2005. EPA: Environmental Protection Agency.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de realizada a coleta, os seguintes dados das amostras simples (Tabela 2 e 3) e da amostra composta (Tabela 4) foram obtidos.

Tabela 2: Dados coletados das amostras simples da Clínica 01 no momento da amostragem

Coleta	Nº Pacientes	Hora	Vazão (mL/s)	pH	Temp.
1	0	07:20 - 09:30	2,5	8,25	25,63
2	3	10:00 - 11:30	3,7	8,27	25,96
3	5	11:42 - 14:45	1,82	8,23	26,95
4	6	15:10 - 16:23	4,56	8,12	26,31
5	2	16:30 - 18:53	2,33	8,23	25,69

Tabela 3: Dados coletados das amostras simples da Clínica 02 no momento da amostragem.

Coleta	Nº Pacientes	Hora	Vazão (mL/s)	pH	Temp. °C
1	6	7:40:00 - 7:47:00	47,61	7,77	23,27
2	14	9:27:00 - 9:30:00	111	7,71	23,6
3	11	11:53:22 - 11:56:46	99,5	7,1	26,19
4	7	14:40:33 - 14:46:33	55,6	7,14	26,98
5	7	16:35:47 - 16:41:18	55,4	7,4	25,75

Tabela 4: Resultado das análises físico-químicas da amostra composta.

Ensaio	Resultado Clínica 01	Resultado Clínica 02	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ
Arsênio total	< LQ	<LQ	mg/L	0,5	0,002
Bário total	0,007	<LQ	mg/L	5,0	0,005
Boro total	< LQ	<LQ	mg/L	5,0	0,006
Cádmio total	< LQ	<LQ	mg/L	0,2	0,001
Chumbo total	< LQ	<LQ	mg/L	0,5	0,005
Cianeto livre	< LQ	<LQ	mg/L	0,2	0,005
Cianeto total	< LQ	<LQ	mg/L	1,0	0,005
Cobre dissolvido	0,008	<LQ	mg/L	1,0	0,003
Cromo Hexavalente total	< LQ	<LQ	mg/L	0,1	0,01
Cromo III	< LQ	<LQ	mg/L	1,0	0,01
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	345,0	420,0	mg/L	NR	0,2
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	567,0	622,0	mg/L	NR	0,03
Estanho total	< LQ	<LQ	mg/L	4,0	0,021
Ferro dissolvido	0,232	0,131	mg/L	15,0	0,04
Fluoreto total	0,14	0,23	mg/L	10,0	0,04
Manganês total	0,014	<LQ	mg/L	NR	0,007
Mercúrio total	0,002	<LQ	mg/L	0,01	0,0001
Níquel total	< LQ	<LQ	mg/L	2,0	0,009
Nitrogênio amoniacoal	10,58	11,84	mg/L	20,0	0,02
Óleos e graxas	24,0	26,4	mg/L	Obs(a)	1,0
pH	7,96	7,58	--	5,0 a 9,0	0,02
Prata total	< LQ	<LQ	mg/L	0,1	0,004
Selênio total	< LQ	<LQ	mg/L	0,3	0,002
Sólidos suspensos totais	93,3	55	mg/L	NR	1,0
Sólidos suspensos fixos	65,4	38,5	mg/L	NR	1,0
Sólidos suspensos voláteis	27,9	16,5	mg/L	NR	1,0
Sólidos totais	565,0	515	mg/L	NR	1,0
Sólidos totais fixos	134,0	222	mg/L	NR	1,0
Sólidos totais voláteis	431,0	293	mg/L	NR	1,0
Sólidos sedimentáveis	12	0,5	mL/L.h	NR	0,1

Sulfeto	24,0	29,6	mg/L	1,0	0,05
Zinco total	0,065	0,015	mg/L	5,0	0,007

Legenda (L1): CONAMA 430/11 LQ: Limite de Quantificação. SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st. Edition, 2005. EPA: Environmental Protection Agency. Obs(a): Óleos Minerais até 20mg/L e óleos vegetais até 50mg/L. NR: Não Regulamentado.

A partir dos dados da Tabela 2 e 3 foi possível plotar os gráficos de variação de pH, temperatura e vazão do efluente de acordo com o período de funcionamento diário (Figura 2, 3 e 4).

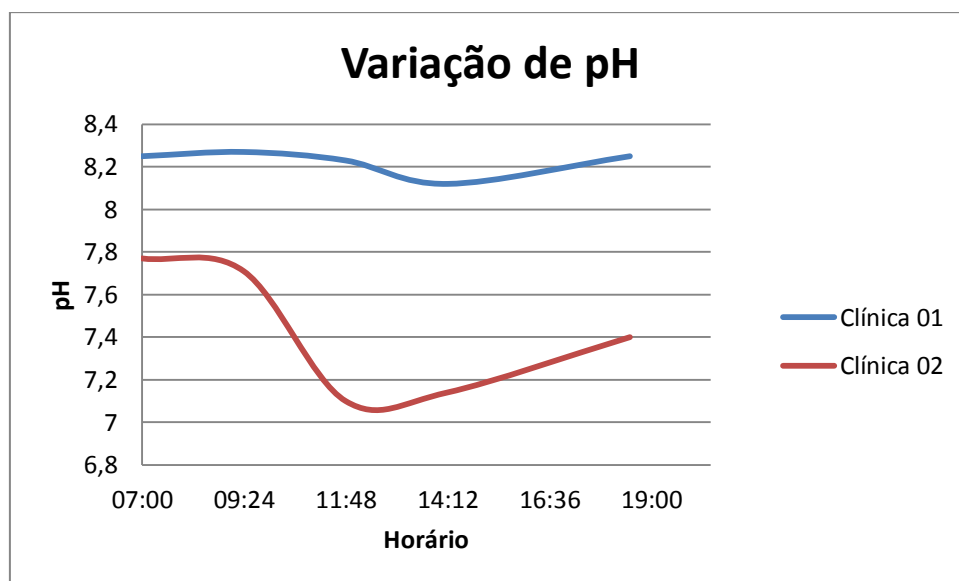


Figura 2: Variação de pH durante o período de funcionamento da clínica 1 e 2.

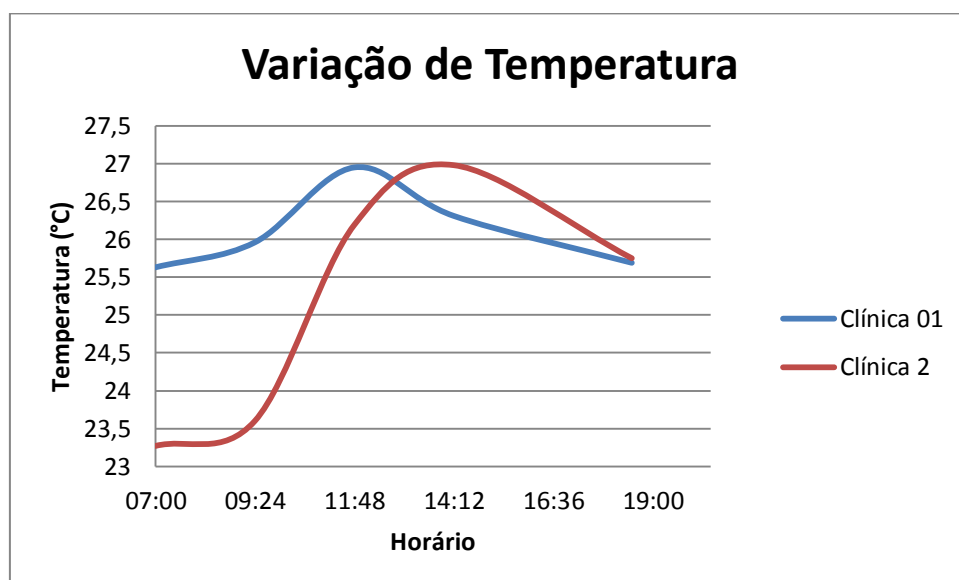


Figura 3: Variação de temperatura durante o período de funcionamento da clínica 1 e 2.

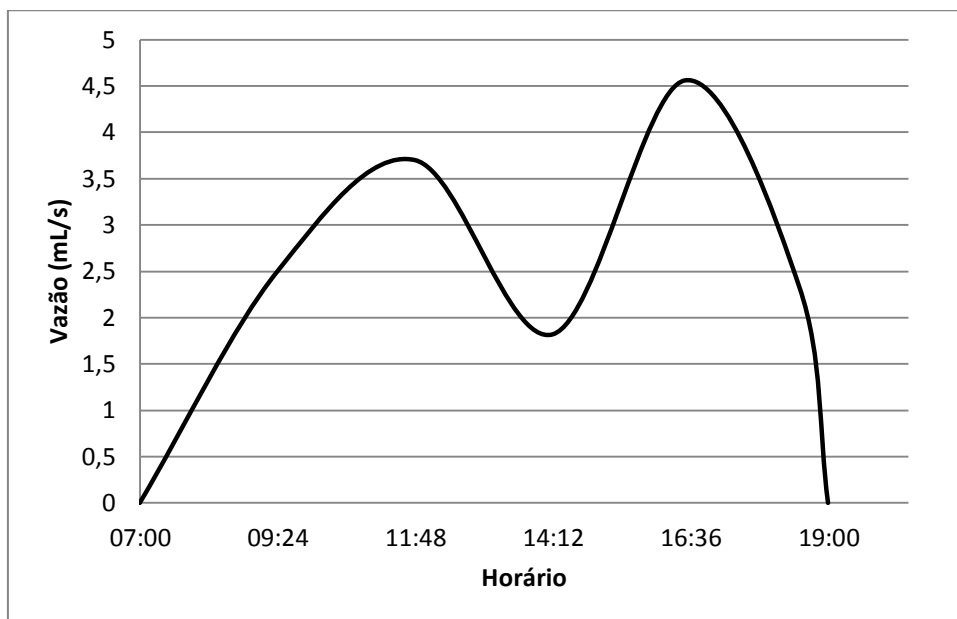


Figura 4: Variação de vazão durante o período de funcionamento da clínica 1.

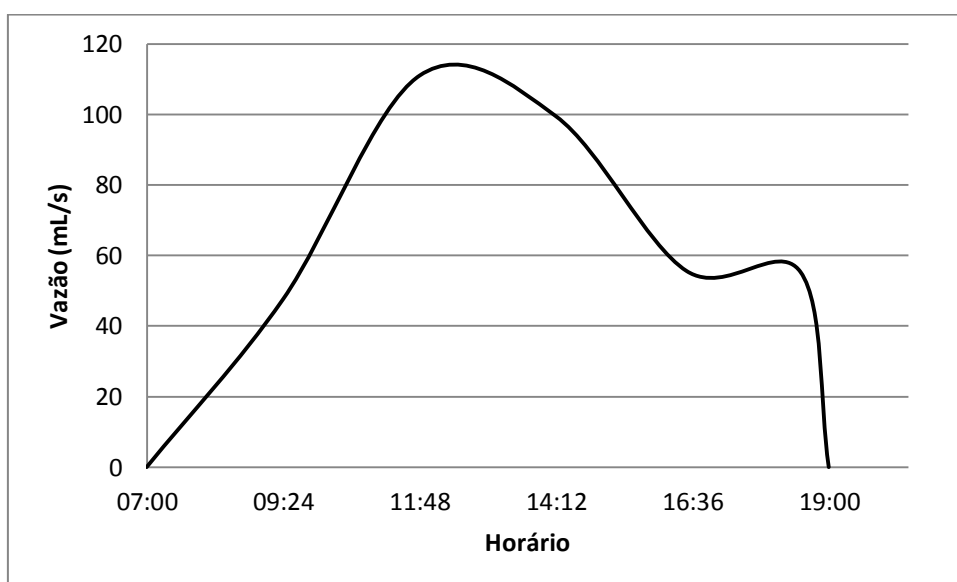


Figura 5: Variação de vazão do período de funcionamento da clínica 2.

A variação de pH de acordo com a Figura 2 foi muito pequena, entre o valor de 8,27 e 8,12 para clínica 01, e 7,14 a 7,77 para clínica 02 . A média entre os valores encontrados foi igual a 8,22 e 7,42, respectivamente, valores dentro dos limites da legislação Conama nº 430. O desvio padrão encontrado foi correspondente a 0,058 e 0,311, respectivamente.

A temperatura sofreu variações de acordo com as variações da temperatura ambiente (Figura 3). No período entre 11:00 e 13:00 a temperatura alcançou o seu máximo e valores pequenos foram encontrados durante o período matutino e próximo ao entardecer às 18:00. Assim como o pH o valor da temperatura também está dentro dos limites permitidos pela legislação.

A vazão da clínica 02 é muito maior que a vazão da clínica 01. Isto ocorre devido ao fato da clínica 02 ter maior atendimento de pacientes e ter instalações com capacidade superior. Outro ponto importante, é que enquanto a clínica 01 apresenta pico de vazão no período vespertino, a clínica 02 apresenta durante o período matutino. Isto é explicado de acordo com o número de pacientes. Enquanto a clínica 01 atendeu mais pacientes de manhã, a clínica 02 atendeu à tarde. É perceptível que no horário correspondente ao período de almoço, a vazão diminui na clínica 1, pois a maioria dos funcionários saem para o almoço, enquanto que na clínica 2 ocorre revezamento de funcionários.

Das análises físico-químicas da amostra composta todos os parâmetros encontram-se dentro dos permitidos na legislação. O único metal que apresentou concentração com valor maior foi o ferro, fato que se deve provavelmente ao material de constituição das tubulações das clínicas, que é composto por esse material. Outro metal com concentração quantificável foi o zinco, provavelmente porque pacientes de quimioterapia são aconselhados a consumirem alimentos ricos em zinco e muitas vezes recebem compostos vitamínicos derivados dessa substância (Massumoto & Coren, 2012). Isso ocorre porque muitos quimioterápicos atuam na fase de protease com compostos ativos de zinco, consumindo o zinco presente no organismo (Silva Jr & De Simone, 2001).

Ao analisar os valores de DBO e DQO é perceptível que o esgoto não pode ser lançado na forma bruta em um manancial superficial, pois são valores altos, indicativos de alta concentração de matéria orgânica. Como o esgoto é lançado em rede pública coletora que passa por tratamento físico-químico espera-se que os valores encontrados se aproximem do esgoto doméstico comum.

A concentração da DBO dos esgotos domésticos brutos tem um valor médio da ordem de 250-350 mg/L segundo Jordão e Pessoa (2011). Para os efluentes das clínicas 01 e 02 foram encontrados valores de 345 mg/L e 420 mg/L, respectivamente. Já segundo Metcalf e Eddy (2003), o valor médio de DQO para esgoto sanitário doméstico não tratado é de 500 mg/L, podendo ter uma variação na sua concentração de 250 a 1000 mg/L. Para o esgoto das clínicas 01 e 02 foram encontrados valores de 567 mg/L e 622 mg/L, evidenciando que este tipo de efluente não apresenta diferença significativa se comparado aos valores da literatura para o esgoto doméstico.

O valor da DBO será sempre inferior ao da DQO total do material biodegradável, visto que na degradação biológica a oxidação não é completa. Esta diferença resulta de que ao consumir material orgânico parte deste é convertido em novas bactérias e no final tem-se uma fração de material celular que não é oxidada, mesmo após um longo período de incubação. Esta massa orgânica resultante é denominada de resíduo endógeno. Segundo McCarthy e Brodersen (1962), esta parcela corresponde a cerca de 13% da carga orgânica inicial de modo que a DBO infinita equivale a 87% da DQO biodegradável. No caso de esgoto doméstico, a razão geralmente se situa na faixa de 1,8 a 2,2 (Fernandes, 1997). Para o esgoto das clínicas 01 e 02 as relações encontradas foram de 1,64 e

1,48, respectivamente, um valor ligeiramente menor que em geral encontrado para esgoto doméstico. Isso talvez pela maior presença de carga orgânica biodegradável do que carga inorgânica.

Segundo Von Sperling (2005) a variação da concentração de sólidos está exposta na Tabela 9:

Tabela 5: Concentração de sólidos em esgoto sanitário. Fonte: Von Sperling, 2005.

Parâmetro	Concentração	
	Faixa (mg/L)	Típico (mg/L)
Sólidos Totais	700 – 1350	1100
• Em suspensão	200 – 450	350
○ Fixos	40 – 100	80
○ Voláteis	165 – 350	320
• Dissolvidos	500 – 900	700
○ Fixos	300 – 550	400
○ Voláteis	200 – 350	300
• Sedimentáveis (mL/L.h)	10 – 20	15

Quando feita a comparação dos resultados da clínica 01e 02 com a faixa determinada por Von Sperling (2005), todos os parâmetros analisados estão abaixo da faixa proposta pelo autor. Evidenciando, que esse esgoto possui pequena quantidade de sólidos e segundo esse parâmetro pode ser lançado na rede pública sem prejuízo à estação de tratamento.

CONCLUSÃO

As clínicas, onde foram feitas as amostras, apresentaram características físico-químicas bem parecidas com o esgoto sanitário comum de acordo com a literatura. Além de apresentar todos os parâmetros analisados de acordo com a legislação CONAMA nº 430. Evidenciando que não há riscos de lançamento deste efluente em rede coletora de efluente de acordo com essas características. Todavia, apesar de não apresentar diferenças significativas na avaliação físico-química pode apresentar variação em ensaios como, por exemplo, o ecotoxicológico. Para uma melhor conclusão serão necessários testes toxicológicos, utilizando diferentes organismos para avaliar o teor mutagênico desse tipo de efluente, e indicar se há ou não riscos ambientais na falta de tratamento desta categoria de água residuária.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos, Brasília, DF: CETESB, 2011. Pg. 228-229.

AUGUSTINHO L., FERREIRA A. (2004) *Impactos ambientais dos efluentes líquidos hospitalares no rio Paraguai*, Cáceres, MT. V Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá, 2004.

BILLA, D. M. DEZOTTI, M.(2003) *Fármacos no meio ambiente*, Química Nova, Vol. 26, nº 4, pg. 523-530.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, *Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011*, disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/publicacoes/estatistica-e-informacao-em-saude/residuos-de-servicos-de-saude/RE%20CONAMA%20403-2011_Lancamento%20de%20Efluentes.pdf>, acesso: 28 mai. 2012.

BRASIL, Senado Federal, *Decreto nº 49.974-A, de 21 de janeiro de 1961*, disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=160292>>, acesso em: 29 jul. 2011.

BUERGE I. J. BUSER, H. R. POIGER T. MÜLLER, M. D. (2006) *Ocurrence and fate of the cytostatic drugs cyclophosphamide and ifosfamide in wastewater and surface waters*, Environ. Sci. Technol., Vol. 40, nº 23, pg. 7742-7250.

FERNANDES, C. (1997) *Esgotos Sanitários*, Ed. Univ./UFPB, João Pessoa.

JORDÃO, E. P; PESSOA, C. A. (2011) *Tratamento de esgotos domésticos*, 6ª Ed. Rio de Janeiro, ABES.

MASSUMOTO C. COREN, E. B. *Quimioterapia: Guia de orientação de pacientes em tratamento oncológico*, Medic Supply, Onco Center, disponível em: <http://www.oncocentermedicos.com.br/pdf/MedicSupply_GuiaQuimioterapia_v2.pdf>, acesso em: 01 jun. 2012.

Mc CARTHY, P.I, BRODERSON C. F. (1962) *Theory of extended aerations activated sludge*. J. Wat. Pollut. Control Fed. 34, pp. 1095-1103.

METCALF; EDDY. (2003) *Wastewater engineering treatment disposal reuse*. 4. ed. New York: McGraw-Hill.

PRÜSS A., TOWNEND K. (1999) *Management of Wastes from Health-Care Activities*, Geneve: World Health Organization, 1999.

ROCHA, F. L. R. MARZIALE, M. H. P. ROBAZZI, M. L. C. C. (2004) “*Perigos potenciais a que estão expostos os trabalhadores de enfermagem na manipulação de quimioterápicos antineoplásicos: conhecê-los para preveni-los*”, Revista Latino-Americana Enfermagem, v. 12, n. 3, Ribeirão Preto, maio/jun. 2004.

SILVA JR. F. P. DE SIMONE, S. G. *Protease como alvos de quimioterapia*, Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, nº 22, pp. 12-17, set/out 2001.

WEISSBROD, D. et al. (2009) *Mass flows of X-ray contrast media and cytostatics in hospital wastewater*, Environ. Sci. Technol., Vol. 43, nº 13, pg. 4810-4817.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, (2011), *Health impacts of health-care waste*, Water Sanitation Health: Medical Waste, disponível em: <

http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/020to030.pdf>, acesso em: 29 jul. 2011.