

USO DE ÁGUA EM LAVANDERIA DE HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE LONDRINA: ESTUDO DE CASO

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020921-934>

Matheus Trindade¹

Livia Nunes Buono²

Ricardo Nagamine Costanzi³



RESUMO

A conservação da água tem se tornado um dos maiores desafios atuais. Assim, este trabalho apresenta um diagnóstico de consumo de água e alternativas de tratamento dos efluentes gerados para fins de reuso em uma lavanderia de Hospital Público localizado no município de Londrina – PR. Esse estudo tem sua importância centrada na redução do consumo e reuso de água por meio de ações técnicas apropriadas e viáveis. Inicialmente, o efluente de lavanderia foi tratado por um sistema de separação por membrana de ultrafiltração de fibra oca. Porém, este processo de tratamento não atende os requisitos de reuso de água. Assim, foi proposto, projetado e determinado o custo de um sistema de biorreator a membrana com valor de R\$ 278.749,50 para reusar parte do efluente gerado. O tempo de retorno obtido foi de 25 meses caso o sistema operasse com apenas uma purga a cada 3 dias de operação e de 39 meses caso a purga fosse realizada a cada 2 dias.

Palavras-chave: Conservação de água. Lavanderia hospitalar. Reuso de água. Tratamento de efluentes.

¹ Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: matheustrindade@alunos.utfpr.edu.br.

² Engenheiro Ambiental formado pela Universidade Tecnológica do Paraná - UTFPR, Mestre em Engenharia Ambiental pela UTFPR. E-mail: liviabuono@hotmail.com.

³ Engenheiro civil formado pela UFSCAR. Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Docente da UTFPR. E-mail: ricardocostanzi@utfpr.edu.br.

WATER USE IN UNIVERSITY HOSPITAL LAUNDRY IN THE CITY OF LONDRINA: CASE STUDY

ABSTRACT

Water conservation has become one of the greatest challenges today. This work presents a diagnosis of water use and consume in a public University Hospital Laundry located in the city of Londrina - PR. The importance of this study is centered in the minimization of water consumption and water reuse through appropriate and feasible technical actions. Initially, the laundry wastewater was treated by a system of hollow fiber ultrafiltration membranes. However, this treatment process does not attend the water reuse requirements. Thus, it was proposed, designed and defined the cost of implementation of a membrane reactor system, estimated in R\$ 278,749.50 for reusing part of the wastewater generated. The pay-back of the investment was estimated in 25 months in case a purge were performed every 3 operation days and 39 months if the purge were performed every 2 days.

Key words: Water conservation. Hospital laundry. Water reuse. Wastewater treatment.



1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a escassez de água tem se tornado um dos objetos mais debatidos a nível mundial. A urbanização sem planejamento associada a problemas ambientais afeta negativamente os ciclos hidrológicos urbanos de água, elevando a demanda por água potável e agravando a escassez de recursos hídricos (SgROI et al, 2018).

O relatório Mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos Recursos Hídricos, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, 2019) apresenta mais de 2 bilhões de pessoas em países que possuem um alto estresse hídrico, e cerca de 4 bilhões em escassez severa de água durante pelo menos um mês do ano. Ainda afirma que os níveis de estresse aumentarão ainda mais, à medida que a demanda por água aumente e os efeitos da mudança climática se intensificarem.

Isso traz à tona uma das maiores preocupações que crescem nos grandes centros urbanos, o gerenciamento e o planejamento do uso de recursos hídricos associados ao esgotamento de águas superficiais e subterrâneas.

A atual gestão de recursos hídricos do Brasil está baseada na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), definida na Lei nº 9.433 de 1997, a chamada “Lei das Águas”. A PNRH estruturou, orientou e modernizou a gestão os recursos hídricos no Brasil. Foi a partir dessa lei que a gestão de recursos hídricos obteve avanços significativos no Brasil.

Dentre os diversos setores da economia e prestadores de serviços, uma importante área a ser estudada é o setor da saúde, mais especificamente, as edificações hospitalares, pois serviços de saúde consomem água intensivamente. Uma vez que os hospitais proporcionam assistência para as pessoas de uma comunidade, eles podem ser caracterizados por uma ligação inerente à responsabilidade social e às dimensões da sustentabilidade (Kinney, 2010; Lopes et al., 2019).

O valor diário de água requerido para hospitais efetuarem suas atividades varia de acordo com alguns fatores, como o número de leitos, serviços gerais realizados pelo hospital, como cozinha e lavanderia, disponibilidade de água, fatores climáticos, culturais e geográficos, entre outros (Verlicchi et al., 2010).

De acordo com Gautam et al. (2007), o consumo de água em hospitais varia entre 400 e 1.200 L dia⁻¹ leito⁻¹, excedendo muito o consumo doméstico mínimo de 100 L habitante⁻¹ dia⁻¹, segundo Emmanuel et al. (2009).

Neste contexto, optou-se por estudar a gestão de água de um hospital público, mais especificamente a lavanderia hospitalar, uma vez que este setor é responsável por uma parcela significativa de água em sistemas prediais hospitalares. Atualmente, uma das maiores preocupações das instituições públicas e privadas, incide do grande consumo de água relacionado aos seus elevados custos e impactos ambientais.

2 METODOLOGIA

2.1 Local

O estudo foi realizado em um Hospital Universitário localizado no município de Londrina/PR. O trabalho teve como base a caracterização do empreendimento para que fosse entendido o uso da água na Lavanderia. Durante esta etapa foram

realizadas visitas, entrevistas e os possíveis procedimentos para levantamento de dados em campo. Foram catalogados os pontos de consumo de água, identificando atividades consumidoras de água e vistoriada a detecção de vazamentos visíveis nos pontos de utilização.

2.2 Caracterização e consumo de água da lavanderia

O consumo de água foi levantado pelas características de cada máquina de lavar e respectiva capacidade de lavagem de roupa. Desta forma, foram observados e catalogados a quantidade de roupa lavada em massa (Kg) na lavanderia e os ciclos de cada máquina quanto ao consumo de água.

A lavanderia hospitalar possui três máquinas de lavar de porte industrial (60, 100 e 200kg de capacidade) em funcionamento. As máquinas realizam diferentes ciclos, que operam de forma automatizada. Os ciclos variam de acordo com o grau de sujidade da roupa a ser lavada.

Foram coletadas amostras de cada enxague para os ciclos de lavagem, desde as pesadas/cirúrgicas até as leves/cobertores. Foram medidos o pH, condutividade, turbidez, cor aparente, demanda química de oxigênio e sólidos suspensos totais antes e após o efluente ser tratado pela membrana de ultrafiltração.

2.3 Sistema de tratamento de biorreator de membrana (MBR)

O biorreator de membrana (MBR) combina o processo biológico de lodos ativados e o sistema de separação pela membrana de ultrafiltração. A membrana de ultrafiltração é diretamente imersa nos lodos ativados. Os lodos ativados são separados dos líquidos que passam através dos módulos de membrana.

A membrana escolhida para o sistema MBR foi a da RM 150 da Kubota, pois atende as características de vazão e qualidade do efluente necessários. Os dados utilizados neste trabalho foram encontrados nas especificações da membrana (Kubota, 2019).

Assim, o dimensionamento do sistema de tratamento foi realizado segundo Judd et al. (2011). As principais equações utilizadas para o dimensionamento foram:

$$SADm = \frac{Qa}{Am} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. esp , p. 921-934, fev. 2020

Q_a - taxa de aeração da membrana ($m^3 h^{-1}$) e
 A_m - área total da superfície da membrana (m^2).

$$SADp = \frac{Q_a}{J * A_m} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

J - fluxo médio da membrana ($L m^{-2} h^{-1}$).

$$M_o = Q (S - S_e) - 1,42 P_{x, bio} + 4,33 Q NO_x - 2,86 Q (NO_x - NO_e) \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

M_o - demanda de oxigênio para tratamento biológico;

Q - vazão de efluente da lavanderia ($m^3 d^{-1}$);

S - DQO de saída ($mg L^{-1}$);

S_e - DQO de entrada ($mg L^{-1}$);

$P_{x, bio}$ - massa de sólidos no reator biológico ($kg d^{-1}$);

NO_x - biomassa devido a nitrificação ($mg L^{-1}$);

NO_e - biomassa de saída (valor adotado = $2 mg L^{-1}$).

$$Q_{a, b} = \frac{M_o}{\rho (SOTE_{fina} * Y_{fina}) * O * \alpha * \beta * \Phi} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

Q_a - fluxo de ar

ρ - densidade do ar ($Kg m^{-3}$);

$SOTE_{fina}$ - padrão de eficiência de transferência de oxigênio, bolha de aeração fina ($\% m^{-1}$);

Y_{fina} - profundidade do aerador de bolha fina (m);

O - percentagem de massa de oxigênio no ar ($\%$);

α - relação de transferência de massa de oxigênio no lodo com a água pura (adimensional);

β - relação de transferência de massa de oxigênio dissolvido na operação com concentração de sólidos com a água pura (adimensional);

Φ - densidade de empacotamento da membrana ($m^2 m^{-3}$)

$$\mu n = \left(\frac{\mu_{nm} N}{K_n + N} \right) - k d n \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

μn – taxa de crescimento específico de bactérias nitrificantes (g novas células g⁻¹ células⁻¹ d⁻¹);

μ_{nm} – taxa de crescimento específico máxima de bactérias nitrificantes (g novas células g⁻¹ células⁻¹ d⁻¹);

N - concentração de nitrogênio (g m⁻³);

K_n - concentração de substrato a metade do valor máximo específico da taxa de utilização de substrato (g m⁻³);

$k d n$ - coeficiente de decaimento endógeno (gVSS g⁻¹ VSS⁻¹ d⁻¹).

Também foram realizados os cálculos e dimensionamentos da produção de biomassa, os volumes dos tanques aeróbio e anóxico, a biomassa ativa na zona anóxica, a taxa de retorno de lodo e a taxa de desnitrificação do sistema.

2.3 Análise do Período de Retorno financeiro

A equação 6 foi utilizada para determinar o período de retorno do investimento do sistema MBR para reúso de água na lavanderia hospitalar.

$$INV = (R - EL) * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n * i} \right] \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

R – receita (R\$)

EL – custos mensais com energia e manutenção do sistema, considerando a troca de membranas a cada 5 anos (R\$);

i - taxa de juros ao mês (0,5%);

Inv – Investimento (R\$);

n – meses.

A partir destes procedimentos foi realizado o projeto e o levantamento de custos associado a instalação de um MBR para possibilitar o reúso de água para os processos de lavagem em um sistema de lavanderia hospitalar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Consumo de água na lavanderia

O quadro 1 mostra a quantidade (kg) de roupas lavadas no hospital de janeiro a fevereiro de 2017. Foram divididas entre roupas de sujidade leve, as que não possuem presença de sangue e roupa de sujidade pesada, com presença de sangue, e o valor total. Além disso, mostra também as médias diárias de roupas (kg) com base na quantidade exata de dias contidos no mês. As médias diárias também foram divididas entre roupas de sujidade leve, pesada e valor total.

Quadro 1: Valores descritivos da quantidade de roupas lavadas mensalmente no hospital e médias diárias para todo o ano de 2017.

Mês	Quantidade de roupas lavadas (kg mês ⁻¹)			Média diária (kg d ⁻¹)		
	Leves	Pesadas	Total	Leves	Pesadas	Total
Janeiro	41.480	20.360	61.480	1.338,06	656,77	1.994,84
Fevereiro	41.540	18.460	60.000	1.483,57	659,29	2.142,86
Março	50.300	23.780	74.080	1.622,58	767,10	2.389,68
Abril	46.420	22.600	69.020	1.547,33	753,33	2.300,67
Mai	51.310	22.530	73.840	1.655,16	726,77	2.381,94
Junho	50.660	21.015	71.675	1.688,67	700,50	2.389,17
Julho	49.500	21.210	70.710	1.596,77	684,19	2.280,97
Agosto	45.720	22.800	68.600	1.474,84	735,48	2.212,90
Setembro	44.820	21.560	66.380	1.494,00	718,67	2.212,67
Outubro	45.860	21.550	67.410	1.479,35	695,16	2.174,52
Novembro	47.350	19.460	66.810	1.578,33	648,67	2.227,00
Dezembro	44.160	18.980	63.140	1.424,52	612,26	2.036,77
Média	46.593,33	21.192,08	67.792,08	1.531,93	696,52	2.228,66

Fonte: Dados fornecidos pelo Hospital.

Por meio da análise do quadro 1, pode-se afirmar que o mês de maior atividade na lavanderia no ano de 2017, foi março, tendo sido lavado um total de 74.080 Kg de roupas neste mês. Foi em março, também, o mês em que mais ocorreu a lavagem de roupas de sujidade pesada (23.780 Kg). O mês de maior quantidade roupas de sujidade leve lavadas foi junho (50.660 Kg), fato que coincide com o mês de maior consumo de água no ano de 2017.

Conhecidos os ciclos de lavagem de cada tipo de sujidade (cobertores, leve e pesada), foi possível calcular a quantidade de água gasta por ciclo de lavagem e a quantidade de água gasta para cada quilograma de roupa lavada. O cálculo foi realizado por meio da soma de etapas em que a água se encontra em nível baixo, médio ou alto para cada ciclo de lavagem. Posteriormente, para se encontrar o consumo de água por quilograma de roupa lavada, dividiu-se o valor total de água

gasto no ciclo completo, pela capacidade (Kg) da máquina. Os valores são expressos no quadro 2.

Quadro 2: Consumo de água por ciclo e consumo de água por kg de roupa lavada.

Ciclo de lavagem	Consumo de água (L) – Máquina de 200 Kg	Consumo de água (L) por Kg de roupa lavada
Cobertores	5.400	27
Sujidade Leve	5.400	27
Sujidade Pesada (cirúrgicas)	10.800	54

Fonte: Autor (2018).

Com base na média diária de quantidade de roupas lavadas de 2.228,66 Kg, sendo 696,52 Kg de roupas pesadas e 1.531,93 Kg de roupas leves, a lavanderia do HUL consome cerca de 80 m³ dia⁻¹ de água, o que equivale a aproximadamente 32% da totalidade de água consumida no hospital, estimada em 245 m³ dia⁻¹.

3.2 Membrana de ultrafiltração

O efluente foi tratado com um módulo de membrana de ultrafiltração de fibra oca. Foram obtidas características antes e depois do processo de separação por membranas (Tabela 1).

Tabela 1: Dados obtidos através da análise do efluente

	Efluente não tratado	Efluente tratado
Temperatura (°C)	15,8	15,7
pH	11,28	11,32
Condutividade elétrica (µS/cm)	653,2	646,4
Cor Aparente (UC)	403	14
Turbidez (UNT)	58,5	4,35
DQO (mg/L)	414	262

Fonte: Autoria própria

As análises foram feitas em triplicatas. A média foi realizada para obtenção do valor final. Os valores de cor aparente e turbidez apresentaram resultados satisfatórios, com eficiência de remoção maior que 90%. Os sólidos suspensos totais no sistema de membrana possuem eficiência próximos de 100%.

Os valores de DQO, estão acima dos valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 430/2011, mostrando a necessidade de um pós-tratamento para

que esse parâmetro viabilize o reúso de água. O pH está acima dos valores médios (recomendado entre 5 a 9), portanto seria necessário a acidificação do efluente.

Verlicchi et al. (2010) realizou extensa revisão bibliográfica abordando as características de efluentes de hospitais de diferentes tamanhos e países e reportou um valor médio típico de nitrogênio em efluentes hospitalares de 4 mg L⁻¹. Machado et al. (2012) realizou a caracterização do efluente bruto de uma lavanderia hospitalar localizada no Vale do Rio Pardo, onde as amostras foram coletadas diretamente na área de saída do efluente de uma das máquinas de lavar. As coletas foram diferenciadas em enxague composto, pré-lavagem, lavagem, amaciamento e amostra composta. A coleta foi realizada em triplicata, e os valores médios de nitrogênio total para cada etapa correspondem, respectivamente, a: 12,1 mg L⁻¹, 9,23 mg L⁻¹, 3,13 mg L⁻¹, 1,1 mg L⁻¹ e 6,6 mg L⁻¹.

Os valores de nitrogênio total encontrados neste estudo para os ciclos de lavagem efetuados na lavanderia hospitalar sem tratamento do efluente são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Valores de Nitrogênio total para as amostras brutas

Amostra	Nitrogênio total (mg/L)
1	13,87
2	14,02
3	9,95
4	7,64
5	7,51
Média	10,6

Fonte: Autor (2019)

O sistema de tratamento por membranas de ultrafiltração não é viável tecnicamente devido a necessidade de gerar efluentes com padrão reduzido de matéria orgânica e nitrogenada, bem como microbiológica adequada para uso nas máquinas de lavar.

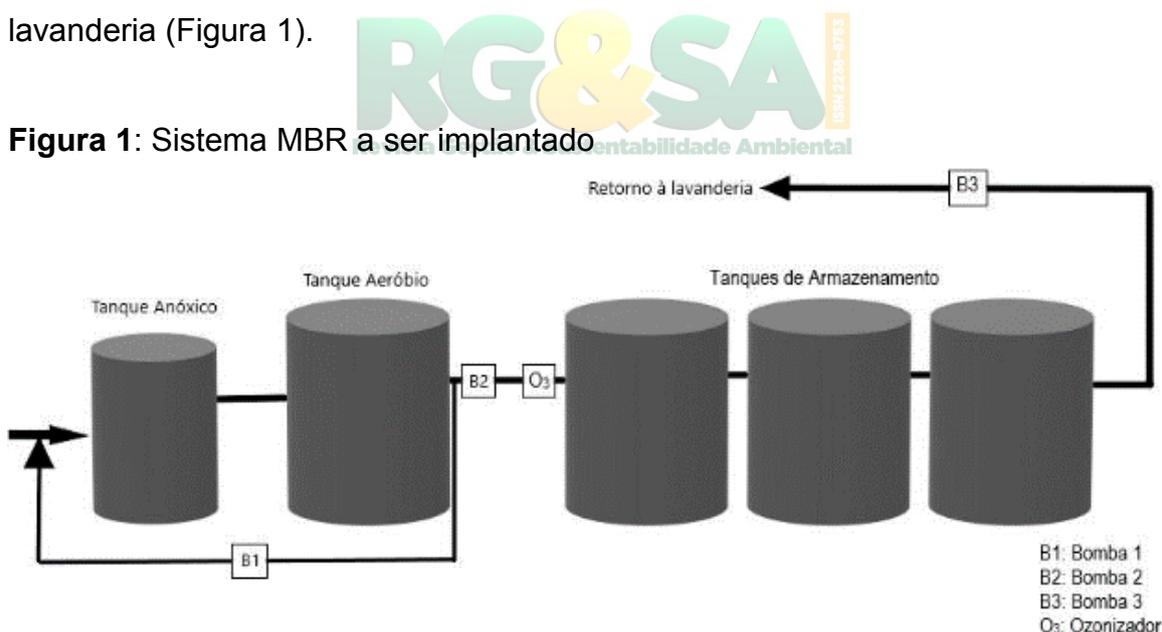
Desta forma, existe a necessidade de redução destes parâmetros com a utilização de um sistema MBR seguido de um sistema de desinfecção por ozônio. A partir desta proposta, foram levantados os custos de instalação e o período de retorno deste investimento com análise de período de 20 anos e juros de 0,5% ao mês.

3.3 Análise do sistema MBR

O processo de MBR é semelhante ao processo de lodos ativados convencionais, mas com uma eficácia maior. Por ser um sistema de fácil montagem, há a possibilidade de implantação e adequação no hospital.

O reator é até 80% fisicamente menor que nos processos convencionais. Uma das principais vantagens que a tecnologia MBR tem apresentado é a elevada qualidade do efluente tratado, gerando assim água de reúso. Outra vantagem é a maior degradação de poluentes, controle do tempo de retenção celular de forma independente do tempo de retenção hidráulica, plantas compactas e baixa produção de lodo (Judd et al., 2011).

O sistema proposto a ser instalado no hospital consiste em um tanque para o processo aeróbio de 20m³ e um tanque para o processo anóxico de 10m³, um aerador e uma membrana de ultrafiltração submersa. O sistema de reservação tem 60 m³ de volume, com processo de ozonização acoplado. Este sistema consegue tratar até 80% do efluente gerado através da lavanderia, e, portanto, seria viável a sua reutilização após a desinfecção por Ozônio para atingir padrões aceitáveis de reúso de água para lavanderia (Figura 1).



Fonte: Autor (2019)

3.4 Custo total de implantação do sistema MBR

A Tabela 3 apresenta o custo de implantação do sistema MBR após o dimensionamento do sistema de MBR seguido de um sistema de ozonização industrial.

Tabela 3 - Custo de implantação do sistema MBR

Material	Preço (R\$ - junho 2019)
Tanque de polietileno de 10m ³	4.210,90
4 x Tanque de polietileno de 20m ³	36.883,60
Soprador CRE-04	4.536,00
Membrana Kubota RM 150	86.175,00
Ozonizador	57.231,00
Bomba 1	7.800,00
Bomba 2	1.196,00
Bomba 3	3.859,43
Laje Radier (40m ²)	56.201,00
Materiais hidráulicos	9.030,60
Encanadores	9.600,00
Total	276.726,53

Fonte: Autor (2019)

Obeve-se um custo relativamente alto de implantação de R\$ 276.726,53. Porém, uma vez comparado à quantidade de água a ser reutilizada, associado a economia de consumo proporcionado, torna-se nítida a eficiência e a importância da implantação do sistema de MBR no hospital.

A lavanderia hospitalar consome cerca de 80 m³ dia⁻¹ de água, este setor é responsável por cerca de 32% do consumo de água do hospital, acarretando num custo de aproximadamente R\$ 29.427,00 por mês.

Para o correto funcionamento do sistema, é necessária a realização de no mínimo uma purga dessa água tratada a cada 3 dias. Pois a quantidade de sólidos dissolvidos no efluente aumenta conforme o número de ciclos do sistema de tratamento proposto. A membrana de ultrafiltração retém apenas sólidos suspensos. Na tabela 4 é apresentado os valores de tempo de retorno para o sistema operando com uma purga a cada 1, 2 e 3 dias, respectivamente.

Tabela 4 – Valores de tempo de retorno e economia mensal de acordo com a quantidade de purgas do sistema.

	Economia mensal (R\$)	Tempo de retorno (meses)
Purga a cada 1 dia	3.542,27	101
Purga a cada 2 dias	7.956,35	39
Purga a cada 3 dias	11.878,99	25

Fonte: Autores

As alternativas de purga a cada 2 e 3 dias são mais atrativas financeiramente. A alternativa de purga a cada dia teria a vantagem de permitir uma operação do sistema mais flexível, porém, com uma economia menor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia do tratamento de efluentes por MBR já vem sendo utilizada há mais de uma década pelo mundo, e está se tornando cada vez mais popular. A tecnologia MBR está sendo bem empregada e desenvolvida inclusive no Brasil, mostrando resultados adequados ao reuso de água.

Quanto ao tratamento para reuso de água apenas pela membrana de ultrafiltração, a qualidade de água apresentou resultados insatisfatórios na redução de DQO solúvel e NTK. Já o sistema MBR permite uma redução de mais de 90% da demanda química de oxigênio e a diminuição de mais de 80% do nitrogênio total kjeldahl. Considera-se também reduções significativas de mais de 90 % na cor aparente, turbidez e sólidos suspensos presentes no efluente.

O efluente tratado com complementação do ozônio poderia ser utilizado em diversos outros setores do hospital, como para a proteção contra incêndios, descarga sanitária, limpeza externa dos prédios e hospital, lavagem dos estacionamentos e ruas do pátio, além de servir também de irrigação de áreas verdes.

Porém, um local que demanda uma grande quantidade de água é a própria lavanderia. Assim, este efluente tratado pelo sistema MBR pode ser utilizado no enxague das roupas sujas por exemplo, em que o sangue é predominante, preservando o uso de água limpa apenas nos processos de enxagues finais para minimizar o risco de contaminação hospitalar.

O reuso de água pelo sistema MBR possibilita reutilizar cerca de 80% da água consumida na lavanderia, gerando uma economia na faixa de R\$ 3.500,00 a 11.800,00 ao mês, dependendo da quantidade de purgas no sistema de tratamento. O período de retorno do sistema MBR para lavanderia hospitalar proposta neste trabalho varia entre 25 a 39 meses, para purgas a cada 2 e 3 dias respectivamente.

Portanto, a implantação do sistema MBR seguido da desinfecção por ozônio em lavanderias industriais é possível tecnicamente e dependendo da frequência de purga do sistema ou da inserção de água nova, pode-se obter períodos de retorno de 1 a 3 anos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução no 357 , de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário oficial [da União], Brasília, DF, 16 mai. 2011. p. 89.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 72p., 1997.

EMMANUEL, E.; PIERRE, M. G.; PERRODIN, Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. **Environment International** 35 718–726, 2009.

GAUTAM, A.K.; KUMAR, S.; SABUMON, P.C. Preliminary study of physico-chemical treatment options for hospital wastewater. **Journal of Environmental Management**, 83, pp. 298-306, 2007.

JUDD, S.; JUDD, C.. **The MBR book: principles and applications of membrane bioreactors for water and wastewater treatment**. 2 ed. Oxford: Elsevier/Butterworth-Heinemann. Burlington, MA. 519p., 2011.

KINNEY L. Socially responsible hospitals focus on sustainability, **Trustee** 63 (4), 36. 2010.

KUBOTA. **Submerged membranes unit**. RM series. Disponível em: < <https://www.kubota.com/products/solutions/lineup/>> Acesso em: 12 jan. 2019.

LOPES, C. M.; SCAVARDA, A. J.; CARVALHO, M. N. M.; VACCARO, G.; KORZENOWSKI, A. L. Analysis of Sustainability in Hospital Laundry: **The Social, Environmental, and Economic (Cost) Risks**. **Resources**, 8(1), 37, 2019.

MACHADO, Ê. L.; LUTTERBECK, C. A.; SCHWAICKHARDT, R. O.; STRAATMANN, A.; KERN, D. I.; ZERWES, F. V.; KIST, L. T.; LOBO E. A. Eletrooxidação no tratamento de efluente de lavanderia hospitalar. **Caderno de Pesquisa. Série Biologia**. v. 24, p. 35-46. 2012.

SGROI, M., VAGLIASINDI, F. G. A., ROCCARO, P. Feasibility, sustainability and circular economy concepts in water reuse. **Environmental Science and Health** 2: 20 – 25. 2018.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2019. Disponível em: <
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276_por?posInSet=2&queryId=fa5e9bfb-2f91-44ad-8dab-065598a7cadf>. Acesso em: 13 out. 2019.

VERLICCHI, P., GALLETI, A., PETROVIC M., BARCELÓ, D. Hospital effluents as a source of emerging pollutants: an overview of micropollutants and sustainable treatment options. **Journal Hydrol.** 389: p. 416-428, 2010.

