



II-095 - APLICAÇÃO DO PLANO DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Luciano Farias de Novaes⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Pesquisador da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Cristina Filomena P. Rosa Paschoalato⁽²⁾

Engenheira Química pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professora Pesquisadora da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Bruno Moreira da Silva⁽³⁾

Aluno de Iniciação Científica do curso de Engenharia Química da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Lacyr João Suerzut⁽⁴⁾

Mestrando do curso de Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Bento Carlos nº 672. Centro. São Carlos – SP. CEP: 13.560-660. e-mail: luciano@thesis.eng.br

RESUMO

Um programa de conservação e reúso de água – PCRA é composto por um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água na unidade industrial, que devem ser detalhadas a partir da realização de uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, com base na viabilidade técnica e econômica de implantação das mesmas. A implantação de um PCRA pelo setor industrial reverte-se em benefícios econômicos que permitem aumentar a eficiência produtiva, tendo como conseqüências diretas a redução do consumo de água, a redução do volume de efluentes gerados e, como conseqüências indiretas, a redução do consumo de energia. Assim, desenvolveu-se o presente trabalho que teve como objetivo elaborar alternativas para compor o abastecimento de água na indústria de laticínios COLASCRIC, situada no município de São Carlos – SP. Foram realizados ensaios para determinação das características químicas das águas residuárias dos diversos processos de produção da indústria, entre eles na lavagem dos caminhões, máquinas de empacotamento, efluente total da indústria e efluente após o tratamento com reator lodo ativado. Foi constatado que dentre as águas residuárias analisadas as amostras da terceira e quarta lavagem dos caminhões que transportam o leite das fazendas até o laticínio apresentaram os menores valores dos parâmetros químicos referentes a carga orgânica. Ou seja, tais águas residuárias apresentam potencial para serem reutilizadas em usos menos nobres. O efluente bruto de todos os processos da indústria apresenta eficiência de 98,3% na remoção de matéria orgânica, mostrando que a água residuária após o tratamento também pode ser reutilizada dentro da indústria para usos menos nobres. De posse dos resultados pode-se constatar que existem alternativas para o reúso das águas residuárias dos processos produtivos da indústria, o que potencializa benefícios ambientais (redução do lançamento de efluentes nos mananciais e redução da captação de águas superficiais e subterrâneas), econômicos (redução nos custos pelo uso da água advinda das concessionárias) e sociais (melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade).

PALAVRAS-CHAVE: Laticínios, Economia de água, Tratamento de Efluentes.

INTRODUÇÃO

Um programa de conservação e reúso de água – PCRA é composto por um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água na unidade industrial, que devem ser detalhadas a partir da realização de uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, com base na viabilidade técnica e econômica de implantação das mesmas.

A implantação de um PCRA pelo setor industrial reverte-se em benefícios econômicos que permitem aumentar a eficiência produtiva, tendo como conseqüências diretas a redução do consumo de água, a redução do volume de efluentes gerados e, como conseqüências indiretas, a redução do consumo de energia, de produtos químicos, a otimização de processos e a redução de despesas com manutenção. Na maior parte dos casos, os períodos de retorno envolvidos são bastante atraentes.



Para análise da implantação do reúso de efluentes na indústria, há duas alternativas a serem consideradas. A primeira delas refere-se ao reúso macro externo, definido como o reúso de efluentes provenientes de estações de tratamento administradas por concessionárias ou outras indústrias. A segunda é o reúso macro interno, definido como o uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria. A prática de reúso interno pode, ainda, ser implantada de duas maneiras distintas: reúso em cascata e reúso de efluentes tratados. No caso do reúso em cascata o efluente gerado em um determinado processo industrial é diretamente utilizado em um processo subsequente, devido ao fato das características do efluente disponível serem compatíveis com os padrões de qualidade da água a ser utilizada. O reúso de efluentes tratados consiste na utilização de efluentes que foram submetidos a um processo de tratamento (CIRRA/FCTH, 2003).

A água decorrente de precipitação pode representar uma alternativa para compor o abastecimento de água de uma indústria, podendo ser reaproveitada para fins menos nobres através da implantação de sistemas que permitam a captação, tratamento e armazenamento (FENDRICH & SCHERER, 2003).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998), a NBR 5626 permite a utilização de águas pluviais no interior de edificações, para abastecimento dos pontos de consumo, onde o requisito de potabilidade não se faça necessário. A água não potável pode ser utilizada para a descarga de bacias sanitárias e mictórios, limpeza de pisos e calçadas, no combate a incêndios, torres de resfriamento de ar condicionado, entre outros.

A indústria de laticínios utiliza grandes quantidades de água em seu processo produtivo, o que inclui água para lavagem de veículos que efetuam o transporte da unidade produtora de leite até os centros de beneficiamento, lavagem de pisos e unidades de armazenamento e água destinada a unidades de resfriamento. Sendo assim, a implantação de um PCRA através do reúso, em cascata ou de efluente tratado, para tais fins mostra-se uma possibilidade viável economicamente, proporcionando sustentabilidade para o processo e reduções no consumo de água e nos volumes a serem tratados.

Assim, desenvolveu-se o presente trabalho que teve como objetivo elaborar alternativas para compor o abastecimento de água na indústria de laticínios COLASCRIC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foram realizadas vistorias na indústria de laticínios COLASCRIC, situada no município de São Carlos – SP, visando diagnosticar se existia perdas físicas durante o processo de produção. Também foi levantado um fluxograma da produção para o entendimento do processo bem como apontar os locais onde o uso da água não necessita de uma qualidade potável.

Foram realizadas análises físico-químicas da qualidade da água efluente de alguns processos de produção. No levantamento em campo foi constatado que os caminhões que traziam leites tipo B e C das fazendas passavam por quatro (04) lavagens, sendo realizadas análises dos efluentes destas lavagens. Também foram realizadas análises na água residuária da lavagem dos maquinários de empacotamento dos leites tipo B e C.

A indústria conta com um tratamento de efluentes composto por flotador seguido de reator do tipo lodos ativados. Assim, foi coletado amostras do efluente bruto da fábrica antes e após o tratamento, com o intuito de verificar a potencialidade de reúso desta água.

RESULTADOS

Após uma inspeção visual para verificar se ocorria perdas físicas de água no processo da indústria constatou-se que não ocorria. A indústria investiu em alguns equipamentos hidráulicos economizadores de água como, por exemplo, a torneira hidromecânica e a torneira funcionando por válvula de pé, porém ainda em alguns setores, por exemplo, o banheiro dos funcionários, não possui tais equipamentos.

Na Tabela 1 é apresentado os resultados obtidos dos ensaios das características químicas das águas residuárias dos diversos processos de produção da indústria. Verifica-se que na segunda lavagem dos caminhões ocorre um aumento no valor do pH devido a água de lavagem nesta condição possuir soda caustica (utilizado na



limpeza dos caminhões). Tal fato também é observado na terceira lavagem, pois embora nesta etapa a água de lavagem não contenha soda, o pH encontra-se mais elevado devido a água da lavagem anterior conter soda. A água utilizada na lavagem da máquina de empacotamento também contém soda o que justifica o alto valor de pH (12,81).

Constata-se que dentre as águas residuárias analisadas as amostras da terceira e quarta lavagem dos caminhões tanto do tipo B como do tipo C apresentaram os menores valores dos parâmetros químicos analisados, sendo constatado que nestas amostras a carga orgânica é bem inferior quando comparada com as outras águas residuárias. Ou seja, tais águas residuárias apresentam potencial para serem reutilizadas em usos menos nobres, como por exemplo lavagem de piso e irrigação de jardim.

O efluente bruto de todos os processos da indústria apresenta uma DQO igual a 3.614 mg l^{-1} , sendo que após tratamento (flotador + lodo ativado) a DQO reduz para $61,0 \text{ mg l}^{-1}$, ou seja, uma eficiência de 98,3%. Eficiências altas do tratamento também podem ser observadas para os outros parâmetros analisados, mostrando que a água residuária após o tratamento também pode ser reutilizada dentro da indústria para usos menos nobres.

Na Figura 1 é apresentado os valores de DQO das águas residuárias das lavagens dos caminhões de leite. Observa-se a brusca queda do valor de DQO da água residuária da primeira lavagem para a terceira lavagem, sendo que o valor de DQO da água residuária da terceira lavagem do caminhão de leite tipo C é igual a 0,8% da DQO da água residuária da primeira lavagem.

Comportamento similar da DQO das águas residuárias das lavagens dos caminhões é evidenciado para os outros parâmetros analisados (carbono orgânico total, fósforo e nitrogênio), indicando que as águas residuárias da terceira e quarta lavagem dos caminhões de leite podem ser reutilizadas em alguns processos dentro da indústria. Um uso para esta água residuária seria a utilização dela para a primeira e segunda lavagem dos próprios caminhões de leite, economizando assim, cerca de 300 litros para cada caminhão a ser lavado, pois cada uma das quatro etapas da lavagem do caminhão utiliza cerca de 150 litros. Como são lavados cinco caminhões por dia conseguiria uma economia de 45 m^3 por mês. Supondo que o custo do metro cúbico seja dois reais teria uma economia de 90 reais por mês, somente com o reaproveitamento da água da terceira e quarta lavagem dos caminhões.

Como o processo da lavagem dos balões de armazenagem de leite é similar ao da lavagem dos caminhões, conclui-se que a água da terceira e quarta lavagem dos balões de armazenagem de leite também têm potencial de serem reutilizadas na primeira e segunda lavagem destes balões, economizando assim, cerca de 300 litros para cada balão lavado. Como são lavados em média três balões por dia conseguiria uma economia de 27 m^3 por mês.

Um potencial para o reúso do efluente do tratamento (flotador + lodo ativado) seria na água utilizada para o resfriamento que não proporciona nenhum problema de contaminação do produto (leite e derivados). Como o resfriamento necessita de 700 litros por semana de água, o que equivale a $2,8 \text{ m}^3$ por mês.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de coliformes fecais das águas residuárias da terceira e quarta lavagem do caminhão de leite tipo B, do efluente do tratamento (flotador + lodo ativado) e de uma amostra do efluente do lodo ativado que foi submetida ao tratamento por microfiltração (membranas). Evidencia-se que o uso da microfiltração como pós-tratamento potencializa uma grande melhoria na qualidade da água, potencializando-a para uma reutilização mais nobre dentro do processo industrial.

Observa-se que as águas residuárias da terceira e quarta lavagem dos caminhões de leite possuem muito pouco coliformes o que potencializa o uso destas nos processos da indústria, tais como lavagem dos pisos internos ao processo de produção.

Uma outra alternativa para compor o abastecimento de água da indústria é o uso das águas pluviais. Como a indústria já possui uma área coberta de 500 m^2 , pode-se construir uma estrutura que direciona esta água para um reservatório. De acordo com os dados de normais climatológicas, período de 1961 a 1990, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a precipitação média anual na cidade de São Carlos é igual a 1.495,1 mm. Assim para uma área de 500 m^2 é possível reter um volume de água pluvial igual a $747,6 \text{ m}^3$ por ano.



Tabela 1. Características químicas das águas residuárias dos diversos processos de produção da indústria

Amostra	pH	DQO (mg l ⁻¹)	T.O.C (mg l ⁻¹)	P (mg l ⁻¹)	NTK (mg l ⁻¹)	N amon. (mg l ⁻¹)	SST (mg l ⁻¹)	SSF (mg l ⁻¹)
1ª lavagem caminhão (Leite C)	9,74	3.398,0	744,4	36,02	104,0	4,23	676,0	2
2ª lavagem caminhão (Leite C)	11,53	98,4	28,75	0,79	20,1	0,24	42,0	12
3ª lavagem caminhão (Leite C)	10,4	28,2	17,19	0,36	22,2	0,03	8,0	<1
4ª lavagem caminhão (Leite C)	9,68	60,0	8,87	0,35	26,5	0,27	10,0	<1
1ª lavagem caminhão (Leite B)	7,06	1.058,0	337,25	8,75	30,7	8,73	200,0	<1
2ª lavagem caminhão (Leite B)	12,72	474,4	90,18	1,77	32,8	4,76	86,0	22
3ª lavagem caminhão (Leite B)	7,28	21,6	10,18	0,28	16,9	0,01	4,0	<1
4ª lavagem caminhão (Leite B)	9,35	40,0	0,48	0,46	22,2	0,15	4,0	<1
Empacotamento	12,81	86,1	73,19	0,56	24,3	0,19	60,0	18
Efluente bruto	5,62	3.614,0	653,5	27,80	176,8	147,12	1096,0	10
Efluente do lodo ativado	6,13	61,0	5,758	0,47	23,3	0,12	12,0	<1

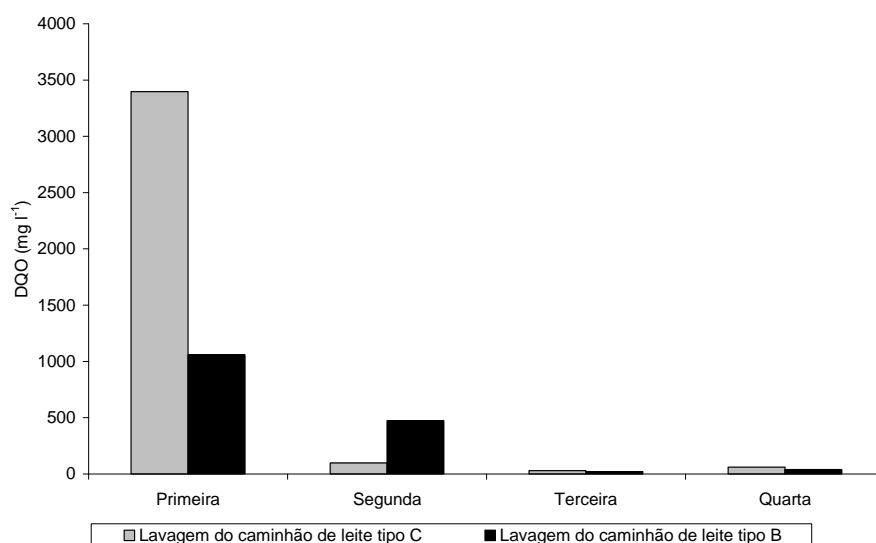


Figura 1. Valores de DQO das águas residuárias das lavagens dos caminhões de leite.

Tabela 2. Valores de coliformes fecais das águas residuárias que apresentam potencial de reúso

Amostra	Coliformes fecais (UFC /100 ml)
3ª lavagem caminhão (Leite B)	4
4ª lavagem caminhão (Leite B)	0
Efluente do lodo ativado	10 ⁵
Efluente da microfiltração	2

Na Tabela 3 é apresentado um resumo de alternativas para compor o abastecimento de água na indústria e a economia que estas proporcionam. Constata-se que pode-se economizar cerca de 137,1 m³ por mês o que proporciona uma economia de 274,2 reais por mês.

Tabela 3. Alternativas para compor o abastecimento de água na indústria e a economia que estas proporcionam

Água residuária	Uso	Volume (m ³ mês ⁻¹)	R\$ mês ⁻¹ (1)
3ª e 4ª lavagem dos caminhões de leite	1ª e 2ª lavagem dos caminhões de leite	45	90
3ª e 4ª lavagem dos balões de armazenagem de leite	1ª e 2ª lavagem dos balões de armazenagem de leite	27	54
Efluente do tratamento (flotador + lodo ativado)	Resfriamento	2,8	5,6
Efluente do tratamento (flotador + lodo ativado)	Lavagem de pisos externos, irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias e mictórios, combate a incêndios	*	*
Águas pluviais	Lavagem de pisos externos, irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias e mictórios, combate a incêndios	62,3	124,6
Total		137,1	274,2

* - não foi quantificado

(1) – cálculo baseado em que 1 m³ custa 2 reais



CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que:

- existem alternativas para o reúso das águas residuárias dos processos produtivos da indústria, o que potencializa benefícios ambientais (redução do lançamento de efluentes nos mananciais e redução da captação de águas superficiais e subterrâneas), econômicos (redução nos custos pelo uso da água advinda das concessionárias) e sociais (melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reuso de Água / FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (2003). *Conservação e reuso de água – Manual de orientações para o setor industrial*. 92 p.
2. FENDRICH, R.; SCHERER, F.A. (2003). *Aproveitamento das águas pluviais para fins não-potáveis em edifícios escolares*. Revista Engenharia, Ciência e Tecnologia, v. 06, n. 5, p. 49-58.
3. ABNT (1998). *Instalação predial de água fria – NBR 5626*. Rio de Janeiro.