Aproveitamento de água da chuva na indústria: estudo e dimensionamento para uma indústria de laticínios

Douglas Felipe Galvão (Mestre em Tecnologias Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná)
fgdoug@gmail.com

Resumo:
As indústrias de laticínios consomem quantidade considerável de água para realização de suas atividades produtivas. Com a escassez da água, formas de minimização do consumo são extremamente relevantes. O potencial do reúso da água da chuva é extremamente importante, pois pode ser fonte de recurso a ser utilizado em reúso não potável nas indústrias. O presente estudo teve como objetivo analisar o consumo de água não-potável em uma indústria de laticínios da região oeste do Paraná e a capacidade de coleta de água da chuva. Além disso, buscou-se realizar o cálculo do tamanho do reservatório necessário para que haja água reservada para utilização em setores como lavagem de veículo, caldeiras e limpeza de pisos em todos os meses do ano. De acordo com os resultados encontrados foi possível perceber que há elevada possibilidade para reutilização da água na indústria e, por meio da utilização de reservatório, é possível suprir a demanda de água para usos não-potáveis em todos os meses do ano.
Palavras chave: Chuva, Reaproveitamento, Minimização, Economia.

Rainwater harvesting in industry: study and design for a dairy industry

Abstract
The dairy industries consume a considerable amount of water to carry out their productive activities. With water scarcity, ways of minimizing consumption are extremely relevant. The potential of rainwater reuse is extremely important, as it can be a resource to be used for non-potable reuse in industries. The present study had as objective to analyze the consumption of non-potable water in a dairy industry of the western region of Paraná and the capacity of rainwater collection. In addition, it was sought to calculate the size of the reservoir required to have water reserved for use in sectors such as vehicle washing, boilers and floor cleaning in all months of the year. According to the results it was possible to perceive that there is a high possibility for water reuse in the industry and, through the use of reservoir, it is possible to supply water demand for non-potable uses in all months of the year.
Key-words: Rain, Reuse, Minimization, Economy.

1. Introdução

A utilização de água nos processos industriais é relevante, sendo, em alguns segmentos industriais, o recurso natural mais empregado. Com a cobrança pelo uso da água, as indústrias passaram a ter maior interesse em reduzir o consumo por meio do reúso de água e pela utilização e armazenamento de água da chuva.

O aproveitamento de água pluvial é classificado como uma forma de reúso de água na indústria. Atualmente, setores onde há grande utilização do recurso água, o armazenamento e utilização da água da chuva em substituição ao uso de água potável, torna-se interessante.

Para esse tipo de reúso é importante considerar a qualidade da água que é coletada, e os fins em que será aplicada. Para fins menos nobres, como limpeza de pisos e rega de jardins, pode-se utilizar grandes quantidades de água da chuva, mas há também a possibilidade da água pluvial como água de resfriamento ou para a produção de vapor.

A indústria de laticínios utiliza considerável quantidade de água em seus processos, sendo o recurso mais empregado no setor. Esse uso elevado de recursos hídricos está associado a limpeza, higiene e manutenção das condições sanitárias industriais.

O presente estudo teve como objetivo verificar a quantidade de água captada para atender as necessidades de água de setores como lava veículos, caldeiras e limpeza de pisos em uma indústria de laticínios do Oeste paranaense. Além disso, buscou-se dimensionar, através do Método de Rippl, o tamanho do reservatório de água da chuva.

2. Reúso de Água da Chuva

A cobrança pelo uso da água, bem como a necessidade de sua utilização de forma racional, tem impulsionado estudos no sentido de diminuir a utilização de água de maior qualidade, em atividades que podem ser realizadas com o uso de águas de qualidade menos nobre.

Hespanhol (2002) afirma ainda que, deve-se optar por satisfazer àquelas demandas que exigem águas de qualidade não muito alta por fontes menos nobres e utilizar-se de fontes de qualidade superior somente para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico.

Nesse sentido, aproveitar a água proveniente das precipitações é uma das oportunidades interessantes de reúso para as indústrias. Isso é facilitado pelo grande dimensionamento de telhados e demais superfícies que permitem a coleta da água da chuva, além da boa qualidade desta água quando coletada em regiões pouco poluídas.

Na indústria, a água é utilizada em diversos processos como: consumo humano, matéria-prima, uso como fluido auxiliar, uso para geração de energia, uso como fluido de aquecimento e/ou resfriamento, além de outros usos (FIESP, 2004).

O aproveitamento de água da chuva está sendo realizado por indústrias, escolas, postos de gasolina, entre outros. Locais nos quais há grande consumo de água para fins que não sejam os potáveis, a utilização de água da chuva representa economia de água tratada e, consequentemente, de dispêndio econômico (GIACCHINI e FILHO, 2008).

Nas indústrias de laticínios, estudos relacionados ao reúso de água ganham importância, pois este setor industrial é grande consumidor de água, sendo o recurso natural mais empregado. O uso elevado refere-se a necessidade de manutenção das condições sanitárias e higiênicas e

deve-se às operações de limpeza, lavagem da massa láctea, resfriamento e geração de vapor (MAGANHA, 2008).

Para utilização da água pluvial, há a necessidade específica de projeto para dimensionamento dos reservatórios, bem como de todas as tubulações que serão utilizadas. Como fonte alternativa de água, da mesma forma que outros tipos de reúso, requer o gerenciamento da qualidade e da quantidade (FIESP, 2004).

É importante salientar que a água de chuva coletada apresenta, normalmente, qualidade superior à dos efluentes tratados e os sistemas para sua coleta e armazenamento não apresentam custos elevados, podendo ser retornados em um curto período de tempo (FIRJAN, 2006).

Da mesma forma, para cada uso, a qualidade da água necessária é diferente. Por exemplo, quando ela é incorporada ao produto final, sua qualidade e pureza devem ser altos. Quando utilizada para a refrigeração a qualidade requerida não é tão alta (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Alguns processos industriais, mais especificamente os da indústria alimentícia, não permitem a utilização de águas de reúso em processos de produção nos quais há contato com o alimento. Entretanto, mesmo nestas indústrias, há a possibilidade de reutilização da água em processos que exigem qualidade de água menos nobres, como para refrigeração, alimentação de caldeiras, limpeza, banheiros, entre outros.

Valle, Pinheiro e Ferrari (2007) afirmam que há boa possibilidade de utilização da água da chuva para geração de vapor e como água de resfriamento, porém, para a geração de vapor a qualidade necessária irá depender da pressão utilizada e, para os sistemas de refrigeração, condições como presença de microrganismos, sais de cálcio e magnésio devem ser evitadas, pois sua acumulação pode diminuir a eficiência na refrigeração.

3. Material e Métodos

3.1 Descrição do Local do Experimento

A Unidade de Laticínios onde a pesquisa foi desenvolvida está situada em um município da região oeste do Estado do Paraná. O estudo foi realizado entre julho e dezembro de 2015.

3.2 Cálculo do Tamanho do Reservatório

Para estimar a quantidade de água coletada no telhado, utilizou-se como referência a NBR 15.527/2007 – água da chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos (ABNT, 2007). Juntamente com a estimativa de água coletada, utilizou-se um dos métodos, o de Rippl, disponibilizados também na NBR 15.227/2007, para dimensionar o reservatório a ser utilizado na indústria.

No método de Rippl, o volume de água que escoa pela superfície (telhado, por exemplo) é subtraída da demanda total de água, em determinado período de tempo. A diferença máxima, com o decorrer do tempo equivale ao volume do reservatório (GHISI, 2015). Este método foi escolhido, pois permite calcular o volume de armazenamento necessário para manter vazão regular constantemente durante o período de estiagem mais crítico verificado.

De acordo com a ABNT (2007), o método de Rippl pode utilizar as séries mensais ou diárias e calcula-se através das fórmulas:

$S_((t))=Q_((t)) \times D_((t))$ (1)
Q=Precipitação x Área de captação (2)
$V= \sum S(t)$, somente para valores $S(t) > 0$ (3)
Sendo que: $\sum D(t) < \sum Q(t)$

Onde:
S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;
Q(t) é o volume de água de chuva aproveitável no tempo t;
D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;
V é o volume do reservatório;
C é o coeficiente de escoamento superficial.

4. Resultados

4.1 Demanda de água não-potável na indústria

A demanda de água considerada foi a referente a lavagem de veículos, a utilização de água nas caldeiras e o valor contabilizado utilizado para a limpeza de pisos no interior da indústria. Tais dados estão dispostos nas tabelas 1, 2 e 3.

Equipamento	Q Média (L min^{-1})	Caminhões lavados dia^{-1}	Frequência (d semana^{-1})	Tempo de utilização (min.)	Consumo aproximado (m³ d^{-1})
Mangueira Lavacar	22,18	15	7	20	6,65

Tabela 1 – Consumo aproximado de água na unidade de lavagem de caminhões.

Mangueiras	Utilizações diárias	Tempo utiliz. (min.uso^{-1})	Consumo total diário (m³.dia^{-1})
1 a 23	6	10	17

Tabela 2 – Consumo estimado para limpeza de pisos e equipamentos do setor de produção industrial.

Especificação	Caldeira 1	Caldeira 2	Consumo diário estimado (m^3)
Fabricação	12/1986	1980	12
Ordem	4262	4668	
Superfície de Aquecimento	50 m^2	42 m^2	
Produção de vapor	1000 $Kg.h^{-1}$	800 $Kg.h^{-1}$	
Pressão de trabalho	10,5 $Kgf.cm^{-2}$	-	
Pressão de Prova	15,7 $Kgf.cm^{-2}$	12 $Kgf.cm^{-2}$	
Equipamento	-	Wood Fired Boiler 60 HP – óleo e lenha	

Tabela 3 – Descrição das caldeiras da Unidade de Laticínios em Matelândia.

Os dados relativos ao consumo de água para lavagem de veículos, considerou o número de caminhões lavados diariamente, a vazão da mangueira e o tempo de utilização desta nas lavagens.

Para a limpeza, numerou-se todas as mangueiras dispostas no setor de produção, medindo-se a vazão de cada uma e, através do acompanhamento diário das atividades, estabeleceu-se o número de utilizações e os consumos diários de água.

Por fim, o consumo referente as caldeiras foi obtido através de estimativas realizadas pelo setor de meio ambiente da indústria.

Para fins de cálculo e através das estimativas estabeleceu-se para os 3 setores o consumo total de, aproximadamente, 35.650 litros de água diariamente.

4.2 Dimensionamento do reservatório

Para quantificar a água pluvial passível de coleta, foram acessados os dados disponibilizados virtualmente pelo Instituto das Águas do Paraná, referentes a precipitação diária, mensal e anual dos últimos 13 anos (2000 a 2013). As precipitações registradas neste período estão disponibilizadas na Figura 1 (INSTITUTO DAS ÁGUAS, 2015).

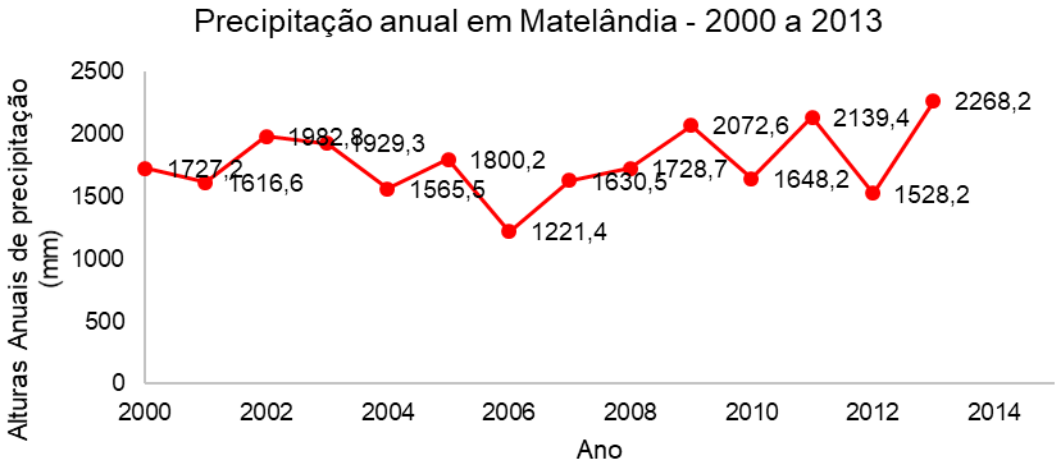


Figura 1 - Precipitação registrada para o município de Matelândia de 2000 a 2013.

Analisando-se os dados apresentados na Figura 1, 2013 foi o ano que teve a maior precipitação registrada (2.268,20 mm), e 2006 foi o menos chuvoso com registro de 1.221,40 mm. A média anual de precipitação para Matelândia nos anos pesquisados ficou em 1.775,63 mm.

Verificando-se as médias mensais de precipitação para os mesmos anos, obtém-se a Figura 2 (INSTITUTO DAS ÁGUAS, 2015).

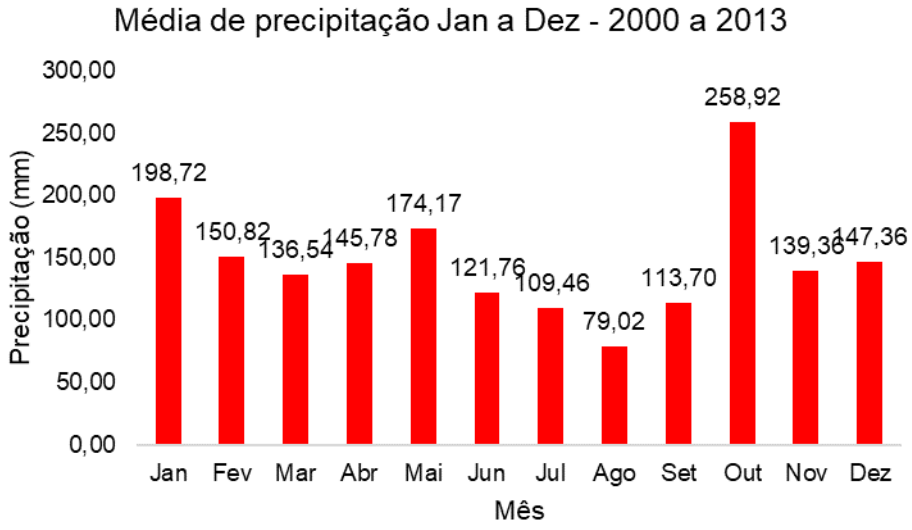


Figura 2 - Média de precipitação de Jan a Dez, nos anos 2000 a 2013 no município de Matelândia.

No período verificado os meses mais chuvosos foram, respectivamente, outubro, janeiro, maio, fevereiro e dezembro. Os meses mais secos foram agosto, julho, setembro e junho, nessa mesma ordem. O mês mais seco, agosto, foi o único com precipitação média abaixo dos 100 mm. O valor mensal médio de precipitação em Matelândia, de 2000 a 2013, foi de 147,97 mm.

O tamanho total do telhado da indústria é de 9.095 m² e o material de fabricação é aço galvanizado. Telhado deste material, considerando Thomas e Martinson (2007), apresenta o

coeficiente de escoamento menor que 90%. Já a NBR 15227 (ABNT, 2007) indica que o valor a ser considerado, comumente, é de 80%. Nesse sentido, considerou-se o exposto na NBR 15227, com o coeficiente de escoamento de 80%.

Após a disposição dos dados em programa específico, chegou-se aos valores dispostos na Tabela 4.

Método Rippl				
Mês	**Precipitação Média mensal (mm)**	**Área do Telhado (m²)**	**Volume Mensal (m³)**	**Volume Total Reservatório (m³)**
Janeiro	198,72	9.095	405,35	92,05
Fevereiro	150,82	9.095	30,02	
Março	136,54	9.095	-81,86	
Abril	145,78	9.095	-9,49	
Maio	174,17	9.095	212,98	
Junho	121,76	9.095	-197,66	
Julho	109,46	9.095	-294,04	
Agosto	79,02	9.095	-532,58	
Setembro	113,7	9.095	-260,85	
Outubro	258,92	9.095	877,06	
Novembro	139,36	9.095	-59,81	
Dezembro	147,36	9.095	2,93	

Tabela 4 – Volume do reservatório necessário, de acordo com o Método Rippl.

É possível perceber que há potencial para a coleta de quantidade considerável de água da chuva na indústria, especialmente pela grande dimensão do telhado industrial. Mesmo em meses mais secos, como em agosto, há possibilidade de coleta de valor considerável de água.

A quantidade de água da chuva coletada, permitiria a substituição do uso de água potável nos processos de lavagem de caminhões, limpeza, e das caldeiras, sendo necessário dispor de um reservatório de 92,05 m³, possibilitando a manutenção de água potável em todos os meses do ano.

5. Considerações Finais

Para a indústria estudada, verificou-se a necessidade de utilização de um reservatório com capacidade para 92,05 m³. Através do reservatório, durante o ano todo, será possível suprir as necessidades de água para os setores de lavagem de veículos, limpeza de pisos e caldeiras.

Serão necessários maiores estudos referentes aos valores que precisarão ser dispendidos com a aquisição do reservatório de água, bem como com todos os encanamentos necessários ao sistema, considerando o tempo de retorno para os valores utilizados.

Da mesma forma, serão necessárias coleta e análise da qualidade da água da chuva coletada através do telhado industrial, para que possa ser reusada a água coletada para as caldeiras por exemplo. Será preciso considerar, para a utilização de água da chuva em caldeiras, Vale, Pinheiro e Ferrari (2007), que citam que irá depender da pressão de operação das caldeiras.

Além disso, análises da qualidade da água necessária nos diferentes processos industriais deverão ser verificadas, visando o reúso da água da chuva e aumentando a economia de água de maior qualidade.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. NBR 15227. Rio de Janeiro, 2007.

CONSTANZI, R. N. Tratamento de efluentes domésticos por sistemas integrados de lodos ativados e membranas de ultrafiltração visando o reúso de água. 2007. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2007.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. Conservação e reúso de Água: Manual de orientações para o setor industrial. Centro Internacional de Referência em Reúso de Água, CIRRA/IRCWR e DCT Engenharia, São Paulo, vol. 1, 2004.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. Manual de conservação e reúso da água na indústria. Rio de Janeiro: DIM, 2006.

GIACCHINI, M. FILHO, A. G. de A. Utilização da água de chuva nas edificações industriais. Anais... In: 2º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa, 2008.

GHISI, E. Métodos de dimensionamento de reservatórios de água pluvial em edificações. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula_6/Metodos%20de%20dimensionamento%20de%20reservatorios%20de%20agua%20pluvial%20em%20edificacoes.pdf>. Acesso em: 15 de jul. 2015.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 7, n. 4, p. 75-95. Out/dez, 2002.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=264>. Acesso em: 25 de jun. 2015.

MAGANHA, M. F. B. (Elab.). Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos – Série P+L. São Paulo: CETESB, 2008.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na indústria: uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

TELLES, D. D'; COSTA, R. H. P. G. (coord). Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

THOMAS, T. H. MARTINSON, D. B. Roofwater Harvesting: A Handbook for Practitioners. Delft, IRC International Water and Sanitation Centre, 2007.

VALLE, J. A. B. PINHEIRO, A. FERRARI, A. Captação e avaliação da água da chuva para uso industrial. Revista de Estudos Ambientais. V. 9, n.2, p. 62-72. Jul/dez, 2007.