

II-074 - AVALIAÇÃO DO CUSTO E DO TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO DE UM SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA DE RESFRIAMENTO DOS CONDENSADORES DO LABORATÓRIO FÍSICO-QUÍMICO DO SENAI-CIC

Débora Evelyn da Rosa Fermino⁽¹⁾

Tecnóloga em Processos Ambientais (UTFPR). Especialista em Gestão e Tecnologias Ambientais na Indústria, pela Faculdade SENAI-PR.

Rodrigo Augusto Franco de Oliveira Zawadzki

Tecnólogo em Química Ambiental (UTFPR). Mestre em Química pela Universidade Federal do Paraná (PPGQ/UFPR). Professor do SENAI Cidade Industrial de Curitiba.

Juliene Paiva Flores

Tecnóloga em Química Ambiental (UTFPR). Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial pelo SENAI/UFPR/Universität Stuttgart. Professora do SENAI Cidade Industrial de Curitiba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Senador Accioly Filho, 298 – Cidade Industrial – Curitiba - PR - CEP: 81270-220 - Brasil - Tel: (41) 9722-6024 - e-mail: debora487@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade avaliar a viabilidade de um sistema de reuso de água, a partir da água utilizada nos condensadores para a extração de Óleos e Graxas (OG) e para o ensaio de Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK), no laboratório físico-químico do SENAI-CIC. Para isto, propõem-se um sistema de captação da água dos condensadores e reutilização da mesma no próprio laboratório, para a lavagem de vidrarias. Sendo assim, foram realizadas análises quantitativas, físico-químicas e microbiológicas na água da torneira utilizada na lavagem das vidrarias e na água de saída dos condensadores (água de reuso). Estas análises demonstraram que a água eliminada nos condensadores pode ser usada diretamente na lavagem das vidrarias, pois tem características semelhantes com a água da torneira usada na lavagem. O estudo para a implementação do sistema de reuso foi realizado através da avaliação dos investimentos necessários nas adequações da infraestrutura do laboratório e no retorno do investimento, onde foi obtido um investimento de R\$ 5.161,18, e estimou-se que em aproximadamente 6 anos o valor investido retornaria.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso de água, laboratório físico-químico, condensadores, lavagem de vidrarias.

INTRODUÇÃO

O reuso de água é uma forma de se manipular o ciclo da água, criando alternativas para reduzir a utilização da mesma, e minimizar a descarga de efluentes em corpos d'água. Portanto é uma tendência crescente considerar a reutilização da água como um componente indispensável da gestão integrada dos recursos hídricos e desenvolvimento sustentável, aplicando-o tanto em áreas com deficiência de água como em regiões com abundância (EPA, 2004).

A água de reuso pode ser usada de várias formas como, por exemplo, na agricultura, onde o montante corresponde a 70% do total de consumo do Brasil. Essa demanda expressiva, associada à escassez de recursos hídricos, leva a considerar essa atividade como prioritária em termos de reuso de efluentes tratados. Quando o efluente é devidamente tratado pode ser usado em culturas de alimentos não processados comercialmente (consumidas cruas); culturas de alimentos processados comercialmente (pomares); culturas não alimentícias (pastos, forragens, etc.) (FILHO et al., 2007).

Já o uso industrial de água corresponde a aproximadamente 20% do consumo brasileiro, sendo que 10% dessa demanda é extraída diretamente de corpos d'água. Sendo assim, a prática de reuso industrial pode ser estendida na produção de água para caldeiras, em sistemas de resfriamento, em lavadores de gases, e também água de processos (FILHO et al, 2007).

De acordo com Marckmann et al. (2012), os destiladores de água em laboratório químico são grandes fontes de desperdício de água. Neste estudo os autores identificaram que em média são gastos 25 L de água da rede para gerar 1 L de água destilada. Os autores concluem que, se mantida a média de 18 h/semana de uso do destilador, serão necessários 3 anos para recuperar o custo de implantação do projeto. Neste caso a viabilidade poderá melhorar na medida em que esta estrutura possa servir a mais de um laboratório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É um projeto que não requer grandes custos financeiros, considerando os materiais necessários para um reservatório de 500 L, os autores estimaram um investimento de R\$ 339,29, sendo que por ano o gasto com água desperdiçada no destilador é de R\$ 120,00.

Segundo Marisco et al. (2014), a água usada em destiladores apresentam grande potencial de reuso, e no estudo os autores afirmam a falta de uma padronização para avaliar a qualidade desse efluente. Os resultados obtidos foram comparados com padrões de potabilidade de água, de lançamento de efluentes em corpos hídricos e com a normalização brasileira sobre aproveitamento de água de chuva. O trabalho avaliou as condições dos equipamentos de destilação de 8 laboratórios, onde o volume de efluente gerado em 1 h de produção de água destilada varia de 70,4 a 201,6 L, e o volume gerado antes de iniciar a destilação é entre 11,2 a 71,5 L. Foi também caracterizado a oferta e a demanda por água nos laboratórios da Universidade de Passo Fundo, como também quantificado o tempo em que cada laboratório fica com a torneira aberta para lavagem de vidrarias, sendo o tempo mais alto de 21 h/semana. Para esse laboratório com maior consumo, existe um potencial de redução de 24,2% no consumo de água potável com o emprego do sistema de reuso. Os autores concluem que todo efluente gerado pode ser reutilizado para fins não potáveis, e que um dos laboratórios pode ter uma redução de 100% da sua própria demanda.

Outro exemplo de reuso de água em laboratório foi o estudo realizado por Silva et al. (2012) com o objetivo de reutilizar a água de refrigeração de destiladores para lavagem de vidrarias nos laboratórios de ensino do IFMT-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Os autores observaram que o destilador produz 815,6 L/mês de água destilada, e consome 22790 L/mês. O mesmo estudo mostrou que a maioria dos colaboradores entrevistados dos laboratórios do IFMT concordaram com a instalação do projeto de reuso, trazendo assim benefícios sustentáveis para a universidade.

Os autores Nakagawa et al. (2008), Ramos (2009), Silva et al. (2010), Gomes et al. (2011) e Vergara (2012) também analisaram o potencial de reuso de água em laboratórios, sendo que a grande maioria são projetos dentro de universidades. No entanto nos últimos dois anos foram poucas publicações nesta área.

Por fim, a maioria dos projetos de reuso de água em laboratório diz respeito aos destiladores de água, pois é um processo que consome muita água potável. Entretanto, no laboratório físico-químico do SENAI CIC não é utilizada a destilação de água, e sim filtros de resina que fazem deionização por troca iônica. Por isso, a fonte principal de desperdício neste laboratório são os condensadores de resfriamento, além do grande consumo na lavagem das vidrarias.

O laboratório físico-químico do SENAI CIC tem uma grande demanda pelos ensaios de Óleos e Graxas Totais, e Nitrogênio Kjeldhal total. Pode se afirmar que praticamente 80% das amostras que chegam ao laboratório possuem estes ensaios, sendo assim um volume de análises considerável mensalmente, em média de 120 análises de NTK/mês e 100 análises de OG/mês. Portanto são ensaios que consomem grande volume de água potável em sua realização, ou seja, no resfriamento dos condensadores. Por esse motivo estudar a viabilidade de reuso dessa água é importante para diminuir o consumo de água potável.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é avaliar a viabilidade de um sistema de reuso de água a partir da água potável utilizada nos condensadores para os ensaios de Óleos e Graxas (OG) e para o ensaio de Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK). O projeto consiste em estudar a possibilidade de implementar um sistema de captação da água dos condensadores e reutilizar a mesma no próprio laboratório, para a lavagem de vidrarias.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para obter-se a vazão consumida pelos condensadores de OG e NTK foram realizadas três medições, nos dias 03/03, 04/03 e 05/03/2014, utilizando um copo de bquer de 2 L e um cronômetro. A vazão foi então calculada

conforme a equação 1, onde Q é a vazão em m³/h, V o volume (L) aferido no béquer e t o tempo cronometrado (s).

$$Q = (V/t) \cdot 3,6 \quad \text{equação 1.}$$

Adotando a equação 2, obtém-se o consumo mensal de água no condensador, onde C é o consumo mensal em m³/mês, Q é a vazão (m³/h), t_o é o tempo de operação do condensador (h/dia) e d é o número de dias em que o condensador é utilizado (dia/mês).

$$C = Q \cdot t_o \cdot d \quad \text{equação 2.}$$

Por fim, o gasto mensal de água nos condensadores foi calculado pela equação 3, onde G_a é o gasto mensal com água em R\$/mês, C é o consumo mensal (m³/mês) e v_a é o preço (R\$/m³) de água potável cobrado pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná).

$$G_a = C \cdot v_a \quad \text{equação 3.}$$

Já o cálculo do consumo de energia elétrica da chapa de aquecimento utilizada nos ensaios de OG e NTK foi realizado conforme equação 4, onde E é o consumo de energia elétrica em kW.h, P é a potência do equipamento (VA), t o tempo de funcionamento do equipamento (h) e 6,5 x 10⁻⁴ o fator de conversão da unidade de potência para quilo Watt (kW).

$$E = P \cdot t \cdot 6,5 \cdot 10^{-4} \quad \text{equação 4.}$$

A partir dos dados de consumo de energia elétrica das chapas aquecedoras foi possível calcular o gasto mensal conforme equação 5, onde G_{ee} é o gasto mensal com energia elétrica em R\$/mês, E é o consumo de energia elétrica (kW.h) e v_{ee} é o preço (R\$) cobrado pelo kW.h pela COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica).

$$G_{ee} = E \cdot v_{ee} \quad \text{equação 5.}$$

A temperatura da água de saída dos condensadores foi medida com um termômetro devidamente calibrado. Foram realizadas três leituras, sendo uma no início de cada ensaio, no tempo médio e no final do ensaio. Foram realizadas as leituras nos dias 03/03, 04/03 e 05/03/2014. Uma média das temperaturas foi considerada para a temperatura de saída da água.

A qualidade da água dos condensadores foi comparada com a água utilizada na lavagem das vidrarias, sendo realizada em três dias na semana durante os meses de Junho e Julho/2014. A coleta foi com frascos de plástico de 0,5 L para ensaios físico-químicos, além de frasco devidamente esterilizado para o ensaio de bactérias heterotróficas. Os parâmetros avaliados constam na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros avaliados.

Parâmetro	Seção Standard Methods 22 ^a ed.	Princípio do método	Unidade
pH	4500-H+ B	Potenciométrico	--
Condutividade	2510 A	Potenciométrico	µS/cm
Alcalinidade Total	2320 B	Titulométrico	mgCaCO ₃ /L
Dureza Total	2340 C	Titulométrico	mgCaCO ₃ /L
Contagem de bactérias heterotróficas	9215 B e Normatização CETESB L 5 201	Incubação/contagem de colônias	ufc/mL

LEVANTAMENTO DE ITENS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO

Foi verificado o caminho por onde a água eliminada dos condensadores percorre, bem como as condições de espaço para captar a água e armazenar. Sendo assim, foram levantados orçamentos para verificar o custo inicial do projeto. Para o orçamento dos materiais foi considerado três empresas líderes no mercado de materiais de construção em Curitiba, PR.

O consumo diário estimado para lavagem de vidrarias foi calculado segundo a equação 6, onde C_t é consumo total em L, C_d consumo diário em L, e multiplicado por 2 dias de intervalo entre as lavagens.

$$C_t = C_d \times 2 \quad \text{equação 6.}$$

ANÁLISE DE RETORNO DE INVESTIMENTO

O método utilizado para considerar o tempo de retorno do investimento é convencional, onde as receitas estão relacionadas à economia pela reutilização da água através da equação 7, onde E_c é a economia de água na lavagem em R\$, e 12 o número de meses no ano.

$$R = E_c \times 12 \quad \text{equação 7.}$$

Os cálculos são baseados em um custo fixo de investimento pré-operacional, onde foi considerado a taxa Selic de 5% a.a. (taxa mínima de atratividade) para o cálculo do VPL – Valor presente líquido que é um indicador de viabilidade, se o projeto é atrativo ou não. A equação 8 mostra o cálculo desse indicador.

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad \text{equação 8.}$$

Na equação 8, i é a taxa de desconto, j é o período genérico ($j = 0$ a $j = n$), percorrendo todo o fluxo de caixa, FC_j é um fluxo genérico para $t = [0... n]$ que pode ser positivo (ingressos) ou negativo (desembolsos), $VPL(i)$ é o valor presente líquido descontado a uma taxa i e n é o número de períodos do fluxo.

Também foi considerado o cálculo de retorno de investimento (payback), onde é possível obter o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido, esse cálculo é feito pela ferramenta matemática de semelhanças de triângulos, baseado no fluxo de caixa acumulado. A Figura 1 exemplifica o gráfico da relação do fluxo de caixa acumulado (FC) ao longo do tempo. A equação 9 descreve este cálculo, onde BC é a altura do triângulo maior, AB a base do triângulo maior, EC a altura do triângulo menor e, por fim, DE a base do triângulo menor.

$$BC/AB = EC/DE \quad \text{equação 9.}$$

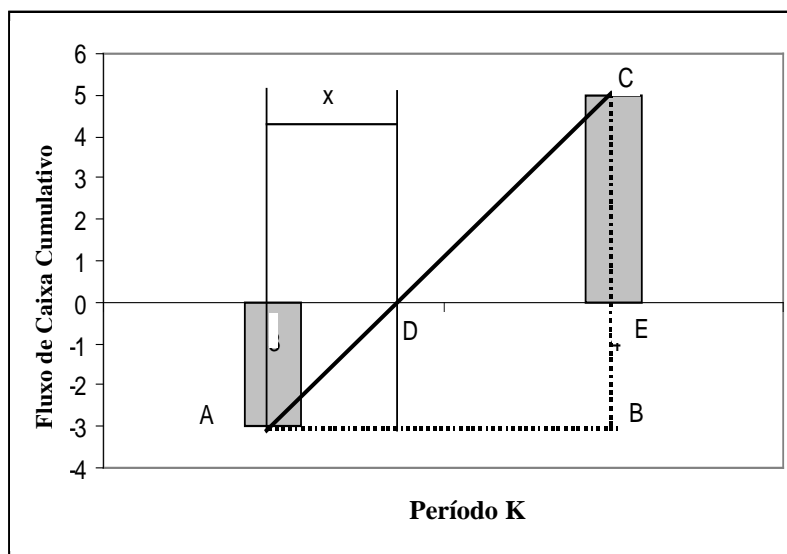


Figura 1. Modelo genérico do gráfico para cálculo do retorno de investimento (payback).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento da vazão da água liberada pelos condensadores de OG e NTK e pelas equações 1 a 5, foi possível estimar a quantidade de água que pode ser reaproveitada. O mês de consumo foi calculado para 20 dias úteis, pois são ligados os condensadores de segunda a sexta-feira. Ambos os condensadores têm a mesma vazão, diferenciando no consumo total/mês, porque o tempo que eles ficam ligados é diferenciado, o ensaio de OG precisa permanecer ligado por cerca de 5 h/dia, já o condensador de NTK é por um tempo menor, de 2 h/dia, levando em consideração a demanda semanal do ensaio.

O valor médio cobrado pela COPEL do kW.h é R\$ 1,95. O valor cobrado pela SANEPAR pelo m³ de água é R\$ 4,81. A Tabela 2 mostra a quantidade de água consumida em média num mês. Se somado os gastos de água e energia nos dois condensadores NTK e OG, o valor é de R\$ 140,01.

Tabela 2. Consumo e gastos com água e energia elétrica nos condensadores do laboratório físico-químico, e consumo de água na lavagem das vidrarias.

Condensador	Vazão (m ³ /h)	Consumo de água (m ³ /mês)	Gastos com água (R\$/mês)	Consumo de energia elétrica (kW.h/mês)	Gastos com energia elétrica (R\$/mês)
OG	0,12	12	57,72	40,6	79,17
NTK	0,12	4,8	23,08	31,2	60,84
Total	---	16,8	80,8	71,8	140,01
Lavagem das vidrarias	0,38	20,1	96,68	--	--

Utilizando novamente as equações 1 a 3, foi medido o consumo de água na lavagem de vidrarias. Foi identificada uma média de 3 h/dia utilizando as torneiras abertas durante 5 dias/semana, totalizando 15 h/semana e 60 h/mês. Levando em consideração as vidrarias que ficam de molho em água (frascos de coleta que ficam de molho para facilitar a lavagem), chegou-se no valor de 20,1 m³/mês de água, gerando um valor médio de R\$ 96,68 com essa atividade. A Tabela 2 resume estes dados.

VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NOS CONDENSADORES

Conforme Figura 2 pode-se observar a variação da temperatura da água com o tempo dos ensaios nos condensadores. Tanto para o ensaio de NTK como para o ensaio de OG a variação foi semelhante, não chegando a 35 °C. Por essa pequena variação é possível utilizar canos para água fria no sistema de reuso, já que o cano de PVC convencional (marrom) suporta até 45 °C. A diferença na escala de tempo da Figura 2 é devido aos ensaios necessitarem de tempos de execução diferentes, onde o condensador de OG fica ligado por cerca de 5 h (reta tracejada), enquanto o condensador de NTK fica ligado por aproximadamente 1 h (reta contínua). Porém as retas variam da mesma forma, subindo a temperatura no início do ensaio e depois se estabilizando até o término.

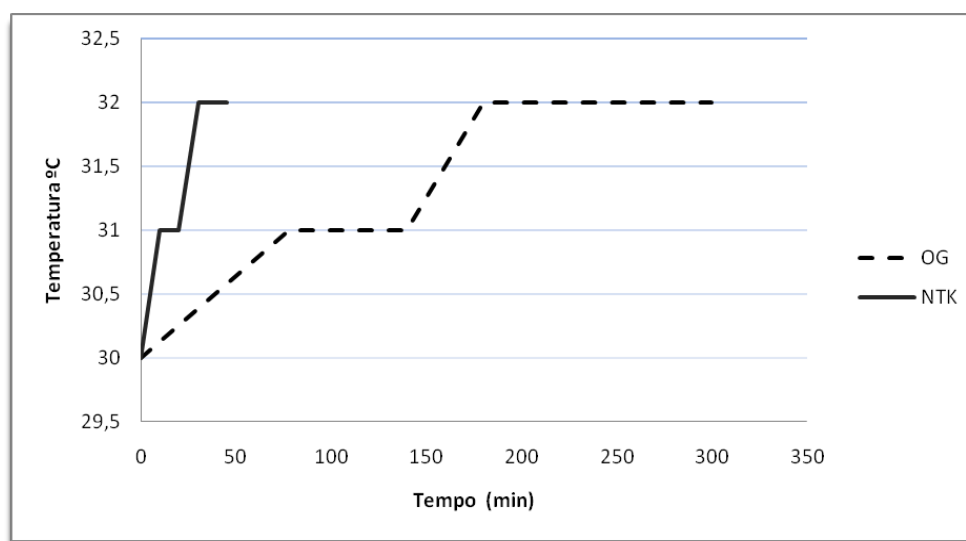


Figura 2. Variação da temperatura da água pelo tempo de funcionamento dos condensadores.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA REUSO

Foram realizadas um total de 12 análises, três por semana, durante um mês. A escolha dos parâmetros foi de acordo com a finalidade do reúso desta água. Como o intuito é reutilizar a água na lavagem das vidrarias, foram considerados os possíveis interferentes na espuma (lavagem), como grandes concentrações de cálcio e magnésio (Dureza Total). Após a lavagem, as vidrarias passam por um banho ácido, por esse motivo a análise de alcalinidade total e pH, visando garantir que não haverá inibição deste banho por neutralização. Por fim, com o passar do tempo, os condensadores ficam esverdeados devido à grande quantidade de bactérias heterotróficas, pois a água parada no condensador facilita este crescimento. No entanto, os mesmos são lavados bimestralmente.

A literatura não define um padrão para a água usada na lavagem de vidrarias de laboratório, portanto para poder justificar que a qualidade da água liberada nos condensadores está adequada para o reúso, foi realizado uma comparação com a água da própria torneira onde é realizada a lavagem. Com as análises realizadas na água, é possível identificar a necessidade ou não de um pré-tratamento da mesma antes da reutilização. Segue na Tabela 3 a média entre os ensaios, e as Figuras 3, 4, 5 e 6, apresenta os valores obtidos em cada ensaio.

Tabela 3. Ensaios qualitativos na água dos condensadores e da torneira de lavagem de vidrarias. Os resultados estão representados pela média e desvio padrão da série de medições realizadas.

	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Alcalinidade (mgCaCO_3/L)	Dureza (mgCaCO_3/L)	Bactérias Heterotróficas (UFC/ml)
Condensador OG	$7,46 \pm 0,38$	$108,24 \pm 4,72$	$15,10 \pm 1,40$	$31,48 \pm 1,92$	$5.665,44 \pm 14.781,7$
Condensador NTK	$7,72 \pm 0,37$	$108,18 \pm 4,47$	$14,97 \pm 2,10$	$30,83 \pm 0,99$	$8.442,78 \pm 13.828,1$
Torneira Lavagem	$7,36 \pm 0,34$	$108,78 \pm 6,13$	$14,88 \pm 1,66$	$31,48 \pm 0,58$	$114,78 \pm 168,7$

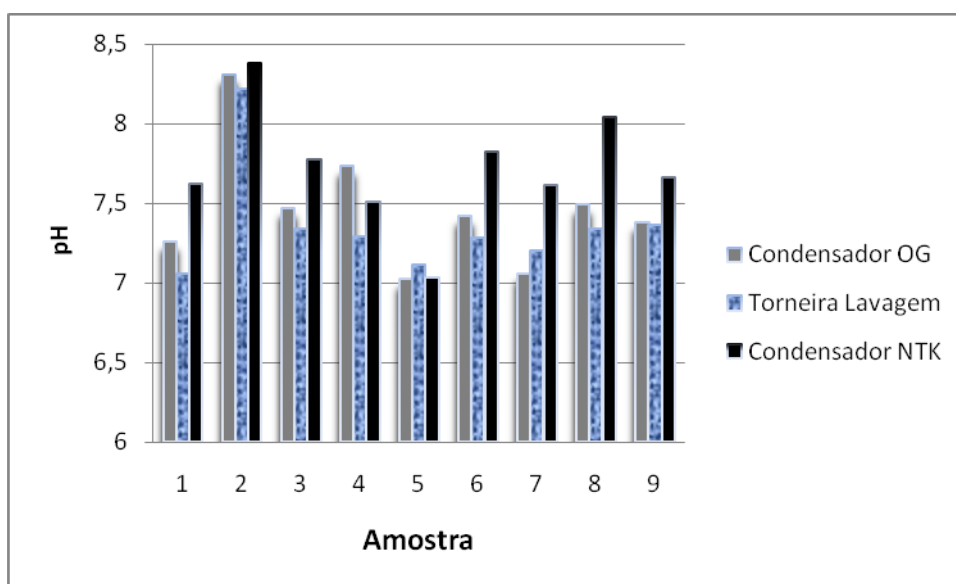


Figura 3. Variação do pH da água de alimentação dos condensadores e da pia de lavagem de vidrarias.

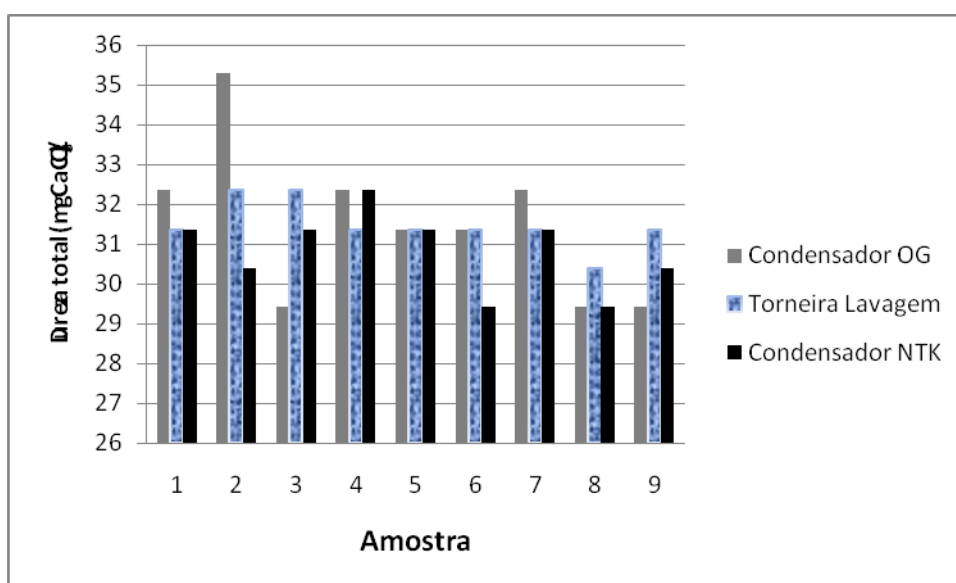


Figura 4. Variação da dureza total da água de alimentação dos condensadores e da pia de lavagem de vidrarias.

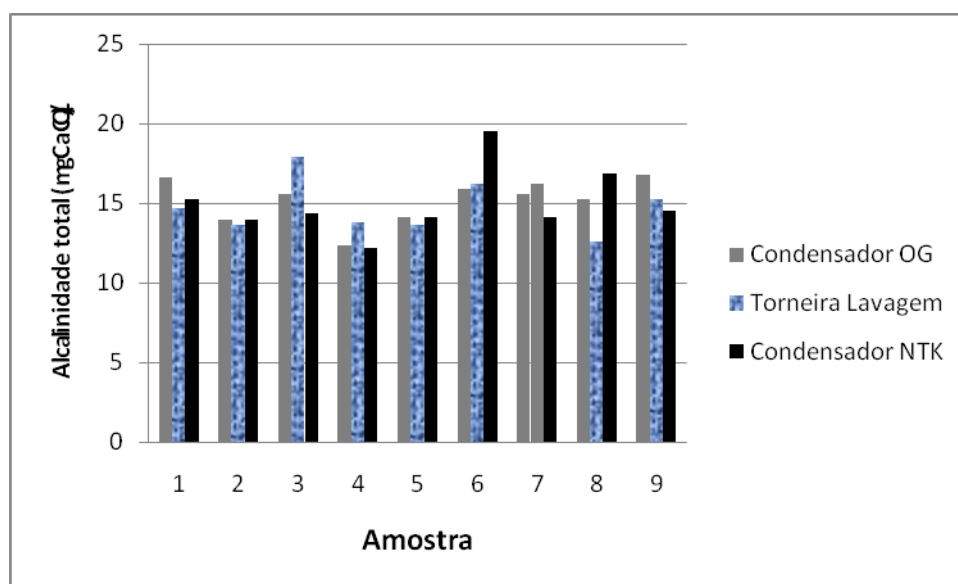


Figura 5. Variação da alcalinidade total da água de alimentação dos condensadores e da pia de lavagem de vidrarias.

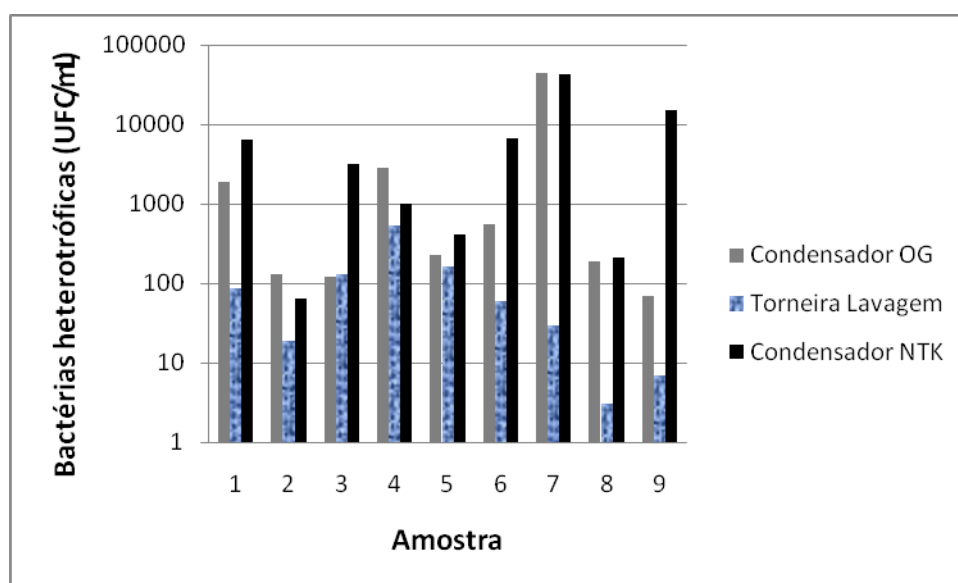


Figura 6. Variação do número de bactérias heterotróficas da água de alimentação dos condensadores e da pia de lavagem de vidrarias.

De acordo com as médias apresentadas na Tabela 3, bem como nas Figuras 3, 4 e 5, observa-se uma mínima variação da qualidade da água com relação aos ensaios físico-químicos. Porém, não se pode dizer o mesmo para a contagem de bactérias heterotróficas, conforme Figura 6.

As amostras foram coletadas de condensadores recém-lavados, e de condensadores que estavam em uso por algum tempo, portanto a variação da quantidade de bactérias heterotróficas está diretamente relacionada a lavagem dos condensadores. Em um mês de uso o condensador já começa a ficar todo esverdeado, característico da presença dessas bactérias, por isso é feita uma lavagem bimestral. Desta forma, os resultados representam a realidade do laboratório, onde é feita a manutenção na limpeza dos condensadores, nem sempre a cada dois meses devido ao grande volume de ensaios mensais.

Conforme Figura 6, quando o condensador é recém-lavado, a contagem de bactérias heterotróficas chega a 65 UFC/mL, e quando está extramamente carregado esse valor atingiu $4,5 \times 10^4$ UFC/mL.

Os resultados obtidos sobre a qualidade da água proveniente do resfriamento dos condensadores, é possível afirmar que é viável a sua reutilização para a lavagem de vidrarias, pois os resultados do efluente gerado nos condensadores se aproximaram bastante dos resultados da água da torneira de lavagem, no aspecto físico-químico. Em relação à qualidade microbiológica, uma pré-cloração no sistema de reuso desta água seria o suficiente para diminuir as bactérias heterotróficas. Desta maneira, não fica comprometido o processo de limpeza das vidrarias do laboratório utilizando uma água de menor qualidade.

DIMENSIONAMENTO E LEVANTAMENTO DOS CUSTOS PARA EXECUÇÃO DO PROJETO

Como a estratégia de reuso proposta objetiva a lavagem de vidrarias dentro do mesmo laboratório onde existem os condensadores de OG e NTK, a distância para direcionar a água de reuso não é um problema, sendo de aproximadamente 20 m. Para isto, serão necessários tubos, conexões, reservatório inferior e superior, bomba submersa, suporte de concreto para o reservatório elevado e mão de obra especializada para execução da obra.

Com os dados da quantidade de água utilizada na lavagem de vidrarias, foi possível estimar o tamanho dos reservatórios. O consumo diário estimado para lavagem de vidrarias é de 1005 L, e conforme a equação 6 obteve-se o valor de consumo total de 2010 L. Considerando que o reservatório inferior deve armazenar 60% da demanda, e o superior 40%, o reservatório inferior deve ter capacidade para 1206 L, e o superior 804 L. Adotando um limite de segurança foram considerados dois reservatórios de 2000 L.

A Tabela 4 mostra os principais materiais necessários para a execução do projeto. Foram adotadas quantidades aproximadas de 25 m de tubo PVC, 6 joelhos e 12 luvas. O orçamento foi realizado em três empresas líderes no mercado, e adotado a média de preço.

Tabela 4. Custo dos materiais para implementação do sistema de reuso de água no laboratório físico-químico.

Materiais	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Subtotal (R\$)
Reservatório tipo caixa d'água de 2000 L	2	712,00	1.424,00
Tubo PVC água fria 50 mm e conexões	25 m, 6 joelhos e 12 luvas	1.286,02	1.286,02
Bomba submersa 0,5 cv	1	238,90	238,90
Suporte em concreto para reservatório elevado	1	2.212,26	2.212,26
Total (R\$)		5.161,18	

ANÁLISE DO INVESTIMENTO E RETORNO DO INVESTIMENTO

A projeção para o fluxo de caixa foi calculada no período de 2014 a 2020. Como o custo de água para lavagem de vidrarias é de R\$ 96,68 como mostra a Tabela 2, com a aplicação do projeto esse valor seria a economia de água. Sendo assim, a receita foi calculada para uma economia anual de R\$ 1.160,16, conforme equação 7.

A Tabela 4 mostrou os custos fixos pré-operacionais, com base nesses valores foi possível calcular a viabilidade econômica deste projeto de reuso. Considerando apenas o investimento inicial aplicado, foi

possível verificar a viabilidade financeira do projeto num período de 6 anos. A Figura 7 permite visualizar melhor o resultado.

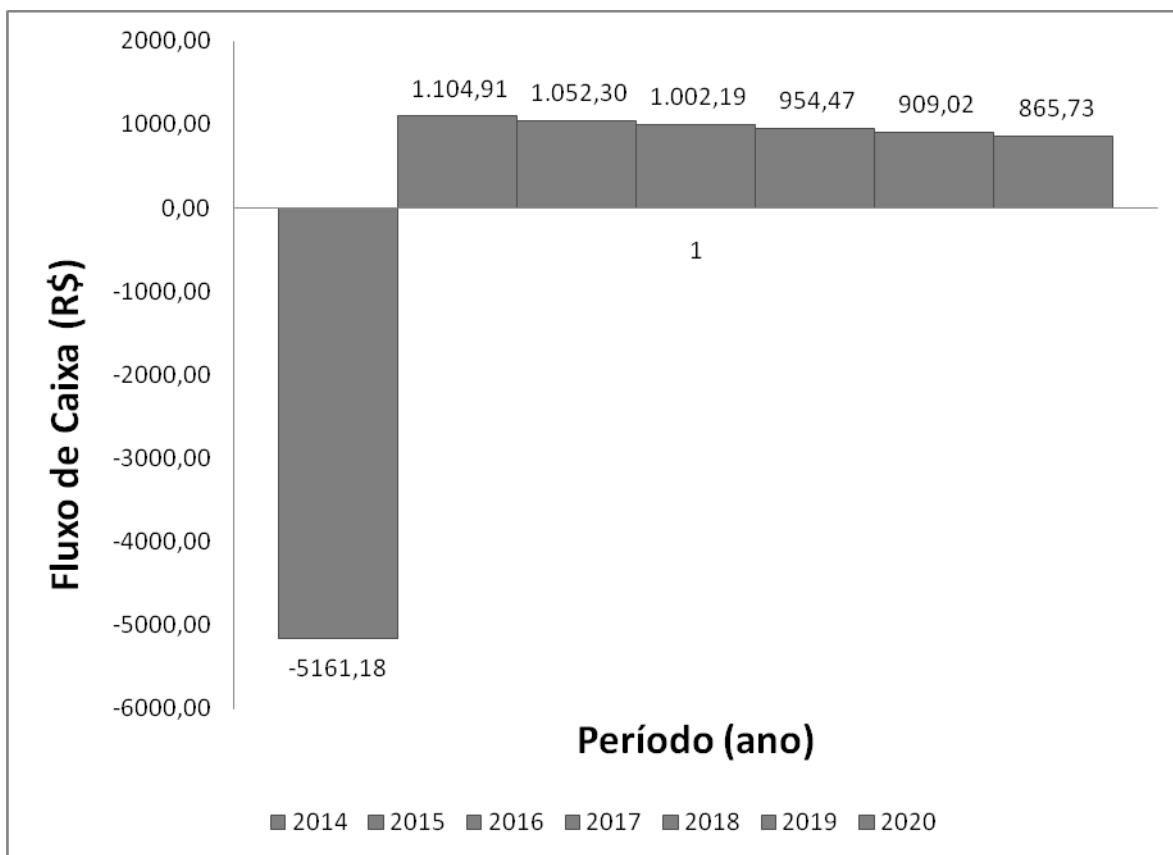


Figura 7. Projeção dos fluxos de caixa para a implementação e operação do sistema de reuso de água.

Cada coluna do gráfico na Figura 7 indica o fluxo de caixa para cada ano após o investimento inicial, se somados os fluxos de caixa nos anos de 2015 a 2020 o valor é de R\$ 5.888,61, onde é maior do que o valor investido, ou seja, é o momento em que o investimento é compensado.

No caso do payback a ideia é a mesma, como mostra a Tabela 5. Através do fluxo de caixa de cada ano é possível chegar ao período de retorno do investimento, através da equação 9 foi possível calcular que o tempo de retorno será em 6 anos.

Tabela 5. Cálculo do retorno do investimento do sistema de reuso de água dos condensadores do laboratório físico-químico.

Período K (anos)	Fluxo de Caixa (R\$)	Valor Recuperado com K parcelas (R\$)
1	1.104,91	1.104,91
2	1.052,30	2.157,21
3	1.002,19	3.159,40
4	954,47	4.113,87
5	909,02	5.022,89
6	865,73	5.888,61

CONCLUSÕES

Através do presente trabalho foi possível avaliar a viabilidade de usar água de reuso no processo de lavagem de vidrarias no laboratório físico-químico do SENAI – CIC. A água de reuso proveniente do resfriamento de condensadores presente no laboratório é fonte de desperdício quando eliminada diretamente na rede de esgoto, mas após a avaliação de sua qualidade mostrou-se uma alternativa para minimizar o consumo de água potável na lavagem das vidrarias.

A análise qualitativa demonstrou que a água eliminada nos condensadores pode ser usada diretamente na lavagem das vidrarias, pois tem características semelhantes com a água da torneira usada na lavagem.

O estudo para execução do projeto estima que em 6 anos aproximadamente o valor investido retornaria, comprovando sua adequada viabilidade financeira.

Com base nesse estudo é possível afirmar que o reuso de água é uma das melhores maneiras de otimizar processos, diminuir o consumo de água potável, como também diminuir a quantidade de efluente gerado, é um exemplo e uma sugestão para que demais laboratórios, ou qualquer outro setor, possam aplicar o reuso de água em suas rotinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 22^a ed. Washington: Publication Office American Public Health Association, APHA, AWWA, WPCP, 2012.
2. CETESB. Contagem padrão de colônias de bactérias – método L5-201. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, São Paulo, SP, 1978.
3. EPA. Guidelines for Water Reuse. Environmental Protect Agency, USA, 2004.
4. FILHO, K.Z.; GARCIA, L.A.V.; PORTO, M.F.A.; PORTO, R.L.L. Reuso da Água. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2007.
5. GOMES, M.C.R.L.; PEDRO, J.P.B.; OLIVEIRA, C.A.S. Análise do uso da água e a viabilidade de reuso nos laboratório de pesquisa do IDSM em Tefé-AM. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé-AM, 2011.
6. MARCKMANN, K.; TUBINO, R.M.C.; KRELING, M.T.; CAMPINI, D.B. Proposta para redução de desperdícios ambientais numa Universidade Pública – Projeto de reutilização de água de destiladores no CT – Leamet. 3^o Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves-RS. Abril, 2012.
7. MARISCO, L.V.; FERNANDES, V.C.; CAVAGNI, M.V.; FERNANDES, L.C.; FERNANDES, J.C. Reuso de efluentes provenientes de aparelhos destiladores. Revista CIATEC – UPF, vol.6, p.p. 37-47. Passo Fundo – RS, 2014.
8. NAKAGAWA, A.K.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K.P.O. Estudo dos equipamentos consumidores de água – destiladores. 25^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 2008.
9. RAMOS, P.C. Professor de Química cria aparelho para reaproveitar água da destilação. Universidade de Brasília-UnB. Brasília, 2009.
10. SILVA, A.C.; QUEIROZ, M.T.A.; MONTE MOR, C.A. Reaproveitamento do efluente dos destiladores do laboratório de pesquisa ambiental do Unilestemg. Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Minas Gerais, 2010.
11. SILVA, M.; SILVA, K. S.; ANGELINI, L.P.; OLIVEIRA, A.P. Reuso da água de refrigeração de destiladores para lavagem de vidrarias em laboratórios de ensino do IFMT Campus Cuiabá Bela Vista. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia-GO. Novembro, 2012.
12. VERGARA, L.W.B. Sistema de reaproveitamento de água dispensada no processo de destilação no laboratório J-12 Campus Medianeira. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira-PR, 2012.